



Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας

ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ

Διδακτορική Διατριβή
του
Γιάννη Θ. Τσουλφά

2008

ΓΑΝΕΠΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

στους δικούς μου ανθρώπους

Jamais la nature ne nous trompe; c'est toujours nous qui nous trompons.
Jean-Jacques Rousseau

The universe is not required to be in perfect harmony with human ambition.
Carl Sagan

I have not failed. I've just found 10,000 ways that won't work.
Thomas Alva Edison

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
	ΠΡΟΛΟΓΟΣ	XVII
ΚΕΦ. 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Οι τάσεις στη σύγχρονη Διοίκηση Επιχειρήσεων και η εισαγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων	3
1.2	Η έμφαση στην περιβαλλοντική διάσταση	5
1.3	Στόχοι και συνεισφορά στην έρευνα	8
1.4	Θεματολογία κεφαλαίων	13
ΚΕΦ. 2	Η ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	17
2.1	Εισαγωγή	19
2.2	Ορόσημα της Αειφόρου Ανάπτυξης	19
2.3	Θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης	23
2.4	Αειφόρος Ανάπτυξη: Τα βασικά πλαίσια εργασίας	33
2.4.1	<i>Η εξίσωση IPAT</i>	33
2.4.2	<i>Τα Τρία Ουσιώδη Στοιχεία</i>	35
2.4.3	<i>Το Φυσικό Βήμα</i>	36
2.5	Κριτική στην έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης	39
2.6	Αειφόρος Ανάπτυξη και επιχειρήσεις: Η έννοια της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης	40
2.6.1	<i>Η ανάδειξη της σημασίας της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>	41
2.6.2	<i>Τα οφέλη της εφαρμογής της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>	43
2.6.3	<i>Η εφαρμογή της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>	43
2.6.4	<i>Η επίδραση της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης στα νέα επιχειρησιακά πρότυπα</i>	45
2.7	Η Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα	47
2.7.1	<i>Βασικές διαφορές Κύριας και Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας</i>	49
2.8	Εφοδιαστικές Αλυσίδες και Βιομηχανική Οικολογία	50
2.8.1	<i>Επιχειρησιακές στρατηγικές εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες</i>	52
2.8.1.1	<i>Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας</i>	52
2.8.1.2	<i>Διαχείριση Κύκλου Ζωής</i>	53
2.8.1.3	<i>Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας</i>	53
2.8.1.4	<i>Σύγκριση των επιχειρησιακών στρατηγικών</i>	54
2.9	Εργαλεία αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων	56

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
2.10	Σύνοψη	60
ΚΕΦ. 3	Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	61
3.1	Εισαγωγή	63
3.2	Η δομή και τα στάδια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	65
3.3	Η μοντελοποίηση του συστήματος προϊόντος	68
3.3.1	<i>Καθορισμός της λειτουργικής μονάδας</i>	69
3.4	Συλλογή δεδομένων και βάσεις δεδομένων για την Αναλυτική Απογραφή	70
3.4.1	<i>Τα προβλήματα της συλλογής δεδομένων</i>	71
3.4.2	<i>Η τεκμηρίωση των δεδομένων και η ανάπτυξη αναγνωρισμένων βάσεων δεδομένων</i>	72
3.4.3	<i>Πρωτοβουλίες ανάπτυξης βάσεων δεδομένων</i>	73
3.4.4	<i>Λογισμικό για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής</i>	74
3.4.5	<i>Η συνολική απλοποίηση της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής Διαδικασιών ως εναλλακτική προσέγγιση για την Αναλυτική Απογραφή</i>	75
3.5	Η Εκτίμηση Επιπτώσεων	79
3.5.1	Πεδία Προστασίας και κατηγορίες επιπτώσεων	79
3.5.1.1	<i>Φαινόμενο του θερμοκηπίου</i>	80
3.5.1.2	<i>Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα</i>	81
3.5.1.3	<i>Δημιουργία φωτοχημικού νέφους</i>	81
3.5.1.4	<i>Ευτροφισμός</i>	82
3.5.1.5	<i>Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος</i>	82
3.5.1.6	<i>Οικοτοξικότητα</i>	83
3.5.1.7	<i>Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία</i>	83
3.5.1.8	<i>Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας</i>	83
3.5.1.9	<i>Απόβλητα</i>	83
3.5.1.10	<i>Χρήση γης</i>	81
3.5.1.11	<i>Εξάντληση φυσικών πόρων</i>	84
3.5.2	Οι κυριότερες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων	84
3.5.2.1	<i>Έκταση της μοντελοποίησης</i>	87
3.5.2.2	<i>Γεωγραφικές και χρονικές διακυμάνσεις</i>	88
3.5.3	Τα βήματα της Εκτίμησης Επιπτώσεων	91
3.5.3.1	<i>Χαρακτηρισμός</i>	91

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
3.5.3.2	Κανονικοποίηση	93
3.5.3.3	Ομαδοποίηση	94
3.5.3.4	Στάθμιση	94
3.6	Η Ερμηνεία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	99
3.7	Η αβεβαιότητα στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής	100
3.8	Εφαρμογές της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	101
3.8.1	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε μία πολυεθνική επιχείρηση	101
3.8.2	Η δυναμική της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και σχετικών προσεγγίσεων στις Μικρομεσαίες και τις Νεοσύστατες Επιχειρήσεις	104
3.8.3	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε κυβερνητικό επίπεδο	106
3.9	Σύνοψη	110
ΚΕΦ. 4	ΚΡΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	113
4.1	Εισαγωγή	115
4.2	Η εξέλιξη της μεθόδου EDIP	116
4.2.1	Ομοιότητες EDIP 97 - EDIP 2003	118
4.2.2	Διαφορές EDIP 97 - EDIP 2003	119
4.3	Σύγκριση των οικολογικών επιπτώσεων της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον με τη χρήση των διαφορετικών εκδοχών της EDIP	120
4.3.1	Τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος	121
4.3.2	Παραδοχές	122
4.3.3	Αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις οικολογικές επιπτώσεις	123
4.3.3.1	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	126
4.3.3.2	Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος	129
4.3.3.3	Δημιουργία φωτοχημικού νέφους	131
4.3.3.4	Ευτροφισμός	135
4.3.3.5	Χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων	138
4.3.3.6	Χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους	141
4.3.3.7	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα	144
4.3.3.8	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων	148
4.3.3.9	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους	150

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	σελ.
4.3.3.10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον	153
4.4 Βελτιωτικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας και εφαρμογή τους στη μέθοδο EDIP 2003	156
4.4.1 Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας	158
4.4.2 Μέθοδοι κατάταξης	161
4.4.3 Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας στη μέθοδο EDIP 2003 με τη χρήση συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων	164
4.4.3.1 Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων	164
4.4.3.2 Εφαρμογή μεθόδων κατάταξης για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων	171
4.4.3.3 Υπολογισμός συγκεντρωτικών δεικτών για την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος και τη διάθεσή τους στο περιβάλλον - Σύγκριση των αποτελεσμάτων	174
4.5 Θεωρητικές προσεγγίσεις για το στάδιο της Ερμηνείας	180
4.5.1 Ο κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας	181
4.5.1.1 Αναθεώρηση του στόχου της μελέτης	181
4.5.1.2 Επιλογή των σημαντικών διαδικασιών	181
4.5.1.3 Ποιότητα των δεδομένων	188
4.5.1.4 Αναλυτική Απογραφή	183
4.5.1.5 Εκτίμηση Επιπτώσεων	183
4.5.2 Η εφαρμογή τεχνικών Συνεργατικής Λήψης Αποφάσεων	184
4.5.3 Η συνεισφορά του σταδίου της Ερμηνείας στην περιβαλλοντική ανάλυση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων	185
4.5.3.1 Εμβάθυνση της γνώσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα	186
4.5.3.2 Αναγνώριση καθοριστικών σημείων και ανάπτυξη της Συνοπτικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	186
4.5.3.3 Αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης	188
4.5.3.4 Ένα μοντέλο αποφάσεων για την ιεράρχηση ενεργειών	189
4.5.3.5 Εξαγωγή συμπερασμάτων	191
4.6 Σύνοψη	192

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
ΚΕΦ. 5	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ: Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	193
5.1	Εισαγωγή	195
5.2	Στόχος της ανάπτυξης συστήματος αρχών σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων	202
5.3	Ταξινόμηση των αρχών	203
5.3.1	<i>Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή</i>	206
5.3.2	<i>Συσκευασία</i>	211
5.3.3	<i>Συλλογή - διανομή - επιστροφή</i>	212
5.3.4	<i>Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον</i>	215
5.3.5	<i>Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον</i>	218
5.3.6	<i>Ζητήματα διοίκησης</i>	222
5.4	Παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής	225
5.4.1	<i>Παράμετροι προϊόντος</i>	227
5.4.2	<i>Οργανωτικές παράμετροι</i>	228
5.4.3	<i>Κοινωνικές παράμετροι</i>	229
5.5	Σύνοψη	229
ΚΕΦ. 6	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ	233
6.1	Εισαγωγή	235
6.2	Η χρήση Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης για την αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων	236
6.3	Ένα σύστημα Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης	240
6.3.1	<i>Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή</i>	242
6.3.2	<i>Συσκευασία</i>	244
6.3.3	<i>Συλλογή - διανομή - επιστροφή</i>	245
6.3.4	<i>Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον</i>	246
6.3.5	<i>Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον</i>	248
6.3.6	<i>Ζητήματα διοίκησης</i>	249
6.4	Σύνθεση των Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης	250
6.4.1	<i>Η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων</i>	252
6.4.2	<i>Ενδεικτική εφαρμογή των μεθόδων του Πίνακα Προτιμήσεων και της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας</i>	256
6.4.2.1	<i>Εφαρμογή της μεθόδου του Πίνακα Προτιμήσεων</i>	261
6.4.2.2	<i>Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας</i>	267
6.4.3	<i>Σύγκριση των τεχνικών σύνθεσης</i>	272
6.5	Σύνοψη	273

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
ΚΕΦ. 7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	275
7.1	Εισαγωγή	277
7.2	Η Αειφόρος Ανάπτυξη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον	277
7.3	Η ανάδειξη του ρόλου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων	280
7.4	Αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων και Δείκτες Περιβαλλοντικής Απόδοσης	283
	ΠΗΓΕΣ	287
	Βιβλιογραφία	287
	Δικτυακοί Τόποι	308
	ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	309
	Απόδοση όρων από την ελληνική στην αγγλική	309
	Απόδοση όρων από την αγγλική στην ελληνική	314
	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ	321
	Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά	321
	Δημοσιεύσεις σε βιβλία	321
	Δημοσιεύσεις σε πρακτικά συνεδρίων	322
	Ανακοινώσεις σε συνέδρια	322
	Άλλες επιστημονικές δημοσιεύσεις	324

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ		σελ.
2.1	Η σύνδεση των Τριών Ουσιωδών Στοιχείων με την Αειφόρο Ανάπτυξη	36
2.2	Η Χοάνη του Φυσικού Βήματος	37
2.3	Η μεθοδολογία εφαρμογής του Φυσικού Βήματος ABCD	38
2.4	Τα επαναληπτικά βήματα για την εφαρμογή της ΕΚΕ	44
2.5	Παράδειγμα συστήματος ανοικτού βρόχου	48
2.6	Παράδειγμα συστήματος κλειστού βρόχου	49
3.1	Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος (οι συνεχείς γραμμές εκφράζουν ροές υλικών και ενέργειας και οι διακεκομμένες ροές πληροφοριών)	64
3.2	Στάδια και εφαρμογές της ΑΚΖ	67
3.3	Η συνολική απλοποίηση στην ΑΚΖ Διαδικασιών	77
3.4	Η σύγχρονη κατηγοριοποίηση των Πεδίων Προστασίας	80
3.5	Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων LIME	98
4.1	Η αλυσίδα αιτιότητας και τα στάδια που καλύπτουν οι εκδοχές της EDIP	120
4.2	Το πολυκριτηριακό πρόβλημα απόφασης υπολογισμού των συντελεστών F_j	158
5.1	Παράδειγμα ροών των υλικών σε μία Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα	205
5.2	Οι σχέσεις μεταξύ των δύο κύριων συνόλων διαδικασιών στις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες και ο ρόλος των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση των δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής	226
6.1	Η ταξινόμηση των ΔΓΑ	242
6.2	Η ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος	258

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ		σελ.
2.1	Τα βασικά ζητήματα των επιχειρησιακών στρατηγικών εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες	55
2.2	Οι στόχοι και τα πεδία εφαρμογής των κυριότερων μεθόδων αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων	58
2.3	Οι περιβαλλοντικές αναφορές, η έκταση της ανάλυσης και τα ζητήματα προς διασφάλιση στις αναλυτικές μεθόδους	59
3.1	Ενδεικτική καταγραφή των συνδέσμων που παρέχουν δεδομένα Αναλυτικής Απογραφής	74
3.2	Οι κυριότερες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων	85
3.3	Οι κατηγορίες επιπτώσεων στις κυριότερες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων	86
3.4	Κατηγοριοποίηση των κυριότερων μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων σε σχέση με την έκταση της μοντελοποίησης που υιοθετούν	88
3.5	Κατηγορίες επιπτώσεων σε σχέση με τη γεωγραφική περιοχή που ενδεχομένως επηρεάζουν και το χρονικό ορίζοντά τους για τη μέθοδο EDIP 97	90
3.6	Παρουσίαση των προσεγγίσεων στάθμισης που χρησιμοποιούνται στις κυριότερες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων	96
4.1	Οι συντομογραφίες των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων	118
4.2	Τα αναπροσαρμοσμένα αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής των ουσιών που συνεισφέρουν στις οικολογικές επιπτώσεις	122
4.3	EDIP 97 – EDIP 97 (upd) – EDIP 2003: Οι τιμές και τα χαρακτηριστικά των συντελεστών βαρύτητας	123
4.4	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)	127
4.5	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)	127
4.6	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)	129
4.7	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)	129
4.8	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (RC) vs (DP)	132
4.9	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (βλάστηση) (RC) vs (DP)	133

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ		σελ.
4.10	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (ανθρώπινη υγεία) (RC) vs (DP)	133
4.11	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (συγκεντρωτικά) (RC) vs (DP)	133
4.12	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τον ευτροφισμό (RC) vs (DP)	136
4.13	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον επίγειο ευτροφισμό (RC) vs (DP)	136
4.14	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον υδάτινο ευτροφισμό (RC) vs (DP)	137
4.15	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον ευτροφισμό (συγκεντρωτικά) (RC) vs (DP)	137
4.16	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)	139
4.17	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)	140
4.18	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)	142
4.19	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)	143
4.20	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)	145
4.21	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)	146
4.22	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)	148
4.23	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)	148
4.24	Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)	151
4.25	Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)	151
4.26	Τα κριτήρια για τον υπολογισμό των συντελεστών F_j	157
4.27	Παράδειγμα πίνακα σύγκρισης της AID	159
4.28	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της γεωγραφικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση της AID	166

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ		σελ.
4.29	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της χρονικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση της ΑΙΔ	167
4.30	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της σοβαρότητας της επίπτωσης με τη χρήση της ΑΙΔ	168
4.31	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο του ενδεχόμενου παραβίασης νομοθετικών περιορισμών με τη χρήση της ΑΙΔ	169
4.32	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο των τεχνοοικονομικών δυσκολιών βελτίωσης της επίπτωσης με τη χρήση της ΑΙΔ	170
4.33	Αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_δ ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j με τη χρήση της ΑΙΔ	171
4.34	Οι τιμές των συντελεστών F_j , όπως προέκυψαν με τη χρήση της ΑΙΔ	171
4.35	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της γεωγραφικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	172
4.36	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της χρονικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	172
4.37	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της σοβαρότητας της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	172
4.38	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο του ενδεχόμενου παραβίασης νομοθετικών περιορισμών με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	173
4.39	Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο των τεχνοοικονομικών δυσκολιών βελτίωσης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	173
4.40	Αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_δ ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	173
4.41	Οι τιμές των συντελεστών F_j , όπως προέκυψαν με τη χρήση μεθόδων κατάταξης	174
4.42	Οι τελικές τιμές των συντελεστών βαρύτητας w_j^*	175
4.43	Σύνθεση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων για την περίπτωση της EDIP 2003 - (RC) vs (DP)	176

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ		σελ.
5.1	Τα ισχύοντα πρότυπα της σειράς ISO 14000	199
6.1	Παραδείγματα από τη βιβλιογραφία όπου προτείνονται και χρησιμοποιούνται ΔΠΑ	238
6.2	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - Παραγωγή' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.	244
6.3	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Συσκευασία' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3	245
6.4	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Συλλογή - διανομή - επιστροφή' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3	246
6.5	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3	247
6.6	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3	249
6.7	Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Ζητήματα διοίκησης' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3	249
6.8	Οι ΔΠΑ και οι αντιστοιχοι συμβολισμοί τους	257
6.9	Αρχικές τιμές, μονάδες μέτρησης και κατηγοριοποίηση των ΔΠΑ	259
6.10	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G1)	260
6.11	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G1)	260
6.12	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G2)	260
6.13	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G3)	260
6.14	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G3)	261
6.15	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G4)	261
6.16	Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G4)	261
6.17	Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τα εναλλακτικά σενάρια ως προς το ΔΠΑ EP12	262
6.18	Διάταξη των εναλλακτικών σεναρίων κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ΔΠΑ EP12)	262
6.19	Κανονικοποίηση για το ΔΠΑ EP12 (ομάδα G4)	262
6.20	Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G1	263
6.21	Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G1)	263
6.22	Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G2	263
6.23	Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G2)	263

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ		σελ.
6.24	Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G3	264
6.25	Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G3)	264
6.26	Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G4	264
6.27	Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G4)	264
6.28	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G1)	265
6.29	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G2)	265
6.30	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G3)	265
6.31	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G4)	265
6.32	Κατά ζεύγη συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ	266
6.33	Διάταξη των ομάδων ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας	266
6.34	Σταθμισμένες τιμές των ομάδων ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση	267
6.35	Υπολογισμός των τιμών του ΔΠΑ EP12 (ομάδα G4) με τη χρήση της ΑΙΔ	268
6.36	Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G1)	268
6.37	Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G2)	269
6.38	Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G3)	269
6.39	Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G4)	270
6.40	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G1)	270
6.41	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G2)	270
6.42	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G3)	271
6.43	Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G4)	271
6.44	Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ με τη χρήση της ΑΙΔ	271
6.45	Σταθμισμένες τιμές των ομάδων ΔΠΑ και άθροισή τους	272

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ		σελ.
4.1	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)	128
4.2	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - φαινόμενο του θερμοκηπίου	128
4.3	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	128
4.4	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)	130
4.5	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - δημιουργία όξινου περιβάλλοντος	130
4.6	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	131
4.7	Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	131
4.8	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (RC) vs (DP)	134
4.9	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - δημιουργία φωτοχημικού νέφους	134
4.10	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	135
4.11	Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	135
4.12	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τον ευτροφισμό (RC) vs (DP)	138
4.13	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - ευτροφισμός	138
4.14	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στον ευτροφισμό στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	138
4.15	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)	141
4.16	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων	141
4.17	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	141

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ		σελ.
4.18	Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	141
4.19	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)	144
4.20	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους	144
4.21	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	144
4.22	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)	147
4.23	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα	147
4.24	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	147
4.25	Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	147
4.26	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)	149
4.27	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων	149
4.28	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	150
4.29	Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)	152
4.30	Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους	152
4.31	Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP	153
4.32	(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 97 για τις οικολογικές επιπτώσεις	154

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ		σελ.
4.33	(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 97 (upd) για τις οικολογικές επιπτώσεις	155
4.34	(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις οικολογικές επιπτώσεις	155
4.35	Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας που αποδίδουν οι μέθοδοι κατάταξης ROC, RS και RR για 5 κριτήρια	163
4.36	Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας που αποδίδουν οι μέθοδοι κατάταξης ROC, RS και RR για 9 κριτήρια	163
4.37	(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της AID	177
4.38	(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της ROC	177
4.39	(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της RS	178
4.40	(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της RR	178
4.41	(RC) vs (DP) - Παράθεση συγκεντρωτικών δεικτών (AID, ROC, RS, RR)	179
4.42	(RC) vs (DP) - Κανονικοποιημένοι συγκεντρωτικοί δείκτες (AID, ROC, RS, RR)	179

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΠΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκπόνηση της διατριβής αυτής με θέμα 'Θεωρητικές και Εφαρμοσμένες Προσεγγίσεις στην Περιβαλλοντική Ανάλυση Εφοδιαστικών Αλυσίδων' ξεκίνησε το Μάιο του 2000 στο Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιώς και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2008.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Καθηγητή Κώστα Παππή που μου έδωσε την ευκαιρία να ενταχθώ στην ερευνητική του ομάδα, καθώς, πέρα από την επιστημονική καθοδήγηση που μου προσέφερε, μου έδωσε τη δυνατότητα να ζήσω ανεκτίμητες εμπειρίες ζωής και να εμπεδώσω αξίες όπως η συντροφικότητα, η αλληλεγγύη και η ελευθερία.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου:

- στα υπόλοιπα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής Καθηγητή Νίκο Μπλέσιο και Καθηγητή Παναγιώτη Φωτήλα για το ενδιαφέρον και τη συμπαράστασή τους,
- στους άμεσους συνεργάτες και καλούς φίλους
 - Σταύρο Δανιήλ, που με βοήθησε σημαντικά στα ερευνητικά ζητήματα και καθοριστικά στην επαγγελματική μου σταδιοδρομία
 - Θοδωρή Βουτσινά, που με βοήθησε να εξοικειωθώ γρήγορα με το χώρο της έρευνας και για τις πολύτιμες συμβουλές του
 - Νίκο Ραχανιώτη, για τη βοήθειά του σε μαθηματικά ζητήματα αλλά και για την ανοχή του στις ιδιοτροπίες μου, κυρίως κατά το διάστημα που περάσαμε μαζί στο Magdeburg
 - Θωμά Δασακλή, για τις εμπνεύσεις του και για τις 'χαμαλοδουλειές' που έχει κάνει για μένα,
- στο σύντροφο και φίλο Γιάννη Μουζακίτη για τις αδιέξοδες και μη αναζητήσεις μας επί παντός επιστητού, συμπεριλαμβανόμενων και των ζητημάτων που αναπτύσσονται στη διατριβή,
- στους φίλους (και συγγενείς) Πάνο Πλατάνα, Μαίρη Σχίζα, Χρήστο Πατέρα και Λίλα Αργυροπούλου και στα παιδιά τους Αναστασία Πλατάνα, Μαρία-Φωτεινή Πλατάνα και Γρηγόρη Πατέρα για τις όμορφες στιγμές που ζήσαμε και για αυτές που θα ζήσουμε,

- στο θείο μου Ηρακλή Τσουλφά και τη θεία μου Αθανασία Τσουλφά για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια,
- στα 'πεθερικά' μου Φώτη και Μάνθα Σχίζα για την πολύτιμη βοήθειά τους,
- σε όσους με έχουν εμπνεύσει σε όλους τους τομείς της ζωής μου με τα έργα τους και τις πράξεις τους, είτε τους έχω γνωρίσει είτε όχι.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να αναφερθώ εμφατικά (κατά σειρά γνωριμίας) στους ανθρώπους, που, για μεγάλη μου τύχη, αποτελούν την οικογένειά μου και με έχουν στηρίξει ασταμάτητα όσο καιρό με ξέρουν (εκτός από την τελευταία, αλλά θα λυγίσει και αυτή κάποτε...):

- @ τη μητέρα μου Ελένη
- @ τον πατέρα μου Θωμά
- @ την αδερφή μου Τάνια
- @ τη γυναίκα μου Χριστίνα
- @ την κόρη μου Μάνθα.

ΚΕΦ. 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ
1.1	Οι τάσεις στη σύγχρονη Διοίκηση Επιχειρήσεων και η εισαγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων
1.2	Η έμφαση στην περιβαλλοντική διάσταση
1.3	Στόχοι και συνεισφορά στην έρευνα
1.4	Θεματολογία κεφαλαίων

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΠΑ

1.1 Οι τάσεις στη σύγχρονη Διοίκηση Επιχειρήσεων και η εισαγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων

Οι προηγούμενες τρεις δεκαετίες χαρακτηρίστηκαν από σημαντικές τομές στο χώρο της διοίκησης επιχειρήσεων. Με την ευρεία εισαγωγή της έννοιας της ποιότητας, οι επιχειρήσεις άρχισαν να αντιμετωπίζουν τις διαδικασίες τους ως το επίκεντρο της δημιουργίας αξίας. Η Διοίκηση Ποιότητας επικεντρώθηκε αρχικά στον *Ανταγωνισμό με Βάση το Χρόνο (Time-based Competition)*¹ και τα *Συστήματα Αμεσης Ανταπόκρισης (Just in time)*, κατόπιν στον *Ανασχεδιασμό Επιχειρησιακών Διαδικασιών (Business Process Reengineering)* και τελικά στην *Οργανωτική Αναδιάρθρωση (Organizational Transformation)*. Σε όλη αυτή την εξελικτική πορεία, η διαχείριση των διαδικασιών παρέμεινε το κεντρικό σημείο αναφοράς για δύο λόγους: πρώτον διότι οι επιχειρησιακές διαδικασίες χαρακτήριζαν την ίδια την επιχείρηση και προσέφεραν τη δυνατότητα ανάλυσης σε στρατηγικό επίπεδο και δεύτερον διότι οι ομάδες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της Διοίκησης Ποιότητας ήταν περισσότερο αποτελεσματικές στην ανάλυση και βελτίωση σαφώς προσδιορισμένων διαδικασιών [147].

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου αναγνωρίστηκε η σημασία της *Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain)* και της *Ανάπτυξης Νέων Προϊόντων (New-Product Development)*. Η *Κύρια Εφοδιαστική Αλυσίδα (Forward Supply Chain)* αποτελείται από τις διαδικασίες της προμήθειας, της παραγωγής, της διανομής και της υποστήριξης μετά την πώληση. Η Ανάπτυξη Νέων Προϊόντων αποτελείται από διαδικασίες όπως η έρευνα, ο σχεδιασμός και η παραγωγή, καθώς και από τις υποστηρικτικές διαδικασίες που απαιτούνται για να μεγιστοποιηθούν οι πιθανότητες να επιτύχει ένα προϊόν στην αγορά (μάρκετινγκ, προβλέψεις, κτλ). Στα μέσα της δεκαετίας του '90 η επιτυχής ανταπόκριση των επιχειρήσεων στις ανάγκες που συνδέονται με τις διαδικασίες έφτασε να θεωρείται θεμελιώδης προϋπόθεση συμμετοχής στον ανταγωνισμό.

¹ Στην παρούσα διατριβή, την πρώτη φορά που χρησιμοποιείται κάποιος όρος, επισημαίνεται με πλάγια γραφή και παρατίθεται η αγγλική του απόδοση σε παρένθεση.

Με την επικράτηση των νέων επιχειρησιακών προτύπων, διαπιστώθηκε ότι η κερδοφορία και η εν γένει οικονομική κατάσταση των επιχειρήσεων αποτελούσε μία μόνο διάσταση της μακροπρόθεσμης επιτυχίας τους αλλά και της επιτυχίας του ίδιου του οικονομικού συστήματος [106]. Το μέλλον των ανθρώπων εντός και εκτός της επιχείρησης και το μέλλον του πλανήτη αποτελούν, επίσης, καθοριστικούς παράγοντες για την επιτυχία των επιχειρήσεων [148]. Ειδικότερα, οι κοινωνίες άρχισαν να προβληματίζονται για σειρά κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων που ανέκυψαν έντονα με την εκτεταμένη εκβιομηχάνιση μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, αλλά έχουν τη ρίζα τους στη βιομηχανική επανάσταση. Μία νέα έννοια άρχισε να σχηματοποιείται σε παγκόσμια κλίμακα: η *Αειφόρος Ανάπτυξη*² (*Sustainable Development*). Η *Διεθνής Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη* (*World Commission on Environment and Development*) διατύπωσε τον εξής ορισμό για την Αειφόρο Ανάπτυξη: 'Είναι η ανάπτυξη η οποία ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να εμποδίζει τις μελλοντικές γενιές να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες' [292].

Η Αειφόρος Ανάπτυξη στηρίζεται, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της Διεθνούς Συνόδου του 2005 στη Νέα Υόρκη [268], σε τρεις αλληλένδετους και αμοιβαία ενισχυόμενους πυλώνες: την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική προστασία. Ωστόσο, ο *Εκπαιδευτικός, Επιστημονικός και Πολιτιστικός Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών* (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO*), με την Παγκόσμια Διακήρυξη για την Πολιτισμική Ποικιλότητα, επέκτεινε την έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης διατυπώνοντας τη θέση ότι 'η πολιτισμική ποικιλότητα είναι τόσο απαραίτητη για το ανθρώπινο είδος, όσο η βιοποικιλότητα για τη φύση', οπότε μπορεί να θεωρηθεί ο τέταρτος πυλώνας της Αειφόρου Ανάπτυξης, ως μέσο ανάπτυξης της διανοητικής, της συναισθηματικής, της ηθικής και της πνευματικής υπόστασης του ανθρώπου [269].

² Εναλλακτικά χρησιμοποιείται και ο όρος Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Η Αειφόρος Ανάπτυξη προϋποθέτει την εμπέδωση της αντίληψης ότι η απραξία έχει μη αναστρέψιμες συνέπειες και πως θα πρέπει να διαμορφωθούν καινοτόμες προσεγγίσεις, ώστε να αλλάξουν οι καθιερωμένες δομές, καθώς και οι ατομικές συμπεριφορές που αντικατοπτρίζουν το σύγχρονο τρόπο ζωής. Η Αειφόρος Ανάπτυξη δεν είναι νέα ιδέα, παρόλο που σαν όρος είναι σύγχρονος. Πολλές κοινωνίες στο παρελθόν αναγνώρισαν την ανάγκη αρμονίας ανάμεσα στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Αυτό το οποίο είναι νέο είναι η κατανόηση της ανάγκης πραγμάτωσης των αρχών της Αειφόρου Ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο.

1.2 Η έμφαση στην περιβαλλοντική διάσταση

Αξιολογώντας τη μέχρι τώρα πορεία της ανθρωπότητας σε ζητήματα Αειφόρου Ανάπτυξης, παρατηρεί κανείς ότι η έμφαση έχει δοθεί στην περιβαλλοντική προστασία, ενώ λίγα πράγματα έχουν γίνει αναφορικά με την οικονομική και την κοινωνική διάσταση.

Επιχειρώντας να εξηγήσουμε σύντομα την επιλογή αυτή υπό το πρίσμα της Διοίκησης Επιχειρήσεων, θα πρέπει, αρχικά, να εξετάσουμε την ιστορική συγκυρία. Πράγματι, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη Ενότητα, κατά την προηγούμενη τριακονταετία εισήχθη και εξελίχθηκε η έννοια της Ποιότητας, με στόχο, εκτός των άλλων, να προσδώσει προστιθέμενη αξία στα προϊόντα και τις υπηρεσίες, όπως και έγινε. Παρατηρεί κανείς, λοιπόν, ότι είχε δημιουργηθεί πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη νέων καινοτόμων προσεγγίσεων διοίκησης που θα αποσκοπούσαν στην περαιτέρω δημιουργία προστιθέμενης αξίας στα προϊόντα και τις υπηρεσίες, και θα παρείχαν, παράλληλα, ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις επιχειρήσεις που θα τις υιοθετούσαν. Από μόνη της η παραπάνω διαπίστωση δεν οδηγούσε, βέβαια, στην επιλογή της περιβαλλοντικής διάστασης. Καθοριστικό ρόλο στην επιλογή αυτή φαίνεται να έπαιξαν οι προηγμένες κοινωνίες που, ενώ είχαν πρόσβαση σε σειρά νέων αγαθών και υπηρεσιών, έβλεπαν το περιβάλλον στο οποίο ζούσαν να υποβαθμίζεται συνεχώς. Η εικόνα υποσιτισμένων παιδιών στην Αφρική ήταν απλά μία φωτογραφία, ενώ το νέφος και οι κλιματικές αλλαγές είναι καταστάσεις που τις

βιώνουν καθημερινά. Είναι προφανές πως το αγοραστικό κοινό της Nike και της BMW δεν είναι στο Μαλάουι, αλλά στη Βόρεια Αμερική, την Ευρωπαϊκή Ένωση, την Ωκεανία και την Ιαπωνία. Επομένως, η περιβαλλοντική διάσταση συνυφαίνεται από τους παρακάτω παράγοντες, οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους:

- την πολιτική βούληση, όπως αυτή εκφράζεται από τη νομοθεσία, τους κανονισμούς και τις συμφωνίες μεταξύ κρατών και θεσμικών φορέων σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο
- τις επιχειρησιακές πρακτικές, που αναφέρονται στις ενέργειες των επιχειρήσεων για την προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος
- τις κοινωνικές και τις ατομικές συμπεριφορές, που αφορούν τις πρακτικές που ακολουθούν οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή, τόσο στο πλαίσιο κοινωνικών δραστηριοτήτων, όσο και ατομικά.

Η εισαγωγή της περιβαλλοντικής παραμέτρου στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων επηρέασε εκ των πραγμάτων το σύνολο των δραστηριοτήτων στο πλαίσιο των προτύπων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και της Ανάπτυξης Νέων Προϊόντων, αναδεικνύοντας, παράλληλα, την ανάγκη ανάπτυξης προσεγγίσεων που να μπορούν να υποστηρίξουν τη λήψη σχετικών αποφάσεων.

Η *Αντίστροφη Εφοδιαστική (Reverse Logistics)*, αν και ξεκίνησε από την προσπάθεια των επιχειρήσεων να ανταποκριθούν στους περιβαλλοντικούς νόμους και τις ρυθμίσεις που θεσπίστηκαν όσον αφορά τα υλικά συσκευασίας μετά τη χρήση τους, στη συνέχεια επεκτάθηκε περιλαμβάνοντας σταδιακά όλα τα είδη προϊόντων. Οι προσπάθειες αρχικά εστιάστηκαν στη μείωση της αντίστροφης ροής μέσω της μείωσης της συνολικής ποσότητας των αποβλήτων. Στην πορεία όμως αναπτύχθηκαν προγράμματα διαχείρισης της αντίστροφης ροής και οργάνωσης των *Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων (Reverse Supply Chains)* αποσκοπώντας στο συνδυασμό περιβαλλοντικού και οικονομικού οφέλους, ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητά τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στις Κύριες και Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες και αναφέρονται ενδεικτικά οι σχέσεις τους με το περιβάλλον.

Απόκτηση πρώτων υλών / συλλογή προϊόντων τέλους κύκλου ζωής (end-of-life products): Στην επιλογή των πρώτων υλών για την παραγωγή νέων προϊόντων χρησιμοποιούνται πλέον και περιβαλλοντικά κριτήρια, όπως η *περιβαλλοντική απόδοση (environmental performance)* των διαδικασιών εξόρυξης και επεξεργασίας των φυσικών πόρων που χρησιμοποιεί ο προμηθευτής, αλλά και η συνολική περιβαλλοντική απόδοση του εκάστοτε προμηθευτή. Ως εκ τούτου, τίθενται περαιτέρω περιορισμοί στην οργάνωση των Κύριων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, καθώς ο αριθμός των προμηθευτών που πληρούν τα περιβαλλοντικά κριτήρια και η χωροταξική τοποθέτησή τους μπορεί να περιορίζουν τις διαθέσιμες επιλογές. Οι επιλογές αυτές είναι καθοριστικής σημασίας για την οργάνωση των Κύριων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, επηρεάζοντας πχ. τη μεταφορά ή τα δίκτυα εξυπηρέτησης των πελατών. Αντίστοιχα, η χωροταξική τοποθέτηση των σημείων συλλογής προϊόντων που έχουν ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής τους είναι καθοριστικής σημασίας για την οργάνωση των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, επηρεάζοντας, κυρίως, τη μεταφορά τους στις εγκαταστάσεις ανάκτησης.

Μεταφορά (διανομή / επιστροφή): Η επιλογή κάποιων μεταφορικών μέσων έναντι κάποιων άλλων μπορεί να οδηγήσει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην παραγωγή λιγότερων ατμοσφαιρικών ρύπων. Επιπλέον, η δυνατότητα εκμετάλλευσης των μεταφορικών μέσων (πχ. με τη συνένωση φορτίων και το συνδυασμό διανομής - επιστροφής) μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις με ταυτόχρονα οικονομικά οφέλη.

Διαχείριση αποθεμάτων: Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαχείρισης αποθεμάτων προκύπτουν αφενός από τη χρήση γης για την αποθεματοποίηση και αφετέρου, ανάλογα με την πολιτική που ακολουθείται, από το γεγονός ότι είναι δυνατό να καθίστανται μη αξιοποιήσιμες ορισμένες ποσότητες πρώτων υλών, προϊόντων και προϊόντων τέλους κύκλου ζωής.

Παραγωγική διαδικασία: Κατά την παραγωγική διαδικασία στις Κύριες και τις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες καταναλώνονται πρώτες ύλες, ενέργεια και

νερό. Ως εκ τούτου, οι επιλογές για την παραγωγική διαδικασία έχουν καθοριστικό ρόλο στην περιβαλλοντική απόδοση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων.

Εξυπηρέτηση πελατών (πριν, κατά και μετά τη χρήση): Οι απαιτήσεις της δραστηριότητας αυτής μεταβάλλουν την παραδοσιακή δομή των Εφοδιαστικών Αλυσίδων δημιουργώντας επιπρόσθετες υπηρεσίες (πχ. ανακατασκευή, αναβάθμιση, κτλ) ή εγκαταστάσεις (πχ. μεγαλύτεροι αποθηκευτικοί χώροι, εξειδικευμένοι εξοπλισμοί επεξεργασίας, κτλ) αυξάνοντας τα έξοδα της επιχείρησης και επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Για παράδειγμα, η δημιουργία κεντρικών αποθηκών που θα διαχειρίζονται τη μεταφορά προς και από τον καταναλωτή, την αναβάθμιση των προϊόντων, την επανασυσκευασία, τη διαχείριση επικίνδυνων υλικών κτλ, μπορεί να επιφέρει όχι μόνο θετικά οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη (πχ. λιγότερα καύσιμα ή ενέργεια, μικρότερη διασπορά ρύπων κτλ).

Τέλος, ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στο ρόλο της συσκευασίας, καθώς τα χαρακτηριστικά της (σχήμα, μέγεθος και υλικά) συνεισφέρουν στην εφοδιαστική δαπάνη γιατί επηρεάζουν τα μεταφορικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, με ταυτόχρονες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η βελτίωση της συσκευασίας μπορεί να οδηγήσει στη μείωση των υλικών που χρησιμοποιούνται, να συνεισφέρει στην καλύτερη αξιοποίηση των αποθηκευτικών χώρων και των οχημάτων μεταφοράς και να μειώσει την ποσότητα των απαιτούμενων μέσων διαχείρισης. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η μείωση των απόβλητων υλικών συσκευασίας, η χρήση λιγότερων μέσων μεταφοράς και η ευκολότερη διαχείριση στις αποθήκες, άρα η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σε ό,τι αφορά τη διαχείριση συσκευασιών τέλους κύκλου ζωής, αντιμετωπίζονται όπως όλα τα προϊόντα που έχουν ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής τους.

1.3 Στόχοι και συνεισφορά στην έρευνα

Το πεδίο στο οποίο εστιάζεται η παρούσα διατριβή αφορά στην ανάλυση των περιβαλλοντικών ζητημάτων που ανακύπτουν από το σχεδιασμό και τη λειτουργία των Εφοδιαστικών Αλυσίδων, καθώς και τις ποσοτικές και ποιοτικές προσεγγίσεις που μπορούν να συνεισφέρουν σε αυτή την κατεύθυνση.

Με δεδομένο ότι η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί μία μόνο διάσταση της Αειφόρου Ανάπτυξης, πραγματοποιείται μία επισκόπηση του συνολικού ζητήματος, καθώς και των προσεγγίσεων που έχουν προταθεί και κριθεί δόκιμες. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται μία ιστορική αναδρομή των γεγονότων που συνέβαλαν στην ανάδειξη της Αειφόρου Ανάπτυξης σε μείζον ζήτημα για τον πλανήτη και γίνεται αναφορά στις θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα βασικά πλαίσια εργασίας που έχουν επικρατήσει για την ανάλυση ζητημάτων Αειφόρου Ανάπτυξης:

- η εξίσωση *IPAT*
- τα *Τρία Ουσιώδη Στοιχεία (Triple Bottom Line)*
- το *Φυσικό Βήμα (Natural Step)*.

Επιπλέον, γίνεται μνεία στην κριτική που έχει ασκηθεί στην έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης και στο σκεπτικισμό που έχει αναπτυχθεί γύρω από την ανάδειξή της ως κεντρικό άξονα της διακυβέρνησης. Στη συνέχεια, η διατριβή επικεντρώνεται στην περιβαλλοντική διάσταση και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει τις επιχειρησιακές λειτουργίες. Για αυτό το σκοπό, αναδεικνύεται ο ρόλος της *Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (ΕΚΕ) (Corporate Social Responsibility - CSR)* και το πώς επηρεάζονται τα επιχειρησιακά πρότυπα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και της Ανάπτυξης Νέων Προϊόντων σε επίπεδο σχεδιασμού και λειτουργίας. Ως αποτέλεσμα της παραπάνω εξελικτικής διαδικασίας, η *Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα (Extended Supply Chain)* συσχετίζεται με το μοντέλο ανάπτυξης της *Βιομηχανικής Οικολογίας (Industrial Ecology)*, με την οποία επιδιώκεται η κατανόηση των επιπτώσεων των βιομηχανικών συστημάτων στο περιβάλλον και η εφαρμογή στρατηγικών για τη μείωσή τους, στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης. Σε αυτό το πλαίσιο, εξετάζονται επιχειρησιακές στρατηγικές εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες, καθώς και εργαλεία αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων.

Στη συνέχεια της διατριβής πραγματοποιείται μία λεπτομερής επισκόπηση της *Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) (Life Cycle Assessment – LCA)*, η οποία αποτελείται από τα εξής στάδια:

- *Προσδιορισμός του στόχου και της έκτασης της μελέτης (goal and scope definition)*
- *Αναλυτική Απογραφή (Inventory Analysis)*
- *Εκτίμηση Επιπτώσεων (Impact Assessment)*
- *Ερμηνεία (Interpretation).*

Αποτυπώνεται ο τρόπος μοντελοποίησης του *συστήματος προϊόντος (product system)* και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στο ζήτημα της συλλογής και της αξιοποίησης δεδομένων και την ανάπτυξη σχετικών βάσεων για την Αναλυτική Απογραφή. Παρουσιάζονται τα *Πεδία Προστασίας (Areas of protection – AoPs)* και τα υποχρεωτικά και τα προαιρετικά βήματα της Εκτίμησης Επιπτώσεων. Στη συνέχεια, εξετάζονται χαρακτηριστικά ορισμένων καταξιωμένων μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων και αναλύονται οι κυριότερες *κατηγορίες επιπτώσεων (impact categories)* που λαμβάνονται υπόψη σε αυτές. Σε ό,τι αφορά το στάδιο της Ερμηνείας, προσδιορίζεται ο στόχος και η συνεισφορά του στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, καθώς και η σχέση του με τα προηγούμενα στάδια της ΑΚΖ. Η επισκόπηση της ΑΚΖ ολοκληρώνεται με την αναφορά στις εφαρμογές της μεθόδου με έμφαση στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων, τόσο σε επιχειρησιακό (πολυεθνικές, μικρομεσαίες και νεοσύστατες επιχειρήσεις), όσο και σε κυβερνητικό επίπεδο.

Στη συνέχεια της διατριβής διατυπώνονται κριτικές προσεγγίσεις για την Εκτίμηση Επιπτώσεων και την Ερμηνεία της ΑΚΖ. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται λεπτομερώς η εξέλιξη στην πορεία του χρόνου της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων του *Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Βιομηχανικών Προϊόντων (Environmental Design of Industrial Products – EDIP)* και, αφού καταγράφονται οι ομοιότητες και οι διαφορές των εκδοχών της μεθόδου, εφαρμόζονται στα ίδια συστήματα προϊόντος:

- Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα *μπαταριών μολύβδου-οξέος (lead-acid batteries)*
- διάθεση των μπαταριών στο περιβάλλον.

Στόχος της εφαρμογής αυτής είναι να αναδειχθεί το πώς έχουν επηρεαστεί οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων κατά την εξέλιξη της μεθόδου, με δεδομένο ότι η γνώση για τα περιβαλλοντικά ζητήματα διευρύνεται συνεχώς, ενώ οι προτεραιότητες της ανθρωπότητας για την προστασία του περιβάλλοντος αναθεωρούνται ανάλογα με την εξέλιξη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπλέον, προτείνονται και εφαρμόζονται προσεγγίσεις για τη *σύνθεση (aggregation)* των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων με τη χρήση *συντελεστών βαρύτητας (weighting factors)*, ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση εναλλακτικών συστημάτων προϊόντος με τη χρήση ενός δείκτη, ο οποίος θα εκφράζει τη συνολική περιβαλλοντική εικόνα κάθε εναλλακτικής λύσης. Για αυτό το σκοπό, χρησιμοποιούνται η *Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΙΔ) (Analytical Hierarchy Process - AHP)* και μέθοδοι κατάταξης (*Rank Order Centroid (ROC), Rank Sum (RS)* και *Rank Reciprocal (RR)*). Οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων της πλέον πρόσφατης εκδοχής της μεθόδου EDIP (2003). Σε ό,τι αφορά το στάδιο της Ερμηνείας, διατυπώνεται ο *κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας (Checklist of Life Cycle Interpretation)* και προτείνεται μία σειρά από μαθηματικά μοντέλα για την αξιοποίηση των τελικών αποτελεσμάτων μίας μελέτης ΑΚΖ κατά τη λήψη αποφάσεων. Ειδικότερα, τα μοντέλα αφορούν τον εντοπισμό των διαδικασιών που έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά σε κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης και την ιεράρχηση ενεργειών με την παρουσία οικονομικών και τεχνολογικών περιορισμών.

Στη συνέχεια της διατριβής καταγράφονται οι προσπάθειες οργανισμών και επιχειρήσεων που στοχεύουν στη διαμόρφωση αρχών στην κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στη συμβολή των *Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης (Environmental Management Systems - EMS) ISO 14000* και *Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου (Eco-Management and Audit Scheme)* στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των επιχειρήσεων. Επιπλέον, πραγματοποιείται συστηματική διατύπωση αρχών σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων, ώστε να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο κανόνων αξιολόγησης και σχεδιασμού τους, στηριζόμενο σε δοκιμασμένες πρακτικές επιχειρήσεων και θεωρητικά ευρήματα που συνεισφέρουν στη βελτίωση

των περιβαλλοντικών επιδόσεων των δραστηριοτήτων τους. Οι αρχές ταξινομούνται σε έξι ομάδες:

1. Σχεδιασμός προϊόντος - παραγωγή
2. Συσκευασία
3. Συλλογή - διανομή - επιστροφή
4. Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον
5. Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον
6. Ζητήματα διοίκησης.

Παράλληλα, αναφέρονται περιπτώσεις επιχειρήσεων που εφαρμόζουν τις αρχές αυτές, ώστε να δειχθεί πώς συνδέεται η θεωρία με την πράξη. Ακολούθως, διατυπώνονται και αναλύονται παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής, ώστε να μπορεί να οριστεί ένα πλαίσιο ποιοτικής αξιολόγησής τους. Αυτές οι παράμετροι κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- παράμετροι προϊόντος
- οργανωτικές παράμετροι
- κοινωνικές παράμετροι.

Στη συνέχεια της διατριβής αναπτύσσεται η χρήση *Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης (ΔΠΑ) (Environmental Performance Indicators)* και παρουσιάζονται παραδείγματα από τη βιβλιογραφία όπου προτείνονται και εφαρμόζονται ΔΠΑ σε διάφορους επιχειρησιακούς τομείς. Δεδομένων των αρχών σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων που αναφέρθηκαν παραπάνω, ορίζεται σύστημα ΔΠΑ Εφοδιαστικών Αλυσίδων, όπου ακολουθείται η ίδια ταξινόμηση σε ομάδες. Για τη σύνθεση των ΔΠΑ, ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων, παρουσιάζεται η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων, η οποία συνδυάζει χαρακτηριστικά της ΑΙΔ και μεθόδων κατάταξης. Προκειμένου να δειχθεί η εφαρμογή του συστήματος ΔΠΑ παρουσιάζεται ενδεικτική εφαρμογή του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ.

Η διατριβή ολοκληρώνεται με τη διατύπωση των συμπερασμάτων και των προτεινόμενων κατευθύνσεων για περαιτέρω έρευνα, σχετικά με την Αειφόρο

Ανάπτυξη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον, την ανάδειξη του ρόλου της ΑΚΖ στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων, καθώς και τις αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων και τη χρήση ΔΠΑ.

Πρωτότυπη συνεισφορά της διατριβής στην επιστημονική έρευνα αποτελούν, κυρίως, τα παρακάτω:

- Η διερεύνηση της προσαρμογής του επιχειρησιακού προτύπου της Εφοδιαστικής Αλυσίδας στις επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης.
- Η εφαρμογή τριών εκδοχών της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων EDIP στα ίδια συστήματα προϊόντος ώστε να αναδειχθεί το πώς έχουν επηρεαστεί οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων κατά την εξέλιξη της μεθόδου.
- Η ανάπτυξη προσεγγίσεων υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων και η εφαρμογή τους στη μέθοδο EDIP 2003.
- Η διατύπωση του καταλόγου ελέγχου της Ερμηνείας της ΑΚΖ και η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων για τον εντοπισμό των διαδικασιών που έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά σε κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης και την ιεράρχηση ενεργειών με την παρουσία οικονομικών και τεχνολογικών περιορισμών.
- Η διατύπωση αρχών σχεδιασμού και λειτουργίας των Εφοδιαστικών Αλυσίδων με στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης.
- Η διατύπωση παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής.
- Η ανάπτυξη συστήματος ΔΠΑ Εφοδιαστικών Αλυσίδων.
- Η ανάπτυξη της μεθόδου του Πίνακα Προτιμήσεων για την αντιμετώπιση προβλημάτων *πολυκριτηριακής ανάλυσης (multicriteria analysis)*.

1.4 Θεματολογία κεφαλαίων

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται οι θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης και τα βασικά πλαίσια εργασίας που έχουν επικρατήσει. Στη συνέχεια, αναδεικνύεται ο ρόλος της ΕΚΕ και παρουσιάζονται οι

επιχειρησιακές στρατηγικές που εισάγουν την περιβαλλοντική διάσταση στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες, καθώς και ορισμένα εργαλεία αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων.

Το Κεφάλαιο 3 αφορά την ΑΚΖ και παρουσιάζονται οι στόχοι και τα πεδία εφαρμογής της. Επιπλέον, αναλύονται τα στάδιά της και καταγράφονται οι μεθοδολογικές διαφοροποιήσεις που έχουν ανακύψει. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα κυριότερα ζητήματα τα οποία λαμβάνονται υπόψη κατά την εφαρμογή της μεθόδου και αναδεικνύεται πώς η ΑΚΖ μπορεί να συνεισφέρει στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Στο Κεφάλαιο 4 εφαρμόζονται τρεις εκδοχές της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων EDIP στα ίδια συστήματα προϊόντος, ώστε να αναδειχθεί το πώς έχουν επηρεαστεί οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων κατά την εξέλιξη της μεθόδου, με δεδομένο ότι η γνώση για τα περιβαλλοντικά ζητήματα εξελίσσεται συνεχώς, ενώ οι προτεραιότητες της ανθρωπότητας για την προστασία του περιβάλλοντος αναθεωρούνται ανάλογα με την εξέλιξη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Στη συνέχεια, προτείνονται και εφαρμόζονται προσεγγίσεις για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων και αναπτύσσονται μοντέλα με τη χρήση της Επιχειρησιακής Έρευνας για το στάδιο της Ερμηνείας, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη και την περιβαλλοντική διάσταση.

Το Κεφάλαιο 5 αφορά στην ανάπτυξη αρχών για το σχεδιασμό και τη λειτουργία Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Καταγράφονται οι στόχοι και πραγματοποιείται συστηματική διατύπωση των αρχών με βάση τη βιβλιογραφία, όπου συναντιούνται με τη μορφή οδηγιών ή υποδείξεων και στην αντιμετώπιση ζητημάτων που συσχετίζουν τις Εφοδιαστικές Αλυσίδες με το περιβάλλον, ενώ κάποιες από τις αρχές συνάγονται από τις πρακτικές επιχειρήσεων. Επιπλέον, ορίζονται οι παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής.

Στο Κεφάλαιο 6 πραγματοποιείται επισκόπηση της χρήσης ποσοτικών δεικτών για την αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ορίζονται ΔΠΑ Εφοδιαστικών Αλυσίδων με τη χρήση των αρχών που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5. Στη συνέχεια, αναπτύσσεται η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων ως μέθοδος πολυκριτηριακής λήψης απόφασης. Ακολουθεί σύνθεση των ΔΠΑ με τη χρήση της μεθόδου του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ με τη χρήση ενδεικτικής εφαρμογής.

Στο Κεφάλαιο 7 διατυπώνονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των ζητημάτων που διαπραγματεύεται η διατριβή και προτείνονται ορισμένες κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΠΑ

ΚΕΦ. 2	Η ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
2.1	Εισαγωγή
2.2	Ορόσημα της Αειφόρου Ανάπτυξης
2.3	Θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης
2.4	Αειφόρος Ανάπτυξη: Τα βασικά πλαίσια εργασίας
2.4.1	<i>Η εξίσωση IPAT</i>
2.4.2	<i>Τα Τρία Ουσιώδη Στοιχεία</i>
2.4.3	<i>Το Φυσικό Βήμα</i>
2.5	Κριτική στην έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης
2.6	Αειφόρος Ανάπτυξη και επιχειρήσεις: Η έννοια της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης
2.6.1	<i>Η ανάδειξη της σημασίας της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>
2.6.2	<i>Τα οφέλη της εφαρμογής της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>
2.6.3	<i>Η εφαρμογή της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης</i>
2.6.4	<i>Η επίδραση της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης στα νέα επιχειρησιακά πρότυπα</i>
2.7	Η Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα
2.7.1	<i>Βασικές διαφορές Κύριας και Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας</i>
2.8	Εφοδιαστικές Αλυσίδες και Βιομηχανική Οικολογία
2.8.1	<i>Επιχειρησιακές στρατηγικές εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες</i>
2.8.1.1	<i>Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας</i>
2.8.1.2	<i>Διαχείριση Κύκλου Ζωής</i>
2.8.1.3	<i>Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας</i>
2.8.1.4	<i>Σύγκριση των επιχειρησιακών στρατηγικών</i>
2.9	Εργαλεία αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων
2.10	Σύνοψη

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

2.1 Εισαγωγή

Όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 1, στις αρχές της δεκαετίας του 1970 οι κοινωνίες συνειδητοποίησαν βαθμιαία ότι η οικονομική ανάπτυξη έχει κάποια όρια που προσδιορίζονται από το πεπερασμένο περιβάλλον του πλανήτη. Το 1972 μια ομάδα ερευνητών δημοσίευσαν για λογαριασμό της 'Λέσχης της Ρώμης' (*Club of Rome*) μια μελέτη υπό τον τίτλο 'The limits to growth' [169], η οποία τους δύο πρώτους μήνες της κυκλοφορίας της πούλησε πάνω από ένα εκατομμύριο αντίτυπα, για να φτάσει εντέλει να πουλήσει 30 εκατομμύρια αντίτυπα και να μεταφραστεί σε 37 γλώσσες. Η μελέτη κατέληγε στα εξής συμπεράσματα:

- Αν οι τωρινές αυξητικές τάσεις του πληθυσμού, της βιομηχανοποίησης, της ρύπανσης, της παραγωγής τροφής και της εξάντλησης των φυσικών πόρων παραμείνουν अपαράλλαχτες, τα όρια της ανάπτυξης στον πλανήτη θα εξαντληθούν μέσα σε μία εκατονταετία. Το πιθανότερο αποτέλεσμα της παραπάνω κατάστασης θα είναι μία ξαφνική και ανεξέλεγκτη πτώση του πληθυσμού και της βιομηχανικής παραγωγικότητας.
- Είναι δυνατό να αλλάξουμε τις τάσεις αυτές και να θεμελιώσουμε μία συνθήκη οικολογικής και οικονομικής σταθερότητας που να είναι βιώσιμη σε βάθος χρόνου. Η παγκόσμια ισορροπία μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε οι βασικές υλικές ανάγκες κάθε ατόμου να ικανοποιούνται και κάθε άτομο να έχει τις ίδιες ευκαιρίες να συνειδητοποιήσει τις ατομικές του δυνατότητες.

Στον πυρήνα της μελέτης βρίσκεται η υπόθεση εργασίας πως η ολοένα αυξανόμενη ανθρώπινη ανάπτυξη τελικά θα ξεπεράσει τη *φέρουσα ικανότητα* (*carrying capacity*) του παγκοσμίου οικοσυστήματος, με καταστροφικές πιθανότατα επιπτώσεις. Η μελέτη αυτή, με την απήχηση που συνάντησε, αποτέλεσε το έναυσμα για να ξεκινήσει να αναπτύσσεται προβληματισμός σε παγκόσμιο επίπεδο για την Αειφόρο Ανάπτυξη.

2.2 Ορόσημα της Αειφόρου Ανάπτυξης

Το *Διεθνές Ινστιτούτο για την Αειφόρο Ανάπτυξη* (*International Institute for Sustainable Development*) καταγράφει το χρονολόγιο της Αειφόρου Ανάπτυξης, το

οποίο επικαιροποιείται συνεχώς [128]. Από αυτό ξεχωρίζουν ορισμένα γεγονότα, τα οποία παρουσιάζονται σύντομα στη συνέχεια.

Στη σύνοδο του ΟΗΕ στη Στοκχόλμη (1972) ήταν η πρώτη φορά σε διεθνές επίπεδο που συζητήθηκε το θέμα των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, ενώ το 1980 διατυπώθηκε η *Στρατηγική Παγκόσμιας Προστασίας (World Conservation Strategy)* μετά από συνεργασία της *Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (International Union for the Conservation of Nature)*, του *Περιβαλλοντικού Προγράμματος του ΟΗΕ (UN Environment Programme - UNEP)* και του *Διεθνούς Ταμείου για την Άγρια Φύση (World Wildlife Fund - WWF)*.

Το 1987 η Διεθνής Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, γνωστή και ως Επιτροπή Brundtland, με την υποστήριξη του ΟΗΕ, εξέδωσε μία έκθεση με τίτλο 'Our common future', στην οποία αποτυπώνονται οι ευρέως διαδεδομένες ανησυχίες για τα περιβαλλοντικά ζητήματα και τη φτώχεια σε πολλά μέρη του κόσμου. Στην ίδια έκθεση διατυπώθηκε ο ορισμός για την Αειφόρο Ανάπτυξη, ο οποίος έχει επικρατήσει (βλ. Ενότητα 1.1).

Επόμενο ορόσημο θεωρείται η Συνάντηση Κορυφής του Ρίο (1992) η οποία κατέληξε στη διαμόρφωση της Agenda 21, στην οποία αποτυπώθηκε μια σειρά δεσμεύσεων προκειμένου να γίνουν συγκεκριμένα βήματα, ώστε να εξαλειφθεί η φτώχεια, να επιτευχθεί η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση και να ανατραπούν οι τάσεις που οδηγούν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και τη διεύρυνση του χάσματος μεταξύ πλουσίων και φτωχών. Η υπογραφή της Agenda 21 δέσμευε τις χώρες να 'αλλάξουν την πορεία' των πολιτικών τους και των επενδύσεων των πόρων τους, έτσι ώστε οι μελλοντικές γενιές να μην εγκλωβιστούν από τα αυξανόμενα χρέη και την οικολογική καταστροφή.

Το 1995 πραγματοποιήθηκε η Συνάντηση κορυφής της Κοπεγχάγης, όπου για πρώτη φορά η διεθνής κοινότητα εξέφρασε ξεκάθαρα τη δέσμευσή της για την εξάλειψη της φτώχειας.

Ακολούθησε η Διεθνής Σύνοδος του Κιότο (1997), από όπου προέκυψε το Πρωτόκολλο του Κιότο, με βάση το οποίο τα βιομηχανικά ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύτηκαν να μειώσουν την περίοδο 2008–2012 τις εκπομπές έξι αερίων που συνεισφέρουν στο *φαινόμενο του θερμοκηπίου (global warming)*, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Το Πρωτόκολλο διένυσε ένα διαπραγματευτικό μαραθώνιο 8 χρόνων προκειμένου να γίνει τελικά διεθνής δεσμευτικός νόμος για τα κράτη που το επικύρωσαν, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, μία βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέραν των αρχικών στόχων που προβλέπει το Πρωτόκολλο, μπορεί να ‘πουλήσει’ αυτή την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει το στόχο της.

Το 2002 πραγματοποιήθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ νέα Συνάντηση Κορυφής με στόχο την αποτίμηση της κατάστασης και την αξιολόγηση των πεπραγμένων μετά τη Συνάντηση Κορυφής του Ρίο.

Το 2006 παρουσιάστηκε η *Έκθεση Stern για τα Οικονομικά Ζητήματα της Κλιματικής Αλλαγής (Stern Review on the Economics of Climate Change)* [304]. Υλοποιήθηκε για λογαριασμό της βρετανικής κυβέρνησης και κύριο αντικείμενό της ήταν οι επιπτώσεις της *κλιματικής αλλαγής (climate change)* στην παγκόσμια οικονομία. Η Έκθεση καταλήγει σε δύο βασικά συμπεράσματα:

- το 1% του διεθνούς ΑΕΠ σε ετήσια βάση θα πρέπει να επενδυθεί, ώστε να αποφευχθούν οι χειρότερες των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής
- αν δε γίνει αυτό, είναι ορατό το ενδεχόμενο το διεθνές ΑΕΠ να φτάσει να μειωθεί κατά 20%.

Σύμφωνα με την Έκθεση, η κλιματική αλλαγή απειλεί να οδηγήσει στη χωρίς προηγούμενο αποτυχία της οικονομίας της αγοράς, ενώ διατυπώνονται υποδείξεις, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι οικονομικές και κοινωνικές ρήξεις, οι οποίες εκτιμάται ότι θα είναι συγκρίσιμες με αυτές που έλαβαν χώρα κατά το πρώτο μισό του 20ού αιώνα.

Το 2007 παρουσιάστηκε η τέταρτη έκθεση αξιολόγησης της *Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC)* [306]. Η Επιτροπή αυτή ιδρύθηκε το 1988 από τον *Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization - WMO)* και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του ΟΗΕ. Ο σκοπός της Επιτροπής είναι η αξιολόγηση της επιστημονικής γνωστικής βάσης και των ερευνών που διεξάγονται για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών. Η έκθεση του 2007 αποτελείται από τρεις τόμους που περιλαμβάνουν τα πορίσματα ισάριθμων ομάδων εργασίας, καθώς και από μία συγκεντρωτική αναφορά όπου συντίθενται τα επιμέρους συμπεράσματα:

- 1η Ομάδα εργασίας - *Τα δεδομένα των φυσικών επιστημών (The Physical Science Basis)*: Περιέχει τα επιστημονικά δεδομένα της κλιματικής αλλαγής και τη σύνδεσή της με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- 2η Ομάδα Εργασίας - *Επιπτώσεις, Προσαρμογή και Ευπάθεια (Impacts, Adaptation and Vulnerability)*: Περιγράφονται οι επιπτώσεις που αναμένεται ότι θα υπάρξουν στο φυσικό περιβάλλον και τις ανθρώπινες κοινωνίες, εκτιμώντας, επίσης, σε ποιο βαθμό τα μέτρα πρόληψης και προσαρμογής θα καταφέρουν να τις μειώσουν.
- 3η Ομάδα Εργασίας - *Μετριασμός της Κλιματικής Αλλαγής (Mitigation of Climate Change)*: Εξετάζεται η δυνατότητα πρόληψης καταστροφών και μετριασμού του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, με εκτίμηση του σχετικού οικονομικού κόστους τους.

Οι βασικές διαπιστώσεις της τέταρτης έκθεσης αξιολόγησης είναι οι εξής:

- Η κλιματική αλλαγή επιταχύνεται και είναι σχεδόν βέβαιο ότι προκαλείται από τις εκπομπές *αερίων του θερμοκηπίου (greenhouse gases)* που οφείλονται στις δραστηριότητες του ανθρώπου.
- Η κλιματική αλλαγή πλήττει ήδη τους ανθρώπους.
- Οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν δραστικά και επείγοντως.
- Αυτές οι μειώσεις των εκπομπών είναι εφικτές, τόσο από τεχνολογική όσο και από οικονομική άποψη.
- Η κοινωνία πρέπει να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος μοιράστηκε το Νόμπελ Ειρήνης 2007 με τον Al Gore και τα συμπεράσματα της τέταρτης έκθεσης αξιολόγησης αποτέλεσαν τη βάση των διαπραγματεύσεων στη Διεθνή Διάσκεψη του Μπαλί για την αλλαγή του κλίματος το Δεκέμβριο του 2007. Στην τελευταία αυτή Διάσκεψη οι εκπρόσωποι 190 χωρών συμφώνησαν μετά από δραματικές συνεδριάσεις σε ένα κείμενο, το οποίο θα αποτελέσει τη βάση πάνω στην οποία θα κινηθεί η νέα συμφωνία για το κλίμα που θα διαδεχθεί το Πρωτόκολλο του Κιότο. Στο κείμενο αυτό δε γίνεται αναφορά σε κανένα συγκεκριμένο στόχο ή χρονοδιαγράμματα για την μείωση των εκπομπών ρύπων. Παραπέμπει απλά στις προτάσεις της τέταρτης έκθεσης αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος.

2.3 Θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης

Η Διεύθυνση Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ (*UN Division for Sustainable Development*) παραθέτει τις θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης [313]. Χωρίς να είναι ευδιάκριτα τα όρια τους, οι περιοχές αυτές δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν αποσπασματικά και απαιτείται συνεργασία και δράση σε παγκόσμιο επίπεδο προκειμένου να υπάρξουν ουσιαστικά αποτελέσματα. Ακολουθεί σύντομη παρουσίασή τους.

Γεωργία

Μέχρι το τέλος του 2025 ο πληθυσμός του πλανήτη εκτιμάται ότι θα είναι 8,5 δισεκατομμύρια, εκ των οποίων το 83% θα ζει σε αναπτυσσόμενες χώρες. Είναι αβέβαιο κατά πόσο οι φυσικοί πόροι και οι υφιστάμενες τεχνολογίες θα μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του πληθυσμού για τροφή και γεωργικά αγαθά.

Ατμόσφαιρα

Η σύνθεση της γήινης ατμόσφαιρας έχει μεταβληθεί λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ορισμένες από αυτές τις μεταβολές αποβαίνουν επιζήμιες στην ανθρώπινη υγεία, τις καλλιέργειες και τα οικοσυστήματα. Παραδείγματα του

προβλήματος είναι η *δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (acidification)* και *φωτοχημικού νέφους (photochemical oxidant formation)* και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Βιοποικιλότητα

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ασκήσει σημαντικότερες και μη αναστρέψιμες επιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς του πλανήτη. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο ρυθμός αφανισμού ειδών της χλωρίδας και της πανίδας είναι μεγαλύτερος από ποτέ δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα σε 2 δισεκατομμύρια ανθρώπους που ζουν σε ξηρές περιοχές.

Βιοτεχνολογία

Οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί σημαντικά, από την ιατρική έως την επεξεργασία λυμάτων. Ωστόσο, απαιτείται αποτελεσματικότερη διαχείρισή της, ώστε αρχικά να εμπνεύσει εμπιστοσύνη στους ανθρώπους και κατόπιν να συνεισφέρει στους συνολικούς στόχους της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Μεγέθυνση

Η μεγέθυνση αναφέρεται στην ανάπτυξη μίας χώρας σε ζητήματα ανθρώπινου δυναμικού, επιστημών, τεχνολογίας, καθώς και οργανωτικών και θεσμικών δομών, ώστε να μπορεί η χώρα να αξιολογήσει και να αποκριθεί αποτελεσματικά στα ερωτήματα σχετικά με την επιλογή πολιτικών και τους τρόπους εφαρμογής τους, στηριζόμενη στην κατανόηση των δυνατοτήτων του φυσικού περιβάλλοντος και των αναγκών των κατοίκων της. Είναι χαρακτηριστικό ότι πολλές αναπτυσσόμενες χώρες ουσιαστικά απογυμνώνονται από επιστημονικό προσωπικό και γενικότερα από εργατικά χέρια, στο πλαίσιο της αναζήτησης από τον άνθρωπο καλύτερων συνθηκών διαβίωσης.

Κλιματική αλλαγή

Το κλίμα του πλανήτη έχει αλλάξει σημαντικά σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και κατά τόπους, ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, κυρίως μετά τη

βιομηχανική επανάσταση. Η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου) στην ατμόσφαιρα και η εξάντληση του όζοντος στην ατμόσφαιρα έφτασαν στις υψηλότερες τιμές τους στη δεκαετία του '90, κυρίως λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων και χλωριοφθοριωμένων υδρογονανθράκων, αντίστοιχα.

Καταναλωτικά και παραγωγικά πρότυπα

Τα καταναλωτικά και παραγωγικά πρότυπα που έχουν επικρατήσει έχουν προξενήσει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Πρακτικές όπως η υπερκατανάλωση, η ελλιπής διαχείριση αποβλήτων και η ρυπογόνος παραγωγή προϊόντων απαιτείται να τροποποιηθούν δραστικά για να ικανοποιηθούν οι επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Δημογραφικά ζητήματα

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού έχει αναπόφευκτα οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής. Επακόλουθη είναι η αύξηση της χρήσης γης, νερού, αέρα, καθώς και της ενέργειας. Οι πόλεις μεγαλώνουν ανεξέλεγκτα με ταυτόχρονη ερημοποίηση της υπαίθρου σε πολλές περιπτώσεις.

Ερημοποίηση και ξηρασία

Η ερημοποίηση και η ξηρασία αναφέρονται στην υποβάθμιση της γης, κυρίως σε άγονες και άνυδρες περιοχές. Επηρεάζουν το ένα έκτο του παγκόσμιου πληθυσμού, οδηγώντας σε εκτεταμένη φτώχεια.

Διαχείριση φυσικών καταστροφών

Οι φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, σεισμοί, πυρκαγιές, εκρήξεις ηφαιστειών, τσουνάμι, κτλ) μπορούν να οδηγήσουν σε ανυπολόγιστες καταστροφές του φυσικού περιβάλλοντος και στην απώλεια ανθρώπινων ζωών. Σε κάποια έκταση προκύπτουν ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως οι πλημμύρες που ευνοούνται από τις αποψιλώσεις δασών. Η παγκόσμια κοινότητα οφείλει να αναπτύξει μηχανισμούς αντιμετώπισης τέτοιων φαινομένων, ώστε να περιοριστούν, κατά το δυνατό, οι συνέπειές τους.

Εκπαίδευση και συνειδητοποίηση

Η εκπαίδευση δεν αποτελεί μόνο ανθρώπινο δικαίωμα αλλά και απαραίτητη προϋπόθεση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Ως εκ τούτου, μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη των ικανοτήτων και την αλλαγή της νοοτροπίας των ατόμων και γενικότερα των κοινωνιών, ώστε να διαμορφώνουν απόψεις και επιλογές προς την κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Ενέργεια

Η εκβιομηχάνιση και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου στηρίχθηκαν σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και η εξάντληση των υφιστάμενων ενεργειακών αποθεμάτων έχουν οδηγήσει σε αναζητήσεις για ηπιότερες και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, καθώς και για μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων εγκαταστάσεων και προϊόντων.

Χρηματοδότηση

Προκειμένου να ευοδωθούν οι προσπάθειες στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης, απαιτείται η εξεύρεση και διάθεση των απαραίτητων κονδυλίων, καθώς και η συστηματική παρακολούθησή τους, ώστε να μπορεί η διεθνής κοινότητα να αναλάβει περαιτέρω πρωτοβουλίες, όπου απαιτείται.

Δάση

Είναι γεγονός πως η ύπαρξη μεγάλων δασικών εκτάσεων, καθώς και της χλωρίδας και της πανίδας που φιλοξενούν, έχει εκτεθεί σε κίνδυνο από ενέργειες όπως η οικιστική ανάπτυξη και η υλοτόμηση.

Πόσιμο νερό και εγκαταστάσεις που προάγουν την υγιεινή

Σε αντίθεση με τον προηγμένο δυτικό κόσμο, υπάρχουν πολλές περιοχές του πλανήτη όπου οι πληθυσμοί δεν έχουν πρόσβαση σε πόσιμο νερό και σε εγκαταστάσεις που προάγουν την υγιεινή (συστήματα αποχέτευσης, κτλ). Μάλιστα, η ερημοποίηση και η ξηρασία που αναφέρθηκαν παραπάνω εντείνουν περαιτέρω το πρόβλημα.

Υγεία

Από τη μία πλευρά η έλλειψη αναπτυξιακών μηχανισμών που οδηγούν, αναπόφευκτα, στη φτώχεια και από την άλλη η απρόσφορη και αχαλιναγώγητη ανάπτυξη που οδηγούν σε φαινόμενα όπως η υπερκατανάλωση, έχουν καταστροφικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία, όπως ο υποσιτισμός και η παχυσαρκία, αντίστοιχα. Επιπλέον, ιδιαίτερα στην πρώτη περίπτωση, υπάρχει πρόσφορο έδαφος για την εξάπλωση επιδημικών ασθενειών, ενώ στη δεύτερη αυξάνουν ολοένα τα περιστατικά τα σχετιζόμενα με την ψυχική υγεία των ατόμων.

Οικισμός ανθρώπων

Τα ζητήματα τα οποία καλείται να αντιμετωπίσει η συγκεκριμένη θεματική περιοχή ανάπτυξης δράσης περιλαμβάνουν την εξασφάλιση στέγης για όλους, τη βελτίωση της λειτουργίας των οικισμών, την ανάπτυξη σχετικών υποδομών (ύδρευση, αποχέτευση, διαχείριση αποβλήτων, κτλ), τον προγραμματισμό της χρήσης γης, τη βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των μεταφορών, τη βελτίωση του κλάδου των κατασκευών, καθώς και τον αποτελεσματικό προγραμματισμό των παραπάνω ζητημάτων σε περιπτώσεις καταστροφών (σεισμών, πολέμων, κτλ).

Δείκτες Αειφόρου Ανάπτυξης

Κάθε κράτος ξεχωριστά αλλά και η διεθνής κοινότητα οφείλει να αναπτύξει δείκτες για την αποτίμηση της κατάστασης αναφορικά με την Αειφόρο Ανάπτυξη, ώστε να υποστηριχθεί η λήψη αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα για την υιοθέτηση σχετικών πολιτικών.

Βιομηχανία

Η βιομηχανία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις προσπάθειες για Αειφόρο Ανάπτυξη, με δεδομένα ότι αφενός έχει το ρόλο της παραγωγής και διάθεσης αγαθών, αφετέρου αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη δημιουργία απασχόλησης στην κοινωνία. Επιπλέον, οι βιομηχανικές δραστηριότητες έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον, τόσο σε ό,τι αφορά την κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας, όσο και αναφορικά με την παραγωγή ρύπων.

Διάχυση πληροφοριών για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και την ενεργή συμμετοχή

Η διαφάνεια και η απρόσκοπτη διάχυση πληροφοριών αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την εμπέδωση των αρχών της Αειφόρου Ανάπτυξης σε όλα τα επίπεδα, από τις ατομικές προσπάθειες, έως τις παγκόσμιες δράσεις.

Ολοκληρωμένοι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων

Τα κράτη οφείλουν να βελτιώσουν ή να επαναπροσδιορίσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ώστε να συνυπολογίζονται οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, και να ενθαρρύνεται η δημόσια συμμετοχή.

Διεθνές Δίκαιο

Η διεθνής κοινότητα καλείται να αναπτύξει μηχανισμούς για την προώθηση της Αειφόρου Ανάπτυξης και τα κράτη, με τη σειρά τους, καλούνται να τους ενσωματώσουν στη νομοθεσία τους και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητά τους.

Διεθνής συνεργασία

Η διεθνής συνεργασία είναι, ίσως, η σημαντικότερη προϋπόθεση για την επίτευξη των στόχων της Αειφόρου Ανάπτυξης. Η λογική της παγκοσμιοποίησης έχει επικρατήσει σε όλες τις εκφάνσεις της οικονομικής και της κοινωνικής ζωής, οπότε τα προβλήματα που ανακύπτουν απαιτούν αντιμετώπιση υπό το ίδιο πρίσμα. Άλλωστε, πρόκειται για ζητήματα τα οποία επηρεάζουν όλα τα μήκη και τα πλάτη του πλανήτη και οι αποσπασματικές δράσεις δεν μπορούν, εκ των πραγμάτων, να οδηγήσουν στα επιθυμητά αποτελέσματα. Ωστόσο, η ανάληψη από τα προηγμένα κράτη των ευθυνών που τους αναλογούν και του αντίστοιχου κόστους παραμένει βασικό εμπόδιο στις όποιες προσπάθειες.

Θεσμικές ρυθμίσεις

Πρόκειται ουσιαστικά για την αναγνώριση της ανάγκης αναδιάρθρωσης και αναζωογόνησης των υφιστάμενων θεσμικών δομών του ΟΗΕ αλλά και των κρατών

Ξεχωριστά, με βάση τις αρχές της οικουμενικότητας και της δημοκρατίας, με διαφάνεια, υπευθυνότητα και αποτελεσματικότητα.

Διαχείριση της γης

Η ολοκληρωμένη διαχείριση της γης αναφέρεται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και στα ζητήματα λήψης αποφάσεων που ανακύπτουν σχετικά με τη χρήση των φυσικών πόρων. Μία τέτοια προσέγγιση διευκολύνει την ελαχιστοποίηση των αντιθέσεων, το συνδυασμό δραστηριοτήτων, αλλά και τη σύνδεση της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης με την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος.

Μείζονες ομάδες

Πέρα από τη νομοθετική θωράκιση της Αειφόρου Ανάπτυξης, ουσιαστική μπορεί να είναι και η συνεισφορά πρωτοβουλιών από φορείς, όπως οι *Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί (Non Governmental Organizations)*, που επηρεάζουν τα κέντρα λήψης αποφάσεων με νέες ιδέες, πληροφορίες και δράσεις, ενώ συνεισφέρουν σημαντικά και στην ενημέρωση των πολιτών.

Όρη

Τα όρη αποτελούν πηγή νερού, ενέργειας και πρώτων υλών (ορυκτά, δασικά και γεωργικά προϊόντα, κτλ). Επίσης, φιλοξενούν πολλές ποικιλίες χλωρίδας και πανίδας, ενώ προσφέρονται και για την αναψυχή του ανθρώπου. Περίπου 10% του παγκόσμιου πληθυσμού στηρίζεται άμεσα στους φυσικούς πόρους των ορεινών όγκων και πολύ μεγαλύτερο ποσοστό τους αξιοποιεί για κάλυψη αναγκών, όπως το πόσιμο νερό. Κατά συνέπεια, αποτελούν οικοσυστήματα μείζονος σημασίας για ολόκληρο τον πλανήτη. Ωστόσο, πολλές ορεινές περιοχές αντιμετωπίζουν περιβαλλοντική υποβάθμιση, κυρίως λόγω της αλόγιστης χρήσης τους από τον άνθρωπο.

Εθνικές στρατηγικές

Τα κράτη θεωρούνται τα 'κύτταρα' προώθησης της Αειφόρου Ανάπτυξης. Υπό αυτό το πρίσμα, οφείλουν να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν σχετικές στρατηγικές εναρμονίζοντας τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πολιτικές τους.

Ωκεανοί και θαλάσσιο περιβάλλον

Οι ωκεανοί, οι θάλασσες, τα νησιά και οι παράκτιες περιοχές αποτελούν βασικό συστατικό του παγκόσμιου οικοσυστήματος. Οι θαλάσσιες μεταφορές, η ρύπανση που προκύπτει άμεσα ή έμμεσα από επίγειες δραστηριότητες (υγρά λύματα, οικιστική ανάπτυξη παράκτιων περιοχών), η ανεξέλεγκτη αλιεία, αλλά και τα καταστροφικά θαλάσσια ατυχήματα με τις σοβαρές τους συνέπειες (πχ. πετρελαιοκηλίδες) διακυβεύουν την εύρυθμη λειτουργία του θαλάσσιου περιβάλλοντος θέτοντας σε κίνδυνο τον πλανήτη.

Φτώχεια

Ο αριθμός των ανθρώπων που ζουν σε συνθήκες απόλυτης φτώχειας και εξαθλίωσης αυξάνεται ανησυχητικά, χωρίς η φτώχεια να αποτελεί 'προνόμιο' μόνο των αναπτυσσόμενων κρατών. Η ευρύτητα και η συνθετότητα του ζητήματος, πέρα από τις προφανείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή και υγεία, θέτει σε κίνδυνο τις κοινωνικές δομές, υπομονεύει την οικονομική ανάπτυξη και το περιβάλλον, ενώ απειλεί και την πολιτική σταθερότητα.

Επιστήμες

Η πρόοδος των επιστημών που αναφέρονται στην Αειφόρο Ανάπτυξη είναι κύρια προτεραιότητα της παγκόσμιας κοινότητας. Σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι έχουν διερευνηθεί όλες οι πτυχές των ζητημάτων που ανακύπτουν, ούτε ότι ο άνθρωπος έχει κατανοήσει πλήρως τους μηχανισμούς που χρησιμοποιεί η φύση. Επιπλέον, αναδεικνύεται η ανάγκη διεπιστημονικών συνεργασιών, καθώς τα ζητήματα της Αειφόρου Ανάπτυξης χρειάζονται τη συνεισφορά διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, όπως η Ιατρική, η Οικολογία, οι Οικονομικές Επιστήμες, η Κοινωνιολογία, οι Διοικητικές Επιστήμες, κτλ.

Μικρά νησιά

Τα μικρά νησιά και ιδιαίτερα αυτά που είναι αυτόνομα κράτη αντιμετωπίζουν δύο βασικά εμπόδια για την ανάπτυξή τους: την απομόνωση και το γεγονός ότι αποτελούν 'μικρές αγορές'. Επιπλέον, ανακύπτουν, ανάλογα με την τοπογραφία τους, ζητήματα όπως η εξασφάλιση πόσιμου νερού, γεωργικών προϊόντων, κτλ.

Τουρισμός

Ο τουρισμός με έμφαση στις ομορφιές του φυσικού περιβάλλοντος αποτελεί ένα ολοένα αυξανόμενο κομμάτι της τουριστικής βιομηχανίας. Ενώ μπορεί να συνεισφέρει στην κοινωνική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, ανεξέλεγκτες πρακτικές μπορούν να οδηγήσουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την καταστροφή ευαίσθητων οικοσυστημάτων.

Τεχνολογία

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας περιλαμβάνει τις συντονισμένες προσπάθειες των επιχειρήσεων, των κυβερνήσεων και του επιστημονικού/ερευνητικού δυναμικού για τη δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων (τεχνογνωσία, διαδικασίες, προϊόντα και υπηρεσίες, οργανωτικές και διοικητικές πρακτικές), ώστε να διασφαλιστεί η συνεισφορά της τεχνολογίας στην Αειφόρο Ανάπτυξη.

Τοξικές χημικές ουσίες

Είναι γεγονός πως στο σύγχρονο κόσμο γίνεται εκτεταμένη χρήση χημικών ουσιών σε πλειάδα ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Οι επιπτώσεις, ωστόσο, για την ανθρώπινη υγεία δημιουργούν ανησυχία. Οι μολύνσεις και οι γενετικές ανωμαλίες είναι οι σημαντικότερες από αυτές και απαιτούνται, οπωσδήποτε, σημαντικές επενδύσεις για την ανάπτυξη υποκατάστατων ουσιών και σχετικών τεχνολογιών.

Εμπόριο

Η απελευθέρωση και η παγκοσμιοποίηση του εμπορίου μπορούν να έχουν θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στην Αειφόρο Ανάπτυξη. Απαιτείται η συνεχής υποστήριξη των αναπτυσσόμενων κρατών, κυρίως αυτών που έχουν διεθνή χρέη, ώστε να ενταχθούν στις εμπορικές δραστηριότητες και να αποκομίσουν τα οφέλη

αυτής της συμμετοχής. Παράλληλα, το εμπόριο μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο προώθησης της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Μεταφορές

Οι μεταφορές πρωταγωνιστούν σε παγκόσμια κλίμακα στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ αποτελούν και σημαντική πηγή ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτων. Ως εκ τούτου, απαιτούνται δράσεις που θα μειώνουν άμεσα ή έμμεσα τα προβλήματα που ανακύπτουν, όπως η βελτίωση και ανάδειξη των υπηρεσιών μαζικής μεταφοράς, η βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των μέσων συγκοινωνίας, η αποτελεσματικότερη ρύθμιση της κυκλοφορίας (ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα), οι βελτιώσεις σε οδικούς άξονες και λιμάνια, κτλ.

Επικίνδυνα απόβλητα

Ο αποτελεσματικός έλεγχος της δημιουργίας, αποθήκευσης, επεξεργασίας, μεταφοράς, ανάκτησης, και διάθεσης στο περιβάλλον των επικίνδυνων αποβλήτων είναι ζήτημα εξέχουσας σημασίας για τη διεθνή κοινότητα, με δεδομένο ότι μπορούν να προκληθούν ανεπανόρθωτες βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην αντιμετώπιση του φαινομένου μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων σε αναπτυσσόμενα κράτη, κυρίως της Αφρικής.

Ραδιενεργά απόβλητα

Ετησίως παράγονται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής πυρηνικής ενέργειας περίπου 200.000 m³ ραδιενεργά απόβλητα χαμηλής και μέσης επικινδυνότητας και 10.000 m³ υψηλής επικινδυνότητας και οι τάσεις είναι αυξητικές. Η διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων πρέπει να γίνεται με απόλυτη ασφάλεια σε ό,τι αφορά την αποθήκευση, τη μεταφορά και την επεξεργασία τους, ειδάλλως μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο μεγάλες εκτάσεις του πλανήτη.

Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν όλα τα οικιακά απόβλητα και τα χαρακτηριζόμενα ως 'ακίνδυνα' απόβλητα, όπως τα οικοδομικά υλικά. Ο όγκος τους, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα, δημιουργεί σημαντικά προβλήματα, τόσο σε θέματα

δημόσιας υγείας, όσο και σε θέματα αισθητικής. Συνεπώς, απαιτείται ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός για την αποτελεσματική διαχείρισή τους, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

2.4 Αειφόρος Ανάπτυξη: Τα βασικά πλαίσια εργασίας

Η Αειφόρος Ανάπτυξη βρίσκει πεδίο εφαρμογής σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες, από τη διακυβέρνηση έως τον τρόπο ζωής του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Κατά καιρούς έχουν προταθεί ορισμένες προσεγγίσεις, οι βασικότερες των οποίων περιγράφονται στις επόμενες Παραγράφους. Η ευρύτητα, πάντως, του πεδίου δεν αφήνει περιθώρια για την ανάπτυξη ενός καθολικού πλαισίου εργασίας, παρά μόνο για τη διατύπωση ορισμένων βασικών αρχών οι οποίες δύσκολα μπορούν να αποφύγουν τις γενικότητες.

2.4.1 Η εξίσωση IPAT

Η εξίσωση $I = P \cdot A \cdot T$ (IPAT) προέκυψε στις αρχές της δεκαετίας του '70, ύστερα από 'διαμάχες' ανάμεσα σε δύο στρατόπεδα: από τη μία πλευρά οι Ehrlich και Holdren [50, 51, 52, 113] και από την άλλη ο Commoner και οι συνεργάτες του [30, 31, 32, 33]. Η εξίσωση εκφράζει ότι το μέγεθος των επιπτώσεων του ανθρώπινου πληθυσμού στο περιβάλλον (I) είναι γινόμενο:

- του ανθρώπινου πληθυσμού (P)
- της ευμάρειας (A), που αναφέρεται στην κατανάλωση του πληθυσμού
- της περιβαλλοντικής ζημιάς που προκύπτει λόγω των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες της παραγωγής (T).

Το χρονικό της 'κόντρας' μεταξύ των δύο αντίπαλων στρατοπέδων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και παρουσιάζεται αναλυτικά από την Chertow [25]. Η πλευρά Commoner θεωρούσε ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις οφείλονταν, κυρίως, στις αλλαγές των τεχνολογιών παραγωγής μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, ενώ οι Ehrlich και Holdren θεωρούσαν όλες τις παραμέτρους σημαντικές και έδιναν ιδιαίτερη έμφαση στον ανθρώπινο πληθυσμό.

Οι δυσκολίες που παρουσιάζει η εξίσωση IPAT εντοπίζονται, κυρίως, στους ορισμούς που αποδίδονται στους όρους της εξίσωσης αλλά και στον ποσοτικό προσδιορισμό τους. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι Daily & Ehrlich [39] πρότειναν εναλλακτικά τη χρήση της ‘κατά κεφαλήν ενέργειας’ αντί για τους όρους A και T της εξίσωσης, ενώ οι Dietz & Rosa [47] πρότειναν την αντιστοίχιση του T με τις επιπτώσεις για κάθε μονάδα οικονομικής δραστηριότητας, αλλά και την αναμόρφωση της εξίσωσης ως $I = a \cdot P^b \cdot A^c \cdot T^d \cdot e$, όπου a, b, c, d αποτελούν παραμέτρους ή σύνθετες συναρτήσεις που υπολογίζονται με τη βοήθεια της στατιστικής και e είναι το σφάλμα, θεωρώντας ότι η αρχική μορφή της εξίσωσης δεν ενσωμάτωνε τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των όρων του γινομένου. Ο Schulze [228] θεώρησε ότι στην εξίσωση IPAT δεν περιλαμβάνονται οι επιλογές που προκύπτουν από την ανθρώπινη συμπεριφορά και πρότεινε την εισαγωγή του όρου B στο γινόμενο, ώστε να τις εκφράζει. Την αντίθεσή του στην παραπάνω πρόταση εξέφρασε ο Diesendorf [46], ισχυριζόμενος ότι η συμπεριφορά εκφράζεται έμμεσα σε όλους τους όρους του γινομένου. Ο Willey [287] υποστήριξε ότι η κατανάλωση επηρεάζεται από τον τρόπο ζωής και την οργάνωση (βελτίωση της οργάνωσης σε εύπορα κράτη μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης, ενώ στις φτωχές χώρες θα οδηγήσει, αντίστοιχα, σε μεγάλη αύξηση) και πρότεινε την εξίσωση $I = P \cdot L \cdot O \cdot T$ (πληθυσμός, τρόπος ζωής, οργάνωση, τεχνολογία).

Από τις παραπάνω μελέτες αναδεικνύεται η συνθετότητα του ζητήματος και οι δυσκολίες που προκύπτουν, ακόμα και σε επίπεδο ορισμού των παραμέτρων που το συνθέτουν. Το βέβαιο είναι ότι όλα τα κοινωνικο-οικονομικά συστήματα στα οποία επιχειρείται να εφαρμοστεί η εξίσωση IPAT δεν εντάσσονται μόνο στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και σε ευρύτερα δίκτυα συστημάτων με τα οποία αλληλεπιδρούν. Είναι, επίσης, βέβαιο πως και οι τρεις όροι του γινομένου της εξίσωσης IPAT επηρεάζουν τις επιπτώσεις του ανθρώπου στο περιβάλλον. Υπό αυτό το πρίσμα, είναι λογικό να αναζητούνται τρόποι μείωσής τους σε κάθε χώρα του κόσμου. Ως τέτοιοι προκύπτουν αβίαστα η μείωση της κατανάλωσης στις αναπτυγμένες χώρες, η μείωση του ρυθμού αύξησης του πληθυσμού στις αναπτυσσόμενες χώρες και η βελτίωση της τεχνολογίας παντού. Αξίζει να σημειωθεί, σε αυτό το σημείο, ότι

έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια οι μαλθουσιανιστικές αντιλήψεις σχετικά με τον έλεγχο του πληθυσμού, έχοντας, ωστόσο, να αντιμετωπίσουν σωρεία κοινωνικών και θρησκευτικών αντιδράσεων.

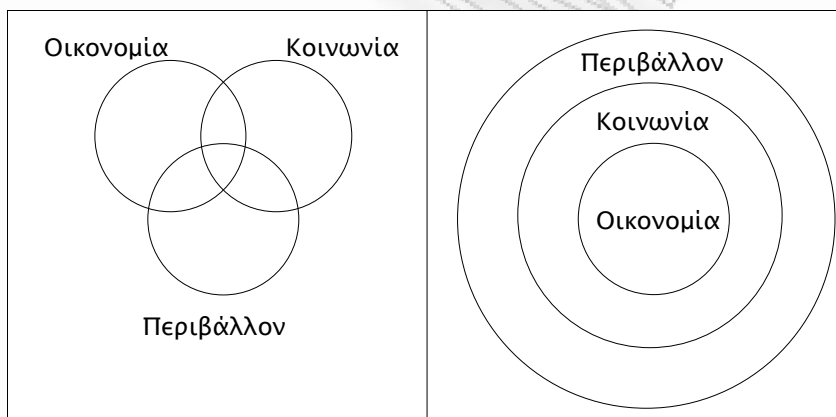
Οι συστηματικές προσπάθειες εφαρμογής της εξίσωσης IPAT ως εργαλείου πρόληψης και καθορισμού στόχων έχουν οδηγήσει σε προσεγγίσεις που συνοψίζονται σήμερα με τον όρο *‘Παράγοντας Χ’ (Factor X)*. Η πρώτη από αυτές παρουσιάστηκε από τον Schmidt-Bleek, μέλος του Wuppertal Institute, υπό τον τίτλο *‘Παράγοντας 10’* [68]. Σύμφωνα με τον Παράγοντα 10, η απόδοση της αξιοποίησης των φυσικών πόρων θα πρέπει να αυξηθεί δέκα φορές στα προσεχή 30-50 χρόνια και κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί με τη διάχυση της τεχνολογίας για την παραγωγή νέων προϊόντων και υπηρεσιών, καθώς και με την ανάδειξη νέων μεθόδων παραγωγής. Από τους στόχους του Παράγοντα 10 προκύπτει ότι επικεντρώνεται στον όρο T της εξίσωσης IPAT. Οι von Weizsäcker et al. [275] πρότειναν την εφαρμογή του Παράγοντα 4: να ζούμε δύο φορές καλύτερα, χρησιμοποιώντας τους μισούς φυσικούς πόρους σε σχέση με το παρόν. Από τη διατύπωση των στόχων του Παράγοντα 4 προκύπτει ότι επικεντρώνεται στους όρους A και T της εξίσωσης IPAT. Ένα χρόνο αργότερα, το 1998, ο Reijnders [209] εισήγαγε τον όρο *‘Παράγοντας Χ’* με τον οποίο επιχειρείται η διερεύνηση περαιτέρω στρατηγικών για τη μείωση της χρήσης φυσικών πόρων, κυρίως με την επίτευξη τεχνολογικών βελτιώσεων. Οι παραπάνω προσεγγίσεις φαίνεται να επικεντρώνονται στον όρο T της εξίσωσης IPAT. Ωστόσο, οι ερευνητές του χώρου αναγνωρίζουν τη σημασία και των υπόλοιπων όρων της εξίσωσης. Εξάλλου, έχει επικρατήσει πλέον η θέση των Ehrlich & Holdren [52] πως οι όροι της εξίσωσης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

2.4.2 Τα Τρία Ουσιώδη Στοιχεία

Τα Τρία Ουσιώδη Στοιχεία προτάθηκαν από τον Elkington [58] και αναδεικνύουν τρεις άξονες για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Άνθρωποι - Κέρδος - Πλανήτης (the three Ps of people, profit and the planet). Ουσιαστικά αναφέρονται στην επέκταση του παραδοσιακού πλαισίου έκθεσης πεπραγμένων των οργανισμών, ώστε, εκτός από οικονομικά στοιχεία, να περιλαμβάνει και στοιχεία σχετικά με την περιβαλλοντική

και την κοινωνική απόδοσή τους [114, 153]. Προς αυτή την κατεύθυνση, πρέπει αρχικά να καθοριστούν οι αξίες του οργανισμού σε σχέση με οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα και στη συνέχεια να αναλυθεί η απόδοσή του ως προς αυτά με τη χρήση δεικτών απόδοσης. Οι μετρήσεις πιστοποιούνται από εξωτερικούς ανεξάρτητους φορείς για λόγους αξιοπιστίας και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται δημόσια.

Το Σχήμα 2.1 χρησιμοποιείται για τη σύνδεση των Τριών Ουσιωδών Στοιχείων με την Αειφόρο Ανάπτυξη [239]. Στην αριστερή πλευρά υπάρχει μερική επικάλυψη μεταξύ οικονομίας, κοινωνίας και περιβάλλοντος. Στη δεξιά πλευρά απεικονίζεται η αλληλεξάρτηση σε μεγαλύτερο βαθμό. Η οικονομία θεωρείται ότι εντάσσεται πλήρως στην κοινωνία, ενώ και οι δύο εντάσσονται πλήρως στο περιβάλλον. Η δεξιά πλευρά εκφράζει καλύτερα το γεγονός ότι το περιβάλλον θέτει περιορισμούς για τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της οικονομίας και της κοινωνίας.



Σχήμα 2.1

Η σύνδεση των Τριών Ουσιωδών Στοιχείων με την Αειφόρο Ανάπτυξη [239]

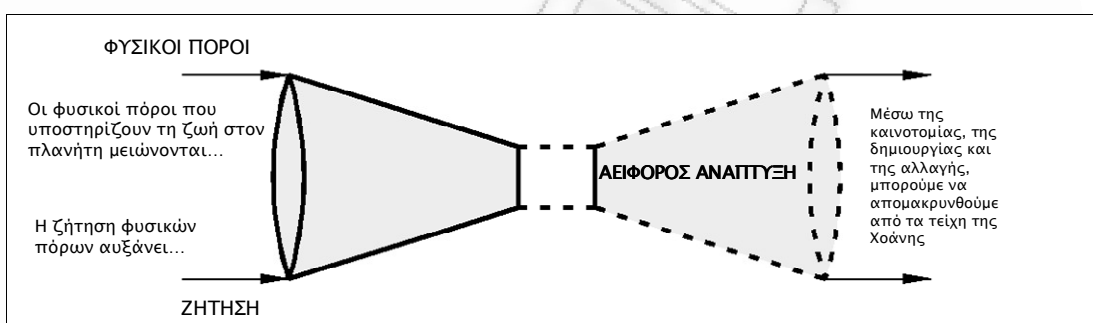
2.4.3 Το Φυσικό Βήμα

Το Φυσικό Βήμα αποτελεί ένα πλαίσιο εργασίας για τον οργανωτικό σχεδιασμό των οργανισμών. Προτάθηκε από τον Robert [211], ο οποίος ίδρυσε και το ομώνυμο Ινστιτούτο [309]. Είναι συστημική προσέγγιση, που θεωρεί πως ό,τι συμβαίνει σε ένα τμήμα του συστήματος επηρεάζει και τα υπόλοιπα. Η προσέγγιση ξεκινάει με την κατανόηση του ευρύτερου συστήματος, των προβλημάτων που παρουσιάζονται και των αρχών που καθορίζουν την επιτυχή λειτουργία του συστήματος. Στη συνέχεια οι

αρχές αυτές υπαγορεύουν ένα λειτουργικό σύνολο κριτηρίων σχεδιασμού για το συντονισμό κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών ενεργειών και την ανάπτυξη σχετικών λύσεων [22, 115].

Το πλαίσιο εργασίας του Φυσικού Βήματος αποτελείται από τρία βασικά μέρη [250]:

- Τη *Χοάνη (Funnel)* (Σχήμα 2.2) που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πιέσεων που αναπόφευκτα επενεργούν στο σύνολο του πλανήτη, καθώς οι φυσικοί πόροι μειώνονται και ο πληθυσμός αυξάνεται, ενώ στενεύουν και τα περιθώρια ελιγμών.



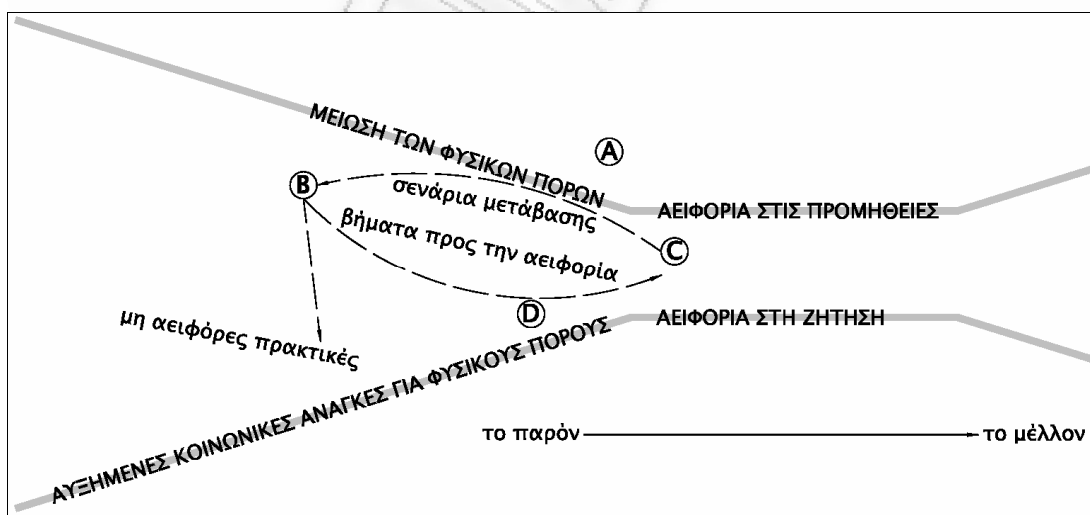
Σχήμα 2.2

Η Χοάνη του Φυσικού Βήματος

- Τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί το σύστημα προκειμένου να συνεισφέρει στην Αειφόρο Ανάπτυξη. Πρόκειται για τέσσερις βασικές προϋποθέσεις που αποτελούν τον πυρήνα του Φυσικού Βήματος. Αυτές είναι:
 1. Οι ουσίες που προέρχονται από το φλοιό της γης δε θα πρέπει να συσσωρεύονται συστηματικά προς αξιοποίηση στη φύση: τα ορυκτά καύσιμα, τα μέταλλα και τα υπόλοιπα προϊόντα εξόρυξης δεν πρέπει να εξορύσσονται με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτόν της δημιουργίας τους στο φλοιό της γης.
 2. Οι ουσίες που παράγονται από τις κοινωνίες δε θα πρέπει να αυξάνονται συστηματικά στη φύση: οι ουσίες δεν πρέπει να παράγονται με γρηγορότερο ρυθμό από αυτόν που αποσυντίθενται στη φύση ή εναποτίθενται στο φλοιό της γης.
 3. Η φυσική βάση της παραγωγικότητας και της ποικιλομορφίας στη φύση δε θα πρέπει να επιδεινώνεται συστηματικά: οι παραγωγικοί μηχανισμοί της φύσης δε θα πρέπει να μειώνονται σε ποσότητα και ποιότητα και δε

θα πρέπει να αντλούνται από τη φύση περισσότερα από αυτά που μπορεί να ξαναπαράγει.

4. Απαιτείται ορθολογική και αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και των φυσικών πόρων: οι βασικές ανθρώπινες ανάγκες πρέπει να εκπληρώνονται με τις αποτελεσματικότερες μεθόδους διαχείρισης των φυσικών πόρων, συμπεριλαμβανόμενης της ορθολογικής διανομής τους.
- Τη μεθοδολογία εφαρμογής που έχει αναπτυχθεί και δοκιμαστεί στο πλαίσιο του Φυσικού Βήματος για την υποστήριξη σύνθετων οργανισμών να εντάξουν την Αειφόρο Ανάπτυξη στο στρατηγικό σχεδιασμό τους και στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Η μεθοδολογία είναι γνωστή με το ακρωνύμιο ABCD (Awareness – Baseline Mapping – Creating a Vision – Down to Action) και παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.3 [310]. Η πρώτη φάση της μεθοδολογίας αφορά στην ευθυγράμμιση του οργανισμού με τις κοινές αντιλήψεις για την Αειφόρο Ανάπτυξη, αλλά και τη συστημική του θεώρηση. Στη δεύτερη φάση αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση σε ό,τι αφορά τις κύριες ροές και τις επιπτώσεις του οργανισμού και το πώς αντιτίθενται στις αρχές της Αειφόρου Ανάπτυξης. Κατά την τρίτη φάση οι συμμετέχοντες στη διαδικασία αποφάσεων συνεργάζονται για τη δημιουργία μίας μακροπρόθεσμης προοπτικής για τον οργανισμό. Τέλος, οι επιχειρήσεις ιεραρχούν τα σενάρια μετάβασης από την υφιστάμενη κατάσταση στη νέα με βάση την προοπτική που αναπτύχθηκε κατά την προηγούμενη φάση.



Σχήμα 2.3

Η μεθοδολογία εφαρμογής του Φυσικού Βήματος ABCD [310]

Το πλαίσιο εργασίας του Φυσικού Βήματος παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης κοινών αντιλήψεων και τρόπων επικοινωνίας, ώστε να διευκολύνεται η συνεργασία οργανισμών που δραστηριοποιούνται σε διαφορετικούς κλάδους. Ενθαρρύνει το διάλογο, τη συναίνεση, τη διάχυση της γνώσης και δημιουργεί τις συνθήκες για δρομολόγηση αλλαγών.

2.5 Κριτική στην έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης

Η έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης αντιμετωπίζεται από ορισμένους με σκεπτικισμό και έχει δεχτεί πολυεπίπεδη κριτική.

Το πρώτο σημείο κριτικής βρίσκεται στην ίδια την έννοια, καθώς θεωρείται πολύ γενική και επιδέχεται ευρύ φάσμα ερμηνειών, ενώ μπορεί να οδηγήσει σε επιλογές που είναι αντιφατικές μεταξύ τους. Μάλιστα, ο Livingston [158] αναφέρει ότι ο ίδιος ο όρος είναι οξύμωρος. Με αφορμή των ορισμό της Επιτροπής Brundtland ([292], βλ. Ενότητα 1.1), ο Taylor [249] αναρωτιέται πώς είναι δυνατό να γνωρίζει κανείς ποιες θα είναι οι ανάγκες του ανθρώπου το 2100. Επιπλέον, ισχυρίζεται ότι, από τη στιγμή που ένας τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι εκπληρώνουν τις ανάγκες τους είναι το να ξοδεύουν χρήματα για τροφή, κατοικία, εκπαίδευση και οτιδήποτε άλλο θεωρούν απαραίτητο ή σημαντικό, τότε η Αειφόρος Ανάπτυξη αποτελεί έναν ευφημισμό για τη δημιουργία πλούτου. Για να ενισχύσει την παραπάνω θέση του αναφέρει ότι η Αειφόρος Ανάπτυξη δεν αποδίδει ιδιαίτερη σημασία στις άυλες ανάγκες του ανθρώπου, όπως η ειρήνη και η ελευθερία.

Ένα δεύτερο σημείο κριτικής είναι η αναγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης σε κεντρικό άξονα της διακυβέρνησης, καθώς αντιμετωπίζονται με δυσπιστία οι προθέσεις των πολιτικών που την ευαγγελίζονται, αλλά και οι προθέσεις των προηγμένων χωρών συνολικά. Πράγματι, οι μέχρι τώρα πολιτικές απέτυχαν να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα των αναπτυσσόμενων χωρών, αλλά και ζητήματα όπως η φτώχεια, οι πόλεμοι, κτλ [171].

Ένα τρίτο σημείο κριτικής στην Αειφόρο Ανάπτυξη είναι ο τρόπος με τον οποίο συμπλέκει δύο αντιφατικούς στόχους: την περιβαλλοντική προστασία και την οικονομική διόγκωση [71]. Η Αειφόρος Ανάπτυξη αποφεύγει να ασκήσει κάποιου είδους κριτική στο ρόλο που έχουν παίξει οι προηγμένες χώρες, ώστε να οδηγηθεί η Γη στη σημερινή κατάσταση. Ο Escobar [61] εύστοχα σημειώνει ότι, με την εισαγωγή της έννοιας της Αειφόρου Ανάπτυξης, δύο ‘παλιοί εχθροί’, η ανάπτυξη και το περιβάλλον, ‘συμφιλιώθηκαν’. Η εγγενής αντίθεση, ωστόσο, παραμένει: Το καπιταλιστικό σύστημα, όχι μόνο φθείρει και καταστρέφει τους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς όρους όπου στηρίζεται, αλλά και η αναδιάρθρωσή του λαμβάνει χώρα πάλι εις βάρος αυτών των όρων.

2.6 Αειφόρος Ανάπτυξη και επιχειρήσεις: Η έννοια της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης

Με δεδομένο ότι το ζήτημα της Αειφόρου Ανάπτυξης αφορά το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι επιχειρήσεις αποτελούν σημαντικό χώρο ανάπτυξης και εφαρμογής των αξόνων δράσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη για τους εξής βασικούς λόγους:

- Οι επιχειρήσεις προσφέρουν θέσεις εργασίας.
- Ο άνθρωπος περνάει μεγάλο μέρος της ζωής του εργαζόμενος.
- Οι επιχειρήσεις καταναλώνουν φυσικούς πόρους και ενέργεια για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών, προκαλώντας, παράλληλα, περαιτέρω επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον με τα στερεά απόβλητα, τα υγρά λύματα και τους αέριους ρύπους.

Αποτέλεσμα της συνειδητοποίησης των παραπάνω ζητημάτων ήταν η ανάπτυξη της έννοιας της ΕΚΕ, την οποία το *Διεθνές Συμβούλιο Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD)* περιέγραψε ως τη συνεισφορά των επιχειρήσεων στην Αειφόρο Ανάπτυξη [291]. Η ΕΚΕ είναι εξελισσόμενη έννοια για την οποία δεν υπάρχει έως τώρα κάποιος καθολικά αναγνωρισμένος ορισμός. Σε γενικές γραμμές, η ΕΚΕ θεωρείται ο τρόπος με τον οποίο οι επιχειρήσεις εντάσσουν κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά

ζητήματα στις αξίες τους, την κουλτούρα τους, τη λήψη αποφάσεων και το σύνολο των διαδικασιών τους, υιοθετώντας καλύτερες πρακτικές και συνεισφέροντας, τελικά, στη βελτίωση της κοινωνίας [159].

Βασικό συστατικό της ΕΚΕ αποτελούν οι εθελοντικές δεσμεύσεις και δράσεις των επιχειρήσεων, πέρα από την κείμενη νομοθεσία και τους εκάστοτε κανονισμούς, σχετικά με τα παρακάτω ζητήματα [89]:

- εταιρική διοίκηση και ηθική διάσταση των επιχειρήσεων
- υγιεινή και ασφάλεια
- περιβαλλοντική διαχείριση
- ανθρωπίνια δικαιώματα (συμπεριλαμβανόμενων των εργατικών δικαιωμάτων)
- διαχείριση ανθρωπίνων πόρων
- συμμετοχή σε κοινωνικές δράσεις και στην κοινωνική ανάπτυξη
- σεβασμός και υποστήριξη των αυτοχθόνων πληθυσμών
- παροχές στους υπαλλήλους
- εξυπηρέτηση πελατών και απαρύγκλιτη τήρηση των αρχών του υγιούς ανταγωνισμού
- μέτρα κατά της διαφθοράς
- υπευθυνότητα και διαφάνεια στις απολογιστικές εκθέσεις απόδοσης
- σχέσεις με τους προμηθευτές.

Τα ζητήματα αυτά είναι αλληλένδετα μεταξύ τους και βρίσκουν εφαρμογή σε όλες τις επιχειρήσεις ανεξαρτήτως μεγέθους και τόπου δραστηριοποίησης. Βέβαια, η εφαρμογή της ΕΚΕ διαφέρει από επιχείρηση σε επιχείρηση, καθώς επηρεάζεται από μία σειρά παραγόντων, όπως το μέγεθος της επιχείρησης, τα προϊόντα, οι διαδικασίες, ο τόπος όπου λειτουργεί, οι προμηθευτές, η φήμη της και η φήμη του κλάδου της.

2.6.1 Η ανάδειξη της σημασίας της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης

Οι παρακάτω παράγοντες έπαιξαν καθοριστικό ρόλο για την ανάδειξη της σημασίας της ΕΚΕ [213]:

- Η παγκοσμιοποίηση, με την επακόλουθη εστίαση στο διεθνές εμπόριο, τις πολυεθνικές επιχειρήσεις και τις παγκόσμιες Εφοδιαστικές Αλυσίδες.
- Η θέσπιση συνθηκών, διακηρύξεων, οδηγιών και αρχών από κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς, όπως ο ΟΗΕ, ο *Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD)*, και το *Διεθνές Γραφείο Εργασίας (ΔΓΕ) (International Labour Organization - ILO)*.
- Οι εξελίξεις στην πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες έχουν διευκολύνει τη διάχυση πληροφοριών και το έργο φορέων όπως οι Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί, που επεμβαίνουν τακτικά όταν διαπιστώνουν προβληματικές πρακτικές.
- Οι καταναλωτές και οι επενδυτές επιδεικνύουν αυξημένο ενδιαφέρον να υποστηρίξουν τις υπεύθυνες επιχειρήσεις και αξιώνουν περισσότερες πληροφορίες για το πώς οι επιχειρήσεις διαχειρίζονται τους κινδύνους που εγκυμονούν οι δραστηριότητές τους, καθώς και τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Παράλληλα, έχει αυξηθεί η ευαισθησία σε σχέση με ζητήματα παραβίασης ανθρωπίνων δικαιωμάτων και καταστρατήγησης των όρων του ανταγωνισμού.
- Οι πολίτες σε πολλές χώρες έχουν ενστερνιστεί τη θέση ότι οι επιχειρήσεις θα πρέπει να δείχνουν έμπρακτα το ενδιαφέρον τους για κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, ανεξάρτητα από το γεωγραφικό χώρο όπου δραστηριοποιούνται.
- Έχει γίνει, πλέον, συνείδηση ότι οι κυβερνητικές πρωτοβουλίες, η νομοθεσία και οι κανονισμοί δεν μπορούν να αποτυπώσουν επαρκώς τα ζητήματα που άπτονται της ΕΚΕ.
- Οι επιχειρήσεις αναγνωρίζουν πως υιοθετώντας αποτελεσματικές προσεγγίσεις για την ΕΚΕ μπορούν να μειώσουν τους κινδύνους από την αβεβαιότητα, να καλλιεργήσουν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, να ισχυροποιήσουν το εταιρικό τους όνομα και να εδραιώσουν τη θέση τους στην αγορά.

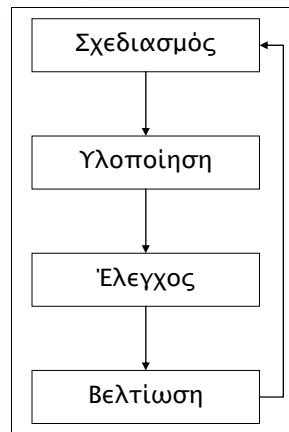
2.6.2 Τα οφέλη της εφαρμογής της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης

Τα πιθανά οφέλη εφαρμογής της ΕΚΕ εκτείνονται στο σύνολο των δραστηριοτήτων των επιχειρήσεων και περιλαμβάνουν [23, 186, 247]:

- Αποτελεσματικότερες προβλέψεις και διαχείριση κινδύνων, που οδηγούν στη βελτίωση της σταθερότητας της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, αλλά και συνεισφέρουν στη σταθερότητα της αγοράς.
- Βελτίωση στη διαχείριση της εταιρικής εικόνας, η οποία στηρίζεται σε αξίες, όπως η αξιοπιστία, η φερεγγυότητα, η ποιότητα και η συνέπεια.
- Βελτίωση της δυνατότητας προσέλκυσης, ανάπτυξης και διατήρησης προσωπικού, στοχεύοντας στη δημιουργία ιδανικού περιβάλλοντος εργασίας.
- Ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και της θέσης στην αγορά και δημιουργία συνθηκών διείσδυσης σε νέες αγορές.
- Λειτουργική αποδοτικότητα και εξοικονόμηση πόρων με την αξιοποίηση δυνατοτήτων, όπως η ορθολογική χρήση ενέργειας.
- Βελτιωμένη δυνατότητα οικοδόμησης αποτελεσματικών συνεργασιών σε όλο το εύρος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.
- Ανάπτυξη μηχανισμών αντιμετώπισης αλλαγών στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον.
- Βελτιωμένη πρόσβαση σε πηγές χρηματοδότησης με δεδομένο ότι συχνά οι δράσεις στην κατεύθυνση της ΕΚΕ αποτελούν βασικό κριτήριο επιλεξιμότητας.
- Βελτιωμένες σχέσεις με κρατικούς και διεθνείς φορείς.

2.6.3 Η εφαρμογή της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης

Κάθε επιχείρηση έχει τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μία καθολική προσέγγιση εφαρμογής της ΕΚΕ. Ωστόσο, προτείνεται μία σειρά επαναληπτικών βημάτων (Σχήμα 2.4) που προϋποθέτει την ενεργή και κριτική συμμετοχή όλων των επιπέδων διοίκησης μίας επιχείρησης [99].



Σχήμα 2.4

Τα επαναληπτικά βήματα για την εφαρμογή της ΕΚΕ

Τα βήματα αυτά αναλύονται σε επιμέρους άξονες και δραστηριότητες κατευθύνοντας επαρκώς τη διαδικασία λήψης αποφάσεων:

▪ **Σχεδιασμός**

- *Αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης*
 - Δημιουργία μίας ηγετικής ομάδας για την ΕΚΕ
 - Απόδοση ενός πρακτικού ορισμού στην ΕΚΕ
 - Ανασκόπηση των διαδικασιών και των δραστηριοτήτων της επιχείρησης
 - Αναγνώριση των εμπλεκόμενων με την επιχείρηση
- *Ανάπτυξη στρατηγικής για την ΕΚΕ*
 - Διερεύνηση του τι κάνουν άλλες επιχειρήσεις (έρευνα πεδίου)
 - Προετοιμασία πίνακα δράσεων
 - Ανάπτυξη εναλλακτικών τρόπων εφαρμογής των παραπάνω δράσεων
 - Απόφαση για τις κατευθύνσεις, τις προσεγγίσεις και τις περιοχές εστίασης

▪ **Υλοποίηση**

- *Ανάπτυξη δεσμεύσεων για την ΕΚΕ*
 - Διερεύνηση δεσμεύσεων για την ΕΚΕ
 - Διάλογος με τους βασικούς συνεργάτες
 - Δημιουργία ομάδας εργασίας για την ανάπτυξη των δεσμεύσεων
 - Προετοιμασία προσχεδίου δεσμεύσεων
 - Συνεργασία και συνεννόηση με τους εμπλεκόμενους που επηρεάζονται
 - Αναθεώρηση και δημοσίευση των δεσμεύσεων

- *Εφαρμογή δεσμεύσεων για την ΕΚΕ*
 - Ανάπτυξη ολοκληρωμένων δομών λήψης αποφάσεων για την ΕΚΕ
 - Προετοιμασία και εφαρμογή επιχειρησιακού σχεδίου για την ΕΚΕ
 - Οριοθέτηση μετρήσιμων στόχων και καθορισμός μέτρων απόδοσης
 - Εμπλοκή των εργαζομένων
 - Σχεδιασμός και υλοποίηση προγράμματος εκπαίδευσης για την ΕΚΕ
 - Δημιουργία μηχανισμών αντιμετώπισης προβληματικών συμπεριφορών
 - Ανάπτυξη σχεδίων και εντύπων εσωτερικής και εξωτερικής επικοινωνίας
- **Έλεγχος**
 - *Μέτρηση και απολογισμός της προόδου*
 - Μέτρηση και επαλήθευση της απόδοσης
 - Επικοινωνία με τους εμπλεκόμενους
 - Απολογισμός της απόδοσης
- **Βελτίωση**
 - *Αξιολόγηση και βελτίωση*
 - Αξιολόγηση της απόδοσης
 - Αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης
 - Επικοινωνία με τους εμπλεκόμενους.

Είναι προφανές ότι η παραπάνω διαδικασία από μόνη της δεν μπορεί να οδηγήσει στα ζητούμενα αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, καθίστανται καθοριστικοί παράγοντες η συμβολή των στελεχών των επιχειρήσεων σε ζητήματα γνώσης και πληροφόρησης, η μαθησιακή κουλτούρα της ίδιας της επιχείρησης, καθώς και οι γέφυρες επικοινωνίας που έχει αναπτύξει με την κοινωνία.

2.6.4 Η επίδραση της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης στα νέα επιχειρησιακά πρότυπα

Στην πραγματικότητα, είναι απίθανο να αποφανθεί κανείς με απόλυτο τρόπο για το κατά πόσο οι επιχειρήσεις ωφελούνται οικονομικά ή όχι ενσωματώνοντας περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, με δεδομένο ότι οι επιχειρήσεις διαφοροποιούνται σημαντικά από χώρα σε χώρα και

από κλάδο σε κλάδο. Επιπλέον, το σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον μεταβάλλεται συνεχώς ανταποκρινόμενο στις απαιτήσεις της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας αλλά και των κοινωνικών επιταγών. Είναι, πάντως, δεδομένο ότι οι επιχειρήσεις είναι 'αναγκασμένες' με τον ένα ή τον άλλο τρόπο να συμπεριλάβουν τη βελτίωση της περιβαλλοντικής και κοινωνικής τους απόδοσης στους στρατηγικούς τους στόχους, ώστε να μπορέσουν να βελτιώσουν τη συνολική τους απόδοση.

Η εισαγωγή της έννοιας της Αειφόρου Ανάπτυξης ως κριτηρίου στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων αντιμετωπίστηκε αρχικά με επιφύλαξη από τα διοικητικά στελέχη των επιχειρήσεων, καθώς αντιμετώπιζαν την επιχείρηση και το δίπτυχο περιβάλλον - κοινωνία σαν ανταγωνιστικούς όρους. Θεωρούσαν ότι τα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας και τα νομοθετικά/κανονιστικά πλαίσια αποτελούσαν τροχοπέδη για την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, απαιτούσαν σημαντικές επενδύσεις και την εισαγωγή νέων ακριβών τεχνολογιών και αύξαναν, τελικά, τα έξοδα μίας επιχείρησης.

Ωστόσο, η συστηματοποίηση της εφαρμογής της ΕΚΕ έχει συνεισφέρει στη σταδιακή αλλαγή αυτής της νοοτροπίας, χωρίς, βέβαια, να μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι τα βήματα τα οποία έχουν γίνει είναι ικανά, ώστε να μιλάμε για δραστική τροποποίηση των πρακτικών και των πολιτικών που ακολουθούνται. Είναι σημαντικό ότι, στα πλαίσια της ανταγωνιστικότητας και της απόκτησης στρατηγικών πλεονεκτημάτων, οι επιχειρήσεις επιδιώκουν ολοένα και περισσότερο να εκπληρώσουν τους στόχους της Αειφόρου Ανάπτυξης, όχι μόνο αναπροσαρμόζοντας τις δικές τους διαδικασίες, αλλά υπαγορεύοντας αντίστοιχες πολιτικές στους συνεργάτες τους και αναπτύσσοντας σχετικές συνεργασίες. Υπό αυτό το πρίσμα, τα επιχειρησιακά πρότυπα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και της Ανάπτυξης Νέων Προϊόντων που έχουν καθιερωθεί είναι, τελικά, αυτά στα οποία ενσωματώνονται οι διαστάσεις της Αειφόρου Ανάπτυξης και επηρεάζονται σε επίπεδο σχεδιασμού και λειτουργίας. Αποτέλεσμα της παραπάνω εξελικτικής διαδικασίας είναι η Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

2.7 Η Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα

Οι σύγχρονες επιχειρήσεις εντάσσουν πλέον τις δραστηριότητές τους, συνήθως, σε διαφορετικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες, των οποίων το εύρος και η πολυπλοκότητα μπορεί να ποικίλει, ακόμη και όταν πρόκειται για το ίδιο προϊόν, καθώς κάθε αγορά έχει τα δικά της χαρακτηριστικά αλλά και κάποια κανονιστικά πλαίσια που τη διέπουν. Αποτέλεσμα της πραγματικότητας αυτής, σε συνδυασμό με το αυξημένο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον, αποτέλεσαν οι Διευρυμένες Εφοδιαστικές Αλυσίδες, οι οποίες περιλαμβάνουν δραστηριότητες της Κύριας και της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Οι Διευρυμένες Εφοδιαστικές Αλυσίδες στοχεύουν στο συντονισμό των εμπλεκόμενων επιχειρήσεων και στη βελτίωση της απόδοσής τους, αναδεικνύοντας τη σημασία της συμμετοχής και της ευθύνης, αξιοποιώντας σύγχρονα εργαλεία της Επιχειρησιακής Έρευνας, της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης και της Πληροφορικής.

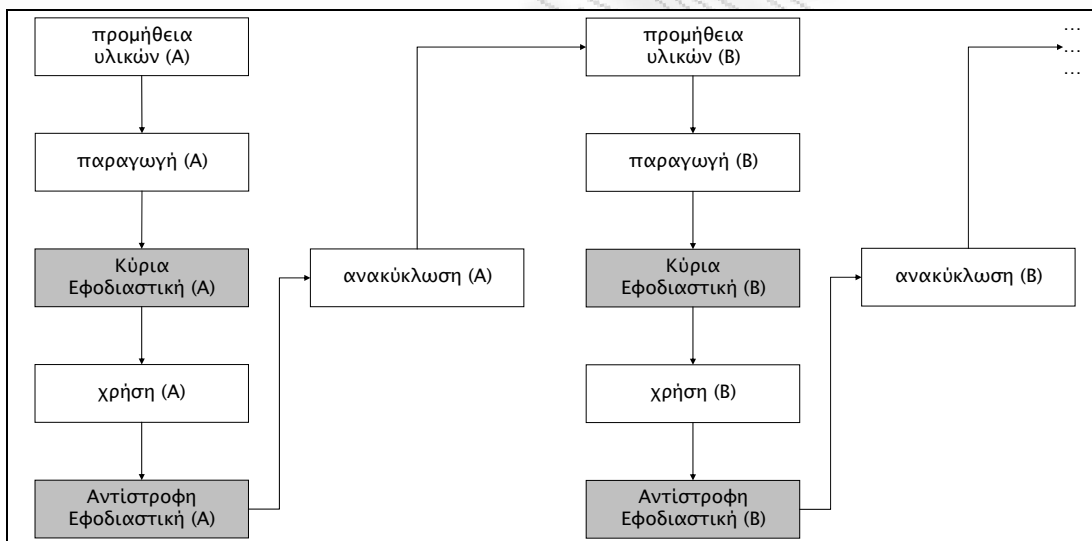
Οι Διευρυμένες Εφοδιαστικές Αλυσίδες διακρίνονται σε συστήματα *ανοιχτού βρόχου (open-loop)* και *κλειστού βρόχου (closed-loop)*.

Τα συστήματα ανοιχτού βρόχου αφορούν τα προϊόντα που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά το πέρας της χρήσιμης ζωής τους, με την αρχική τους δομή και τα αρχικά χαρακτηριστικά λειτουργίας τους. Το προϊόν, μετά τη χρήση του, μπορεί να αξιοποιηθεί με τη μορφή εξαρτημάτων ή υλικών τα οποία μπορούν να επαναπροωθηθούν μέσω της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην Κύρια Εφοδιαστική Αλυσίδα. Ο τύπος των προϊόντων, που περιλαμβάνουν αυτά τα συστήματα, αφορά τα καταναλωτικά αγαθά, τα οποία επιστρέφονται μετά τη χρήση τους. Ο κύκλος ζωής τους μπορεί, ωστόσο, να είναι μακράς διάρκειας ή να περιλαμβάνει απαρχαιωμένα προϊόντα. Τέτοια προϊόντα είναι οι Η/Υ, τα αυτοκίνητα, κτλ, τα οποία αποσυναρμολογούνται και τα εξαρτήματά τους ή τα πολύτιμα υλικά που περιέχουν μπορούν να ανακυκλωθούν. Όλα τα ανακτημένα υλικά χρησιμοποιούνται στην παραγωγή νέων προϊόντων. Επίσης, μπορεί να υπάρχουν κάποια άλλα εξαρτήματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς

καμιά ιδιαίτερη επεξεργασία στην αντικατάσταση κάποιων άλλων ελαττωματικών εξαρτημάτων.

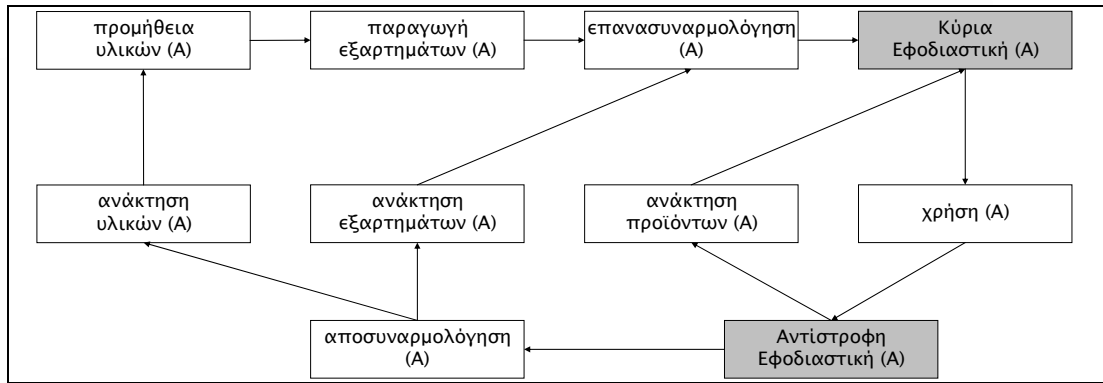
Τα συστήματα κλειστού βρόχου αφορούν τα προϊόντα που ο κύκλος ζωής τους επαναλαμβάνεται απεριόριστες φορές ή τουλάχιστον για αρκετές περιόδους (πχ. χαρτί και γυάλινες φιάλες, αντίστοιχα). Επίσης, περιλαμβάνουν τα ανταλλακτικά, τα οποία επιστρέφονται ύστερα από βλάβη ή για προληπτική συντήρηση. Οι δραστηριότητες Εφοδιαστικής που περιλαμβάνονται σε αυτά τα συστήματα εστιάζονται κυρίως στη συλλογή, στην επιθεώρηση και, σε κάποιες περιπτώσεις, όπως το χαρτί, στην επεξεργασία.

Στα Σχήματα 2.5 και 2.6 παρουσιάζονται ενδεικτικά τα συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόχου.



Σχήμα 2.5

Παράδειγμα συστήματος ανοικτού βρόχου



Σχήμα 2.6

Παράδειγμα συστήματος κλειστού βρόχου

2.7.1 Βασικές διαφορές Κύριας και Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η Κύρια και η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές που είναι καθοριστικής σημασίας αναφορικά με το σχεδιασμό και τη λειτουργία τους, ιδιαίτερα όταν αποτελούν τμήματα Διευρυμένων Εφοδιαστικών Αλυσίδων [70, 80, 81, 151]:

- Στις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες, σε αντίθεση με τις Κύριες Εφοδιαστικές Αλυσίδες, υπάρχουν πολλές πηγές ‘πρώτων υλών’ (εν προκειμένω χρησιμοποιημένα προϊόντα), τα οποία εισέρχονται στην αλυσίδα συχνά με μηδενικό κόστος για τις επιχειρήσεις (πχ. με πρωτοβουλία των καταναλωτών) και λίγοι ‘πελάτες’ (εν προκειμένω οι επιχειρήσεις). Ωστόσο, η οικονομική αξία των εισροών αυτών είναι χαμηλότερη συγκριτικά με αυτές στις Κύριες Εφοδιαστικές Αλυσίδες.
- Στην περίπτωση των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων η προσφορά δεν μπορεί να ακολουθήσει τη ζήτηση.
- Η οικονομική αποδοτικότητα των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων είναι περισσότερο επισφαλής, καθώς δεν είναι καθόλου βέβαιο πως θα υπάρχουν αγορές που να απορροφήσουν τις εκροές της.
- Οι Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα σε σχέση με την ποιότητα, τους όγκους και τη σύνθεση των επιστροφών.

2.8 Εφοδιαστικές Αλυσίδες και Βιομηχανική Οικολογία

Όπως παρουσιάστηκε στην Ενότητα 1.2, οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στις Κύριες και τις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες αποτελούν πηγή περιβαλλοντικών προβλημάτων, αναδεικνύοντας την ανάγκη ανάπτυξης προσεγγίσεων που να μπορούν να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με ζητήματα, όπως:

- η επιλογή της θέσης εγκατάστασης ενός παραγωγικού συστήματος
- ο σχεδιασμός των διαδικασιών της Διευρυμένης Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- ο σχεδιασμός των προϊόντων
- η επιλογή πρώτων υλών
- η επιλογή πηγών ενέργειας.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι συστημικά και χρειάζονται συστημικές προσεγγίσεις, ώστε να αναγνωριστούν οι σχέσεις μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, των βιομηχανικών πρακτικών και των μηχανισμών της φύσης. Η Βιομηχανική Οικολογία αποτελεί ένα μοντέλο ανάπτυξης που βρίσκει εφαρμογή, εκτός των άλλων, στην περίπτωση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων, με το οποίο επιδιώκεται η κατανόηση των επιπτώσεων των βιομηχανικών συστημάτων στο περιβάλλον και η εφαρμογή στρατηγικών για τη μείωσή τους, στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Μέχρι τώρα δεν υπάρχει κάποιος ορισμός για τη Βιομηχανική Οικολογία που να είναι ευρύτερα αποδεκτός. Οι πλέον καταξιωμένοι στη διεθνή βιβλιογραφία είναι οι εξής:

- 'Το παραδοσιακό μοντέλο της βιομηχανικής δραστηριότητας, στο οποίο για τις μεμονωμένες παραγωγικές διαδικασίες χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες και παράγονται τελικά προϊόντα προς πώληση, καθώς και απόβλητα προς απόρριψη στο περιβάλλον, πρέπει να μετασχηματιστεί σε ένα πιο ολοκληρωμένο μοντέλο: Το βιομηχανικό οικοσύστημα πρέπει να λειτουργεί σε αντιστοιχία με τα βιολογικά οικοσυστήματα' [87].

- 'Η Βιομηχανική Οικολογία είναι ένας νεολογισμός που έχει στόχο να επιστήσει την προσοχή σε σχέση με μία βιολογική αντιστοιχία: Το γεγονός ότι ένα οικοσύστημα τείνει να ανακυκλώνει τις πιο απαραίτητες θρεπτικές ουσίες χρησιμοποιώντας μόνο ενέργεια από τον ήλιο... Σε ένα 'τέλειο' οικοσύστημα η μόνη εισροή είναι η ενέργεια από τον ήλιο. Όλα τα άλλα υλικά ανακυκλώνονται βιολογικά, με την έννοια ότι τα απόβλητα ενός είδους αποτελούν τροφή για άλλα είδη... Το βιομηχανικό ανάλογο ενός οικοσυστήματος είναι το βιομηχανικό πάρκο (ή μία μεγαλύτερη έκταση), εντός του οποίου συλλέγονται και ανακυκλώνονται όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται, χρησιμοποιώντας μόνο ενέργεια εκτός του συστήματος, και παράγοντας μόνο άυλες υπηρεσίες προς πώληση στους καταναλωτές' [3].
- 'Η Βιομηχανική Οικολογία είναι μία εκτενής συστημική θεώρηση όλων των συστατικών της βιομηχανικής οικονομίας και των σχέσεών τους με τη Βιόσφαιρα, που αποδίδει έμφαση στα σύνθετα πρότυπα ροών υλικών εντός και εκτός των βιομηχανικών συστημάτων. Επιπλέον, εξετάζεται η μακροπρόθεσμη εξελικτική διαδικασία στοιχείων της τεχνολογίας ως καθοριστικός (αλλά όχι αποκλειστικός) παράγοντας για τη μετάβαση των βιομηχανικών συστημάτων στην κατεύθυνση της Αειφορίας' [60].
- 'Η Βιομηχανική Οικολογία γίνεται αντιληπτή ως έννοια διαχείρισης των ροών σε βιομηχανικές επιχειρήσεις. Εστιάζει στις ροές πρώτων υλών και ενέργειας που χρησιμοποιεί μία επιχείρηση από το περιβάλλον και από τους συνεργάτες της και στις ροές προϊόντων και αποβλήτων που επιστρέφονται στη φύση' [150].

Οι εναλλακτικοί ορισμοί θίγουν ορισμένα επιμέρους ζητήματα στα οποία αποδίδουν διαφορετική έμφαση [88]:

- τη συστημική θεώρηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ βιομηχανικών συστημάτων και οικοσυστημάτων
- την ιδέα της προσομοίωσης των βιομηχανικών συστημάτων με τα οικοσυστήματα
- το μετασχηματισμό υλικών και ενέργειας
- τη διεπιστημονική διάσταση
- τον προσανατολισμό με άξονα το μέλλον

- την αλλαγή από γραμμικές διαδικασίες ανοιχτού βρόχου σε διαδικασίες κλειστού βρόχου, ώστε τα απόβλητα μίας δραστηριότητας να αποτελούν τις πρώτες ύλες μίας άλλης
- την προσπάθεια να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βιομηχανικών συστημάτων
- την αρμονική ένταξη της βιομηχανικής δραστηριότητας στα οικοσυστήματα.

2.8.1 Επιχειρησιακές στρατηγικές εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες

Η Βιομηχανική Οικολογία είναι ολιστική προσέγγιση που αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων της βιομηχανικής οικονομίας. Για την περίπτωση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων, ειδικότερα, έχουν αναπτυχθεί ορισμένες επιχειρησιακές στρατηγικές που εστιάζουν σε διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτές είναι οι εξής:

- *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας (Integrated Chain Management – ICM)*
- *Διαχείριση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Management – LCM)*
- *Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Green or Environmental Supply Chain Management – GSCM or ESCM).*

2.8.1.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας

Το πλαίσιο εργασίας για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας περιλαμβάνει τρία βασικά δομικά στοιχεία [18, 19, 289]:

- την αλυσίδα προϊόντος ως δίκτυο παραγόντων που συμμετέχουν σε αυτή
- τις διαθέσιμες επιλογές για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του προϊόντος
- το θεσμικό πλαίσιο εργασίας που διαμορφώνει την παραγωγή και την κατανάλωση, καθοδηγώντας τις ροές υλικών.

Οι οριοθετημένοι στόχοι προκύπτουν από την περιβαλλοντική και οικονομική πραγματικότητα, καθώς και την εξέταση κοινωνικών ζητημάτων, ενώ τίθενται είτε μεμονωμένα για κάθε επιχείρηση που συμμετέχει σε μία Εφοδιαστική Αλυσίδα ή σε επίπεδο πολιτικής [59]. Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας αποσκοπεί στο κλείσιμο του κύκλου των υλικών και στην αποτροπή διαρροών υλικών εκτός των

ορίων του συστήματος. Στην ανάλυση χρησιμοποιείται ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος, από την εξόρυξη πρώτων υλών και την παραγωγή ενέργειας μέχρι την κατανάλωση/χρήση των προϊόντων και την τελική διάθεσή τους στο περιβάλλον [44]. Οι κύκλοι αυτοί, εκτός από τις ροές των υλικών, περιλαμβάνουν οντότητες, όπως δίκτυα επιχειρήσεων, καταναλωτές και επαγγελματίες του χώρου.

2.8.1.2 Διαχείριση Κύκλου Ζωής

Η Διαχείριση Κύκλου Ζωής αναπτύχθηκε ως ολοκληρωμένη έννοια για τη διαχείριση του συνολικού κύκλου ζωής των προϊόντων και των υπηρεσιών στοχεύοντας στην Αειφορία αναφορικά με τα παραγωγικά και καταναλωτικά πρότυπα [155]. Η Διαχείριση Κύκλου Ζωής έχει τρεις διαστάσεις:

- τη διάσταση της διοίκησης αναφορικά με την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κριτηρίων στη λήψη αποφάσεων
- τη διάσταση των εφαρμοσμένων επιστημών που στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους
- την ηγετική διάσταση που αναφέρεται στη δημιουργία νέας κουλτούρας στους οργανισμούς.

Με τη Διαχείριση Κύκλου Ζωής επιδιώκεται η επέκταση του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διοίκησης μίας επιχείρησης, ώστε να περιλαμβάνει τις επιπτώσεις που προκύπτουν από τις αμφίδρομες σχέσεις της με τους προμηθευτές και τους πελάτες της. Η Διαχείριση Κύκλου Ζωής στηρίζεται στη λογική με βάση την οποία σημεία εστίασης αποτελούν τα προϊόντα, οι παραγωγικές διαδικασίες, καθώς και οι εγκαταστάσεις και οι υποδομές της επιχείρησης [207]. Η Διαχείριση Κύκλου Ζωής αποτελεί, τελικά, το συνδεδετικό κρίκο ανάμεσα στα περιβαλλοντικά κριτήρια του κύκλου ζωής των προϊόντων και τις στρατηγικές και τις επιδιώξεις του οργανισμού να αποκομίσει επιχειρηματικά οφέλη.

2.8.1.3 Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας για μία επιχείρηση είναι το σύνολο των πολιτικών που υιοθετούνται, οι ενέργειες που λαμβάνουν χώρα και οι

σχέσεις συνεργασίας που δημιουργούνται σε ανταπόκριση για ζητήματα που αφορούν το φυσικό περιβάλλον, σχετικά με το σχεδιασμό, την απόκτηση πρώτων υλών, την παραγωγή, τη διανομή, τη χρήση, την ανάκτηση και την τελική διάθεση στο περιβάλλον προϊόντων και υπηρεσιών [294]. Η Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας εστιάζει στην εξέταση των προμηθειών μίας επιχείρησης με στόχους τη μείωση της χρήσης υλικών, τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης, την αντικατάστασή τους (όπου απαιτείται), την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωσή τους [20, 180]. Επιπλέον, σημαντικό στοιχείο είναι η διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου της περιβαλλοντικής απόδοσης των προμηθευτών, καθώς και η επιλογή αυτών που πληρούν τις σχετικές προδιαγραφές [196].

2.8.1.4 Σύγκριση των επιχειρησιακών στρατηγικών

Οι επιχειρησιακές στρατηγικές που παρουσιάστηκαν στις παραπάνω Υποπαραγράφους εμφανίζουν ορισμένες διαφοροποιήσεις, οι οποίες συνοψίζονται στον Πίνακα 2.1 [233].

Επιχειρησιακές στρατηγικές	Ιδιώτερο χαρακτηριστικό	Εμπλεκόμενοι	Ροές υλικών / όρια συστήματος	Χρονικός ορίζοντας
Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας	Η ενεργή συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων	Όλοι όσοι συμμετέχουν ή επηρεάζονται από τις ροές υλικών	Εντός κοινωνιών όπου βρίσκεται εφαρμογή κοινή νομοθεσία	Κοινωνικά – νομοθετικά συστήματα (δεκαετίες)
Διαχείριση Κύκλου Ζωής	Ο σχεδιασμός προϊόντος ως η πιο σημαντική απόφαση	Όσοι συμμετέχουν στις διαδικασίες παραγωγής και διανομής των προϊόντων	Αυτές που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος	Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος (μήνες – έτη)
Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Διαδικασίες διοίκησης για τη συνεργασία των εμπλεκόμενων	Όλες οι παραγωγικές διαδικασίες που συνδέονται άμεσα με την ικανοποίηση της ζήτησης των πελατών	Οι ροές υλικών και πληροφοριών για την ικανοποίηση της ζήτησης των πελατών	Ανάπτυξη Εφοδιαστικής Αλυσίδας (μήνες – έτη), κύκλος διανομής (ώρες – εβδομάδες)

Πίνακας 2.1

Τα βασικά ζητήματα των επιχειρησιακών στρατηγικών εφαρμογής των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες

2.9 Εργαλεία αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων

Για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των Εφοδιαστικών Αλυσίδων έχουν αναπτυχθεί και εξελιχθεί διάφορες προσεγγίσεις, οι οποίες αντιμετωπίζουν το ζήτημα από διαφορετικές πλευρές. Οι πλέον αναγνωρισμένες στους ακαδημαϊκούς και επιχειρησιακούς χώρους είναι οι εξής [293]:

- **AKZ:** Αποτελεί αναλυτική μέθοδο κατά την οποία υπολογίζονται οι πιθανές επιπτώσεις προϊόντων και υπηρεσιών υπό το πρίσμα του συνολικού κύκλου ζωής τους, περιλαμβάνοντας όλες τις σχετικές δραστηριότητες.
- **Εισροή Υλικών ανά Λειτουργική Μονάδα (ΕΥΛΜ) (Material Input Per unit Service – MIPS):** Είναι παρόμοια με την AKZ, περιλαμβάνοντας στην ανάλυση μόνο τις εισροές υλικών σε όλη την έκταση του κύκλου ζωής προϊόντων και υπηρεσιών.
- **Ανάλυση Ροών Υλικών/Ουσιών (ΑΡΥ/ΑΡΟ) (Material/Substance Flow Analysis – MFA/SFA):** Αποτελεί αναλυτική μέθοδο με την οποία αξιολογείται η *οικοαποδοτικότητα (eco-efficiency)* της χρήσης υλικών/ουσιών με τη χρήση λογιστικών πληροφοριών.
- **Εκτίμηση Περιβαλλοντικού Κινδύνου (ΕΠΚ) (Environmental Risk Assessment – ERA):** Πραγματοποιείται ανάλυση των περιβαλλοντικών κινδύνων που απορρέουν από τη χρήση χημικών ουσιών (έκθεση και συνέπειες) και από ατυχήματα (πιθανότητες και συνέπειες).
- **Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ) (Strategic Environmental Assessment – SEA):** Αναφέρεται στις διαδικασίες χειρισμού περιβαλλοντικών ζητημάτων στη στρατηγική λήψη αποφάσεων.
- **Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) (Environmental Impact Assessment – EIA):** Περιγράφονται και αξιολογούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαδικασιών και των πιθανών εναλλακτικών τους.
- **ΔΠΑ:** Πρόκειται για ποσοτικές ή/και ποιοτικές έννοιες με στόχο την εύκολη αποτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης συστημάτων.

Οι αναλυτικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη των μεθόδων αξιολόγησης διαδικασιών.

Με την εφαρμογή των παραπάνω προσεγγίσεων επιδιώκονται:

- η χρήση στην παραγωγή υλικών με μη βλαπτικές συνέπειες για το περιβάλλον χωρίς το τελικό προϊόν να υστερεί στην αποστολή του
- η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της Διευρυμένης Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- η διαρκής παρακολούθηση και ο έλεγχος των παραγόμενων ρύπων
- η ανάπτυξη και η υλοποίηση τεχνολογιών διαχείρισης αποβλήτων και η διαχείριση ανανεώσιμων φυσικών πόρων
- η ανάπτυξη μηχανισμών για την πρόληψη της ρύπανσης και των ατυχημάτων
- η συνεχής βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης της Διευρυμένης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Στην παρούσα Ενότητα παρουσιάζονται συνοπτικά σε πίνακες ορισμένα χαρακτηριστικά των μεθόδων, ενώ στα επόμενα Κεφάλαια πραγματοποιείται εκτενής ανάλυση της ΑΚΖ και των ΔΠΑ. Στον Πίνακα 2.2 αποτυπώνονται οι στόχοι και τα πεδία εφαρμογής των μεθόδων. Στον Πίνακα 2.3 καταγράφονται οι περιβαλλοντικές αναφορές, η έκταση της ανάλυσης και τα ζητήματα προς διασφάλιση για τις αναλυτικές μεθόδους. Σημειώνεται ότι η μέθοδος των ΔΠΑ δεν περιλαμβάνεται στον Πίνακα 2.3, καθώς έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Μέθοδος	Στόχος	Πεδίο εφαρμογής
ΑΚΖ	Περιβαλλοντική ανάλυση συστημάτων προϊόντος	Όλες οι ροές που σχετίζονται με το προϊόν ή την υπηρεσία που εξετάζεται
ΕΥΛΜ	Αύξηση της αποδοτικότητας των πρώτων υλών	Οι εισροές υλικών ανά προϊόν ή υπηρεσία
ΑΡΥ/ΑΡΟ	Διαχείριση υλικών και ουσιών για την ορθολογική χρήση φυσικών πόρων	Διαπίστωση των επιπτώσεων των αλλαγών των υφιστάμενων αποθεμάτων φυσικών πόρων
ΕΠΚ	Διαχείριση περιβαλλοντικών κινδύνων	Οι κίνδυνοι από χημικές ουσίες και ατυχήματα στον άνθρωπο και το περιβάλλον
ΣΠΕ	Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στρατηγικών πολιτικών
ΕΠΕ	Περιβαλλοντική αξιολόγηση δράσεων	Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ολοκληρωμένων δράσεων
ΔΠΑ	Αποτίμηση περιβαλλοντικής απόδοσης	Η περιβαλλοντική διάσταση Εφοδιαστικών Αλυσίδων (υλικά και διαδικασίες)

Πίνακας 2.2

Οι στόχοι και τα πεδία εφαρμογής των κυριότερων μεθόδων αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης Εφοδιαστικών Αλυσίδων

Μέθοδος	Περιβαλλοντικές αναφορές	Έκταση ανάλυσης	Ζητήματα προς διασφάλιση
ΑΚΖ	Όλα τα είδη περιβαλλοντικών ζητημάτων	Από ποιοτικά διαγράμματα ροών έως πλήρεις ποσοτικούς υπολογισμούς	Οικοσυστήματα, φυσικοί πόροι, ανθρωπίνη υγεία
ΕΥΛΜ	Βιοτικές και αβιοτικές πρώτες ύλες, νερό, έδαφος, αέρας	Από χονδρικό έως λεπτομερή υπολογισμό των ροών υλικών	Ανθρωπίνη υγεία και οικοσυστήματα
ΑΡΥ/ΑΡΟ	Η υπό εξέταση κατηγορία υλικών/ουσιών	Από επίπεδο υπολογισμού των σημαντικότερων σε όγκο υλικών/ουσιών έως λεπτομερή ανάλυση	Φυσικοί πόροι, ανθρωπίνη υγεία και οικοσυστήματα
ΕΠΚ	Τοξικές εκπομπές, ατυχήματα	Από παρατήρηση έως πλήρη ανάλυση	Ανθρωπίνη υγεία και οικοσυστήματα

Πίνακας 2.3

Οι περιβαλλοντικές αναφορές, η έκταση της ανάλυσης και τα ζητήματα προς διασφάλιση στις αναλυτικές μεθόδους

2.10 Σύνοψη

Η Αειφόρος Ανάπτυξη αποτελεί πλέον σημείο αναφοράς για τη χάραξη στρατηγικών σε όλες τις εκφάνσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ως προϊόν του κρατούντος κοινωνικο-οικονομικού συστήματος δε θα μπορούσε να το υπονομεύσει και για αυτό το λόγο η κριτική που ασκείται στην έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης έχει βάση. Οι θεματικές περιοχές ανάπτυξης δράσης της Αειφόρου Ανάπτυξης δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν αποσπασματικά και απαιτείται συνεργασία και δράση σε παγκόσμιο επίπεδο προκειμένου να υπάρξουν ουσιαστικά αποτελέσματα. Τα βασικά πλαίσια εργασίας που έχουν προταθεί μπορούν να συνεισφέρουν στην εισαγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, χωρίς, πάντως, να αποφεύγουν τις γενικότητες.

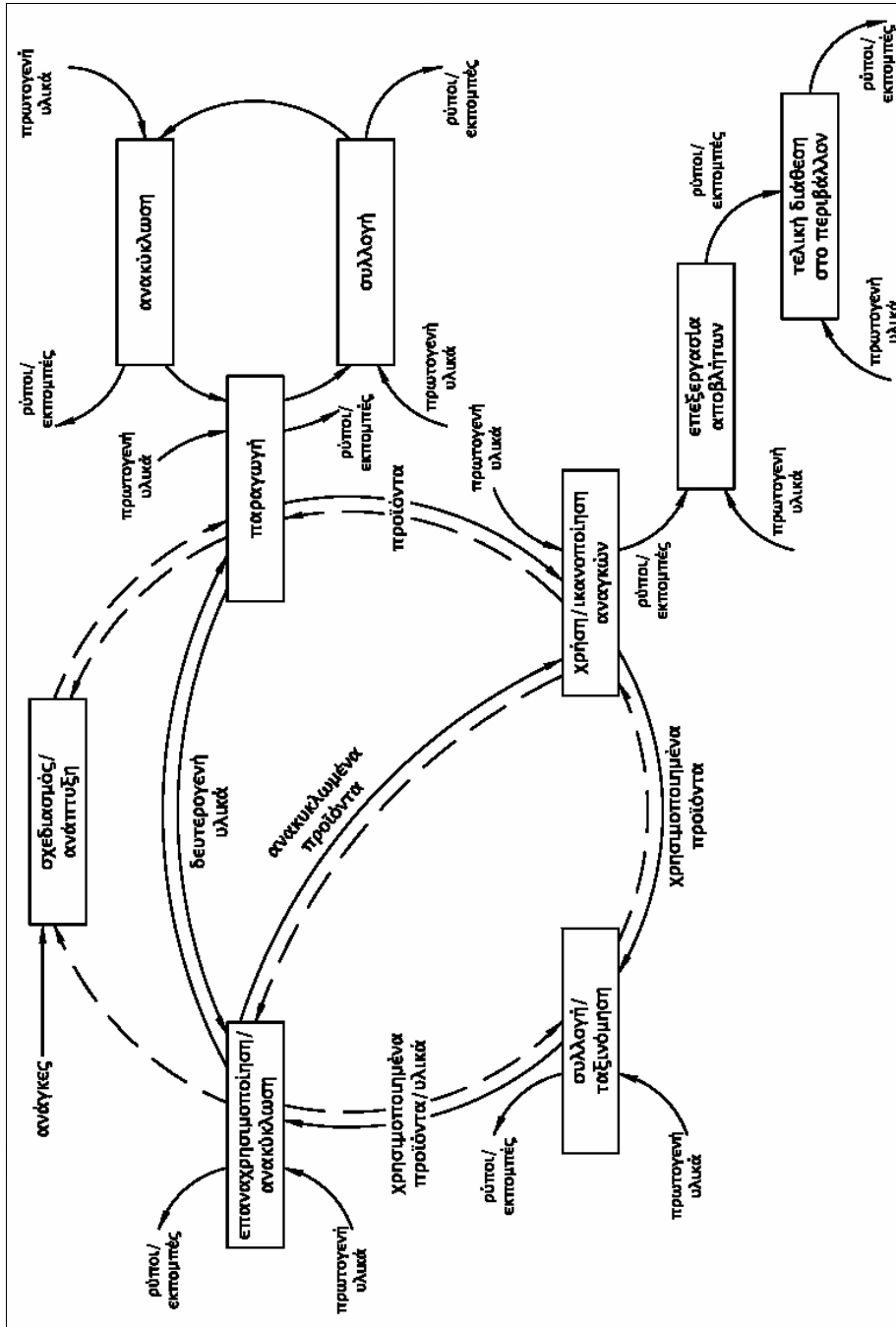
Στην περίπτωση των επιχειρήσεων, με την εφαρμογή της ΕΚΕ επιδιώκεται να εκπληρώσουν τους στόχους της Αειφόρου Ανάπτυξης, όχι μόνο αναπροσαρμόζοντας τις δικές τους διαδικασίες, αλλά υπαγορεύοντας αντίστοιχες πολιτικές στους συνεργάτες τους και αναπτύσσοντας σχετικές συνεργασίες. Με αυτό τον τρόπο, αναμορφώθηκαν τα επιχειρησιακά πρότυπα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και της Ανάπτυξης Νέων Προϊόντων και προτάθηκαν στρατηγικές που εστιάζουν στην περιβαλλοντική διάσταση, καθώς και προσεγγίσεις για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των Εφοδιαστικών Αλυσίδων.

ΚΕΦ. 3	Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
3.1	Εισαγωγή
3.2	Η δομή και τα στάδια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής
3.3	Η μοντελοποίηση του συστήματος προϊόντος
3.3.1	<i>Καθορισμός της λειτουργικής μονάδας</i>
3.4	Συλλογή δεδομένων και βάσεις δεδομένων για την Αναλυτική Απογραφή
3.4.1	<i>Τα προβλήματα της συλλογής δεδομένων</i>
3.4.2	<i>Η τεκμηρίωση των δεδομένων και η ανάπτυξη αναγνωρισμένων βάσεων δεδομένων</i>
3.4.3	<i>Πρωτοβουλίες ανάπτυξης βάσεων δεδομένων</i>
3.4.4	<i>Λογισμικό για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής</i>
3.4.5	<i>Η συνολική απλοποίηση της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής Διαδικασιών ως εναλλακτική προσέγγιση για την Αναλυτική Απογραφή</i>
3.5	Η Εκτίμηση Επιπτώσεων
3.5.1	<i>Πεδία Προστασίας και κατηγορίες επιπτώσεων</i>
3.5.1.1	<i>Φαινόμενο του θερμοκηπίου</i>
3.5.1.2	<i>Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα</i>
3.5.1.3	<i>Δημιουργία φωτοχημικού νέφους</i>
3.5.1.4	<i>Ευτροφισμός</i>
3.5.1.5	<i>Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος</i>
3.5.1.6	<i>Οικοτοξικότητα</i>
3.5.1.7	<i>Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία</i>
3.5.1.8	<i>Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας</i>
3.5.1.9	<i>Απόβλητα</i>
3.5.1.10	<i>Χρήση γης</i>
3.5.1.11	<i>Εξάντληση φυσικών πόρων</i>
3.5.2	<i>Οι κυριότερες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων</i>
3.5.2.1	<i>Έκταση της μοντελοποίησης</i>
3.5.2.2	<i>Γεωγραφικές και χρονικές διακυμάνσεις</i>
3.5.3	<i>Τα βήματα της Εκτίμησης Επιπτώσεων</i>
3.5.3.1	<i>Χαρακτηρισμός</i>
3.5.3.2	<i>Κανονικοποίηση</i>

3.5.3.3	<i>Ομαδοποίηση</i>
3.5.3.4	<i>Στάθμιση</i>
3.6	Η Ερμηνεία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής
3.7	Η αβεβαιότητα στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής
3.8	Εφαρμογές της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής
3.8.1	<i>Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε μία πολυεθνική επιχείρηση</i>
3.8.2	<i>Η δυναμική της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και σχετικών προσεγγίσεων στις Μικρομεσαίες και τις Νεοσύστατες Επιχειρήσεις</i>
3.8.3	<i>Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε κυβερνητικό επίπεδο</i>
3.9	Σύνοψη

3.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να ανταποκριθούν οι κοινωνίες στις επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης απαιτούνται εξειδικευμένες μέθοδοι και εργαλεία που να καθιστούν δυνατή την ποσοτικοποίηση και τη σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν ή μία διαδικασία. Όλες οι φάσεις της ζωής ενός προϊόντος *‘από τη γέννηση ως το θάνατό του’ (from cradle to grave)* έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της ανάλωσης φυσικών πόρων και εκπομπών στο φυσικό περιβάλλον. Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η έννοια της ζωής του προϊόντος η οποία περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενους βρόχους κατά τη διάρκεια ορισμένων φάσεων του κύκλου ζωής. Παραδείγματα τέτοιων βρόχων είναι η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση προϊόντων και η ανακύκλωση των σκάρτων της παραγωγικής διαδικασίας.



Σχήμα 3.1

Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος (οι συνεχείς γραμμές εκφράζουν ροές υλικών και ενέργειας και οι διακεκομμένες ροές πληροφοριών [204]

Η ΑΚΖ αποτελεί μία μεθοδολογική προσέγγιση που αποσκοπεί στην εκτίμηση και αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αποδίδονται στις διαδικασίες του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή μίας διαδικασίας, όπως είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η εξάντληση της στοιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα (*stratospheric ozone depletion*), ο ευτροφισμός (*eutrophication*), η δημιουργία όξινου περιβάλλοντος, η εξάντληση των φυσικών πόρων, η χρήση νερού, η χρήση γης, ο θόρυβος, κτλ. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται στη φάση του σχεδιασμού προϊόντος ή διαδικασίας επηρεάζουν καθοριστικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υπόλοιπων φάσεων [189]. Για την ακρίβεια, ο σχεδιασμός προϊόντος προκαθορίζει τη συμπεριφορά του στις επόμενες φάσεις. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός ενός αυτοκινήτου καθορίζει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων ανά χιλιόμετρο χρήσης και επηρεάζει σημαντικά τις δυνατότητες ανακύκλωσης μετά το τέλος του ωφέλιμου κύκλου ζωής. Εάν ο στόχος μίας ΑΚΖ είναι η βελτίωση προϊόντων και υπηρεσιών, υπάρχουν περιορισμοί στις διαθέσιμες επιλογές, καθώς ορισμένα ζητήματα θα πρέπει να ληφθούν ως δεδομένα, όπως, για παράδειγμα, η ύπαρξη εξοπλισμού για την παραγωγή των προϊόντων.

Η ΑΚΖ είναι μία συνεχώς εξελισσόμενη μεθοδολογική προσέγγιση, της οποίας οι ρίζες εντοπίζονται στις δεκαετίες 1960 και 1970, όπου πραγματοποιήθηκαν έρευνες για τις ενεργειακές απαιτήσεις της παραγωγής και την πρόληψη της ρύπανσης [38, 217]. Το ίδιο το πεδίο της Περιβαλλοντικής Διοίκησης είναι σχετικά νέο, καθώς σχετικοί οργανισμοί σε κυβερνητικό και επιχειρησιακό επίπεδο ξεκίνησαν να δημιουργούνται μόλις πριν τριάντα περίπου χρόνια.

3.2 Η δομή και τα στάδια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Εφαρμόζοντας την ΑΚΖ οι αναλυτές καταγράφουν την ανάλωση φυσικών πόρων και τις εκπομπές ρύπων, καθώς και άλλες επιδράσεις στο περιβάλλον που προκύπτουν από τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Έμμεσες επιπτώσεις σε κύκλους ζωής άλλων προϊόντων μπορούν, επίσης, να ληφθούν υπόψη. Ο πλήρης κύκλος ζωής συμπεριλαμβανομένων των ροών υλικών και ενέργειας ονομάζεται σύστημα προϊόντος.

Μετά την καταγραφή και προκαταρκτική ανάλυση των περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων, που ονομάζεται Αναλυτική Απογραφή, ακολουθεί ο υπολογισμός δεικτών που εκφράζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος προϊόντος (Εκτίμηση Επιπτώσεων) και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων όλων των σταδίων της ΑΚΖ (Ερμηνεία).

Παρόλο που η ΑΚΖ συνεχώς εξελίσσεται, τα σχετικά πρότυπα που έχει ορίσει ο *Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ΔΟΤ) International Organization of Standardization - ISO* στη σειρά 14000 τυγχάνουν κοινής αποδοχής και συνθέτουν ένα κοινό πλαίσιο αναφοράς για τους αναλυτές. Τα πρότυπα αυτά αρχικά ήταν τα εξής:

- ISO 14040 [135] που αναφερόταν στις αρχές και το πλαίσιο εργασίας της ΑΚΖ
- ISO 14041 [129] που αναφερόταν στον προσδιορισμό του στόχου και της έκτασης της μελέτης και την Αναλυτική Απογραφή
- ISO 14042 [131] που αναφερόταν στην Εκτίμηση Επιπτώσεων
- ISO 14043 [132] που αναφερόταν στην Ερμηνεία.

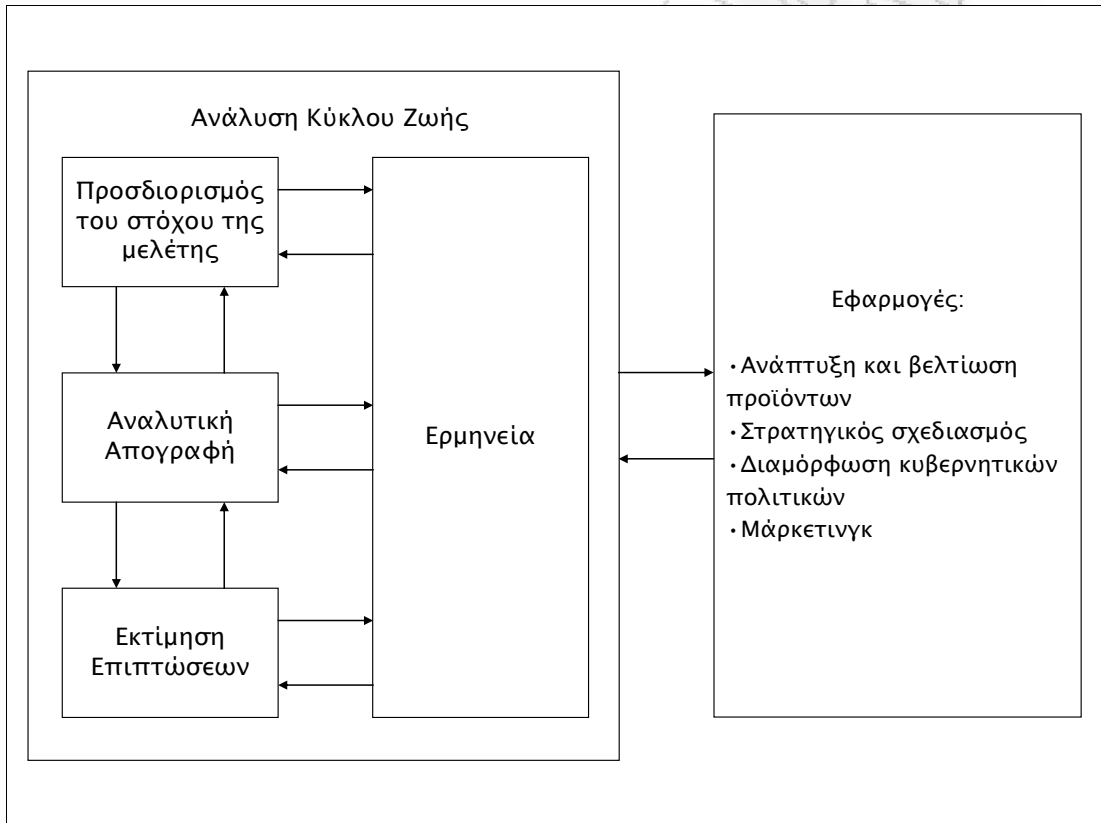
Το 2006 αναθεωρήθηκε το πρότυπο 14040, ενώ δημιουργήθηκε το πρότυπο 14044 που περιλαμβάνει όλα τα ζητήματα που εντάσσονταν στα πρότυπα 14041 - 14043 [136]. Επιπλέον, έχουν γίνει βήματα στην κατεύθυνση της προτυποποίησης της εφαρμογής προσεγγίσεων που στηρίζονται στην ΑΚΖ για σχεδιαστικούς σκοπούς [134].

Ιδιαίτερης σημασίας για την ΑΚΖ θεωρείται το σύγγραμμα 'Code of practice' της Εταιρείας *Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (Society of Environmental Toxicology and Chemistry's - SETAC)*, με βάση το οποίο η ΑΚΖ αρχικά αποτελούσαν από τέσσερα στάδια [34]:

- τον προσδιορισμό του στόχου και της έκτασης της μελέτης
- την Αναλυτική Απογραφή
- την Εκτίμηση Επιπτώσεων
- την *Εκτίμηση Βελτιώσεων (Improvement Assessment)*.

Μετά από σειρά συζητήσεων έγινε αντιληπτό ότι η βελτίωση ενός προϊόντος ή υπηρεσίας δεν μπορεί να αποτελεί ζήτημα που μπορεί να αντιμετωπίσει από μόνη της η ΑΚΖ. Στην πραγματικότητα, κατά τη λήψη αποφάσεων, συνυπολογίζονται

επιπρόσθετα κριτήρια ταυτόχρονα με τις περιβαλλοντικές υποδείξεις που προκύπτουν από την ΑΚΖ. Ως εκ τούτου, η Εκτίμηση Βελτιώσεων αντικαταστάθηκε από την Ερμηνεία, που αλληλεπιδρά με όλα τα υπόλοιπα στάδια της ΑΚΖ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2
Στάδια και εφαρμογές της ΑΚΖ

Στον προσδιορισμό του στόχου και της έκτασης της μελέτης καθορίζονται τα *όρια του συστήματος (system boundaries)* και η *λειτουργική μονάδα (functional unit)* που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση. Η λειτουργική μονάδα αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις εναλλακτικών προϊόντων/ροών. Για παράδειγμα, εναλλακτικές συσκευασίες μπορούν να συγκριθούν στην κοινή βάση του δεδομένου όγκου προϊόντος που πρόκειται να συνοδεύσουν. Ο στόχος της Αναλυτικής Απογραφής είναι να υπολογιστούν οι εισροές και οι εκροές της λειτουργικής μονάδας που έχει οριστεί για το σύνολο των διαδικασιών που αναλύονται. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι διαδικασίες μπορεί να λαμβάνουν χώρα σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία, αλλά και σε

διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Η Εκτίμηση Επιπτώσεων παρέχει δείκτες με βάση τους οποίους μπορούν να διαπιστωθούν οι πιθανές συνεισφορές του συστήματος προϊόντος στο περιβάλλον, με δεδομένες κατηγορίες επιπτώσεων, στις οποίες αντιστοιχίζονται τα αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής. Η Ερμηνεία έχει το χαρακτηριστικό ότι αλληλεπιδρά με όλα τα προηγούμενα στάδια της ΑΚΖ και στοχεύει τελικά, αφενός σε επεμβάσεις κατά την εκπόνηση μίας ΑΚΖ, αφετέρου δε στην αξιοποίηση των ευρημάτων της για την υποστήριξη αποφάσεων.

3.3 Η μοντελοποίηση του συστήματος προϊόντος

Η μοντελοποίηση του συστήματος προϊόντος γίνεται εν γένει με τη χρήση στατικών μοντέλων προσομοίωσης. Περιλαμβάνει *μοναδιαίες διαδικασίες (unit processes)* που κάθε μία αντιπροσωπεύει μία ή περισσότερες διαδικασίες του υπό εξέταση συστήματος, όπως οι παραγωγικές διαδικασίες και η μεταφορά. Για κάθε μοναδιαία διαδικασία συλλέγονται δεδομένα για τις εισροές φυσικών πόρων, τις εκπομπές, τις ροές των αποβλήτων και τις υπόλοιπες περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις. Οι περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις θεωρούνται ότι συνδέονται γραμμικά με τις ροές των προϊόντων. Όλες οι μοναδιαίες διαδικασίες συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενδιάμεσων ροών. Όταν στόχος της ΑΚΖ είναι η σύγκριση προϊόντων, η λειτουργική μονάδα ανάγεται σε ροές αναφοράς, που αποτελούν ροές υλικών που οδηγούν στη δημιουργία/παραγωγή κάθε ενός από τα προϊόντα που συγκρίνονται. Κατά συνέπεια, οι ροές αναφοράς αποτελούν την αφετηρία της διαμόρφωσης των μοντέλων για ένα σύστημα προϊόντος.

Οι επιλογές και οι υποθέσεις που γίνονται κατά τη μοντελοποίηση του συστήματος, κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με τα όρια του συστήματος και με το ποιες διαδικασίες πραγματοποιούνται εντός αυτών των ορίων, είναι συχνά καθοριστικές για τα αποτελέσματα μίας μελέτης ΑΚΖ. Το γεγονός ότι αναγνωρίστηκε η αναγκαιότητα ο προσδιορισμός του στόχου και της έκτασης της μελέτης να αποτελεί ξεχωριστό στάδιο στην ΑΚΖ [107] καταδεικνύει τη σημασία της μοντελοποίησης του συστήματος. Ωστόσο, αυτό οδήγησε στην επαναλαμβανόμενη χρήση της φράσης ‘ανάλογα με το στόχο της μελέτης ΑΚΖ’ στη σειρά προτύπων ISO 14040 και δεν

αποσαφηνίστηκε επαρκώς το πώς ο στόχος της μελέτης μπορεί να επηρεάσει τη μοντελοποίηση του συστήματος.

Οι Heintz & Baisnée [108] και ο Weidema [278] εισηγήθηκαν τη χρήση δύο διακριτών κατηγοριών στόχων για την ΑΚΖ:

- Η περιγραφή ενός συστήματος προϊόντος και οι περιβαλλοντικές του αλληλεπιδράσεις
- Η περιγραφή του πώς οι περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις του συστήματος μπορεί να μεταβληθούν ύστερα από τροποποιήσεις στο σύστημα.

Τα τελευταία χρόνια παρόμοιες κατηγοριοποιήσεις προτάθηκαν από διάφορους ερευνητές με μικρές διαφοροποιήσεις και διαφορετική ορολογία [53]. Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιούνται οι όροι ‘*περιγραφική ΑΚΖ*’ (*attributinal LCA*) και ‘*τροποποιητική ΑΚΖ*’ (*consequential LCA*), αντίστοιχα.

Η διάκριση μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών έχει καθοριστική επίδραση στη μοντελοποίηση του συστήματος, όπως παρουσιάζεται στις επόμενες Παραγράφους. Επομένως, πρέπει να δίδεται η δέουσα βαρύτητα στη σχέση μεταξύ του στόχου της ΑΚΖ και του είδους του μοντέλου ΑΚΖ που επιλέγεται.

3.3.1 Καθορισμός της λειτουργικής μονάδας

Η λειτουργική μονάδα αποτελεί την ποσοτικοποιημένη περιγραφή των αναγκών που εκπληρώνει ένα προϊόν. Για την περίπτωση ενός ψυγείου, για παράδειγμα, η λειτουργική μονάδα θα μπορούσε να εκφραστεί σε ‘κυβικά μέτρα Χ έτη ψύξης σε θερμοκρασία 15° C κάτω από τη θερμοκρασία του χώρου που το φιλοξενεί’.

Η περιγραφική ΑΚΖ παρέχει το σύνολο των ροών του συστήματος που σχετίζονται και αποδίδονται στη λειτουργική μονάδα. Με δεδομένο ότι το μοντέλο είναι γραμμικό, τα αποτελέσματα είναι ανάλογα της λειτουργικής μονάδας. Για παράδειγμα, εφαρμόζοντας την περιγραφική ΑΚΖ στην περίπτωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα αποτελέσματα θα παρουσίαζαν τις περιβαλλοντικές

αλληλεπιδράσεις του μέσου όρου της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μία γεωγραφική περιοχή. Τότε, τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να εκφραστούν ως οι εκπομπές για κάθε MWh που παράχθηκε. Το μέγεθος της λειτουργικής μονάδας δεν μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα διότι οι τιμές των εκπομπών του συστήματος υπολογίζονται σε αναλογία με αυτή.

Αντίθετα, η τροποποιητική AKZ αποσκοπεί στην εκτίμηση των αλλαγών στο σύνολο των ροών του συστήματος που θα προκύψουν από αλλαγές στα παραγόμενα συστήματα προϊόντος. Σε αυτή την περίπτωση, τα αποτελέσματα μπορεί να εξαρτώνται από το εύρος των αλλαγών. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της μεταβολής των εκπομπών σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που προκαλείται από μικρή αύξηση ή μείωση της παραγωγής [4, 285]. Μία μεγάλη αλλαγή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επηρεάσει περισσότερες διαδικασίες και να έχει συνέπειες ακόμα και για τη δομή του συστήματος. Οι επιπτώσεις δεν είναι ανάλογες με το εύρος της αλλαγής, οπότε είναι σκόπιμο η λειτουργική μονάδα να εκφράζει το εύρος της αλλαγής που εξετάζεται [54, 57, 283].

Οι διαφορές στις λειτουργίες που επιτελούν τα εναλλακτικά συστήματα προϊόντος συχνά παρουσιάζονται όταν εξετάζονται ενδιάμεσα προϊόντα, εξαρτήματα ή προϊόντα που εξαρτώνται σημαντικά από άλλα προϊόντα. Για αυτό το λόγο είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται ως λειτουργικές μονάδες οι λειτουργίες που επιτελούν. Για παράδειγμα είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθούν ως λειτουργικές μονάδες ο 'φωτισμός' και η 'ψύξη των τροφίμων' παρά τα ίδια τα προϊόντα 'λάμπα' και 'ψυγείο'. Επιπλέον, στην περίπτωση σύγκρισης εναλλακτικών συστημάτων προϊόντος, μπορεί να γίνει επέκταση των ορίων της μελέτης, ώστε να είναι τελικά συγκρίσιμα [56, 281, 283].

3.4 Συλλογή δεδομένων και βάσεις δεδομένων για την Αναλυτική Απογραφή

Για τη μοντελοποίηση του συστήματος προϊόντος απαιτείται η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων για τις εισροές και τις εκροές του συστήματος. Η

συλλογή των δεδομένων είναι, συνήθως, το πιο επίπονο και χρονοβόρο κομμάτι της ΑΚΖ. Τα συστήματα προϊόντος συχνά περιλαμβάνουν διαδικασίες κοινές σε πολλές μελέτες, όπως η χρήση ενέργειας και η παραγωγή υλικών. Ως αποτέλεσμα της παγκοσμιοποίησης, της διάχυσης της τεχνογνωσίας και της ύπαρξης πολυεθνικών επιχειρήσεων, πολλές από αυτές τις διαδικασίες μπορεί να είναι παρόμοιες ή ακόμα και πανομοιότυπες. Άλλες διαδικασίες επηρεάζονται από το γεωγραφικό χώρο στον οποίο επιτελούνται σε επίπεδο ηπείρου, χώρας και περιοχής, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι οδικές μεταφορές και η γεωργική παραγωγή. Ως εκ τούτου, καθίσταται απαραίτητη η χρήση βάσεων δεδομένων που περιέχουν δεδομένα για διαδικασίες που συναντιούνται συχνά, ιδιαίτερα εάν κάποιος φορέας χρησιμοποιεί τακτικά την ΑΚΖ, όπως για την ανάπτυξη νέων προϊόντων.

3.4.1 Τα προβλήματα της συλλογής δεδομένων

Η αντιμετώπιση προβλημάτων κατά τη δημιουργία ή/και επεξεργασία βάσεων δεδομένων αποτελεί συχνό φαινόμενο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα εξής [206]:

- Ο φορέας υλοποίησης της διαδικασίας έχει μικρή ή καθόλου εμπειρία στη επεξεργασία των δεδομένων για τις εισροές και τις εκροές. Συνήθως, δεδομένα για περιβαλλοντικά ζητήματα καταγράφονται σε μακροσκοπικό επίπεδο με στόχο να καλύψουν το σύνολο των λειτουργιών μίας επιχείρησης και όχι αναλυτικά για κάθε διαδικασία. Αντίστοιχα, αυτός που εφαρμόζει την ΑΚΖ μπορεί να έχει μικρή ή καθόλου γνώση για τη διαδικασία που πρέπει να επεξεργαστεί. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να υπάρξει συνεννόηση και συνεργασία για την επίτευξη του στόχου.
- Η επεξεργασία των δεδομένων για τις εισροές και τις εκροές εξαρτάται από τις μεθοδολογικές επιλογές που πραγματοποιήθηκαν.
- Είναι δυνατό να υπάρχει έλλειψη ορισμένων δεδομένων.
- Τα δεδομένα που αναλύονται ή/και προκύπτουν μπορεί να είναι απόρρητα, ιδιαίτερα όταν η ΑΚΖ πραγματοποιείται από φορείς εκτός της επιχείρησης. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται, συνήθως, προσεγγιστικά δεδομένα από παρόμοιες περιπτώσεις.

Οι χρήστες της AKZ μπορεί να έρθουν αντιμέτωποι με επιπλέον προβλήματα που σχετίζονται με τη συνολική δομή της AKZ [206]:

- Το προς ανάλυση σύστημα, συνήθως, αποτελείται από μεγάλο αριθμό διαδικασιών που υλοποιούνται από διαφορετικές επιχειρήσεις ή διαφορετικά τμήματα της ίδιας επιχείρησης, οπότε απαιτείται η συνεργασία πολλών ατόμων.
- Η διαδικασία απαιτεί επικοινωνία με όλα τα οργανωτικά επίπεδα μίας επιχείρησης, παρακάμπτοντας, ουσιαστικά, την πάγια ροή πληροφοριών στα διάφορα επίπεδα διοίκησης.
- Οι ποσότητες για κάθε προϊόν, ρύπο, πρώτη ύλη, κτλ πρέπει να μετρηθούν με τον ίδιο τρόπο για κάθε μοναδιαία διαδικασία. Η ορολογία που χρησιμοποιείται για την απόδοση των ρών και των περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από συνέχεια σε όλο το εύρος του συστήματος προϊόντος.

3.4.2 Η τεκμηρίωση των δεδομένων και η ανάπτυξη αναγνωρισμένων βάσεων δεδομένων

Στη δεκαετία του 1990 η κοινότητα των ερευνητών της AKZ συνειδητοποίησε ότι δεν είναι σημαντικά μόνο τα δεδομένα, αλλά και η τεκμηρίωσή τους. Πληροφορίες για τη γεωγραφική, χρονική ή τεχνολογική ισχύ των δεδομένων της Αναλυτικής Απογραφής ήταν σπάνια διαθέσιμα. Η *Εταιρεία για την Προώθηση της Ανάπτυξης της AKZ (Society for the Promotion of LCA Development – SPOLD)* έδωσε το έναυσμα για την ανάπτυξη της τυποποίησης της τεκμηρίωσης των δεδομένων [280]. Ορισμένες εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού AKZ συμμετείχαν στην ανάπτυξη της SPOLD για να αυξηθεί η αποδοχή της και η συμβατότητα των δεδομένων. Το αποτέλεσμα μίας παράλληλης δράσης ήταν η τυποποίηση SPINE [24], που έγινε παράλληλα με την ανάπτυξη της βάσης δεδομένων SPINE και επέτρεπε την τεκμηρίωση επιπλέον πληροφοριών χρησιμοποιώντας πεδία κειμένου.

Το 2001 ο ΔΟΤ συμφώνησε να δημοσιεύσει τεχνικές προδιαγραφές που περιγράφουν την τυποποίηση της τεκμηρίωσης των δεδομένων για την Αναλυτική Απογραφή της ΑΚΖ [133]. Η τυποποίηση στο πρότυπο ISO/TR 14048 δομείται στα εξής πεδία:

- διαδικασία [περιγραφή, εισροές και εκροές (περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις)]
- μοντελοποίηση και αξιοπιστία
- διαχειριστικές πληροφορίες.

Στα παραπάνω πεδία ο ΔΟΤ προδιαγράφει περαιτέρω το είδος των επιπλέον πληροφοριών που πρέπει να παρουσιάζονται μαζί με τις εισροές και τις εκροές κάθε μοναδιαίας διαδικασίας [133]. Η τυποποίηση περιλαμβάνει μία μακρά λίστα πεδίων δεδομένων που φιλοξενεί πληροφορίες για τη γεωγραφική και τη χρονική ισχύ, την περιγραφή της τεχνολογίας, κτλ. Ωστόσο, δε διευκρινίζεται ποια πεδία είναι υποχρεωτικά.

3.4.3 Πρωτοβουλίες ανάπτυξης βάσεων δεδομένων

Μέσα από δημόσια προγράμματα χρηματοδότησης έχουν προκύψει βάσεις δεδομένων που καλύπτουν τα πλέον χρησιμοποιούμενα προϊόντα και υπηρεσίες. Πολλές από αυτές τις βάσεις δεδομένων παρέχουν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής για ορισμένα προϊόντα. Κάποιες βάσεις δεδομένων, όπως η σουηδική SPINE2 και η ελβετική Ökoinventare von Energiesystemen [86], καθώς και η διάδοχή της ecoinvent 2003 [85], παρέχουν δεδομένα αποδομώντας και τις μοναδιαίες διαδικασίες. Οι περισσότερες από αυτές τις βάσεις δεδομένων εξυπηρετούν τις ανάγκες της περιγραφικής ΑΚΖ. Ωστόσο, εάν υπάρχουν δεδομένα σε επίπεδο μοναδιαίας διαδικασίας, μπορούν να γίνουν προσαρμογές για να ακολουθηθεί η τροποποιητική ΑΚΖ.

Εκτός των προαναφερθεισών πρωτοβουλιών, βρίσκονται σε εξέλιξη ορισμένες προσπάθειες σε εθνικό επίπεδο σε χώρες όπως η Ιαπωνία, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Γερμανία, η Ιταλία, η Ελβετία και η Σουηδία, καθώς και προγράμματα διεθνούς συνεργασίας. Για παράδειγμα, ένας από τους στόχους της *Πρωτοβουλίας του Κύκλου Ζωής (Life Cycle Initiative)* της UNEP/SETAC είναι η θεμελίωση μίας βάσης

δεδομένων ή πληροφοριακού συστήματος που θα αναθεωρείται και θα ενημερώνεται [266].

Επιπρόσθετα, πολλοί βιομηχανικοί κλάδοι έχουν αναπτύξει πρωτοβουλίες στο χώρο της ανάπτυξης βάσης δεδομένων από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 [165]. Μία ενδεικτική καταγραφή των συνδέσμων που παρέχουν δεδομένα Αναλυτικής Απογραφής παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1 [206].

Δεδομένα	Γεωγραφική κάλυψη	Φορέας	Ιστοχώρος
Περιβαλλοντικά ισοζύγια της ευρωπαϊκής βιομηχανίας πλαστικών	Ευρώπη	APME	[300]
Περιβαλλοντικό προφίλ της ευρωπαϊκής βιομηχανίας αλουμινίου	Ευρώπη	European Aluminium Association	[299]
Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων της FEFCO για το χαρτόνι συσκευασίας - μελέτες AKZ	Ευρώπη	FEFCO	[303]
AKZ προϊόντων νικελίου	Παγκόσμια	Nickel Development Institute	[311]
AKZ της βιομηχανίας χάλυβα	Παγκόσμια	IISI	[316]

Πίνακας 3.1

Ενδεικτική καταγραφή των συνδέσμων που παρέχουν δεδομένα Αναλυτικής Απογραφής [206]

3.4.4 Λογισμικό για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Το λογισμικό που έχει αναπτυχθεί για την AKZ μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες:

- λογισμικό γενικής χρήσης που απευθύνεται, κυρίως, σε ερευνητές και συμβούλους
- εξειδικευμένο λογισμικό υποστήριξης της λήψης αποφάσεως που απευθύνεται στους σχεδιαστές, το αγοραστικό τμήμα και τα τμήματα διαχείρισης περιβάλλοντος και αποβλήτων [157, 168, 252]

- προσαρμοσμένο λογισμικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για προκαθορισμένες εφαρμογές στο πλαίσιο των αναγκών μίας επιχείρησης.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Jönbrink et al. [140], οι οποίοι απεύθυναν ερωτηματολόγιο σε 22 προμηθευτές λογισμικού γενικής χρήσης, το λογισμικό σχεδόν πάντα περιλάμβανε βάση δεδομένων, ενώ οι περίπου 3000 άδειες χρήσης που πουλήθηκαν παγκοσμίως προορίζονταν για επιχειρηματική χρήση.

Τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στις δύο πρώτες κατηγορίες λογισμικού είναι σε μεγάλο βαθμό δευτερογενή, δηλαδή προέρχονται από δημόσιες ή βιομηχανικές πηγές. Ορισμένοι προμηθευτές λογισμικού διαθέτουν πρωτογενή δεδομένα, αλλά, από ότι φαίνεται, δεν αποτελούν τον κανόνα.

Αντίθετα, τα προσαρμοσμένα συστήματα περιέχουν βάσεις δεδομένων με δεδομένα της ίδιας της επιχείρησης που τα χρησιμοποιεί, καθώς και δευτερογενή δεδομένα για συγκρίσεις και γενικούς υπολογισμούς. Τα εν λόγω λογισμικά, συνήθως, δεν είναι διαθέσιμα σε άλλες επιχειρήσεις ή φορείς και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά εντός της επιχείρησης από στελέχη της.

3.4.5 Η συνολική απλοποίηση της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής Διαδικασιών ως εναλλακτική προσέγγιση για την Αναλυτική Απογραφή

Η ΑΚΖ έχει με το χρόνο εξελιχτεί σε μία αποτελεσματική και στιβαρή μεθοδολογία βασισμένη στο χαρακτηριστικό της να μπορούν να αναλυθούν λεπτομερώς σύνθετα συστήματα. Μία τόσο εκτενής προσέγγιση μπορεί να χαρακτηριστεί *‘λεπτομερής ΑΚΖ’ (detailed LCA)* [26]. Ωστόσο, για ορισμένες εφαρμογές, το κόστος υλοποίησης και ο χρόνος που απαιτούνται για μία λεπτομερή ΑΚΖ κρίνονται υπερβολικά σε σχέση με τα πιθανά οφέλη που θα προκύψουν [232]. Έχουν εκφραστεί, επίσης, ανησυχίες για το ενδεχόμενο η ΑΚΖ να αποτελεί *‘άπιαστο όνειρο’* για τους πιθανούς χρήστες της [254]. Αυτοί οι περιορισμοί αποδεικνύονται καθοριστικοί σε περιπτώσεις που πρέπει να ληφθούν γρήγορα αποφάσεις [21, 26] ή όταν απαιτείται μία χονδρική πρώτη εικόνα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός

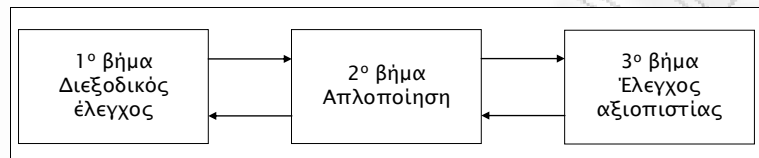
συστήματος, ώστε να ληφθούν αποφάσεις για περαιτέρω έρευνα. Κατά συνέπεια, απαιτείται η υιοθέτηση προσεγγίσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε αξιόπιστα συμπεράσματα σε μικρό χρονικό διάστημα. Αυτού του είδους οι προσεγγίσεις περιγράφονται με τον όρο *‘Συνοπτική ΑΚΖ’ (Streamlined LCA)*.

Οι Christiansen et al. [26] θεωρούν ότι οι προσπάθειες απλοποίησης της ΑΚΖ πρέπει να επικεντρωθούν στο στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής, με δεδομένο ότι είναι το πλέον χρονοβόρο, άρα και το πιο πρόσφορο για εξοικονόμηση χρόνου. Για την απλοποίηση της Αναλυτικής Απογραφής έχουν προταθεί διάφορες στρατηγικές που εξαρτώνται, βασικά, από το στόχο της μελέτης (το είδος της εφαρμογής και το είδος της απόφασης που πρέπει να υποστηριχτεί), το απαιτούμενο επίπεδο λεπτομέρειας (πληροφορίες για μεμονωμένες διαδικασίες ή για μερικά σύνολα), το αποδεκτό επίπεδο αβεβαιότητας, καθώς και τους διαθέσιμους πόρους (χρόνος, προσωπικό, τεχνογνωσία, κονδύλια). Η κυριότερη από αυτές που έχει εφαρμογή στην περιβαλλοντική ανάλυση Εφοδιαστικών Αλυσίδων είναι η συνολική απλοποίηση της *ΑΚΖ Διαδικασιών (Process - LCA)*.

Η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (*Environmental Protection Agency - EPA*) των ΗΠΑ και το Research Triangle Institute (RTI) συνεργάστηκαν προκειμένου να εξετάσουν διάφορες τεχνικές απλοποίησης, εστιάζοντας στην εφαρμογή *κανόνων αποκοπής (cut-off rules)* [124]. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν πως δεν μπορούν να δοθούν υποδείξεις με καθολική ισχύ σε ό,τι αφορά οριζόντιους κανόνες αποκοπής (σκόπιμος αποκλεισμός διαδικασιών από το διάγραμμα ροής που ξεκινάει με την εξόρυξη πρώτων υλών στην κορυφή και ολοκληρώνεται με τα τελικά απόβλητα στη βάση). Ο χαρακτηρισμός της απλοποίησης ως επιτυχημένης (συγκρινόμενης με τα αποτελέσματα της λεπτομερούς ΑΚΖ) εξαρτάται αποκλειστικά από την ίδια τη διαδικασία που εξετάζεται και τις σχετικές ροές.

Αντίθετα, η εφαρμογή κάθετων κανόνων αποκοπής, όπου συλλέγονται δεδομένα λιγότερο λεπτομερή για όλες τις διαδικασίες είναι προτιμότερη. Αυτό σημαίνει πως απαιτείται μία αρχική εκτίμηση της ΑΚΖ πριν καν ξεκινήσει το στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής. Η σημασία της αρχικής εκτίμησης ως το πρώτο βήμα για

την απλοποίηση στην ΑΚΖ αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της Ευρωπαϊκής Ομάδας Εργασίας της SETAC [26] και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.3.



Σχήμα 3.3

Η συνολική απλοποίηση στην ΑΚΖ Διαδικασιών

Για το *διεξοδικό έλεγχο (screening)* έχουν προταθεί οι παρακάτω μέθοδοι:

- Ποιοτικές μέθοδοι: έλεγχος ABC για τα *καθοριστικά σημεία (hot spots)* [78], μέθοδοι πινάκων, που αποτυπώνουν τις φάσεις του κύκλου ζωής και τα αντίστοιχα καθοριστικά σημεία [15, 100, 253], λίστες ελέγχου και πάνελ ειδικών [26].
- Ημι-ποσοτικές μέθοδοι: έλεγχος ABC/XYZ, στατιστικός έλεγχος σταθμισμένων καθοριστικών σημείων [79], ανάλυση περιβαλλοντικών βλαβών [195, 222].
- Ποσοτικές μέθοδοι: *ΑΚΖ Εισροών - Εκροών (Input - Output LCA)*, αποτίμηση με βάση τις σημαντικές ουσίες, υπολογισμός της συνολικής ζήτησης σε ενέργεια [26], ΑΚΖ στηριζόμενη σε εύκολα προσβάσιμα δεδομένα [156].

Οι ποιοτικές μέθοδοι πινάκων και η χρήση της συνολικής ζήτησης ενέργειας είναι οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι διεξοδικού ελέγχου. Οι μέθοδοι πινάκων προτιμώνται εάν υπάρχουν δεδομένα από λεπτομερείς ΑΚΖ παρόμοιων συστημάτων προϊόντος, καθώς η ανάλυση στηρίζεται στις διαφορές τους με το υπό εξέταση σύστημα. Η συνολική ζήτηση ενέργειας μπορεί να φανεί χρήσιμη, με δεδομένο ότι σχετικά δεδομένα είναι συνήθως διαθέσιμα για μεμονωμένες διαδικασίες αλλά και συνολικά, ενώ ορισμένες σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι άρρηκτα συνυφασμένες με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, η χρήση ορυκτών καυσίμων είναι υπεύθυνη για το 90% των επιπτώσεων στην ανάλυση φυσικών πόρων, για το 70% της δημιουργίας όξινου περιβάλλοντος και για το 65% του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Είναι προφανές ότι η εμπειρία αποτελεί ανεκτίμητο παράγοντα για την πραγματοποίηση του διεξοδικού ελέγχου. Ωστόσο, είναι δύσκολο να προκαθοριστούν οι σημαντικές μοναδιαίες διαδικασίες χωρίς τον κίνδυνο να μη δοθεί η δέουσα σημασία σε ορισμένες διαδικασίες.

Μετά το διεξοδικό έλεγχο ακολουθεί το πιο σημαντικό –εντούτοις λιγότερο αναπτυγμένο– βήμα της συνολικής απλοποίησης της AKZ Διαδικασιών, η απλοποίηση του μοντέλου του συστήματος προϊόντος.

Οι Rebitzer & Hunkeler [205] πρότειναν ορισμένα κριτήρια που πρέπει να εκπληρώνονται από τις μεθόδους απλοποίησης:

- Συνάφεια, που σημαίνει συμβατότητα με την προς υποστήριξη απόφαση.
- Εγκυρότητα, καθώς η απλοποίηση της AKZ θα πρέπει να οδηγεί στις ίδιες λύσεις που θα οδηγούσε η λεπτομερής AKZ.
- Συμβατότητα με υπολογιστικές διαδικασίες, με δεδομένο ότι οι μέθοδοι υλοποιούνται με τη βοήθεια λογισμικού, συνήθως υπάρχοντος.
- Συνέπεια, που σημαίνει ότι η μέθοδος θα πρέπει να οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα, ανεξάρτητα από το άτομο που την εφαρμόζει.
- Διαφάνεια, που σημαίνει ότι θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα κατανόησης των υπολογισμών των τελικών αποτελεσμάτων.

Με δεδομένο ότι το βήμα της απλοποίησης διανύει ακόμη τα πρώτα του βήματα, δεν έχουν προταθεί ως τώρα γενικές μέθοδοι. Ωστόσο, υπάρχει μία σειρά προσεγγίσεων για εξειδικευμένες εφαρμογές που στηρίζονται στην εμπειρία και σε λεπτομερείς AKZ. Η έρευνα για την ανάπτυξη γενικών μεθόδων προσανατολίζεται, κυρίως, στη μοντελοποίηση ‘περιορισμένων’ συστημάτων προϊόντος με τη χρήση κανόνων αποκοπής [199, 200, 203]. Ο Rebitzer [202], επίσης, πρότεινε την τυποποίηση τυπικών συμπεριφορών συστημάτων, ώστε να διευκολύνεται η ανάλυση παρόμοιων συστημάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μεταφορά των κανόνων αποκοπής από ένα γνωστό σύστημα σε ένα παρόμοιο [245].

Το τελευταίο βήμα της συνολικής απλοποίησης της ΑΚΖ Διαδικασιών είναι ο έλεγχος αξιοπιστίας, ο οποίος, από μεθοδολογικής άποψης, δε διαφέρει από αυτόν στη λεπτομερή ΑΚΖ και σε άλλες αναλυτικές μεθόδους.

Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί πως στη διαδικασία της συνολικής απλοποίησης, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.3, τα επιμέρους βήματα αλληλεπιδρούν. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα ενός βήματος μπορούν να οδηγήσουν στην επανάληψη του προηγούμενου.

3.5 Η Εκτίμηση Επιπτώσεων

Μετά τη συλλογή των δεδομένων για τις περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις του συστήματος προϊόντος που λαμβάνει χώρα στο στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής, ακολουθεί το στάδιο της Εκτίμησης Επιπτώσεων, όπου οι αλληλεπιδράσεις αυτές αξιοποιούνται με στόχο την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Αυτή η αξιοποίηση πρέπει να βασίζεται στη διαθέσιμη γνώση για το φυσικό περιβάλλον, τους φυσικούς πόρους και τα ανθρωπογενή περιβάλλοντα. Η Εκτίμηση Επιπτώσεων είναι μια τεχνική, ποσοτική ή/και ποιοτική διαδικασία, όπου οι επιπτώσεις των περιβαλλοντικών φορτίων που αναγνωρίζονται στο στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής κατατάσσονται σε κατηγορίες και αξιολογούνται, υποστηρίζοντας τη λήψη αποφάσεων που συνυπολογίζουν την περιβαλλοντική παράμετρο.

3.5.1 Πεδία Προστασίας και κατηγορίες επιπτώσεων

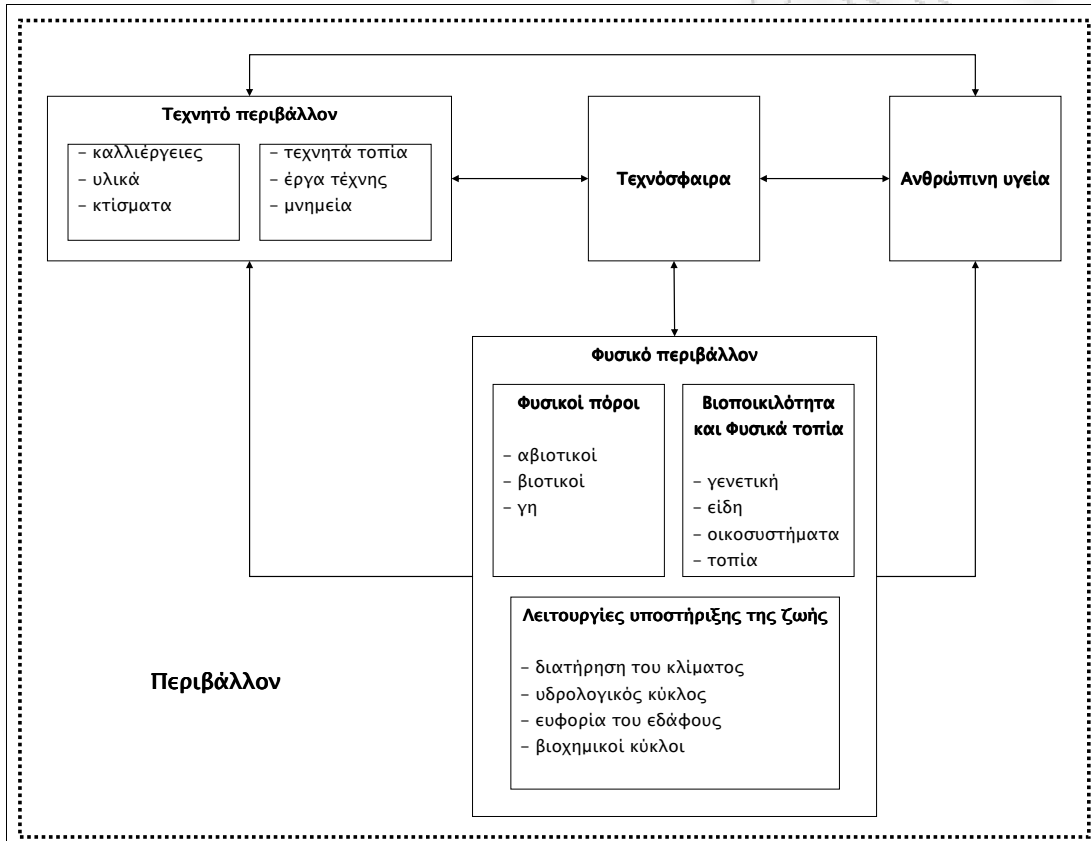
Σύμφωνα με τις υποδείξεις του ΔΟΤ, αλλά και την πρακτική της SETAC, οι επιπτώσεις κατατάσσονται σε τρεις ευρείες κατηγορίες για τις οποίες έχει επικρατήσει ο όρος 'Πεδία Προστασίας' [264]. Αρχικά προτάθηκαν τα εξής Πεδία Προστασίας:

- η εξάντληση των φυσικών πόρων
- οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία
- οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Σε ορισμένες πιο πρόσφατες μελέτες (πχ. [265]) τα Πεδία Προστασίας επαναπροσδιορίστηκαν ως εξής:

- η ανθρώπινη υγεία
- το φυσικό περιβάλλον (φυσικοί πόροι, υποστήριξη της δραστηριότητας των έμβιων, ρύθμιση του κλίματος, κτλ)
- το τεχνητό περιβάλλον (μνημεία, καλλιέργειες, κτλ).

Στο Σχήμα 3.4 παρουσιάζεται η σύγχρονη κατηγοριοποίηση των Πεδίων Προστασίας.



Σχήμα 3.4

Η σύγχρονη κατηγοριοποίηση των Πεδίων Προστασίας

Στις επόμενες Υποπαραγράφους παρουσιάζονται εν συντομία οι κατηγορίες επιπτώσεων οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στις περισσότερες καταξιωμένες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων.

3.5.1.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Υπό κανονικές συνθήκες, τα

στρώματα αυτά θερμαίνονται με την ακτινοβολία του ήλιου. Ένα ποσοστό της ακτινοβολίας αυτής αντανακλάται από την επιφάνεια της Γης. Ωστόσο, ορισμένες ουσίες που περιέχονται στην ατμόσφαιρα, όπως το CO₂ και άλλα αέρια του θερμοκηπίου (CH₄, NO₂, κτλ) κατακρατούν την ακτινοβολία αυτή. Τα αποτελέσματα αυτής της κατακράτησης οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη, με συνέπειες όπως το λιώσιμο των πάγων στις πολικές περιοχές, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, κτλ.

3.5.1.2 Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα

Η εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα προκαλεί αύξηση της εισερχόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας με ανεπανόρθωτες επιπτώσεις στους ανθρώπους (πχ. καρκίνος του δέρματος, καταρράκτης, επιδείνωση του ανοσοποιητικού συστήματος) και τα οικοσυστήματα (πχ. μείωση της παραγωγής πλαγκτού στην περιοχή του Νότιου Πόλου, επηρεάζοντας την τροφική αλυσίδα στο σύνολό της). Το στρώμα του όζοντος στη στρατόσφαιρα βρίσκεται σε ύψη από 10 έως 40 χιλιόμετρα από την επιφάνεια της γης, με μέγιστη συγκέντρωση στα ύψη μεταξύ 15 και 25 χιλιομέτρων. Η δημιουργία του όζοντος πραγματοποιείται κυρίως στο μέγιστο ύψος ως αποτέλεσμα της αντίδρασης μοριακού με ατομικό οξυγόνο (O₂ και O, αντίστοιχα), η οποία εξαρτάται από την παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας για τη διάσπαση του μοριακού οξυγόνου. Συνθετικές ουσίες όπως οι χλωροφθοροϋδρογονάνθρακες (CFCs), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), οι αλογονομένοι υδρογονάνθρακες (halons), κτλ, που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα καταστρέφουν το στρώμα όζοντος με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτό της παραγωγής του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διείσδυση υπεριώδους ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.

3.5.1.3 Δημιουργία φωτοχημικού νέφους

Η δημιουργία φωτοχημικού νέφους προκαλείται από την αποικοδόμηση πτητικών οργανικών ουσιών (VOC) υπό την παρουσία φωτός και οξειδίων του αζώτου (NO_x). Η έκθεση φυτών στο φωτοχημικό νέφος μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της επιφάνειας των φύλλων τους, εμποδίζοντας τις διαδικασίες φωτοσύνθεσης. Στη

συνέχεια τα φύλλα αποχρωματίζονται και καταστρέφονται, οδηγώντας σε αντίστοιχη κατάληξη τα φυτά. Η έκθεση του ανθρώπου στο φωτοχημικό νέφος μπορεί να οδηγήσει σε ερεθισμό των ματιών και σημαντικά αναπνευστικά προβλήματα.

3.5.1.4 Ευτροφισμός

Ο ευτροφισμός αναφέρεται στον εμπλουτισμό των υδάτινων οικοσυστημάτων με θρεπτικές ουσίες (κυρίως άζωτο και φώσφορο) προκαλώντας την αύξηση της παραγωγής πλαγκτού, αλγών και υδρόβιων φυτών, κάτι που οδηγεί σε επιδείνωση της ποιότητας των υδάτων αλλά και της δυνατότητας επιβίωσης των υδάτινων οικοσυστημάτων. Ο εμπλουτισμός αυτός προκαλείται, κυρίως, από την αποικοδόμηση οργανικών ουσιών, η οποία απαιτεί την κατανάλωση οξυγόνου. Η αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, οι οποίες με τη σειρά τους οδηγούν στην παραγωγή H_2S στους πυθμένες λιμνών και παράκτιων περιοχών, το οποίο απελευθερώνεται στα ύδατα. Τα αποτελέσματα του ευτροφισμού στα χερσαία οικοσυστήματα προκαλούνται από την έκλυση στην ατμόσφαιρα αζωτούχων ενώσεων και εντοπίζονται σε αλλαγές στη βιοποικιλότητα σε οικοσυστήματα όπου απουσιάζουν θρεπτικά συστατικά, όπως οι θαμνώδεις περιοχές, οι αμμοθίνες, οι βάλτοι, κτλ.

3.5.1.5 Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος

Η δημιουργία όξινου περιβάλλοντος είναι η διαδικασία όπου αέριες εκπομπές, όπως το διοξείδιο του θείου (SO_2), η αμμωνία (NH_3) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x), αντιδρούν με ουσίες όπως το νερό και το οξυγόνο και σχηματίζονται διάφορες όξινες ενώσεις. Στα χερσαία οικοσυστήματα τα αποτελέσματα είναι ορατά σε δάση κωνοφόρων, όπου τα δέντρα δεν αναπτύσσονται επαρκώς και τελικά ξεραίνονται. Στα υδάτινα οικοσυστήματα παρατηρείται η δημιουργία όξινων λιμνών, από τις οποίες απουσιάζει άγρια πανίδα. Επιπλέον, τα κτίρια και τα μνημεία πλήττονται από την όξινη βροχή.

3.5.1.6 Οικοτοξικότητα

Οι τοξικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: για τα χερσαία και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Μία επιπλέον κατηγοριοποίηση με βάση το αποτέλεσμα τους μπορεί να γίνει σε άμεσες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Ουσιαστικά εξετάζονται όλες οι ουσίες που είναι τοξικές για τα οικοσυστήματα και που προκύπτουν, κυρίως, από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

3.5.1.7 Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (*human toxicity*) μπορεί να γίνει, επίσης, κατηγοριοποίηση με βάση το αποτέλεσμα τους σε αυτές που έχουν άμεσες και σε αυτές που έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Ουσιαστικά εξετάζονται όλες οι ουσίες που προκύπτουν, κυρίως, από τις δραστηριότητες του ανθρώπου που είναι τοξικές για τον άνθρωπο.

3.5.1.8 Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας (*impacts on the working environment*) μπορεί να είναι σωματικές και ψυχολογικές, ενώ μπορεί να οφείλονται σε ατυχήματα ή σε βραχυχρόνια και μακροχρόνια έκθεση σε διάφορες χημικές ουσίες, αλλά και στις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο εργασίας (θερμοκρασία, υγρασία, θόρυβος, κτλ).

3.5.1.9 Απόβλητα

Τα απόβλητα μπορούν να προέρχονται είτε από παραγωγικές διαδικασίες (απόβλητα παραγωγής) ή από την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής προϊόντων. Ανάλογα με την υφιστάμενη νομοθεσία και τις εκάστοτε δυνατότητες, τα απόβλητα μεταφέρονται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) ή αποτεφρώνονται (αν δεν ανακυκλώνονται). Η επικινδυνότητα των αποβλήτων ποικίλλει και κυμαίνεται από ακίνδυνα έως εξαιρετικά επικίνδυνα (πχ. ραδιενεργά απόβλητα).

3.5.1.10 Χρήση γης

Η χρήση γης μπορεί να αναφέρεται τόσο στις εκτάσεις που απαιτούνται για τη διαχείριση των αποβλήτων, όσο και στις εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Είναι δεδομένο πως η χρήση γης από τον άνθρωπο οδηγεί σε αλλαγές στα οικοσυστήματα, ενώ μπορεί να προκαλέσει και την αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

3.5.1.11 Εξάντληση φυσικών πόρων

Το βασικό ζήτημα σε σχέση με την *εξάντληση φυσικών πόρων (depletion of natural resources)* είναι ότι η ανεξέλεγκτη κατανάλωση πρώτων υλών μειώνει τη δυνατότητα των επόμενων γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες. Οι φυσικοί πόροι κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: τους ανανεώσιμους και τους μη-ανανεώσιμους. Για τη μεν πρώτη περίπτωση το ζήτημα είναι να μην καταναλώνονται με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτόν με τον οποίο μπορούν να αναγεννηθούν, ενώ για τη δεύτερη περίπτωση είναι σημαντικός ο εξορθολογισμός της χρήσης τους και η αναζήτηση εναλλακτικών πόρων που να είναι ανανεώσιμοι.

3.5.2 Οι κυριότερες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων

Για το στάδιο της Εκτίμησης Επιπτώσεων έχουν κατά καιρούς προταθεί διάφορες προσεγγίσεις. Οι σημαντικότερες από αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2. Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι κατηγορίες επιπτώσεων που περιλαμβάνονται στην ανάλυσή τους (αντιστοιχισμένη με αυτές που περιγράφηκαν στις Υποπαραγράφους 3.5.1.1 - 3.6.5.11).

Μέθοδος (πλήρες όνομα)	Μέθοδος (συντόμηση)	Γεωγραφικός στόχος	Βασικές αναφορές
Environmental Priority Strategies 2000	EPS 2000	Υφήλιος	[240, 241]
Eco-Indicator 99	-	Ολλανδία / Ευρώπη	[96]
Environmental Design of Industrial Products 97	EDIP 97	Δανία / Ευρώπη	[286]
Environmental Design of Industrial Products 2003	EDIP 2003	Δανία / Ευρώπη	[105]
Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint	LIME	Ιαπωνία	[182]
Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden 2001	CML2 2001	Ολλανδία / Ευρώπη	[308]
Framework for Responsible Environmental Decision-Making	FRED	ΗΠΑ	[270]

Πίνακας 3.2

Οι κυριότερες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων

μέθοδοι κατηγορίες	EPS 2000	Eco-Indicator 99	EDIP 97, 2003	LIME	CML2 2001	FRED
Φαινόμενο του θερμοκηπίου		✓	✓	✓	✓	✓
Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα		✓	✓	✓	✓	✓
Δημιουργία φωτοχημικού νέφους			✓	✓	✓	✓
Ευτροφισμός		✓	✓	✓	✓	✓
Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος	✓	✓	✓	✓	✓	
Οικοτοξικότητα		✓	✓	✓	✓	✓
Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία		✓	✓	✓	✓	✓
Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας			✓			
Απόβλητα			✓			
Χρήση γης		✓		✓		
Εξάντληση φυσικών πόρων	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Λοιπά	✓		✓			

Πίνακας 3.3

Οι κατηγορίες επιπτώσεων στις κυριότερες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων

3.5.2.1	Έκταση της μοντελοποίησης
---------	---------------------------

Ιδιαίτερης σημασίας για την Εκτίμηση Επιπτώσεων αποτελεί η μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών μηχανισμών σε ένα σύστημα προϊόντος (αίτιο - αιτιατό) [9, 74, 192, 265]. Για παράδειγμα, η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα οδηγεί σε αύξηση της απορρόφησης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η αλλαγή αυτή μπορεί να αποτελέσει δείκτη για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής επίπτωσης που συντελείται (*άμεση επίπτωση (problem-oriented - mid points)*). Ωστόσο, η αύξηση της απορρόφησης υπέρυθρης ακτινοβολίας συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς και σε κλιματικές αλλαγές σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτές οι αλλαγές έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε επιπτώσεις στον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα (πχ. ασθένειες, πλημμύρες, κτλ) και η μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών μηχανισμών να γίνει με βάση αυτές, ουσιαστικά σε επίπεδο Πεδίων Προστασίας (*προκληθείσα βλάβη (damage-oriented - end points)*) [167].

Κάθε μέθοδος Εκτίμησης Επιπτώσεων ακολουθεί μία από τις δύο αυτές προσεγγίσεις, δηλαδή βάσει περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή βάσει προκληθείσας βλάβης. Ενώ τη δεύτερη προσέγγιση φαίνεται να ευνοεί το γεγονός ότι η κατηγοριοποίηση στηρίζεται στις φυσικές επιστήμες, υπεισέρχονται επιπλέον δυσκολίες σχετικές με αβεβαιότητα, υποθέσεις και προβλέψεις, κάτι που δεν ανακύπτει στην πρώτη προσέγγιση [9]. Γενικά, θεωρείται σκόπιμο, όπου είναι εφικτό, να χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων, ώστε να παρέχεται μία πληρέστερη εικόνα για τα εξεταζόμενα συστήματα προϊόντος [7, 8, 9]. Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των κυριότερων μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων σε σχέση με την έκταση της μοντελοποίησης που υιοθετούν.

Μέθοδος	Έκταση μοντελοποίησης	
	Περιβαλλοντική Επίπτωση	Προκληθείσα Βλάβη
EPS 2000		✓
Eco-Indicator 99		✓
EDIP 97	✓	
EDIP 2003	μερικώς	μερικώς
LIME		✓
CML2 2001	✓	
FRED	✓	

Πίνακας 3.4

Κατηγοριοποίηση των κυριότερων μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων σε σχέση με την έκταση της μοντελοποίησης που υιοθετούν

3.5.2.2 Γεωγραφικές και χρονικές διακυμάνσεις

Όπως αναλύθηκε στην Ενότητα 3.4, ο χρόνος και ο τόπος όπου επιτελούνται οι διαδικασίες που εξετάζονται με την ΑΚΖ αποτελεί σημαντικό συστατικό των δεδομένων της Αναλυτικής Απογραφής. Σε αντιστοιχία, οι παράμετροι αυτές επηρεάζουν τη μοντελοποίηση στην Εκτίμηση Επιπτώσεων. Ωστόσο, η αβεβαιότητα αυξάνεται όσο η μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών μηχανισμών περιλαμβάνει γεωγραφικές και χρονικές διακυμάνσεις.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζεται ενδεικτικά η γεωγραφική έκταση που μπορούν να επηρεάσουν ορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ο χρονικός ορίζοντάς τους, όπως κατατάσσονται από τους Wenzel et al. [286] για τη μέθοδο EDIP 97.

Κατηγορίες επιπτώσεων	Παγκόσμια	Περιφερειακή	Τοπική	Χρονικός Ορίζοντας
1. Οικολογικές επιπτώσεις				
Φαινόμενο του θερμοκηπίου	✓			Προσδιορίζεται μεταξύ μηδέν και εκατοντάδων χρόνων εφόσον τα αέρια παραμένουν στην ατμόσφαιρα
Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα	✓			Προσδιορίζεται μεταξύ 2-5 χρόνων εφόσον τα αέρια παραμένου στην ατμόσφαιρα
Δημιουργία φωτοχημικού νέφους		✓		Από λίγες ώρες μέχρι μερικές εβδομάδες, ανάλογα με την αντιδραστικότητα των αέριων ρύπων
Ευτροφισμός		✓	✓	Από μέρες μέχρι χρόνια
Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος		✓	✓	Από μέρες μέχρι χρόνια
Οικοτοξικότητα			✓	Προσδιορίζεται από ώρες για τις άμεσες τοξικές επιπτώσεις των πιο τοξικών ουσιών στην πηγή των εκπομπών μέχρι δεκαετίες για χρόνιες επιπτώσεις από ουσίες, οι οποίες ενεργούν συνεχώς ή κατά διαστήματα
Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία			✓	Προσδιορίζεται από ώρες για τις άμεσες τοξικές επιπτώσεις των πιο τοξικών ουσιών στην πηγή των εκπομπών μέχρι δεκαετίες για χρόνιες επιπτώσεις από ουσίες, οι οποίες ενεργούν συνεχώς ή κατά διαστήματα
Εξακολουθητική δράση των τοξικών ουσιών		✓	✓	Προσδιορίζεται σε μήνες για τις πιο τοξικές ουσίες και πιο ευαίσθητους οργανισμούς και δεκαετίες για τις τοξικές ουσίες με χρόνια δράση

Κατηγορίες επιπτώσεων	Παγκόσμια	Περιφερειακή	Τοπική	Χρονικός Ορίζοντας
2. Εξάντληση φυσικών πόρων				
Κατανάλωση ανανεώσιμων φυσικών πόρων		✓	✓	Εξαρτάται από το ρυθμό αναγέννησης των φυσικών πόρων
Κατανάλωση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων	✓			Για την περίπτωση της μη αντιστρέψιμης κατανάλωσης των φυσικών πόρων, προσδιορίζεται σε εκατομμύρια χρόνια
3. Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας				
Καρκινογένεση			✓	Από μια έως δυο δεκαετίες ανάλογα με τον τύπο του καρκίνου
Προβλήματα αναπαραγωγής			✓	Από μήνες έως χρόνια ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος
Νευρικά προβλήματα			✓	Από μήνες έως δεκαετίες ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος
Αλλεργία			✓	Από μέρες έως χρόνια ανάλογα με την ένταση της ουσίας και την ευαισθησία του ατόμου
Εξασθένηση ακοής			✓	Από μήνες έως δεκαετίες ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος
Μυοσκελετικά προβλήματα			✓	Από χρόνια έως δεκαετίες ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος
Ατυχήματα			✓	Από μέρες έως δεκαετίες ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος

Πίνακας 3.5

Κατηγορίες επιπτώσεων σε σχέση με τη γεωγραφική περιοχή που ενδεχομένως επηρεάζουν και το χρονικό ορίζοντά τους για τη μέθοδο EDIP 97

3.5.3 Τα βήματα της Εκτίμησης Επιπτώσεων

Η Εκτίμηση Επιπτώσεων περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα [136]:

- Υποχρεωτικά βήματα:
 - ❖ Επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων που θα εξεταστούν, των αντίστοιχων δεικτών και του *χαρακτηρισμού (characterization)* της διαδικασίας και των δεδομένων τα οποία την περιγράφουν.
 - ❖ *Ταξινόμηση (classification)* των δεδομένων της Αναλυτικής Απογραφής στις κατηγορίες επιπτώσεων.
 - ❖ Υπολογισμός των δεικτών για κάθε κατηγορία επιπτώσεων με τη χρήση ισοδύναμων παραμέτρων (χαρακτηρισμός).
- Προαιρετικά βήματα:
 - ❖ *Κανονικοποίηση (normalization)* των δεικτών με τη χρήση τιμών αναφοράς.
 - ❖ *Ομαδοποίηση (grouping)* των κανονικοποιημένων δεικτών.
 - ❖ *Στάθμιση (weighting)* των κανονικοποιημένων δεικτών.

3.5.3.1 Χαρακτηρισμός

Στο βήμα του χαρακτηρισμού χρησιμοποιούνται ισοδύναμες παράμετροι ή πιο σύνθετες παραστάσεις προκειμένου να υπολογιστεί ο συνολικός δείκτης κάθε κατηγορίας επιπτώσεων ως εξής:

όπου:

c_j ο συνολικός δείκτης κάθε κατηγορίας επιπτώσεων j

f_{ij} η ισοδύναμη παράμετρος (ή παράσταση) της ουσίας i για την περιβαλλοντική κατηγορία επιπτώσεων j

r_i η εκπομπή της ουσίας i , σύμφωνα με τα δεδομένα της Αναλυτικής Απογραφής.

$$c_j = \sum_i f_{ij} * r_i \quad (3.1)$$

Η ισοδύναμη παράμετρος εκφράζει τη βαρύτητα μιας ουσίας σε σχέση με την ουσία αναφοράς. Οι ισοδύναμες παράμετροι είναι διαθέσιμες στη βιβλιογραφία, καθώς και σε εξειδικευμένο λογισμικό ΑΚΖ. Αυτή η μέθοδος έκφρασης των ισοδύναμων

παραμέτρων είναι κοινή για τους περισσότερους τύπους περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για παράδειγμα, η ουσία αναφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), συνεπώς οι παράμετροι επιπτώσεων εκφράζουν τις ενδεχόμενες επιπτώσεις μιας ουσίας ως ισοδύναμα κιλά του CO₂ ανά κιλό της ουσίας. Κατά συνέπεια, η τιμή 100 για την ισοδύναμη παράμετρο μίας ουσίας εκφράζει πως 1 kg αυτής της ουσίας έχει το ίδιο αποτέλεσμα με 100 kg CO₂ σε ό,τι αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Για τον υπολογισμό των ισοδύναμων παραμέτρων χρησιμοποιούνται δεδομένα που έχουν να κάνουν με την *ανάλυση επίδρασης (effect analysis)*, στην οποία αναλύεται το ενδεχόμενο μια χημική ουσία να βλάψει ένα σύστημα, και την *ανάλυση έκθεσης (exposure analysis)*, στην οποία αναλύεται το μέγεθος της έκθεσης σε μια χημική ουσία ώστε να εκδηλωθούν οι επιπτώσεις [156]. Τόσο η ανάλυση επίδρασης όσο και η ανάλυση έκθεσης μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα που αφορούν τις συνθήκες συγκεκριμένων γεωγραφικών θέσεων ή πιο γενικών δεδομένων. Στο βήμα του χαρακτηρισμού χρησιμοποιούνται, συνήθως, γενικά δεδομένα που μπορεί να αφορούν τυπικά δεδομένα για μια περιοχή ή ένα οικοσύστημα ή κάποια παγκόσμια δεδομένα που βασίζονται σε μέσες τιμές. Διάφορες μέθοδοι για το χαρακτηρισμό, όπως ο υπολογισμός των ισοδύναμων παραμέτρων, βασίζονται σε διάφορους τύπους ανάλυσης [231]:

- Τύπος 1: Περιλαμβάνει μόνο δεδομένα εκπομπών, χωρίς περαιτέρω ανάλυση επίδρασης ή έκθεσης.
- Τύπος 2: Περιλαμβάνει δεδομένα εκπομπών και ανάλυση επίδρασης.
- Τύπος 3: Περιλαμβάνει δεδομένα εκπομπών, κάποια δεδομένα αναμενόμενων αποτελεσμάτων και ανάλυση επίδρασης.
- Τύπος 4: Περιλαμβάνει δεδομένα εκπομπών, γενική ανάλυση αναμενόμενων αποτελεσμάτων και ανάλυση επίδρασης.
- Τύπος 5: Περιλαμβάνει δεδομένα εκπομπών, ανάλυση αναμενόμενων αποτελεσμάτων σε συνθήκες συγκεκριμένων γεωγραφικών θέσεων και ανάλυση επίδρασης.

Τα διαθέσιμα μοντέλα μπορούν να λάβουν υπόψη τους όλες τις διαφορετικές μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν τις ισοδύναμες παραμέτρους. Ωστόσο, σε πολλές μελέτες ΑΚΖ συνηθίζεται να αγνοούνται ορισμένες από αυτές, ενώ σε άλλες περιπτώσεις έχουν περιορισμένο ρόλο, καθώς τίθενται ερωτήματα του τύπου ‘σε ποια έκταση;’, ‘κάτω από ποιες συνθήκες;’ και ‘με ποιο τρόπο;’ [110, 111, 116, 117, 184, 193, 194, 271].

3.5.3.2 Κανονικοποίηση

Ο σκοπός της κανονικοποίησης είναι διττός [76]:

- να παράσχει μια εικόνα των σχετικών μεγεθών των ενδεχόμενων επιπτώσεων και των καταναλώσεων των φυσικών πόρων
- να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε μια μορφή κατάλληλη για την τελική αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων.

Ο συνολικός δείκτης c_j κάθε κατηγορίας επιπτώσεων j διαιρείται με μία τιμή αναφοράς c_j^* , ώστε να προκύψει η κανονικοποιημένη τιμή του m_j :

$$m_j = c_j / c_j^* \quad (3.2)$$

Το σύστημα αναφοράς επιλέγεται γενικά με γεωγραφικά και χρονικά κριτήρια (βλ. Πίνακα 3.5).

Είναι σημαντικό για την αξιολόγηση που ακολουθεί, οι επιπτώσεις που συνοψίζονται για την περιοχή που πραγματικά επιδρούν διαμορφώνοντας το περιβάλλον να κανονικοποιούνται στα αντίστοιχα συστήματα αναφοράς. Ειδικά για τις περιφερειακές και τοπικές επιπτώσεις είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται ως συστήματα αναφοράς για την κανονικοποίηση περιοχές με ανάλογη ακτίνα δράσης των επιπτώσεων. Συγκεκριμένα, οι εκπομπές των αερίων που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ανεξάρτητες της περιοχής από όπου παράγονται, ενώ αντίθετα οι εκπομπές που συνεισφέρουν στη δημιουργία όξινου

περιβάλλοντος στην Ευρώπη δεν επηρεάζουν τις λίμνες ή τα ποτάμια άλλων ηπείρων.

Οι επιπτώσεις των δραστηριοτήτων της κοινωνίας μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Συνεπώς, είναι απαραίτητο το σύστημα αναφοράς που θα επιλεγεί να αφορά στην ίδια χρονική περίοδο για όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων, ώστε να διασφαλίζεται ότι η χρονική κλίμακα είναι κοινή για όλες.

<i>3.5.3.3 Ομαδοποίηση</i>

Η ομαδοποίηση είναι μία ποιοτική ή ημι-ποσοτική διαδικασία που αφορά την ταξινόμηση ή/και την ιεράρχηση των αποτελεσμάτων των κατηγοριών επιπτώσεων, ανάλογα με τη σημασία τους. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεισφέρει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τη σχετική σημασία μίας κατηγορίας επιπτώσεων σε σχέση με τις υπόλοιπες. Για παράδειγμα, οι κατηγορίες επιπτώσεων μπορούν να χωριστούν στις ‘μείζονος’, ‘μέτριας’ και ‘ήσσονος’ σημασίας. Σχετικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί από τους Giegrich & Schmitz [94], η οποία εξελίχθηκε από τους Schmitz & Paulini [225], και από τους Volkwein et al. [274]. Η ομαδοποίηση χρησιμοποιείται, συνήθως, όταν υπάρχει απαίτηση για γρήγορα αποτελέσματα, ενώ μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη στάθμιση που περιγράφεται στην επόμενη Υποπαράγραφο.

<i>3.5.3.4 Στάθμιση</i>

Η στάθμιση (αναφέρεται, επίσης, και αξιολόγηση από ορισμένους αναλυτές) αφορά στη χρήση συντελεστών βαρύτητας των κατηγοριών επιπτώσεων, ώστε να είναι εφικτή αφενός η σύγκριση των κατηγοριών επιπτώσεων μεταξύ τους, αφετέρου δε η σύγκριση εναλλακτικών συστημάτων προϊόντος. Αν πρόκειται να συγκριθούν k εναλλακτικές λύσεις, για τη σύνθεση των κατηγοριών επιπτώσεων χρησιμοποιείται ευρέως το γραμμικό αθροιστικό μοντέλο:

$$v_p = \sum_{j=1}^n w_j \cdot m_{pj}, \quad p = 1, \dots, k \quad (3.3)$$

όπου:

v_p είναι η συνολική περιβαλλοντική απόδοση της εναλλακτικής p

m_{pj} είναι η κανονικοποιημένη τιμή για την κατηγορία επιπτώσεων j για την εναλλακτική p

w_j εκφράζει τη βαρύτητα της κατηγορίας επιπτώσεων $j \quad \forall p$.

Ωστόσο, υπάρχουν μέθοδοι, όπως η EDIP 97 και η EDIP 2003, όπου, ενώ περιλαμβάνεται το βήμα της στάθμισης, δε χρησιμοποιείται το γραμμικό αθροιστικό μοντέλο και η ανάλυσή τους σταματάει εκεί. Η στάθμιση αποτελεί σημείο διαφωνιών και αμφισβητήσεων στην AKZ, κυρίως διότι αφορά επιλογές που επηρεάζονται από κοινωνικές, πολιτικές και ηθικές αξίες [73]. Βέβαια, όλες οι προτεινόμενες προσεγγίσεις υφίστανται τις διαδικασίες καταξίωσης ή απαξίωσης στις επιστημονικές κοινότητες, όπως, άλλωστε, συμβαίνει σε όλα τα επιστημονικά πεδία. Επιπλέον, είναι προφανές πως οι προσεγγίσεις αυτές δε βρίσκουν εφαρμογή μόνο στο πεδίο της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης, αλλά και σε άλλα πεδία όπου απαιτείται η σύνθεση διαφορετικών κριτηρίων με στόχο τη λήψη αποφάσεων [230].

Οι μέθοδοι για τη στάθμιση μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής [76, 236]:

- με βάση την προσέγγιση που ακολουθείται:
 - ❖ *χρηματική εκτίμηση (monetary evaluation)*, όπου σε κάθε περιβαλλοντική επίπτωση αντιστοιχίζεται μία χρηματική αξία, η οποία εκφράζει τη διάθεση της κοινωνίας να πληρώσει, ώστε να εκλείψει/περιοριστεί η συγκεκριμένη περιβαλλοντική επίπτωση
 - ❖ την κοινή γνώμη, όπου αξιοποιούνται αποτελέσματα αξιολόγησης που οδηγούν στην ιεράρχηση της σημασίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (*προσέγγιση τύπου πάνελ (panel approach)*)
 - ❖ την *απόσταση από το στόχο (distance-to-target)*, που εκφράζει το πόσο απέχει η υφιστάμενη κατάσταση σε ό,τι αφορά μία περιβαλλοντική επίπτωση από την επιθυμητή (θεωρείται, ωστόσο, προτιμητέο η απόσταση από το στόχο να χρησιμοποιείται για την κανονικοποίηση)

- ❖ την κατάσταση του περιβάλλοντος ως αποδέκτη (*state of the receiving environment*), που εκφράζει τη δυνατότητα του φυσικού περιβάλλοντος να υποστηρίξει ή να αντέξει κάποια αλλαγή.
- με βάση τον τρόπο που εκφράζεται η προτίμηση:
 - ❖ εκφρασμένη προτίμηση, η οποία αποτυπώνεται σε ορισμένες μεθόδους χρηματικής εκτίμησης (πχ. *προθυμία πληρωμής (willingness-to-pay)*) και τις προσεγγίσεις τύπου πάνελ, καθώς οι συμμετέχοντες εκφράζουν τις θέσεις τους και οι προτιμήσεις διαμορφώνονται ανάλογα
 - ❖ δεδομένη προτίμηση, η οποία αποτυπώνεται σε ορισμένες μεθόδους χρηματικής εκτίμησης (πχ. ασφαλιστικές αποζημιώσεις, πρόστιμα, περιβαλλοντικοί φόροι), καθώς και στις μεθόδους που χρησιμοποιούν την απόσταση από το στόχο και την κατάσταση του περιβάλλοντος ως αποδέκτη.

Στον Πίνακα 3.6 παρουσιάζονται οι προσεγγίσεις στάθμισης που χρησιμοποιούνται στις κυριότερες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων.

Μέθοδος	Προσέγγιση στάθμισης		
	απόσταση από το στόχο	τύπου πάνελ	χρηματική εκτίμηση
EPS 2000			✓
Eco-Indicator 99		✓	
EDIP 97, 2003	✓		
LIME			✓
CML2 2001	δεν εφαρμόζεται		
FRED	υπό εξέταση		

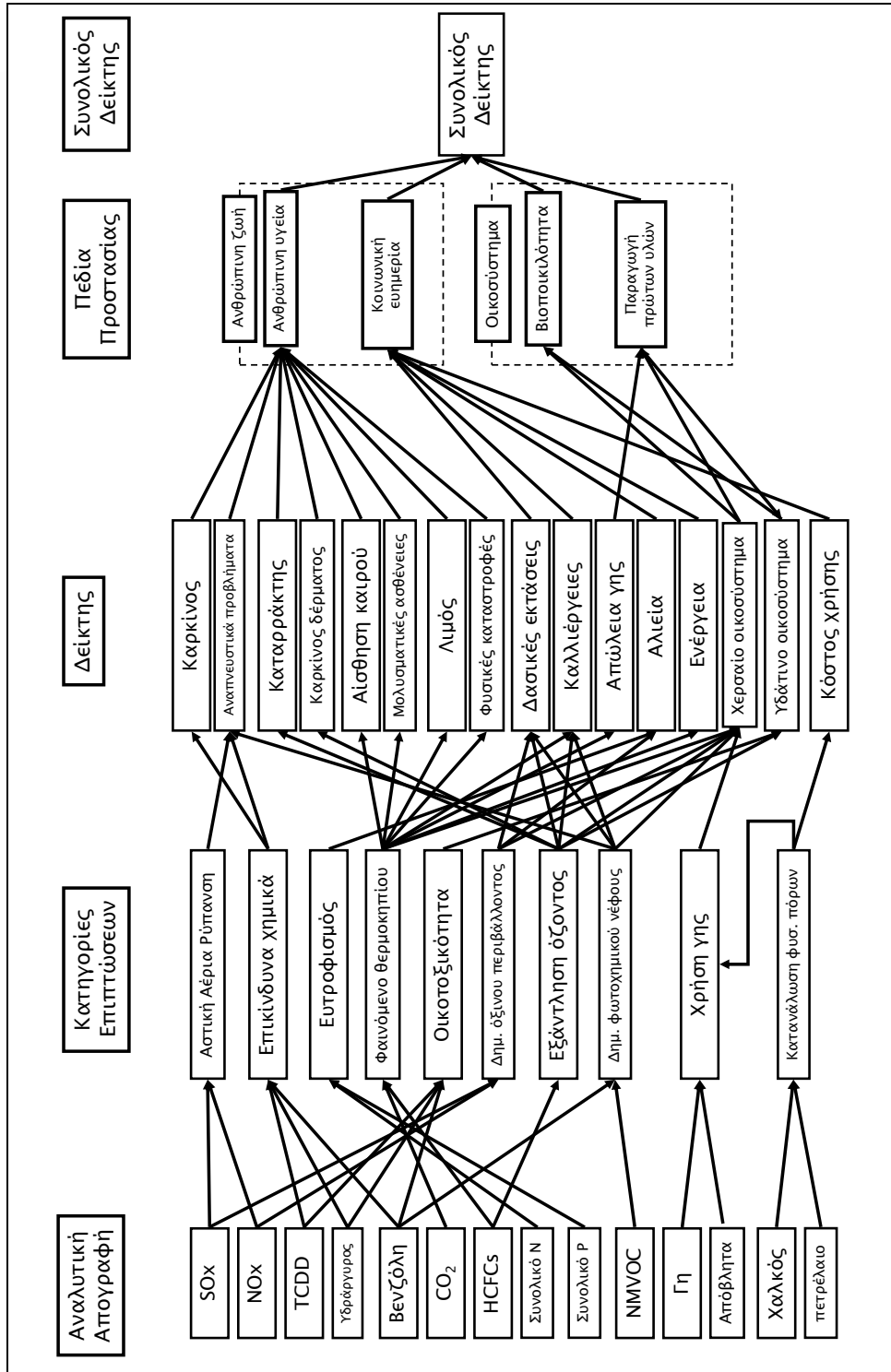
Πίνακας 3.6

Παρουσίαση των προσεγγίσεων στάθμισης που χρησιμοποιούνται στις κυριότερες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων

Στο Σχήμα 3.5 παρουσιάζονται ενδεικτικά για τη μέθοδο Εκτίμησης Επιπτώσεων LIME οι σχέσεις ανάμεσα στα δεδομένα της Αναλυτικής Απογραφής, τους δείκτες των κατηγοριών επιπτώσεων, των Πεδίων Προστασίας και του προαιρετικού

βήματος της στάθμισης των Πεδίων Προστασίας, με στόχο τον υπολογισμό ενός τελικού δείκτη εκφρασμένου σε χρηματικούς όρους (εν προκειμένω σε Γιεν) [182].

Υπάρχουν περιπτώσεις στη βιβλιογραφία όπου επιχειρείται σύνθεση των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων σε ένα δείκτη χωρίς τη χρήση συντελεστών βαρύτητας. Για παράδειγμα, ο Georgakellos [91] πρότεινε τη χρήση της μεθόδου του πολυγώνου, όπου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τοποθετούνται σε ένα *αραχνοειδές γράφημα (radar chart)*. Σε αυτό τον τύπο του γραφήματος, κάθε κατηγορία επιπτώσεων έχει το δικό της άξονα τιμών, ενώ όλοι οι άξονες έχουν την ίδια αρχή. Το τέλος κάθε άξονα εκφράζει τη χειρότερη δυνατή περιβαλλοντική απόδοση και, ως εκ τούτου, το εμβαδό του πολυγώνου που σχηματίζεται ενώνοντας τα άκρα των διαδοχικών αξόνων εκφράζει τη χειρότερη δυνατή περίπτωση περιβαλλοντικής απόδοσης. Στην περίπτωση εξέτασης ενός συστήματος προϊόντος οι τιμές για κάθε κατηγορία επιπτώσεων τοποθετούνται στους αντίστοιχους άξονες και σχηματίζεται ένα νέο πολύγωνο. Αύξηση του εμβαδού ισοδυναμεί με μείωση της περιβαλλοντικής απόδοσης. Ωστόσο, οι Daniel et al. [42] σημείωσαν ότι το εμβαδό του πολυγώνου του συστήματος προϊόντος εξαρτάται από τη σειρά με την οποία θα τοποθετηθούν οι άξονες και πρότειναν τον υπολογισμό της μέσης τιμής των εμβαδών όλων των δυνατών πολυγώνων.



Σχήμα 3.5

Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων LIME [182]

3.6 Η Ερμηνεία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι στόχοι που έχει θέσει ο ΔΟΤ για το στάδιο της Ερμηνείας, απαιτείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα στάδια της Αναλυτικής Απογραφής και της Εκτίμησης Επιπτώσεων, καθώς και η επικύρωση του στόχου της μελέτης. Κατά την εκπόνηση μίας μελέτης ΑΚΖ είναι αναπόφευκτο να γίνουν υποθέσεις και προσεγγιστικές εκτιμήσεις και να ληφθούν αποφάσεις που εμπεριέχουν το υποκειμενικό στοιχείο του αναλυτή και είναι επηρεασμένες από το σύστημα αξιών των εμπλεκόμενων φορέων. Στο στάδιο της Ερμηνείας, όλα αυτά τα ζητήματα πρέπει να διαπιστωθούν και να συσχετιστούν με τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων. Το στάδιο της Ερμηνείας είναι το λιγότερο αναπτυγμένο στάδιο της ΑΚΖ, ενώ δεν έχει προταθεί μέχρι τώρα κάποιο ολοκληρωμένο πλαίσιο εργασίας για την εφαρμογή του. Ωστόσο, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σε ό,τι αφορά το υπό εξέταση σύστημα προϊόντος, απαιτείται μία δομημένη προσέγγιση και όχι απλά η εξέταση/ανασκόπηση των επιμέρους διαδικασιών του συστήματος.

Σε αρκετές περιπτώσεις η αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει τα τελικά αποτελέσματα είναι τέτοια που είναι δύσκολο να αποφανθεί κανείς, για παράδειγμα, ότι ανάμεσα σε δύο εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν το ένα υπερτερεί του άλλου. Αυτό δε σημαίνει ότι οι προσπάθειες ήταν αδιέξοδες. Η ΑΚΖ συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε σεναρίου και της κατανομής τους στο χώρο και το χρόνο. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες για την έκταση του προβλήματος για κάθε κατηγορία επιπτώσεων για όλα τα εναλλακτικά σενάρια, ώστε να μπορούν να γίνουν επιμέρους συγκρίσεις. Ωστόσο, η ΑΚΖ δε λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά, το κόστος και η κοινωνική αποδοχή. Επομένως, είναι σκόπιμο να συνδυαστεί με αυτές τις παραμέτρους κατά τη λήψη αποφάσεων.

Η συνεισφορά της Ερμηνείας μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο επίπεδα. Το πρώτο αφορά τις υποθέσεις και τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη την έκταση της μελέτης και άπτονται μεθοδολογικών ζητημάτων. Το δεύτερο επίπεδο

σχετίζεται με το ίδιο το σύστημα προϊόντος που εξετάζεται, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τυχόν τροποποιήσεις/επεμβάσεις που μπορούν λάβουν χώρα. Στο επόμενο κεφάλαιο αναπτύσσεται μία σειρά από προσεγγίσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο στάδιο της Ερμηνείας. Οι προσεγγίσεις αυτές περιλαμβάνουν τον κατάλογο ελέγχου της Ερμηνείας και ορισμένα μαθηματικά μοντέλα που μπορούν να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων.

3.7 Η αβεβαιότητα στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Όπως προκύπτει από την παρουσίαση των σταδίων της ΑΚΖ που πραγματοποιήθηκε στις προηγούμενες Ενότητες, η ύπαρξη αβεβαιότητας και μεταβαλλόμενων συνθηκών αποτελεί αναπόφευκτο συστατικό της ΑΚΖ που συνοψίζεται ως εξής [116, 117]:

- Αβεβαιότητα παραμέτρων, που αναφέρεται σε ανακριβείς μετρήσεις, είτε σε έλλειψη αντιπροσωπευτικών μετρήσεων είτε και σε παντελή έλλειψη μετρήσεων.
- Αβεβαιότητα μοντέλων, που αναφέρεται στις έμφυτες αδυναμίες των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται στην ΑΚΖ.
- Αβεβαιότητα επιλογών, που αναφέρεται σε επιλογές όπως αυτές των ορίων του συστήματος και της λειτουργικής μονάδας.
- Γεωγραφικές διακυμάνσεις, που αναφέρονται στη χρησιμοποίηση δεδομένων από ορισμένες περιοχές/χώρες στην περίπτωση εφαρμογής της ΑΚΖ σε διαφορετικούς γεωγραφικούς τόπους.
- Χρονικές διακυμάνσεις, που αναφέρονται τόσο στο χρόνο συλλογής των δεδομένων, όσο και στην κατανομή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο χρόνο.
- Διακυμάνσεις εξαιτίας της χρήσης διαφορετικών τεχνολογιών, που αναφέρονται στη διαφορά στις εισροές, καθώς και στους ρύπους και τις εκπομπές διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του ίδιου προϊόντος και χρησιμοποιούνται ως μοναδιαίες διαδικασίες.

Είναι προφανές ότι οι παραπάνω παράγοντες είναι σε θέση να δημιουργήσουν πρόβλημα αξιοπιστίας μίας ΑΚΖ και πρέπει κατά το δυνατό να αντιμετωπίζονται και να αξιολογούνται ανάλογα στο στάδιο της Ερμηνείας.

3.8 Εφαρμογές της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, η ΑΚΖ αποσκοπεί στην εκτίμηση και αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αποδίδονται στις διαδικασίες του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή σε κάποια στάδια του. Αυτό σημαίνει πως μπορεί να εφαρμοστεί σε προϊόντα κάθε είδους και να υποστηρίξει οποιαδήποτε απόφαση για την οποία οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις παίζουν κάποιο ρόλο. Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάστηκαν ενδεικτικά ορισμένες εφαρμογές της ΑΚΖ. Επιπλέον, η ΑΚΖ έχει χρησιμοποιηθεί από κυβερνητικούς και μη οργανισμούς και σε πολλούς βιομηχανικούς κλάδους, είτε από τους ίδιους τους φορείς ή με τη βοήθεια ερευνητικών ινστιτούτων ή συμβούλων.

Οι επόμενες Παράγραφοι εστιάζουν στις κυβερνήσεις και τη βιομηχανία, καθώς έχουν κυρίαρχο ρόλο στα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αποτελεί, εξάλλου, κοινό τόπο ότι οι περιβαλλοντικές πολιτικές σε κυβερνητικό και επιχειρησιακό επίπεδο, σε συνδυασμό με τις καταναλωτικές συνήθειες, είναι οι πλέον καθοριστικοί παράγοντες για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων [84]. Επιπλέον, οι μικρομεσαίες και οι πολυεθνικές επιχειρήσεις αναλύονται ξεχωριστά, με δεδομένο ότι παίζουν σημαντικούς ρόλους στην οικονομία αλλά έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

3.8.1 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε μία πολυεθνική επιχείρηση

Πέρα από τα ζητήματα τα οποία ισχύουν για όλες τις επιχειρήσεις, για την περίπτωση των πολυεθνικών επιχειρήσεων υπάρχουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν ή ευνοούν την εφαρμογή της ΑΚΖ. Οι πολυεθνικές επιχειρήσεις έχουν προμηθευτές, εγκαταστάσεις και πελάτες σε όλο τον κόσμο. Η ανάλυση που παρουσιάζεται σε αυτή την Παράγραφο ισχύει, κυρίως, για τις επιχειρήσεις αυτές που δραστηριοποιούνται σε επίπεδο σχεδιασμού και ανάπτυξης

προϊόντος, καθώς και Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε τουλάχιστο δύο ηπείρους. Λόγω του μεγέθους των πολυεθνικών επιχειρήσεων, συνήθως, υπάρχει ένα σύνολο πόρων (χρόνος, χρήμα, λογισμικό, τεχνογνωσία) το οποίο διατίθεται αποκλειστικά στην AKZ. Στις περισσότερες υπάρχουν ομάδες και ευρύτερα σχήματα, ακόμη και ολόκληρα τμήματα, που είναι υπεύθυνα για την υλοποίηση της AKZ και το συντονισμό της αξιοποίησης των αποτελεσμάτων της. Στις περισσότερες περιπτώσεις, πέρα από λογισμικό και βάσεις δεδομένων γενικής χρήσης, υπάρχουν διαθέσιμα και δεδομένα για τις διαδικασίες της επιχείρησης, καθώς και συγκεκριμένα εργαλεία και πρότυπα για τη εφαρμογή της AKZ (βλ. Παράγραφο 3.4.4). Σε ορισμένες δε περιπτώσεις, συμπεριλαμβάνουν στην ανάλυσή τους τις δραστηριότητες των προμηθευτών τους, των πελατών τους και των υπόλοιπων εμπλεκόμενων στο κύκλο ζωής του προϊόντος.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά απαντώνται σε όλες τις ευρωπαϊκές και αμερικάνικες, καθώς και στην πλειοψηφία των ασιατικών κατασκευαστών αυτοκινήτων και ηλεκτρονικών. Πέρα από την ανάπτυξη ομάδων AKZ στο πλαίσιο της επιχείρησης, συμμετέχουν σε κοινές προσπάθειες (USCAR, EUCAR, JAMA) που καλύπτουν σύνθετα προϊόντα και περιλαμβάνουν όλους τους εμπλεκόμενους στον κύκλο ζωής του προϊόντος [62, 149, 246]. Στον πρωτοπόρο βιομηχανικό κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας έχουν διεξαχθεί εκατοντάδες αναλύσεις σε διάφορα επίπεδα (εξαρτήματα, υποσυστήματα, επενδύσεις, οχήματα, κτλ) από εταιρείες όπως η Ford Motor Company, η Daimler Chrysler, και η Volkswagen.

Η πρόκληση στην εφαρμογή της AKZ στην περίπτωση των πολυεθνικών επιχειρήσεων έγκειται, κυρίως, στο μεθοδολογικό ζήτημα της συνολικής απλοποίησης (βλ. Παράγραφο 3.4.5), στα σημεία που πρέπει να εστιαστεί η ανάλυση και στην εφαρμογή των συντελεστών βαρύτητας στις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (βλ. Υποπαράγραφο 3.5.3.4). Τα παραπάνω ζητήματα αντανακλούν τις διαφορετικές προσεγγίσεις των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε διαφορετικές ηπείρους, κράτη ή περιοχές με βάση κριτήρια όπως οι αντιλήψεις των καταναλωτών, η νομοθεσία, κτλ [121, 223]. Για παράδειγμα, δεν έχει υπάρξει κάποια παγκόσμια συμφωνία για τη βαρυτική σύγκριση των

κατηγοριών επιπτώσεων (πχ. ευτροφισμός vs δημιουργία όξινου περιβάλλοντος) και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποιο σύνολο συντελεστών βαρύτητας κοινής αποδοχής [112]. Οι πολυεθνικές επιχειρήσεις καλούνται να θεσπίσουν οι ίδιες, στηριζόμενες στην κουλτούρα και τις αξίες τους, τα δικά τους πρότυπα για να διαχειριστούν τα παραπάνω μεθοδολογικά ζητήματα, τα οποία θα πρέπει να είναι ευέλικτα, ώστε να μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες που υπαγορεύονται από το γεωγραφικό παράγοντα.

Στο επιτυχημένο παράδειγμα της Ford Motor Company, διάφοροι εμπειρογνώμονες της AKZ προχώρησαν σε συμφωνία για την καθιέρωση δύο συνόλων κριτηρίων για τη λεπτομερή και την απλοποιημένη AKZ: τα προαιρετικά και τα υποχρεωτικά [223]. Τα προαιρετικά κριτήρια αναφέρονται σε εκείνα που μπορεί να συμπεριληφθούν στην ανάλυση, ανάλογα με το στόχο της μελέτης και το γεωγραφικό παράγοντα. Επιπλέον, οι μελέτες AKZ που πραγματοποιούνται θα εξετάζονται από μία παγκόσμια ομάδα ειδικών. Σε άλλα παραδείγματα πολυεθνικών επιχειρήσεων, η ανάπτυξη της μεθοδολογίας AKZ ανατίθεται σε ένα τμήμα στα κεντρικά της επιχείρησης, ενώ η εφαρμογή της πραγματοποιείται από τις κατά τόπους ομάδες.

Το παραπάνω αναδεικνύει μία επιπλέον πρόκληση στην εφαρμογή της AKZ σε πολυεθνικές επιχειρήσεις: πώς θα οργανωθεί η εφαρμογή της AKZ και πώς θα αξιοποιηθούν/διαχυθούν τα αποτελέσματά της μέσα στην επιχείρηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι πολυεθνικές επιχειρήσεις βρίσκονται ακόμη στη φάση που να μην διεξάγουν κάποιες μελέτες AKZ, τα αποτελέσματά τους, όμως, δεν αξιοποιούνται από τα υπόλοιπα τμήματα της επιχείρησης.

Θεωρητικά, το βασικό κίνητρο για την εφαρμογή της AKZ είναι η βελτίωση των προϊόντων και των διαδικασιών, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την περιβαλλοντική τους απόδοση. Ωστόσο, η εμπειρία έχει δείξει ότι οι πολυεθνικές επιχειρήσεις έχουν μία σειρά συμπληρωματικών κινήτρων που τις ωθούν στην εφαρμογή της AKZ [161]:

- η δέσμευση της ανώτατης διοίκησης
- η σχέση με την οικονομική διάσταση
- η εκπαίδευση

- οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν και οι στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν προς αυτή την κατεύθυνση
- η ανάπτυξη εξειδικευμένου λογισμικού παρακολούθησης των διαδικασιών
- οι ανάγκες επικοινωνίας και διάχυσης πληροφοριών.

Οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να προσδώσουν τελικά προστιθέμενη αξία στο προϊόν, καθώς υποστηρίζουν σημαντικά τις εξής λειτουργίες [1, 160]:

- επιλογή υλικών
- σύγκριση διαφορετικών τεχνολογιών
- αξιολόγηση προϊόντων και διαδικασιών
- οριοθέτηση στόχων και μέτρηση επιδόσεων
- επιλογές ανάπτυξης υποδομών και εναλλακτικών χωροθετήσεων.

Τελικά, η εφαρμογή της AKZ στις πολυεθνικές επιχειρήσεις τις έχει βοηθήσει σημαντικά στις προσπάθειές τους να ανταποκριθούν στις επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης, αν και δεν έχουν αξιοποιηθεί στο έπακρο οι δυνατότητες που παρέχει. Ως εκ τούτου, είναι αναμενόμενο να αυξηθούν μελλοντικά οι εφαρμογές της AKZ.

3.8.2 Η δυναμική της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και σχετικών προσεγγίσεων στις Μικρομεσαίες και τις Νεοσύστατες Επιχειρήσεις

Ενώ σε επίπεδο Πολυεθνικών Επιχειρήσεων έχει αναγνωριστεί η ανάγκη εφαρμογής πρακτικών περιβαλλοντικής διοίκησης, όπως η σειρά προτύπων ISO 14000 και, σε μικρότερο βαθμό, η AKZ (και γενικότερα οι προσεγγίσεις που αναφέρονται στον κύκλο ζωής προϊόντων και διαδικασιών), στην περίπτωση μικρότερων επιχειρήσεων βρίσκεται υπό αμφισβήτηση. Ιδιαίτερα οι Μικρομεσαίες και οι *Νεοσύστατες Επιχειρήσεις (Start-ups)* επιλέγουν, συνήθως, να επικεντρωθούν σε ζητήματα, όπως η διείσδυση στην αγορά και η κερδοφορία. Ωστόσο, ορισμένες Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις και Σύνδεσμοι που έχουν συστήσει έχουν ξεκινήσει συστηματικές προσπάθειες στο χώρο της περιβαλλοντικής διοίκησης, που στηρίζονται σε απλοποιημένες προσεγγίσεις της AKZ, εξετάζοντας στρατηγικές, όπου μπορούν να συνδυαστούν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό συμβαίνει, κυρίως στο

σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εισαγωγή στην αγορά νέων προϊόντων [122], καθώς και στη βελτίωση διαδικασιών [120]. Συνηθισμένη πρακτική που ακολουθείται, μετά την εφαρμογή της απλοποιημένης ΑΚΖ, είναι η αναγνώριση καθοριστικών δεικτών και αξιόπιστων μεγεθών, καθώς και η δημιουργία καταλόγων που περιλαμβάνουν πληροφορίες για διάφορα υλικά και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, με στόχο την περαιτέρω απλοποίηση και ποσοτικοποίηση της διαδικασίας [119, 120].

Οι Μικρομεσαίες και οι Νεοσύστατες Επιχειρήσεις χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω γνωρίσματα:

- μεγάλα αρχικά χρονικά διαστήματα αρνητικών χρηματοοικονομικών ροών
- δυσκολία διείσδυσης στην αγορά
- έλλειψη εξοικείωσης με ρυθμιστικούς/κανονιστικούς περιορισμούς.

Κατά συνέπεια, οι επιπτώσεις της λανθασμένης κατανομής των πόρων μπορούν να αποβούν καταστροφικές, ακόμη και για την ίδια την ύπαρξη της επιχείρησης. Επιπλέον, οι Νεοσύστατες Επιχειρήσεις έχουν περιορισμένα κεφάλαια, κάτι που σημαίνει ότι τα ενδεχόμενα ανασχεδιασμού ή επανεγκατάστασης θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αποσταθεροποίηση ή ακόμη και σε κατάρρευση της επιχείρησης. Φαίνεται, λοιπόν, ότι η χρήση της ΑΚΖ και σχετικών προσεγγίσεων γίνεται περισσότερο καθοριστική όσο το μέγεθος της επιχείρησης είναι μικρότερο, καθώς παρέχεται η δυνατότητα προσεκτικού σχεδιασμού. Τα οφέλη των Μικρομεσαίων και των Νεοσύστατων Επιχειρήσεων από την εφαρμογή προηγμένων προσεγγίσεων που λαμβάνουν υπόψη το σύνολο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος είναι τα παρακάτω [123]:

- μειωμένα λειτουργικά κόστη μέσω του συντονισμού στην Εφοδιαστική Αλυσίδα που συντείνει στη μείωση των οχημάτων που κινούνται άδεια ή με μικρά φορτία
- εισαγωγή στην αγορά νέων προϊόντων με τη χρήση νέων πρώτων υλών φιλικών προς το περιβάλλον, κάτι που αποτελεί ζητούμενο από την πλευρά των καταναλωτών
- βελτιωμένες σχέσεις με τις κρατικές αρχές και μειωμένα κόστη διαχείρισης αποβλήτων που συνδέονται άρρηκτα με το μέγεθος των απαιτούμενων εγκαταστάσεων

- ευνοϊκή εικόνα στην αγορά που μπορεί να συνεισφέρει και στη διευκόλυνση συνεργασιών με χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς
- μειωμένα κόστη πιστοποίησης κατά τα πρότυπα του ΔΟΤ (σειρές 9000 και 14000), που μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω έμμεσα οφέλη (συνεργασίες με άλλες επιχειρήσεις που τα προαπαιτούν).

Πολλά από τα παραπάνω οφέλη μπορεί να φαίνονται πολυτέλεια για τις περισσότερες Μικρομεσαίες και Νεοσύστατες Επιχειρήσεις. Ωστόσο, η εμπειρία έχει δείξει ότι οι δεσμεύσεις της ανώτατης διοίκησης είναι το βασικότερο κίνητρο χρήσης της ΑΚΖ και σχετικών προσεγγίσεων, όπως και στην περίπτωση των Πολυεθνικών Επιχειρήσεων.

Η συνειδητοποίηση των παραπάνω ζητημάτων είναι εξίσου σημαντική για επιχειρήσεις που δεν έχουν ακόμη συσταθεί, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την αναζήτηση εξωτερικών κεφαλαίων. Ουσιαστικά έχουν περισσότερες πιθανότητες να αναπτυχθούν και να επιβιώσουν εάν από την αρχή συμπεριφέρονται σαν επιχειρήσεις που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία. Επιπλέον, η δυνατότητα ανάπτυξης περιβαλλοντικών πολιτικών και εφαρμογών που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής των προϊόντων αναγνωρίζονται ως τα στοιχεία που θα καθορίζουν την πορεία και, ενδεχομένως, τη βιωσιμότητα των Μικρομεσαίων και των Νεοσύστατων Επιχειρήσεων τα επόμενα χρόνια, ιδιαίτερα λόγω της διαμόρφωσης τέτοιων απαιτήσεων από τη νομοθεσία και από μεγαλύτερες επιχειρήσεις.

3.8.3 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε κυβερνητικό επίπεδο

Αναντίρρητα οι κυβερνήσεις παίζουν καθοριστικό ρόλο στη θεμελίωση πλαισίων και όρων για τα παραγωγικά και καταναλωτικά πρότυπα στις κοινωνίες. Ως μέθοδος που επιχειρεί να θεραπεύσει τα περιβαλλοντικά ζητήματα στο πλαίσιο των αρχών της Αειφόρου Ανάπτυξης, η ΑΚΖ είναι σημαντική για τον καθορισμό και την υποστήριξη στρατηγικών για τη μείωση των αποβλήτων, των εκπομπών ρύπων και των πρώτων υλών που σχετίζονται με ένα προϊόν για όλο τον κύκλο ζωής του.

Οι κυβερνήσεις έχουν έως τώρα συμμετάσχει στην ανάπτυξη και την εφαρμογή της ΑΚΖ με τη χρηματοδότηση ερευνητικών προγραμμάτων και ομάδων εργασίας και προϊόντα τέτοιων ενεργειών είναι ενδεικτικές μελέτες περιπτώσεων και η ανάπτυξη μεθοδολογικών προσεγγίσεων και βάσεων δεδομένων, κυρίως σε εθνικό επίπεδο.

Στην Ιαπωνία τα εμπλεκόμενα σε περιβαλλοντικά ζητήματα υπουργεία σύστησαν μία επιτροπή για την ΑΚΖ στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Επιπλέον, το 1998 ξεκίνησε ένα εθνικό πρόγραμμα με στόχο την καταγραφή δεδομένων Αναλυτικής Απογραφής από ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους και την ανάπτυξη της ιαπωνικής εκδοχής της Εκτίμησης Επιπτώσεων [137].

Ορισμένοι κυβερνητικοί οργανισμοί των ΗΠΑ, όπως η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας, η Διεύθυνση Ενέργειας και η Διεύθυνση Άμυνας, έχουν υποστηρίξει σημαντικά την ανάπτυξη της ΑΚΖ προάγοντας τη διάθεση των δεδομένων και πραγματοποιώντας μελέτες περιπτώσεων. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα των εργαλείων που παρέχουν αυτοί οι ομοσπονδιακοί οργανισμοί, όπως το TRACI (Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts) [10], το εργαλείο Αναλυτικής Απογραφής για την αξιολόγηση διαφόρων στρατηγικών διαχείρισης στερεών αποβλήτων [252] και το λογισμικό BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) για την ανάλυση της περιβαλλοντικής και οικονομικής απόδοσης δομικών προϊόντων [157]. Επιπλέον, ο ιστοχώρος LCAccess [302] καλύπτει μεγάλο εύρος πληροφοριών σχετικά με την ΑΚΖ, ενώ έχει δοθεί ιδιαίτερο βάρος στην ανάπτυξη μίας εθνικής βάσης δεδομένων Αναλυτικής Απογραφής.

Πέρα από τις παραπάνω υποστηρικτικές ενέργειες, έχει αναπτυχθεί, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, μία τάση που προάγει τις περιβαλλοντικές πολιτικές που είναι προσανατολισμένες στο προϊόν [109].

Η *οικολογική σήμανση (eco-labeling)*, ο συνυπολογισμός περιβαλλοντικών ζητημάτων στις προμήθειες του δημοσίου, η υιοθέτηση της αντίληψης του κύκλου ζωής και η διάθεση σχετικών δεδομένων αποτελούν ορισμένα από τα στοιχεία των

περιβαλλοντικών πολιτικών που είναι προσανατολισμένες στο προϊόν και προωθούνται από προγράμματα όπως η *Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντος (Integrated Product Policy – IPP)* της Ευρωπαϊκής Ένωσης [64]. Επιπλέον, η υιοθέτηση της λογικής του κύκλου ζωής συνεπάγεται ότι ενισχύεται η ευθύνη όλων των εμπλεκόμενων, αναγνωρίζοντας ότι οι βελτιώσεις στη συνολική περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων επιτυγχάνεται καλύτερα όταν υπάρχει συνυπευθυνότητα [222].

Σε μία ευρύτερη θεώρηση, η λογική του κύκλου ζωής αποτελεί κεντρικό άξονα στις πρόσφατες διασκέψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τη μείωση αποβλήτων, την ανακύκλωση και τη βιώσιμη χρήση των πρώτων υλών [63, 65]. Ένα πιο εξειδικευμένο παράδειγμα είναι η πολιτική σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις των προϊόντων για όλο τον κύκλο ζωής τους, με βάση την οποία οι κατασκευαστές θα πρέπει να αποτιμούν τα προϊόντα τους [65].

Η Κοινοτική Οδηγία 94/62 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας [66] έχει ήδη εφαρμοστεί στα περισσότερα κράτη μέλη με την ανάδειξη της ευθύνης των παραγωγών και την οριοθέτηση ποσοτικών στόχων και προθεσμιών επίτευξής τους. Με δεδομένο, βέβαια, ότι τέτοιου τύπου Οδηγίες άπτονται μόνο του ζητήματος των αποβλήτων, δέχονται κριτική διότι δεν αντιμετωπίζουν επαρκώς τη μετάθεση των περιβαλλοντικών προβλημάτων από τη μία φάση του κύκλου ζωής στην άλλη. Ωστόσο, στην Οδηγία υπάρχει σαφής αναφορά στην ανάγκη εφαρμογής της ΑΚΖ όσο το δυνατό νωρίτερα στον κύκλο ζωής του προϊόντος για να ιεραρχηθούν από άποψης περιβαλλοντικών επιδόσεων οι επιλογές επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης [66]. Για τη διαδικασία εκσυγχρονισμού των στόχων στην Οδηγία η Ευρωπαϊκή Επιτροπή χρησιμοποίησε την *Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (Cost-Benefit Analysis – CBA)* για την αξιολόγηση υφιστάμενων συστημάτων. Η ΑΚΖ χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του οφέλους διαφόρων συστημάτων και σεναρίων [201].

Σε μεμονωμένες περιπτώσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι κυβερνητικοί οργανισμοί έχουν χρησιμοποιήσει την ΑΚΖ για να τεκμηριώσουν νομοθετικά μέτρα για τη

διάκριση των συσκευασιών. Ωστόσο, οι διαφορές δεν ήταν τέτοιες που να δικαιολογούν την αναγκαιότητα νομοθετικών μέτρων, ιδιαίτερα εάν αναλογιστεί κανείς το πλήθος των επιλογών μοντελοποίησης [224].

Υπό αυτή την έννοια, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ξεκάθαροι κανόνες, εάν η ΑΚΖ χρησιμοποιείται για τη θέσπιση νόμων και κανονισμών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Όλοι οι εμπλεκόμενοι θα πρέπει να περιλαμβάνονται στην ανάλυση με τα μερίδια ευθύνης που τους αναλογούν και πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που τίθενται στα πρότυπα του ΔΟΤ σε σχέση με συγκριτικές αναλύσεις που δημοσιοποιούνται [277]. Καθώς τα ζητήματα πολιτικής συχνά σχετίζονται με μακροοικονομικά θέματα που δεν αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο προϊόν, οι αναλυτές έρχονται αντιμέτωποι με δύσκολες μεθοδολογικές προκλήσεις, όπως ο ακριβής καθορισμός των λειτουργικών μονάδων και των ορίων του συστήματος. Σε συνάρτηση με το είδος της πολιτικής που καλείται να υποστηρίξει, η ΑΚΖ πρέπει να συνεπικουρηθεί από άλλα εργαλεία σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Για παράδειγμα, ο Reh binder [208], σημειώνει το πρόβλημα της απόκλισης των συμπερασμάτων –με δεδομένη την έλλειψη διεθνούς εναρμόνισης μεθοδολογιών και δεδομένων, την ανάγκη δημιουργίας κατάλληλων μηχανισμών συμμετοχής και την ανάγκη διασφάλισης της διαφάνειας.

Πέρα από τις πρωτοβουλίες και τις ενέργειες των κυβερνήσεων, ιδιαίτερης σημασίας είναι οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του Περιβαλλοντικού Προγράμματος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. Με την εφαρμογή του *Προγράμματος Καθαρότερης Παραγωγής (Cleaner Production Programme)*, από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, αναγνωρίστηκε η σημασία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους [45]. Η εφαρμογή της Πρωτοβουλίας του Κύκλου Ζωής το 2002 έδωσε μεγαλύτερη έμφαση στη σημασία των προσεγγίσεων που βασίζονται στον κύκλο ζωής των προϊόντων [237].

Στην πραγματικότητα, η Πρωτοβουλία του Κύκλου Ζωής αποτελεί την απάντηση στην έκκληση των κυβερνήσεων για μία οικονομία που θα στηρίζεται στον κύκλο

ζωής των προϊόντων, όπως αυτή εκφράστηκε από τη Διακήρυξη του Μάλμοε [163], και συνεισφέρει στο πλαίσιο εργασίας που αναπτύχθηκε για την προώθηση προτύπων βιώσιμης παραγωγής και κατανάλωσης, όπως απαιτήθηκε από τη Συνάντηση Κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ (2002). Η αποστολή της Πρωτοβουλίας του Κύκλου Ζωής είναι να υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη διάχυση πρακτικών εργαλείων για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των κινδύνων που σχετίζονται με προϊόντα και διαδικασίες για όλο τον κύκλο ζωής τους με στόχο την επίτευξη της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Η Πρωτοβουλία του Κύκλου Ζωής επιχειρεί να προωθήσει προσεγγίσεις που βασίζονται στον κύκλο ζωής σε παγκόσμια κλίμακα, αναδεικνύοντας τη διεθνή σημασία των συστημάτων προϊόντος στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες. Πιο συγκεκριμένα, θεωρήθηκε σκόπιμη η υποστήριξη, σε ό,τι αφορά την υιοθέτηση της AKZ, των αναπτυσσόμενων χωρών και των χωρών με μεταβατικές οικονομίες, καθώς και των Μικρομεσαίων Επιχειρήσεων [255]. Αυτές οι κατηγορίες αποδεκτών μπορεί να ωφεληθούν περισσότερο από την AKZ στις αρχικές φάσεις της ανάπτυξης προϊόντων και οργανωτικών δραστηριοτήτων.

3.9 Σύνοψη

Η AKZ αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της 'εργαλειοθήκης' οργανισμών και επιχειρήσεων. Η AKZ υποστηρίζει την αναγνώριση δυνατοτήτων για τη μείωση της ρύπανσης και της κατανάλωσης πρώτων υλών, καθώς και περιβαλλοντικά φιλικών συστημάτων προϊόντος, μέσω της συστηματικής ανάλυσης δεδομένων. Η έρευνα και η εφαρμογή σε ζητήματα της AKZ έχουν προοδεύσει σημαντικά σε ό,τι αφορά τη δόμηση κοινών εννοιών, δομών και στόχων, κάτι που αποτυπώνεται στη σειρά προτύπων ISO 14000.

Η μοντελοποίηση των συστημάτων προϊόντος με την εφαρμογή της AKZ αποτελεί έναν ολιστικό τρόπο αποτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός προϊόντος ή μίας διαδικασίας, όπως υπαγορεύεται από τις επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης. Ωστόσο, υπάρχει υστέρηση σε ό,τι αφορά τη διάχυση της γνώσης και την ύπαρξη

ευρέως διαδεδομένων βάσεων δεδομένων που να μπορούν να προσφέρουν λύσεις στα περιβαλλοντικά προβλήματα σε παγκόσμια κλίμακα.

Επιπλέον, υπάρχει σειρά ζητημάτων που προκαλούν διαφωνίες με αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφόρων μεθοδολογικών προσεγγίσεων, που αποτυπώνονται, κυρίως, στην Εκτίμηση Επιπτώσεων. Πράγματι, για το εν λόγω στάδιο της ΑΚΖ έχουν προταθεί πολλές προσεγγίσεις που συνδυάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως παρουσιάστηκε στους Πίνακες 3.3, 3.4 και 3.6.

Σε ό,τι αφορά την Ερμηνεία –το λιγότερο αναπτυγμένο στάδιο της ΑΚΖ– είναι γεγονός ότι μπορεί να ενσωματώσει προσεγγίσεις από διάφορες επιστήμες, όπως η Οικολογία, η Στατιστική, η Επιχειρησιακή Έρευνα και η Πληροφορική. Βέβαια, το ζητούμενο είναι πάντα οι εφαρμόσιμες λύσεις, ωστόσο, οι αποφάσεις κατά την Ερμηνεία λαμβάνονται υπό την ύπαρξη αβεβαιότητας και μεταβαλλόμενων συνθηκών.

ΓΑΛΕΡΙΟ ΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΚΕΦ. 4	ΚΡΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ
4.1	Εισαγωγή
4.2	Η εξέλιξη της μεθόδου EDIP
4.2.1	Ομοιότητες EDIP 97 - EDIP 2003
4.2.2	Διαφορές EDIP 97 - EDIP 2003
4.3	Σύγκριση των οικολογικών επιπτώσεων της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον με τη χρήση των διαφορετικών εκδοχών της EDIP
4.3.1	Τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος
4.3.2	Παραδοχές
4.3.3	Αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις οικολογικές επιπτώσεις
4.3.3.1	Φαινόμενο του θερμοκηπίου
4.3.3.2	Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος
4.3.3.3	Δημιουργία φωτοχημικού νέφους
4.3.3.4	Ευτροφισμός
4.3.3.5	Χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων
4.3.3.6	Χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους
4.3.3.7	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα
4.3.3.8	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων
4.3.3.9	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους
4.3.3.10	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον
4.4	Βελτιωτικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας και εφαρμογή τους στη μέθοδο EDIP 2003
4.4.1	Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας
4.4.2	Μέθοδοι κατάταξης
4.4.3	Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας στη μέθοδο EDIP 2003 με τη χρήση συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων
4.4.3.1	Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων
4.4.3.2	Εφαρμογή μεθόδων κατάταξης για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων

4.4.3.3	Υπολογισμός συγκεντρωτικών δεικτών για την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος και τη διάθεσή τους στο περιβάλλον - Σύγκριση των αποτελεσμάτων
4.5	Θεωρητικές προσεγγίσεις για το στάδιο της Ερμηνείας
4.5.1	Ο κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας
4.5.1.1	Αναθεώρηση του στόχου της μελέτης
4.5.1.2	Επιλογή των σημαντικών διαδικασιών
4.5.1.3	Ποιότητα των δεδομένων
4.5.1.4	Αναλυτική Απογραφή
4.5.1.5	Εκτίμηση Επιπτώσεων
4.5.2	Η εφαρμογή τεχνικών Συνεργατικής Λήψης Αποφάσεων
4.5.3	Η συνεισφορά του σταδίου της Ερμηνείας στην περιβαλλοντική ανάλυση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων
4.5.3.1	Εμβάθυνση της γνώσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα
4.5.3.2	Αναγνώριση καθοριστικών σημείων και ανάπτυξη της Συνοπτικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής
4.5.3.3	Αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης
4.5.3.4	Ένα μοντέλο αποφάσεων για την ιεράρχηση ενεργειών
4.5.3.5	Εξαγωγή συμπερασμάτων
4.6	Σύνοψη

4.1 Εισαγωγή

Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3, ενώ η ΑΚΖ έχει καταξιωθεί σε ερευνητικούς και επιχειρησιακούς κύκλους, υπάρχουν διάφορα ανοιχτά μεθοδολογικά ζητήματα, τα οποία αντιμετωπίζονται από διαφορετικές οπτικές. Ένα από τα πλέον σημαντικά ζητήματα είναι η Εκτίμηση Επιπτώσεων και η επιλογή της αντίστοιχης μεθόδου, ώστε να γίνει η αντιστοίχιση των αποτελεσμάτων της Αναλυτικής Απογραφής σε δεδομένες κατηγορίες επιπτώσεων. Επιπλέον, δεν έχει προταθεί μέχρι τώρα κάποιο ολοκληρωμένο πλαίσιο εργασίας για το στάδιο της Ερμηνείας.

Είναι γεγονός ότι η διαθέσιμη γνώση για τα περιβαλλοντικά ζητήματα ανανεώνεται και εμπλουτίζεται από τις ερευνητικές προσπάθειες σε διάφορα ερευνητικά πεδία. Η ΑΚΖ δεν είναι μία τεχνική που στηρίζεται αποκλειστικά σε καθολικής και διαχρονικής ισχύος δεδομένα. Ναι μεν 1 Kg CO₂ τώρα θα είναι 1 Kg CO₂ και σε εκατό και σε χίλια χρόνια, αλλά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που του αποδίδονται υπόκεινται σε αλλαγές, τόσο αναφορικά με το είδος τους, όσο και με την έκτασή τους. Υπό αυτό το πρίσμα, η αναβάθμιση και επικαιροποίηση των μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων είναι απαραίτητη για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της ΑΚΖ και την αξιοποίηση των ευρημάτων της.

Από τις διάφορες μεθόδους που έχουν προταθεί, οι μέθοδοι Eco-Indicator, CML και EDIP ανήκουν στην κατηγορία αυτών που επικαιροποιούνται, με αποτέλεσμα να καταξιώνονται και να βελτιώνεται η αναγνωρισιμότητά τους. Στη συνέχεια του Κεφαλαίου επιχειρείται η ανάλυση της μεθόδου EDIP και η εφαρμογή των διαφορετικών εκδοχών της στα ίδια συστήματα προϊόντος με σκοπό τη σύγκριση τους και τη συναγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με το πώς επηρεάζονται οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, εξετάζονται πολυκριτηριακές προσεγγίσεις για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων, ώστε να υποστηρίζεται η λήψη αποφάσεων. Τέλος, παρουσιάζεται μία ποιοτική προσέγγιση και αναπτύσσονται μοντέλα με τη χρήση της Επιχειρησιακής Έρευνας για το στάδιο της Ερμηνείας, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη και την περιβαλλοντική διάσταση.

4.2 Η εξέλιξη της μεθόδου EDIP

Η μέθοδος EDIP ξεκίνησε να αναπτύσσεται στα μέσα της δεκαετίας του '90 στο Institute for Product Development του Technical University of Denmark, υπό την αιγίδα της Δανέζικης Υπηρεσίας Περιβαλλοντικής Προστασίας [104, 286] και τα βασικά χαρακτηριστικά της παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 3.5. Περιλαμβάνει όλα τα υποχρεωτικά και προαιρετικά βήματα που υποδεικνύονται από το ΔΟΤ [136] (βλ. Παράγραφο 3.5.3). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το ότι ευθυγραμμίζεται με τις υποδείξεις της SETAC, την έχουν καταστήσει μία από τις πλέον καταξιωμένες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων της AKZ. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί, ότι παρόλο που κατά την εξέλιξη της μεθόδου χρησιμοποιείται η στάθμιση με βάση την προσέγγιση της απόστασης από το στόχο, οι δημιουργοί της EDIP δεν προτείνουν τον υπολογισμό κάποιου συγκεντρωτικού δείκτη.

Στη μέθοδο EDIP εξετάζονται τρεις κύριες κατηγορίες επιπτώσεων, κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει υποκατηγορίες:

- οικολογικές επιπτώσεις
 - ❖ φαινόμενο του θερμοκηπίου
 - ❖ εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα
 - ❖ δημιουργία όξινου περιβάλλοντος
 - ❖ δημιουργία φωτοχημικού νέφους
 - ❖ ευτροφισμός
 - ❖ *οξεία οικοτοξικότητα υδάτων (ecotoxicity water acute)*
 - ❖ *χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (ecotoxicity water chronic)*
 - ❖ *χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (ecotoxicity soil chronic)*
 - ❖ τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα
 - ❖ τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων
 - ❖ τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους
- εξάντληση φυσικών πόρων
 - ❖ μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι
 - ❖ ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι

- επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας
 - ❖ καρκινογένεση
 - ❖ βλάβες στο σύστημα αναπαραγωγής
 - ❖ αλλεργικά συμπτώματα
 - ❖ βλάβες στο νευρικό σύστημα
 - ❖ εξασθένηση της ακοής
 - ❖ μυοσκελετικά ατυχήματα
 - ❖ τυχαία ατυχήματα.

Η EDIP 97 αποτέλεσε την πρώτη εκδοχή της μεθόδου, όπου πέρα από το πλαίσιο εργασίας της, παρουσιάστηκαν τα δεδομένα για το χαρακτηρισμό, την κανονικοποίηση, την ομαδοποίηση και τη στάθμιση των υποκατηγοριών επιπτώσεων. Στην αναβάθμιση της μεθόδου με πιο σύγχρονα δεδομένα (EDIP 97 (urp)) επαναπροσδιορίστηκαν οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιούνται για την κανονικοποίηση των οικολογικών επιπτώσεων (βλ. Σχέση 3.2, Υποπαραγράφος 3.5.3.2), καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές βαρύτητας [244]. Καμία τροποποίηση δεν έγινε αναφορικά με τις υπόλοιπες κύριες κατηγορίες επιπτώσεων, αλλά και στο πλαίσιο εργασίας της μεθόδου.

Παράλληλα με την επικαιροποίηση των δεδομένων της EDIP 97, οι ερευνητές του Technical University of Denmark εργάστηκαν για τη συνολική εξέλιξη και αναβάθμιση της μεθόδου. Αποτέλεσμα των ερευνητικών αυτών προσπαθειών ήταν η μέθοδος EDIP 2003 [105], στην οποία πάλι όποιες τροποποιήσεις έχουν γίνει αφορούν μόνο την κατηγορία των οικολογικών επιπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι αλλαγές συνοψίζονται στα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης, ενώ για τη στάθμιση προτείνεται η χρήση των συντελεστών βαρύτητας της EDIP 97 (urp). Αυτή τη φορά οι αλλαγές αφορούσαν και το πλαίσιο εργασίας για ορισμένες υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων και θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα στις επόμενες Ενότητες. Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι συντομογραφίες των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων που θα χρησιμοποιηθούν για τους Πίνακες και τα Διαγράμματα στη συνέχεια της διατριβής.

φαινόμενο του θερμοκηπίου	GLW
εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα	SOD
δημιουργία όξινου περιβάλλοντος	ACF
δημιουργία φωτοχημικού νέφους	POF
ευτροφισμός	EUT
οξεία οικοτοξικότητα υδάτων	EWA
χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων	EWC
χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους	ESC
τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα	HTA
τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων	HTW
τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους	HTS

Πίνακας 4.1

Οι συντομογραφίες των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων

4.2.1 Ομοιότητες EDIP 97 - EDIP 2003

Η EDIP 97 και η EDIP 2003 παρουσιάζουν τις εξής ομοιότητες [105]:

- Βρίσκονται σε συμφωνία με τις υποδείξεις του ΔΟΤ και της SETAC.
- Ακολουθούν τα ίδια βήματα για την Εκτίμηση Επιπτώσεων.
- Περιλαμβάνουν τις ίδιες κύριες κατηγορίες επιπτώσεων.
- Έχουν ακριβώς την ίδια αντιμετώπιση στην εξάντληση φυσικών πόρων και στις επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας.
- Σε ό,τι αφορά τις οικολογικές επιπτώσεις, περιλαμβάνουν τις ίδιες υποκατηγορίες, αν και στην EDIP 2003 ορισμένες υποκατηγορίες αναλύονται σε περαιτέρω υπο-υποκατηγορίες.
- Έχουν ακριβώς την ίδια αντιμετώπιση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα.
- Έχουν τους ίδιους γεωγραφικούς στόχους.
- Χρησιμοποιούν τη βαρυτική προσέγγιση της απόστασης από το στόχο.
- Δίνουν τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης στην ίδια μονάδα μέτρησης (*ισοδύναμες εκπομπές/άτομο/έτος (Person-equivalent - PE)*), που εκφράζει τη συνεισφορά ανά άτομο για τη χρονική περίοδο ενός έτους για κάθε υποκατηγορία οικολογικών επιπτώσεων. Η συγκεκριμένη μονάδα στόχο έχει να διασφαλίσει ότι οι κανονικοποιημένες τιμές υπολογίζονται με βάση μια κοινή κλίμακα για όλες τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων, ανεξάρτητα από

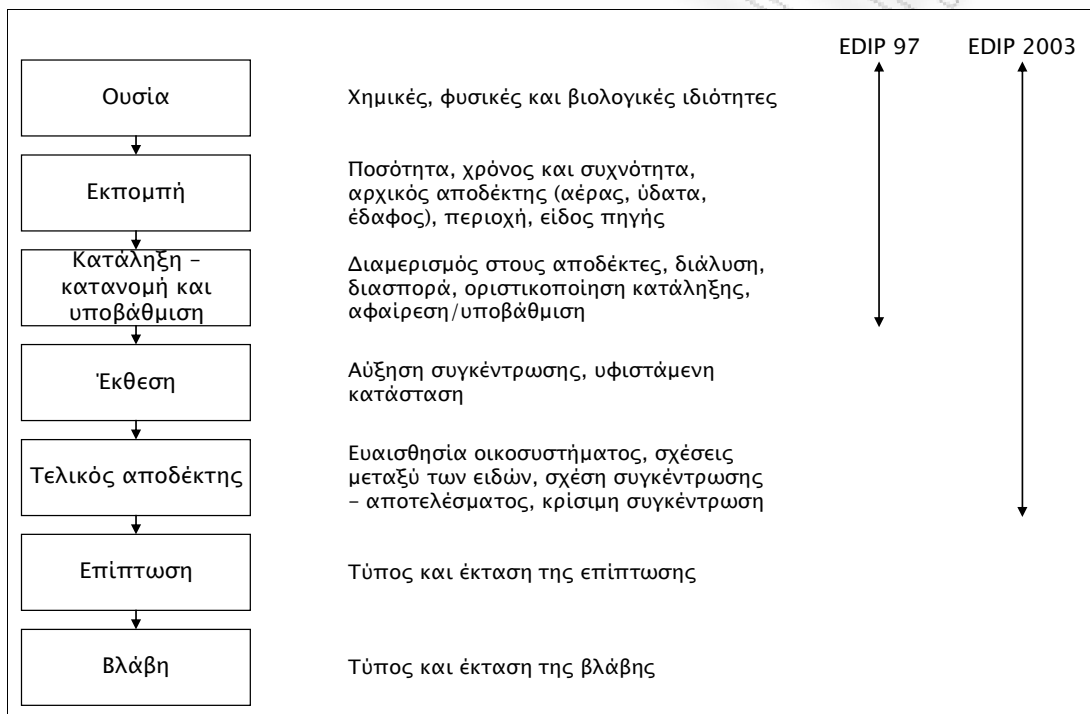
το αν αφορούν παγκόσμιες, περιφερειακές ή τοπικές επιπτώσεις. Λόγω του ότι οι συντελεστές βαρύτητας είναι αδιάστατοι, κοινή είναι και η μονάδα των σταθμισμένων τιμών, οι οποίες εκφράζονται σε 'σταθμισμένες ισοδύναμες εκπομπές/άτομο/έτος' (*weighted person-equivalent - weighted PE*).

4.2.2 Διαφορές EDIP 97 - EDIP 2003

Η EDIP 97 και η EDIP 2003 παρουσιάζουν τις εξής διαφορές [105]:

- Η EDIP 2003 έχει πιο σύγχρονα δεδομένα από την EDIP 97 αναφορικά με τις οικολογικές επιπτώσεις.
- Η EDIP 2003 παρουσιάζει σημαντικές βελτιώσεις στη μοντελοποίηση της δημιουργίας όξινου περιβάλλοντος και της δημιουργίας φωτοχημικού νέφους.
- Η μοντελοποίηση του βήματος του χαρακτηρισμού στην EDIP 2003 γίνεται σε πιο προχωρημένο στάδιο της *αλυσίδας αιτιότητας (causality chain)* (βλ. Σχήμα 4.1). Πιο συγκεκριμένα, για το βήμα του χαρακτηρισμού στην EDIP 97, οι ισοδύναμες παράμετροι (βλ. Υποπαράγραφο 3.5.3.1) στηρίζονται κυρίως στη γνώση των ιδιοτήτων των εκπεμπόμενων ουσιών και στο διαμερισμό τους στους αρχικούς αποδέκτες, ενώ στην EDIP 2003, σε ορισμένες υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων, προκύπτουν με βάση τη διασπορά, την κατανομή τους, καθώς και την έκθεση σε αυτές του τελικού αποδέκτη (αέρας, ύδατα, έδαφος).
- Ενώ στην EDIP 97 ο χαρακτηρισμός και η κανονικοποίηση γίνονται ανεξάρτητα του γεωγραφικού σημείου όπου λαμβάνουν χώρα οι αναλυόμενες διαδικασίες (*γενική μορφή (site-generic modeling)*), η EDIP 2003 παρέχει, επιπλέον, τη δυνατότητα της *χωρικής διαφοροποίησης (spatial differentiation)*, όπου οι διαδικασίες αναλύονται με τη χρήση δεδομένων για τον τόπο όπου εξελίσσονται, είτε σε επίπεδο ακτίνας 150 - 500 Km (*μορφή εξαρτώμενη από την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή (site-dependant modeling)*), ή σε πολύ λεπτομερές επίπεδο (*λεπτομερής μορφή (site-specific modeling)*). Ωστόσο, υπό την έλλειψη αξιόπιστων δεδομένων, παρέχονται και σχετικά δεδομένα για την εφαρμογή της γενικής μορφής.
- Ως αποτέλεσμα της παραπάνω διαφοράς, η EDIP 2003 παρέχει βελτιωμένες δυνατότητες για την Ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

- Οι συντελεστές βαρύτητας που χρησιμοποιούνται στην EDIP 2003, που ουσιαστικά είναι οι ίδιοι με της EDIP 97 (upd), έχουν προκύψει εφαρμόζοντας την προσέγγιση της απόστασης από το στόχο για διαφορετικές γεωγραφικές εκτάσεις (παγκόσμια, EU-15, Δανία), σε αντίθεση με αυτούς της EDIP 97 που αναφέρονταν μόνο σε παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, οι δημιουργοί της EDIP προτείνουν τη χρήση των ‘παγκόσμιων’ συντελεστών βαρύτητας για τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων που έχουν παγκόσμια επίδραση και τη χρήση των ‘EU-15’ συντελεστών βαρύτητας για τις υποκατηγορίες με περιφερειακή ή τοπική επίδραση.



Σχήμα 4.1

Η αλυσίδα αιτιότητας και τα στάδια που καλύπτουν οι εκδοχές της EDIP

4.3 Σύγκριση των οικολογικών επιπτώσεων της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον με τη χρήση των διαφορετικών εκδοχών της EDIP

Στις επόμενες Παραγράφους εφαρμόζονται οι τρεις εκδοχές της μεθόδου EDIP για τη σύγκριση των ίδιων συστημάτων προϊόντος, προκειμένου να αναδειχθούν οι διαφορές τους, ως αποτέλεσμα αλλαγής στην προσέγγιση της μοντελοποίησης που

ακολουθείται (χαρακτηρισμός) και των παραμέτρων που σχετίζονται ευρύτερα με τη λήψη απόφασης (κανονικοποίηση και στάθμιση).

4.3.1 Τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος

Τα συστήματα προϊόντος που επιλέχθηκαν για τη σύγκριση των τριών εκδοχών της EDIP είναι η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα μπαταριών μολύβδου-οξέος και η διάθεσή τους στο περιβάλλον, όπως παρουσιάστηκαν από το Δανιήλ [296], κατόπιν κατάλληλων προσαρμογών στη λειτουργική μονάδα. Πιο συγκεκριμένα στη διατριβή του Δανιήλ επιλέχτηκε ως λειτουργική μονάδα 'η παραγωγή ενός τόνου δευτερογενούς μολύβδου' η οποία, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, αναπροσαρμόστηκε σε 'ετήσια παραγωγή δευτερογενούς μολύβδου' (εν προκειμένω 7.200 τόνων) για να αναδειχθεί ο ρόλος της ΑΚΖ στη στρατηγική λήψη αποφάσεων αλλά και για να περιλαμβάνεται η χρονική διάσταση στη λειτουργική μονάδα.

Η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών περιλαμβάνει τα στάδια της συλλογής, διαχωρισμού και παραγωγής δευτερογενούς μολύβδου (που ανήκουν στο γενικότερο στάδιο της επεξεργασίας) και, τέλος, το στάδιο της διανομής. Η διάθεση στο περιβάλλον περιλαμβάνει τα στάδια της συλλογής και διάθεσης σε ΧΥΤΑ. Για λόγους συντομίας, στους Πίνακες και τα Διαγράμματα που ακολουθούν χρησιμοποιείται η συντομογραφία (RC) για την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα μπαταριών μολύβδου-οξέος και η συντομογραφία (DP) για τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.

Τα αναπροσαρμοσμένα αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής για τις εκπομπές που έχουν συνεισφορά στις οικολογικές επιπτώσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

	(RC)	(DP)
Kg/ετήσια παραγωγή δευτερογενούς μολύβδου		
Αέριες εκπομπές		
CO ₂ (a)	7,85E+06	7,20E+00
CO (a)	3,21E+04	9,67E+04
HC (a)	1,12E+02	7,20E-03
HCHO (a)	7,46E+01	7,20E-03
SO ₂ (a)	2,87E+04	7,20E-03
NO _x (a)	3,88E+04	4,47E+04
VOC (a)	1,34E+04	1,41E+04
Pb (a)	2,52E+03	7,20E-03
Απόβλητα σε ύδατα		
H ₂ SO ₄ (w)	0,00E+00	4,11E+06
Απόβλητα στο έδαφος		
Pb (s)	2,40E+05	1,32E+07

Πίνακας 4.2

Τα αναπροσαρμοσμένα αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής των ουσιών που συνεισφέρουν στις οικολογικές επιπτώσεις

4.3.2 Παραδοχές

Η εφαρμογή των εκδοχών της μεθόδου EDIP για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με την αλυσίδα διάθεσής τους στο περιβάλλον πραγματοποιήθηκε κάτω από τις ακόλουθες παραδοχές:

- Εφαρμόστηκε η γενική μορφή της EDIP 2003, διότι δε διατίθενται δεδομένα για την εφαρμογή της μορφής που ορίζεται από την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή ή της λεπτομερούς μορφής.
- Οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων των περιφερειακών και των τοπικών οικολογικών επιπτώσεων στην EDIP 97 (upd) και οι αντίστοιχοι συντελεστές βαρύτητας αναφέρονται στα 15 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU-15). Τις τιμές αυτές συνιστούν οι δημιουργοί της μεθόδου.
- Για τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων 'τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων και μέσω εδάφους' της EDIP 2003 χρησιμοποιήθηκε η ίδια ακριβώς προσέγγιση με αυτή της EDIP 97 (upd), με δεδομένο ότι κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής δεν υπήρχαν σχετικές υποδείξεις από τους δημιουργούς της EDIP. Το ίδιο ισχύει για τις τιμές

αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων των υποκατηγοριών 'χρόνιας οικοτοξικότητας υδάτων και εδάφους'.

- Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για το χαρακτηρισμό και οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων των υπόλοιπων περιφερειακών και των τοπικών οικολογικών επιπτώσεων στην EDIP 2003 είναι μέσες Ευρωπαϊκές τιμές, εκτός από αυτές της 'δημιουργίας όξινου περιβάλλοντος' και του 'επίγειου ευτροφισμού' που αναφέρονται στην EU-15 με την προσθήκη της Νορβηγίας και της Ελβετίας.
- Για τη στάθμιση στην EDIP 2003 χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι συντελεστές βαρύτητας με αυτούς της EDIP 97 (upd), όπως συνιστούν οι δημιουργοί της. Οι συντελεστές βαρύτητας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

	EDIP 97		EDIP 97 (upd) – EDIP 2003	
	έτος αναφοράς	έτος στόχος	έτος αναφοράς	έτος στόχος
	1990	2000	1994	2004
	Συντελεστές βαρύτητας	Γεωγραφικός στόχος	Συντελεστές βαρύτητας	Γεωγραφικός στόχος
GLW	1,30	Παγκόσμια	1,13	Παγκόσμια
SOD	23,00		2,46	
ACF	1,30		1,27	EU-15
POF	1,20		1,33	
EUT	1,20		1,22	
EWA	2,60		1,11	
EWC	2,60		1,18	
ESC	1,90		1,00	
HTA	1,10		1,06	
HTW	2,90		1,30	
HTS	2,70		1,23	

Πίνακας 4.3

EDIP 97 – EDIP 97 (upd) – EDIP 2003: Οι τιμές και τα χαρακτηριστικά των συντελεστών βαρύτητας

4.3.3 Αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις οικολογικές επιπτώσεις

Στις επόμενες Υποπαραγράφους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των οικολογικών επιπτώσεων της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος με αυτές της διάθεσής τους στο περιβάλλον, με τη χρήση των τριών εκδοχών της μεθόδου EDIP. Σημειώνεται ότι κανένα από τα υπό

εξέταση συστήματα προϊόντος δεν έχει συνεισφορά στην εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα και στην οξεία οικοτοξικότητα υδάτων [296].

Στις περιπτώσεις της EDIP 97 και της EDIP 97 (urp), για το χαρακτηρισμό και την κανονικοποίηση, αντίστοιχα, εφαρμόζονται οι σχέσεις 3.1 και 3.2 (βλ. Υποπαραγράφους 3.5.3.1 και 3.5.3.2) για όλες τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων. Οι ισοδύναμες παράμετροι εκφράζουν είτε την αντιστοιχία της εκπομπής με τον όγκο αέρα, υδάτων και εδάφους που απαιτούνται για απορροφήσουν το φαινόμενο (τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και οικοτοξικότητα) ή τις ποσότητες ορισμένων 'πρότυπων' ουσιών που έχουν ίδια επίπτωση (υπόλοιπες υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων). Για την περίπτωση της EDIP 2003, ενώ η μαθηματική λογική της κανονικοποίησης είναι ίδια, το βήμα του χαρακτηρισμού πραγματοποιείται σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας. Διαφέρει ανάλογα με την υποκατηγορία και παρουσιάζεται σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Στο βήμα της στάθμισης ακολουθείται η ίδια λογική σε όλες τις εκδοχές της EDIP, καθώς οι κανονικοποιημένες τιμές απλά πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας.

Για λόγους συνέχειας, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τον ίδιο τρόπο για όλες τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων. Αρχικά παρατίθεται ο Πίνακας με τα αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (urp) και στη συνέχεια ο Πίνακας με τα αποτελέσματα της EDIP 2003. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το συγκεντρωτικό Διάγραμμα σύγκρισης των τριών εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος. Ακολουθεί το Διάγραμμα όπου παρουσιάζεται η σχετική σημασία RPS_j των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος με βάση τις σχέσεις:

$$RPS_{(RC)j} = \frac{V_{(RC)j}}{V_{(RC)j} + V_{(DP)j}} \text{ και } RPS_{(DP)j} = \frac{V_{(DP)j}}{V_{(RC)j} + V_{(DP)j}}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4.1)$$

όπου:

$V_{(RC)j}$ και $V_{(DP)j}$ οι σταθμισμένες τιμές των υποκατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων j των συστημάτων προϊόντος (RC) και (DP) αντίστοιχα.

Η EDIP 97 και η EDIP 97 (upd) δίνουν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα, τα οποία συγκρίνονται από κοινού με αυτά της EDIP 2003. Υπάρχουν, ωστόσο, υποκατηγορίες όπου δε σημειώνεται κάποια μεταβολή στα αποτελέσματα της EDIP 2003. Σε αυτή την περίπτωση, το Διάγραμμα αποτυπώνει τη σχετική σημασία των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος για όλες τις εκδοχές της EDIP. Στο επόμενο Διάγραμμα για κάθε υποκατηγορία οικολογικών επιπτώσεων παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος CON_{ij} και $w-CON_{ij}$, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης (Σχέσεις 4.2, 4.4 και 4.6) και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης (Σχέσεις 4.3, 4.5 και 4.7):

$$CON_{(97)ij} = \frac{f_{(97)ij}}{c_{(97)j}^*} \quad (4.2)$$

$$w-CON_{(97)ij} = w_{(97)j} \cdot CON_{(97)ij} \quad (4.3)$$

$$CON_{(97upd)ij} = \frac{f_{(97)ij}}{c_{(97upd)j}^*} \quad (4.4)$$

$$w-CON_{(97upd)ij} = w_{(97upd)j} \cdot CON_{(97upd)ij} \quad (4.5)$$

$$CON_{(2003)ij} = \frac{L_{(2003)ij}}{c_{(2003)j}^*} \quad (4.6)$$

$$w-CON_{(2003)ij} = w_{(97upd)j} \cdot CON_{(2003)ij} \quad (4.7)$$

όπου:

$f_{(97)ij}$ η ισοδύναμη παράμετρος της ουσίας i για την υποκατηγορία οικολογικών επιπτώσεων j (εφαρμογή στις EDIP 97 και EDIP 97 (upd))

$L_{(2003)ij}$ η παράσταση που πολλαπλασιάζεται με την εκπομπή της ουσίας i , ώστε να προκύψουν τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού της υποκατηγορίας οικολογικών επιπτώσεων j στη μέθοδο EDIP 2003

$c_{(97)j}^*$, $c_{(97upd)j}^*$, $c_{(2003)j}^*$ οι τιμές αναφοράς για την κανονικοποίηση της υποκατηγορίας οικολογικών επιπτώσεων j για τις εκδοχές EDIP 97, EDIP 97 (upd) και EDIP 2003 αντίστοιχα

$W_{(97)j}$, $W_{(97upd)j}$, $W_{(2003)j}$ οι συντελεστές βαρύτητας της υποκατηγορίας οικολογικών επιπτώσεων j για τις εκδοχές EDIP 97, EDIP 97 (upd) και EDIP 2003 αντίστοιχα.

Σημείωση: Στην EDIP 2003, για τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων ‘φαινόμενο του θερμοκηπίου’ και ‘δημιουργία όξινου περιβάλλοντος’ ο χαρακτηρισμός δε διαφέρει από άποψη μοντελοποίησης σε σχέση με τις EDIP 97 και EDIP 97 (upd). Συνεπώς, οι παραστάσεις $L_{(2003)i(GLW)}$ και $L_{(2003)i(ACF)}$ ταυτίζονται με τις ισοδύναμες παραμέτρους $f_{(2003)i(GLW)}$ και $f_{(2003)i(ACF)}$ αντίστοιχα.

Ουσιαστικά, στο εν λόγω διάγραμμα πραγματοποιείται εκτίμηση της επίπτωσης 1 Kg ουσίας σε κάθε μία από τις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων. Μεταξύ EDIP 97 και EDIP 97 (upd), οι αλλαγές οφείλονται αποκλειστικά στις αλλαγές στην τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση και τους συντελεστές βαρύτητας, καθώς δεν υπάρχουν αλλαγές στις ισοδύναμες παραμέτρους των ουσιών. Στο τελευταίο Διάγραμμα για κάθε υποκατηγορία οικολογικών επιπτώσεων παρουσιάζεται η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, όπως αυτή προκύπτει από το στάδιο του χαρακτηρισμού. Προφανώς η κανονικοποίηση και η στάθμιση δεν επηρεάζουν τη σχετική σημασία των ουσιών. Τα συγκεκριμένα Διαγράμματα έχουν εφαρμογή στις υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων όπου συμμετέχουν τουλάχιστο δύο ουσίες.

4.3.3.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για το φαινόμενο του θερμοκηπίου παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.4 και 4.5. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, ο χαρακτηρισμός γίνεται με τον ίδιο τρόπο, όπως στις άλλες δύο εκδοχές της EDIP. Οι τιμές αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) είναι ίδιες, ενώ ο συντελεστής βαρύτητας της EDIP 97 (upd) είναι μειωμένος σε σχέση με αυτόν της EDIP 97. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 2003 είναι μειωμένη σε σχέση με τις άλλες δύο εκδοχές της EDIP.

GLW		$f_{(97)(GLW)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	CO ₂ (a)	1	7,85E+06	7,20E+00
	CO (a)	2	6,42E+04	1,93E+05
	HC (a)	3	3,35E+02	2,16E-02
	HCHO (a)	2	1,49E+02	1,44E-02
	VOC (a)	3	4,03E+04	4,24E+04
$f_{(97)(GLW)}$: Kg CO ₂ -eq/Kg emitted gas		Σύνολα	7,95E+06	2,36E+05
$c_{(GLW)}$: Kg CO ₂ -eq/capita/yr				
EDIP 97	$c_{(97)(GLW)}$		8700	
	Κανονικοποίηση		9,14E+02	2,71E+01
	$W_{(97)(GLW)}$		1,30	
	Στάθμιση		1,19E+03	3,52E+01
EDIP 97 (upd)	$c_{(97upd)(GLW)}$		8700	
	Κανονικοποίηση		9,14E+02	2,71E+01
	$W_{(97upd)(GLW)}$		1,13	
	Στάθμιση		1,03E+03	3,06E+01

Πίνακας 4.4

Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)

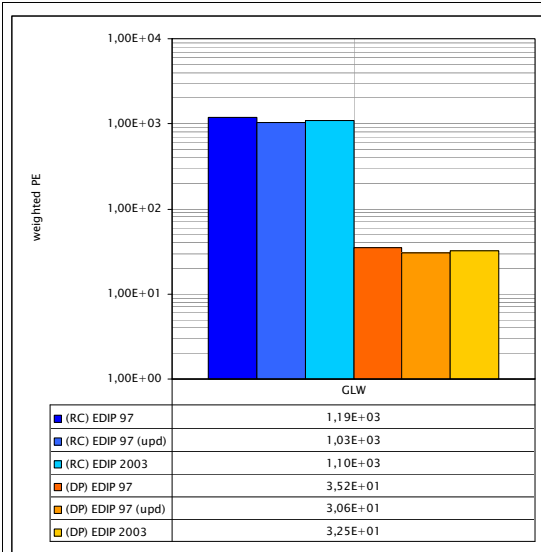
GLW		$f_{(2003)(GLW)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	CO ₂ (a)	1	7,85E+06	7,20E+00
	CO (a)	2	6,42E+04	1,93E+05
	HC (a)	3	3,35E+02	2,16E-02
	HCHO (a)	2	1,49E+02	1,44E-02
	VOC (a)	3	4,03E+04	4,24E+04
$f_{(2003)(GLW)}$: Kg CO ₂ -eq/Kg emitted gas		Σύνολα	7,95E+06	2,36E+05
$c_{(GLW)}$: Kg CO ₂ -eq/capita/yr				
EDIP 2003	$c_{(2003)(GLW)}$		8200	
	Κανονικοποίηση		9,70E+02	2,88E+01
	$W_{(2003)(GLW)}$		1,13	
	Στάθμιση		1,10E+03	3,25E+01

Πίνακας 4.5

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)

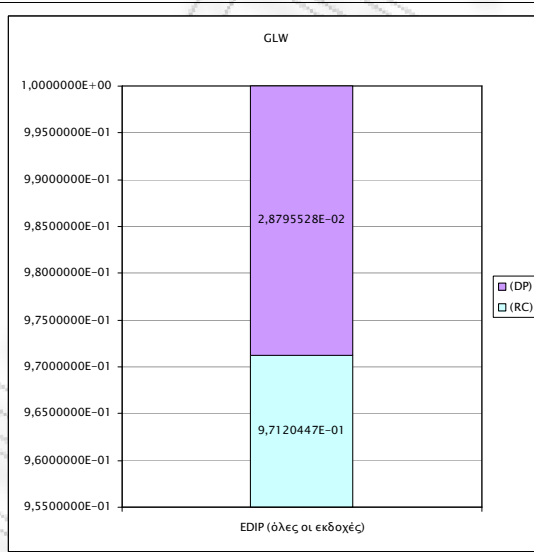
Στο Διάγραμμα 4.1 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι διαφορές μεταξύ των εκδοχών της EDIP είναι μικρές. Σε όλες τις περιπτώσεις, η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος παρουσιάζει συντριπτικά μεγαλύτερη συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.2. Με δεδομένο ότι δεν υπάρχουν αλλαγές στη μοντελοποίηση του χαρακτηρισμού μεταξύ των τριών εκδοχών, η σχετική σημασία των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος παραμένει αμετάβλητη. Στο Διάγραμμα 4.3 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του

χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Αυτές οφείλονται αποκλειστικά στις αλλαγές στην τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση και τους συντελεστές βαρύτητας, καθώς δεν υπάρχουν αλλαγές στις ισοδύναμες παραμέτρους των ουσιών. Η σχετική σημασία των ουσιών δεν αλλάζει, καθώς δεν έχουν μεταβληθεί οι ισοδύναμες παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο χαρακτηρισμό.



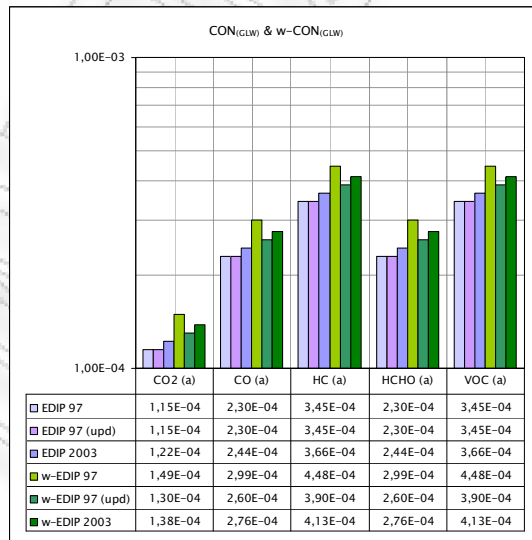
Διάγραμμα 4.1

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.2

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - φαινόμενο του θερμοκηπίου



Διάγραμμα 4.3

Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP

4.3.3.2 Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.6 και 4.7. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι εμφανώς μικρότερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ παρατηρείται και μικρή μείωση του συντελεστή βαρύτητας. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, ενώ ο χαρακτηρισμός γίνεται από μαθηματικής άποψης όπως και στις άλλες δύο εκδοχές της EDIP, η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκταση του οικοσυστήματος που τίθεται σε κίνδυνο, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας.

ACF		$f_{(97)(ACF)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	SO ₂ (a)	1	2,87E+04	7,20E-03
	NO _x (a)	0,7	2,71E+04	3,13E+04
Εκπομπές σε ύδατα				
	H ₂ SO ₄ (w)	0,65	0,00E+00	2,67E+06
$f_{(97)(ACF)}$:	Kg SO ₂ -eq/Kg emitted substance	Σύνολα	5,58E+04	2,71E+06
$c^*_{(ACF)}$:	Kg SO ₂ -eq/capita/yr			
EDIP 97	$c^*_{(97)(ACF)}$	124		
	Κανονικοποίηση	4,50E+02	2,18E+04	
	$w_{(97)(ACF)}$	1,30		
	Στάθμιση	5,85E+02	2,84E+04	
EDIP 97 (upd)	$c^*_{(97upd)(ACF)}$	74		
	Κανονικοποίηση	7,55E+02	3,66E+04	
	$w_{(97upd)(ACF)}$	1,27		
	Στάθμιση	9,58E+02	4,64E+04	

Πίνακας 4.6

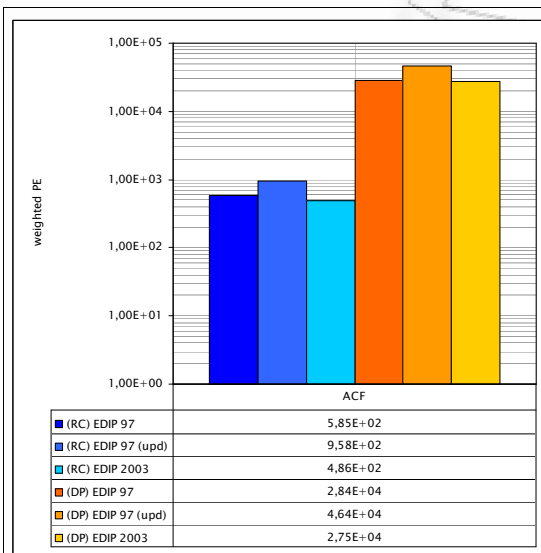
Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)

ACF		$f_{(2003)(ACF)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	SO ₂ (a)	17,7	5,08E+05	1,27E-01
	NO _x (a)	8,6	3,33E+05	3,85E+05
Εκπομπές σε ύδατα				
	H ₂ SO ₄ (w)	11,5	0,00E+00	4,73E+07
$f_{(2003)(ACF)}$:	m ² unprotected ecosystem/Kg emitted substance	Σύνολα	8,41E+05	4,77E+07
$c^*_{(ACF)}$:	m ² /capita/yr			
	$c^*_{(2003)(ACF)}$	2200		
	Κανονικοποίηση	3,82E+02	2,17E+04	
	$w_{(2003)(ACF)}$	1,27		
	Στάθμιση	4,86E+02	2,75E+04	

Πίνακας 4.7

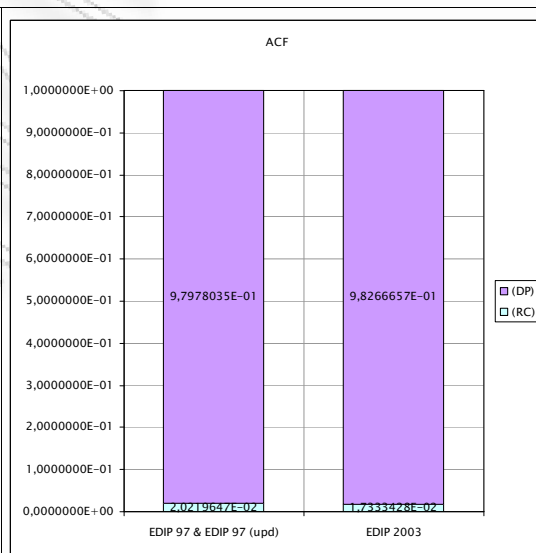
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)

Στο Διάγραμμα 4.4 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται, κυρίως, στη μείωση της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 είναι πιο κοντά σε αυτά της EDIP 97. Σε όλες τις περιπτώσεις, η διάθεση των μπαταριών μολύβδου-οξέος στο περιβάλλον παρουσιάζει μεγαλύτερη συνεισφορά στη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.5. Στην περίπτωση της EDIP 2003 η σχετική σημασία της διάθεσης στο περιβάλλον παρουσιάζει μικρή αύξηση σε σχέση με τις άλλες εκδοχές της EDIP. Στο Διάγραμμα 4.6 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Στο Διάγραμμα 4.7 παρουσιάζεται η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος. Στην EDIP 2003 έχει αυξηθεί η σχετική σημασία του SO₂ (a) και του H₂SO₄ (w) και έχει μειωθεί αυτή των NO_x (a).



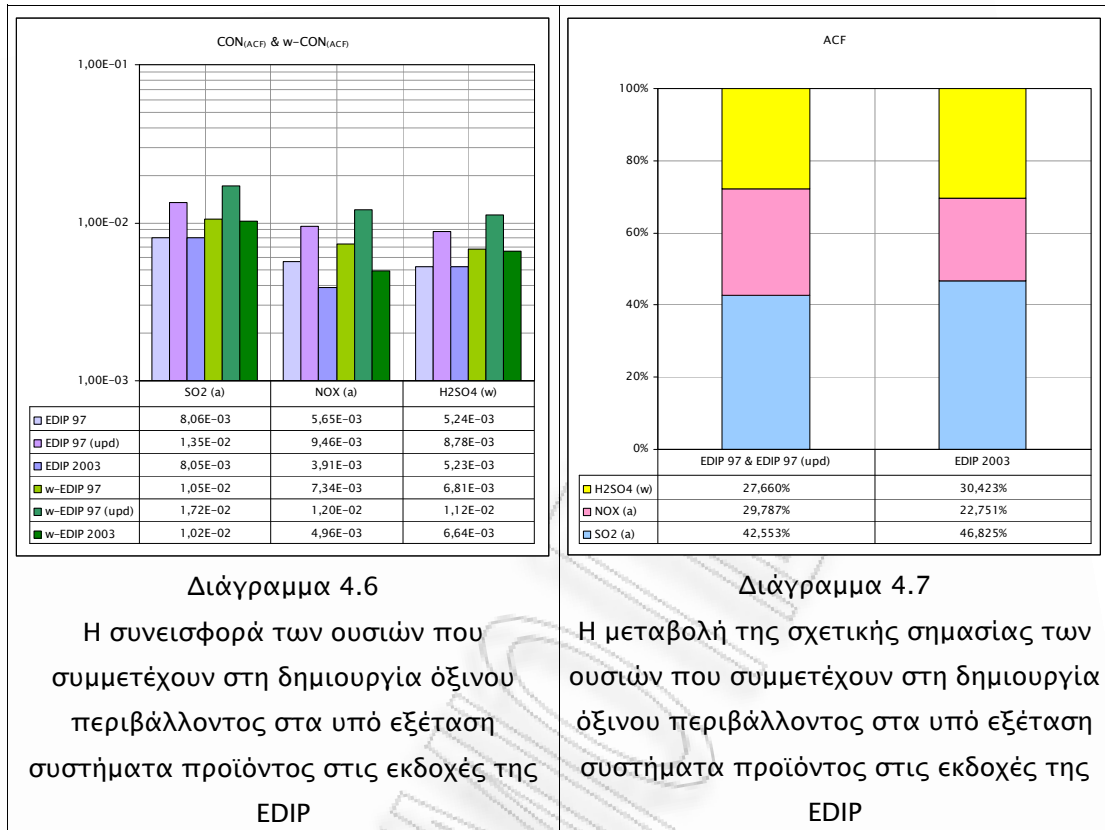
Διάγραμμα 4.4

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη δημιουργία όξινου περιβάλλοντος (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.5

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – δημιουργία όξινου περιβάλλοντος



4.3.3.3 Δημιουργία φωτοχημικού νέφους

Τα αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.8. Στην EDIP 2003 η δημιουργία φωτοχημικού νέφους αναλύεται σε δύο υπο-υποκατηγορίες: βλάστηση και ανθρώπινη υγεία, των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.9 και 4.10. Οι δημιουργοί της EDIP 2003 προτείνουν τον υπολογισμό της μέσης τιμής των δύο υπο-υποκατηγοριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.11. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ παρατηρείται και αύξηση του συντελεστή βαρύτητας. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, το βήμα του χαρακτηρισμού γίνεται με τη χρήση των παρακάτω σχέσεων:

$$m_{(POF-veg)} = f(POF-veg)_{NO_x} \cdot r_{NO_x} + f(POF-veg)_{CH_4} \cdot \eta_{CH_4} \cdot r_{CH_4} + f(POF-veg)_{VOC} \cdot \sum_s \eta_s \cdot r_s$$

$$m_{(POF-hum)} = f(POF-hum)_{NO_x} \cdot r_{NO_x} + f(POF-hum)_{CH_4} \cdot \eta_{CH_4} \cdot r_{CH_4} + f(POF-hum)_{VOC} \cdot \sum_s \eta_s \cdot r_s$$

όπου:

$m_{(POF-veg)}$ η επίπτωση της δημιουργίας φωτοχημικού νέφους στη βλάστηση εκφρασμένη σε έκθεση έκτασης πάνω από τα όρια ($m^2 \cdot ppm \cdot hr$)

$m_{(POF-hum)}$ η επίπτωση της δημιουργίας φωτοχημικού νέφους στην ανθρώπινη υγεία εκφρασμένη σε άτομα εκτιθέμενα πάνω από τα όρια ($capita \cdot ppm \cdot hr$)

$f(POF-veg)_i$ ο συντελεστής που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την επίπτωση στη βλάστηση ($m^2 \cdot ppm \cdot hr / kg$ εκπομπής)

$f(POF-hum)_i$ ο συντελεστής που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία ($capita \cdot ppm \cdot hr / Kg$ εκπομπής)

η_i ο συντελεστής που εκφράζει τη δυναμική συνεισφοράς της ουσίας i στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους σε σχέση με τη μέση Ευρωπαϊκή τιμή της αντίστοιχης δυναμικής των VOC (αδιάστατος)

r_i η εκπομπή της ουσίας i (Kg)

$s \in S$, όπου S το σύνολο των ουσιών που συμμετέχουν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, εκτός του CH_4 και των NO_x .

Η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκθεση της βλάστησης και του ανθρώπου στη συγκεκριμένη επίπτωση, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας.

POF		$f_{(97)(POF)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	CO (a)	0,03	9,62E+02	2,90E+03
	HC (a)	0,4	4,47E+01	2,88E-03
	HCHO (a)	0,4	2,98E+01	2,88E-03
$f_{(97)(POF)}$	Kg C ₂ H ₄ -eq/Kg emitted gas	Σύνολα	1,04E+03	2,90E+03
$c_{(POF)}$	Kg C ₂ H ₄ -eq/capita/yr			
EDIP 97	$c_{(97)(POF)}$		20	
	Κανονικοποίηση		5,18E+01	1,45E+02
	$W_{(97)(POF)}$		1,20	
	Στάθμιση		6,22E+01	1,74E+02
EDIP 97 (upd)	$c_{(97upd)(POF)}$		25	
	Κανονικοποίηση		4,15E+01	1,16E+02
	$W_{(97upd)(POF)}$		1,33	
	Στάθμιση		5,52E+01	1,54E+02

Πίνακας 4.8

Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (RC) vs (DP)

POF (βλάστηση)		$f_{(POF-veg)}$	η	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές					
	CO (a)	730	0,075	1,76E+06	5,29E+06
	HC (a)	730	1,5	1,22E+05	7,88E+00
	HCHO (a)	730	1,1	5,99E+04	5,78E+00
	NO _x (a)	1800	-	6,98E+07	8,05E+07
	VOC (a)	730	1	9,81E+06	1,03E+07
$f_{(POF-veg)}$:	m ² *ppm*hours/Kg emitted substance			Σύνολα	8,15E+07
η :	αδιάστατος				
C^* (POF-veg):	m ² *ppm*hours/capita/yr				
				C^* (2003)(POF-veg)	1,40E+05
				Κανονικοποίηση	5,82E+02
					6,87E+02

Πίνακας 4.9

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (βλάστηση) (RC) vs (DP)

POF (Ανθρώπινη υγεία)		$f_{(POF-hum)}$	η	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές					
	CO (a)	0,059	0,075	1,42E+02	4,28E+02
	HC (a)	0,059	1,5	9,88E+00	6,37E-04
	HCHO (a)	0,059	1,1	4,84E+00	4,67E-04
	NO _x (a)	0,12	-	4,65E+03	5,37E+03
	VOC (a)	0,059	1	7,93E+02	8,34E+02
$f_{(POF-hum)}$:	capita*ppm*hours/Kg emitted substance			Σύνολα	5,60E+03
η :	αδιάστατος				
C^* (POF-hum):	ppm*hours/yr				
				C^* (2003)(POF-hum)	10
				Κανονικοποίηση	5,60E+02
					6,63E+02

Πίνακας 4.10

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (ανθρώπινη υγεία) (RC) vs (DP)

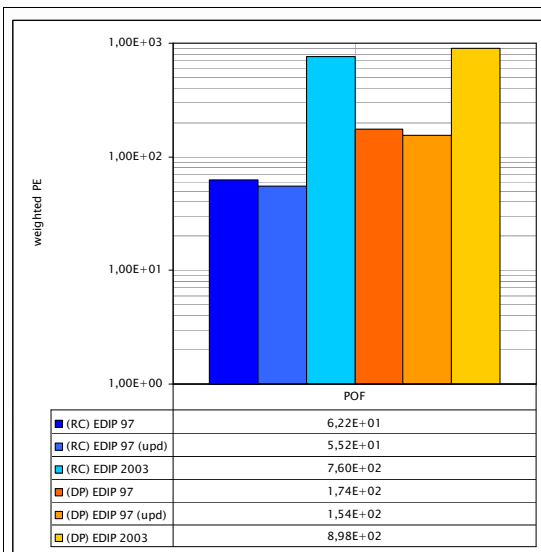
POF (συγκεντρωτικά)	(RC)	(DP)
Μέσες τιμές	5,71E+02	6,75E+02
$W_{(2003)(POF)}$	1,33	
Στάθμιση	7,60E+02	8,98E+02

Πίνακας 4.11

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (συγκεντρωτικά) (RC) vs (DP)

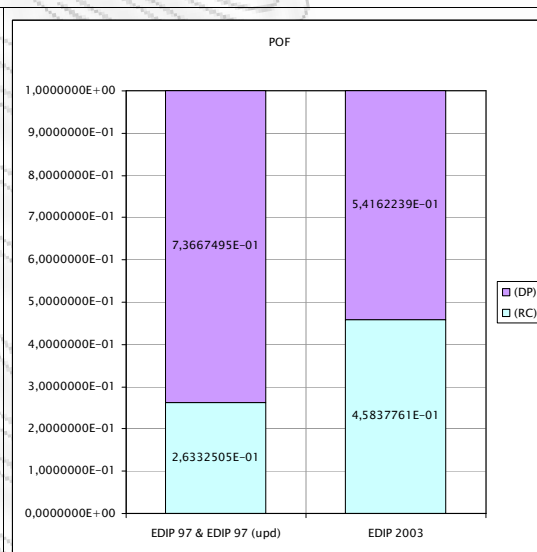
Στο Διάγραμμα 4.8 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) είναι μικρές, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 είναι αισθητά μεγαλύτερα, κάτι που οφείλεται στο ότι στην EDIP 2003 τα NO_x και οι VOC θεωρούνται ότι συνεισφέρουν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους. Σε όλες τις περιπτώσεις, η διάθεση των μπαταριών μολύβδου-οξέος στο περιβάλλον παρουσιάζει μεγαλύτερη

συνεισφορά στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.9. Στην περίπτωση της EDIP 2003 η σχετική σημασία της διάθεσης στο περιβάλλον παρουσιάζει μεγάλη μείωση σε σχέση με τις άλλες εκδοχές της EDIP. Στο Διάγραμμα 4.10 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Στο Διάγραμμα 4.11 παρουσιάζεται η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος. Ενώ στην EDIP 97 δε θεωρούνται ότι συνεισφέρουν στην υποκατηγορία τα NO_x (a) και οι VOC (a), στην EDIP 2003 θεωρείται ότι συνεισφέρουν, και μάλιστα σημαντικά. Συνεπώς, στην EDIP 2003 έχει μειωθεί η σχετική σημασία των CO (a), HC (a) και HCHO (a).



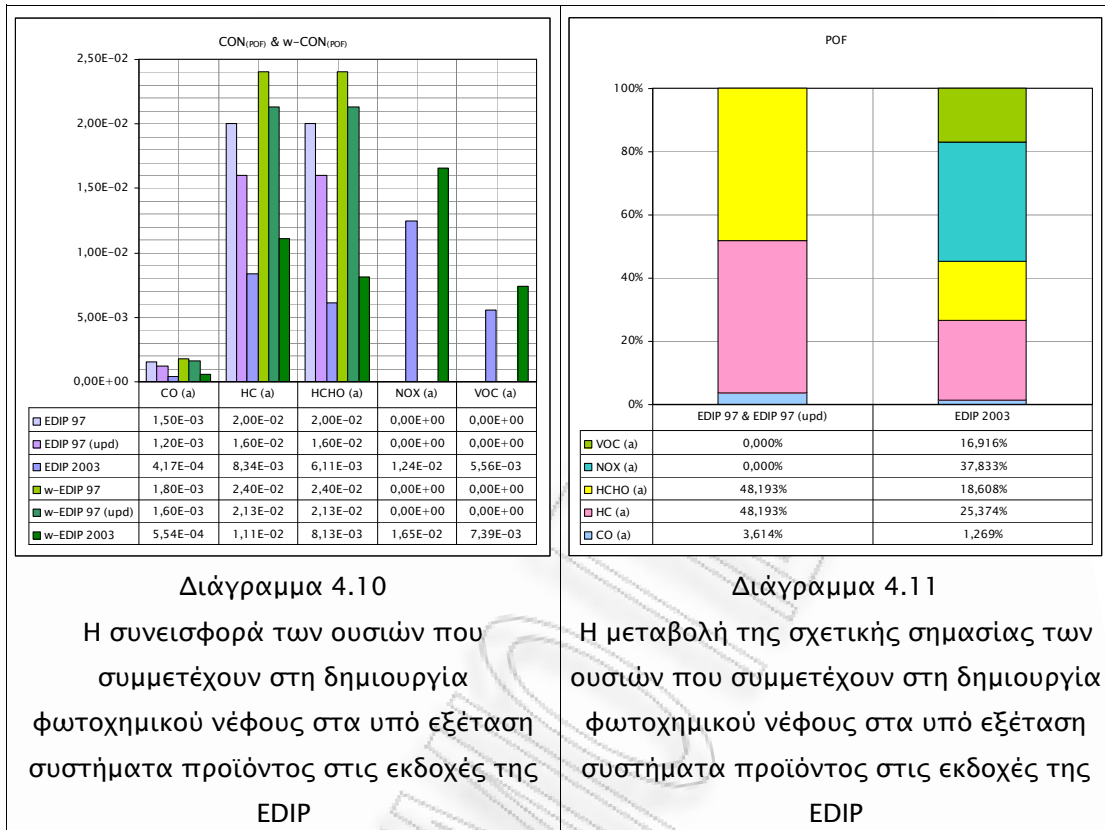
Διάγραμμα 4.8

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.9

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - δημιουργία φωτοχημικού νέφους



4.3.3.4 Ευτροφισμός

Τα αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τον ευτροφισμό παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12. Στην EDIP 2003 ο ευτροφισμός αναλύεται σε δύο υπο-υποκατηγορίες: επίγειο και υδάτινο, των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.13 και 4.14. Οι δημιουργοί της EDIP 2003 προτείνουν τον υπολογισμό της μέσης τιμής των δύο υπο-υποκατηγοριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.15. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι σαφώς μικρότερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ παρατηρείται μικρή αύξηση του συντελεστή βαρύτητας. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, το βήμα του χαρακτηρισμού γίνεται με τη χρήση των παρακάτω σχέσεων:

$$m_{(EUT-ter)} = \sum_i (f(EUT-ter)_i \cdot r_i)$$

$$m_{(EUT-aq)} = \sum_i (EF(EUT-aq)_i \cdot f_{(97)i(EUT)} \cdot r_i)$$

όπου:

$m_{(EUT-ter)}$ η επίπτωση του επίγειου ευτροφισμού εκφρασμένη σε έκταση του οικοσυστήματος που τίθεται σε κίνδυνο (m^2)

$m_{(EUT-aq)}$ η επίπτωση του υδάτινου ευτροφισμού ($Kg NO_3^-$)

$f(EUT-ter)_i$ ο συντελεστής που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την επίγεια επίπτωση (m^2 / kg εκπομπής)

$EF(EUT-aq)_i$ ο συντελεστής έκθεσης που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την υδάτινη επίπτωση (αδιάστατος)

$f_{(97)i(EUT)}$ η ισοδύναμη παράμετρος της ουσίας i στην EDIP 97

r_i η εκπομπή της ουσίας i (Kg).

Η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκθεση του οικοσυστήματος στη συγκεκριμένη επίπτωση, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας.

EUT		$f_{(97)(EUT)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	NO _x (a)	1,35	5,23E+04	6,04E+04
$f_{(97)(EUT)}$	Kg NO ₃ -eq/emitted substance	Σύνολα	5,23E+04	6,04E+04
$c_{(EUT)}$	Kg NO ₃ -eq/capita/yr			
EDIP 97	$c_{(97)(EUT)}$		298	
	Κανονικοποίηση		1,76E+02	2,03E+02
	$w_{(97)(EUT)}$		1,20	
	Στάθμιση		2,11E+02	2,43E+02
EDIP 97 (upd)	$c_{(97upd)(EUT)}$		119	
	Κανονικοποίηση		4,40E+02	5,08E+02
	$w_{(97upd)(EUT)}$		1,22	
	Στάθμιση		5,37E+02	6,19E+02

Πίνακας 4.12

Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τον ευτροφισμό (RC) vs (DP)

Επίγειος EUT		$f_{(EUT-ter)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	NO _x (a)	24,8	9,61E+05	1,11E+06
$f_{(EUT-ter)}$	m ² unprotected ecosystem/Kg emitted substance	Σύνολα	9,61E+05	1,11E+06
$c_{(EUT-ter)}$	m ² /capita/yr			
	$c_{(2003)(EUT-ter)}$		2100	
	Κανονικοποίηση		4,58E+02	5,28E+02

Πίνακας 4.13

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον επίγειο ευτροφισμό (RC) vs (DP)

Υδάτινος EUT		$f_{(97)(EUT)}$	$EF_{(EUT-aq)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές					
	NO _x (a)	1,35	0,32	1,67E+04	1,93E+04
$f_{(97)(EUT)}$	Kg NO ₃ -eq/Kg emitted substance	Σύνολο		1,67E+04	1,93E+04
$EF_{(EUT-aq)}$	αδιάστατος				
$C_{(EUT-aq)}$	Kg NO ₃ -eq/capita/yr				
				$C_{(2003)(EUT-aq)}$	58
				Κανονικοποίηση	2,89E+02
					3,33E+02

Πίνακας 4.14

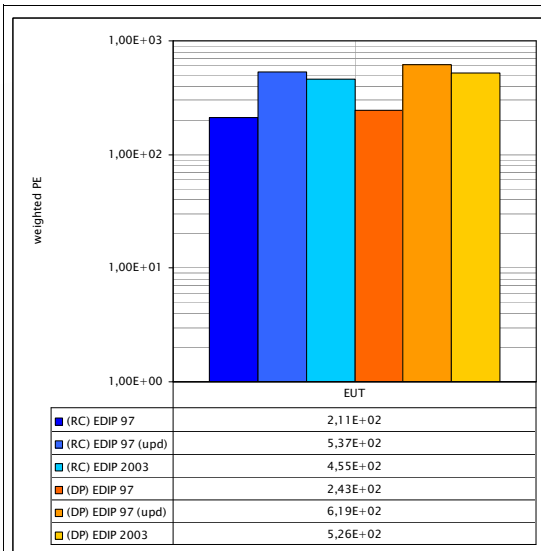
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον υδάτινο ευτροφισμό (RC) vs (DP)

EUT (συγκεντρωτικά)	(RC)	(DP)
Μέσες τιμές	3,73E+02	4,31E+02
$W_{(2003)(EUT)}$	1,22	
Στάθμιση	4,55E+02	5,26E+02

Πίνακας 4.15

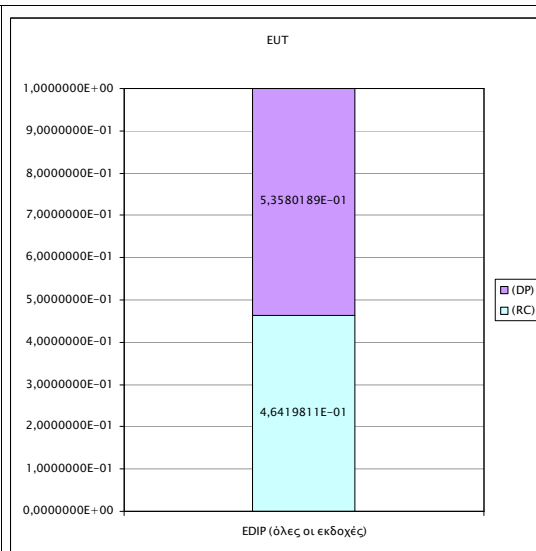
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τον ευτροφισμό (συγκεντρωτικά) (RC) vs (DP)

Στο Διάγραμμα 4.12 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τον ευτροφισμό. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται στη σημαντική μείωση της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 τοποθετούνται πιο κοντά σε αυτά της EDIP 97 (upd). Σε όλες τις περιπτώσεις, η διάθεση των μπαταριών μολύβδου-οξέος στο περιβάλλον παρουσιάζει κατά τι μεγαλύτερη συνεισφορά στον ευτροφισμό, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.13. Η σχετική σημασία των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος παραμένει ίδια, καθώς μόνο τα NO_x συμμετέχουν στην επίπτωση και η μαθηματική διατύπωση του χαρακτηρισμού του ευτροφισμού σε όλες τις εκδοχές της EDIP οδηγεί ουσιαστικά σε πηλικά μαζών, που προφανώς είναι ίδια σε όλες τις εκδοχές. Στο Διάγραμμα 4.14 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στον ευτροφισμό των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Οι μοναδικές ουσίες που εκπέμπονται από τα συστήματα προϊόντος και συνεισφέρουν στον ευτροφισμό είναι τα NO_x, οπότε δεν τίθεται ζήτημα σχετικής σημασίας.



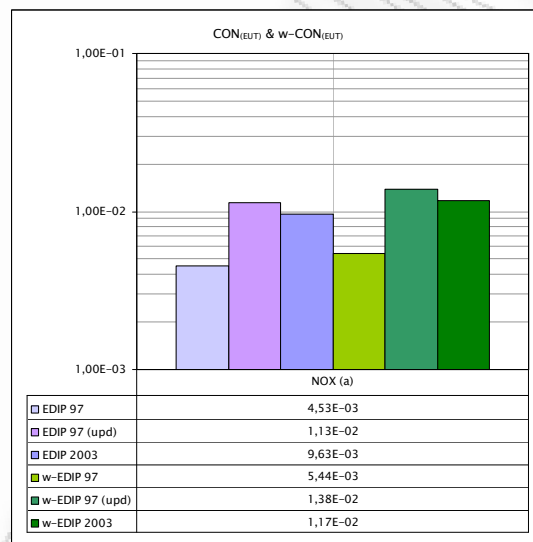
Διάγραμμα 4.12

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τον ευτροφισμό (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.13

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - ευτροφισμός



Διάγραμμα 4.14

Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στον ευτροφισμό στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP

4.3.3.5 Χρόνια οικολογικότητα υδάτων

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικολογικότητα υδάτων παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.16 και 4.17. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ παρατηρείται σημαντική μείωση του συντελεστή βαρύτητας. Σε ό,τι αφορά την

περίπτωση της EDIP 2003, το βήμα του χαρακτηρισμού γίνεται με τη χρήση της σχέσης:

$$m_{(EWC)} = \sum_i (EF(EWC)_i \cdot f_{(97)i(EWC)} \cdot r_i)$$

όπου:

$m_{(EWC)}$ η επίπτωση της χρόνιας οικοτοξικότητας υδάτων εκφρασμένη σε όγκο υδάτων που τίθεται σε κίνδυνο (m^3)

$EF(EWC)_i$ ο συντελεστής έκθεσης που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την επίπτωση (αδιάστατος)

$f_{(97)i(EWC)}$ η ισοδύναμη παράμετρος της ουσίας i στην EDIP 97

r_i η εκπομπή της ουσίας i (Kg).

Η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκθεση του οικοσυστήματος στη συγκεκριμένη επίπτωση, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας. Όπως αναφέρθηκε στην Παράγραφο 4.3.2, οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων είναι αυτές της EDIP 97 (upd).

EWC		$f_{(97)(EWC)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	2,40E+04	1,79E+06	1,73E+02
	Pb (a)	4,00E+05	1,01E+09	2,88E+03
$f_{(97)(EWC)}$	m^3 water/Kg emitted substance	Σύνολα	1,01E+09	3,05E+03
$C_{(EWC)}$	m^3 water/capita/yr			
EDIP 97	$C_{(97)(EWC)}$		4,70E+05	
	Κανονικοποίηση		2,14E+03	6,50E-03
	$W_{(97)(EWC)}$		2,60	
	Στάθμιση		5,58E+03	1,69E-02
EDIP 97 (upd)	$C_{(97upd)(EWC)}$		3,52E+05	
	Κανονικοποίηση		2,86E+03	8,67E-03
	$W_{(97upd)(EWC)}$		1,18	
	Στάθμιση		3,38E+03	1,02E-02

Πίνακας 4.16

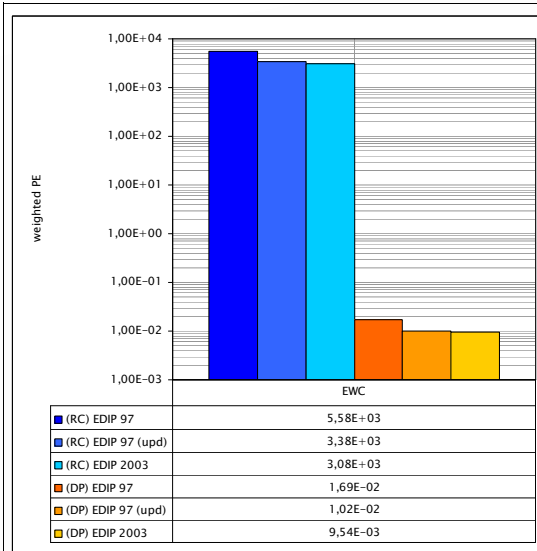
Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)

EWC		$f_{(97)(EWC)}$	$EF_{(EWC)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές					
	HCHO (a)	2,40E+04	1,3	2,33E+06	2,25E+02
	Pb (a)	4,00E+05	0,91	9,16E+08	2,62E+03
$f_{(97)(EWC)}$: m ³ water/Kg emitted substance		Σύνολα		9,18E+08	2,85E+03
$EF_{(EWC)}$: αδιάστατος					
$C^*_{(EWC)}$: m ³ water/capita/yr					
		$C^*_{(2003)(EWC)}$		3,52E+05	
		Κανονικοποίηση		2,61E+03	8,08E-03
		$W_{(2003)(EWC)}$		1,18	
		Στάθμιση		3,08E+03	9,54E-03

Πίνακας 4.17

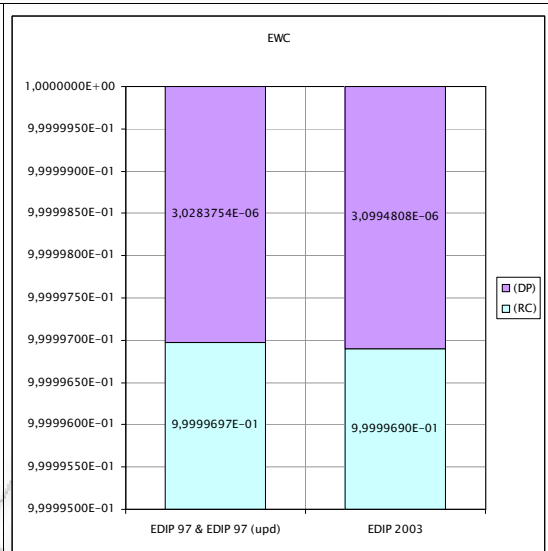
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)

Στο Διάγραμμα 4.15 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται στη μείωση της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση και, κυρίως, στη μείωση του συντελεστή βαρύτητας, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 τοποθετούνται πιο κοντά σε αυτά της EDIP 97 (upd). Σε όλες τις περιπτώσεις, η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος παρουσιάζει συντριπτικά μεγαλύτερη συνεισφορά στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.16. Στην περίπτωση της EDIP 2003 η σχετική σημασία της διάθεσης στο περιβάλλον παρουσιάζει αμελητέα αύξηση σε σχέση με τις άλλες εκδοχές της EDIP. Στο Διάγραμμα 4.17 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Στο Διάγραμμα 4.18 παρουσιάζεται η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, από το οποίο προκύπτει ότι στην EDIP 2003 έχει υποστεί μικρή μείωση η σχετική σημασία του Pb (a) και έχει, αντίστοιχα, αυξηθεί αυτή της HCHO (a).



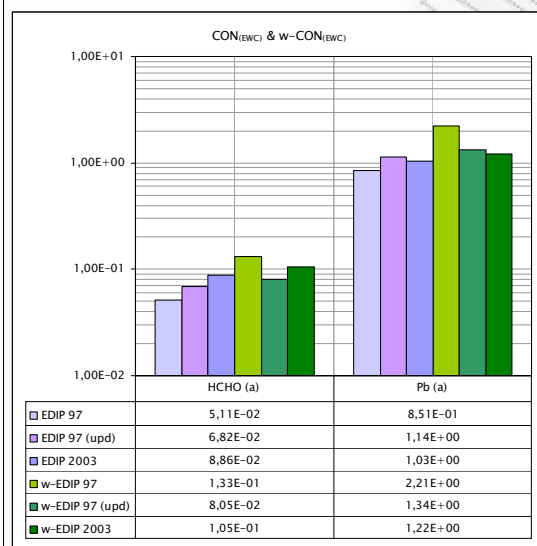
Διάγραμμα 4.15

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων (RC) vs (DP)



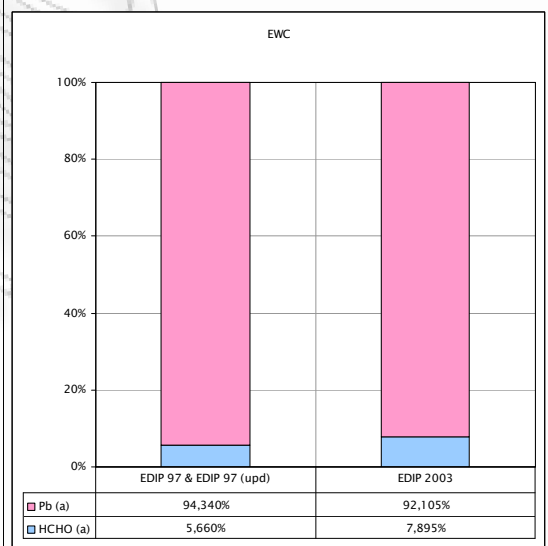
Διάγραμμα 4.16

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων



Διάγραμμα 4.17

Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP



Διάγραμμα 4.18

Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP

4.3.3.6 Χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.18 και 4.19. Η τιμή αναφοράς για την

κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι σαφώς μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ ο συντελεστής βαρύτητας έχει μειωθεί σημαντικά στην τιμή 1, κάτι που σημαίνει ότι στόχος είναι η έκταση επίπτωσης κατά το έτος-στόχο να είναι ίδια με αυτή κατά το έτος αναφοράς. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, το βήμα του χαρακτηρισμού γίνεται με τη χρήση της σχέσης:

$$m_{(ESC)} = \sum_i (EF(ESC)_i \cdot f_{(97)i(ESC)} \cdot r_i)$$

όπου:

$m_{(ESC)}$ η επίπτωση της χρόνιας οικοτοξικότητας εδάφους εκφρασμένη σε όγκο εδάφους που τίθεται σε κίνδυνο (m^3)

$EF(ESC)_i$ ο συντελεστής έκθεσης που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i με την επίπτωση (αδιάστατος)

$f_{(97)i(ESC)}$ η ισοδύναμη παράμετρος της ουσίας i στην EDIP 97

r_i η εκπομπή της ουσίας i (Kg).

Η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκθεση του οικοσυστήματος στη συγκεκριμένη επίπτωση, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας. Όπως αναφέρθηκε στην Παράγραφο 4.3.2, οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων είναι αυτές της EDIP 97 (upd).

ESC		$f_{(97)(ESC)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	2,00E+05	1,49E+07	1,44E+03
	Pb (a)	10	2,52E+04	7,20E-02
Εκπομπές στο έδαφος				
	Pb (s)	10	2,40E+06	1,32E+08
$f_{(97)(ESC)}$	m^3 soil/Kg emitted substance	Σύνολα	1,73E+07	1,32E+08
$c_{(ESC)}$	m^3 soil/capita/yr			
		$c_{(97)(ESC)}$	3,00E+04	
EDIP 97		Κανονικοποίηση	5,78E+02	4,40E+03
		$w_{(97)(ESC)}$	1,90	
		Στάθμιση	1,10E+03	8,36E+03
EDIP 97 (upd)		$c_{(97upd)(ESC)}$	9,64E+05	
		Κανονικοποίηση	1,80E+01	1,37E+02
		$w_{(97upd)(ESC)}$	1,00	
		Στάθμιση	1,80E+01	1,37E+02

Πίνακας 4.18

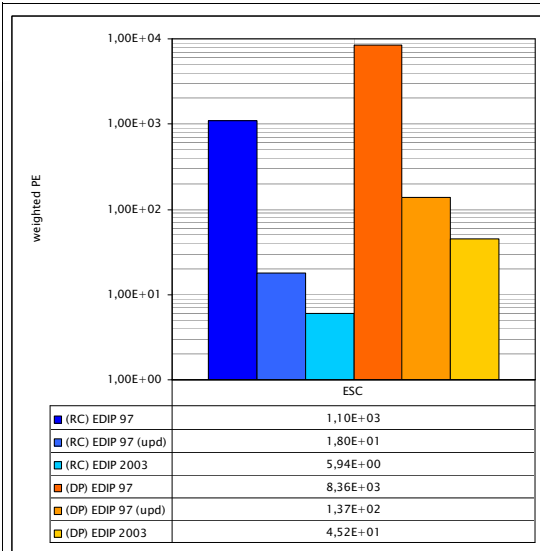
Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)

ESC		$f_{(97)(ESC)}$	$EF_{(ESC)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές					
	HCHO (a)	2,00E+05	0,33	4,92E+06	4,75E+02
	Pb (a)	10	0,33	8,30E+03	2,38E-02
Εκπομπές στο έδαφος					
	Pb (s)	10	0,33	7,92E+05	4,36E+07
$f_{(97)(ESC)}$	m^3 soil/Kg emitted substance	Σύνολα		5,72E+06	4,36E+07
$EF_{(ESC)}$	αδιόστατος				
$C^*_{(ESC)}$	m^3 soil/capita/yr				
		$C^*_{(2003)(ESC)}$	9,64E+05		
		Κανονικοποίηση	5,94E+00	4,52E+01	
		$W_{(2003)(ESC)}$	1,00		
		Στάθμιση	5,94E+00	4,52E+01	

Πίνακας 4.19

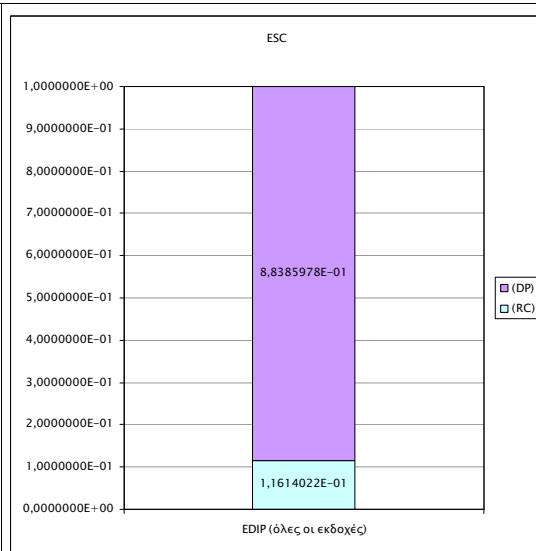
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)

Στο Διάγραμμα 4.19 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται στο συνδυασμό μεγάλης αύξησης της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση και μείωσης του συντελεστή βαρύτητας, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 είναι ακόμη μικρότερα. Σε όλες τις περιπτώσεις, η διάθεση των μπαταριών μολύβδου-οξέος στο περιβάλλον παρουσιάζει μεγαλύτερη συνεισφορά στη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.20. Η σχετική σημασία των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος παραμένει ίδια, καθώς στην εφαρμογή της μαθηματικής διατύπωσης του χαρακτηρισμού της χρόνιας οικοτοξικότητας εδάφους στην EDIP 2003, οι συντελεστές έκθεσης όλων των ουσιών που συμμετέχουν στην επίπτωση είναι ίδιοι και η σύγκριση οδηγείται ουσιαστικά σε πηλικά μαζών, που προφανώς είναι ίδια σε όλες τις εκδοχές. Στο Διάγραμμα 4.21 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Λόγω του ότι οι ουσίες που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος έχουν τους ίδιους συντελεστές έκθεσης, δεν υπάρχει αλλαγή στη σχετική σημασία τους.



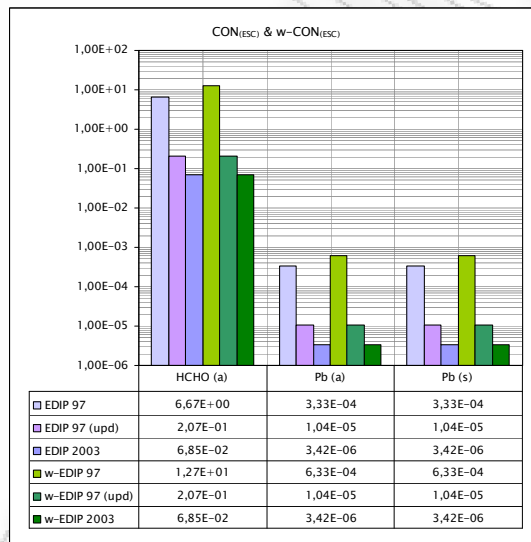
Διάγραμμα 4.19

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.20

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους



Διάγραμμα 4.21

Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στη χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP

4.3.3.7 Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.20 και 4.21. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) είναι τρεις φορές μικρότερη από την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ ο συντελεστής βαρύτητας έχει υποστεί μικρή μείωση. Σε

ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, το βήμα του χαρακτηρισμού γίνεται με τη χρήση της σχέσης:

$$m_{(HTA)} = \sum_i ((EF(HTA)_i^{reg} + EF(HTA)_i^{loc}) \cdot f_{(97)i(HTA)} \cdot r_i)$$

όπου:

$m_{(HTA)}$ η επίδραση των τοξικών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα ως το αποτέλεσμα έκθεσης του αναπνευστικού συστήματος στις εκπομπές (*capita*)

$EF(HTA)_i^{reg}$ ο συντελεστής έκθεσης που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i (σε σχέση με το HCl ή το C₆H₆) με την επίπτωση σε περιφερειακό επίπεδο (*capita* · Kg / m³ / Kg εκπομπής)

$EF(HTA)_i^{loc}$ ο συντελεστής έκθεσης που συσχετίζει την εκπομπή της ουσίας i (σε σχέση με το HCl ή το C₆H₆) με την επίπτωση σε τοπικό επίπεδο (*capita* · Kg / m³ / Kg εκπομπής)

$f_{(97)i(HTA)}$ η ισοδύναμη παράμετρος της ουσίας i στην EDIP 97

r_i η εκπομπή της ουσίας i (Kg).

Η μοντελοποίηση γίνεται με βάση την έκθεση της ανθρώπινης υγείας στη συγκεκριμένη επίπτωση, σε πιο προχωρημένο στάδιο της αλυσίδας αιτιότητας.

HTA		$f_{(97)(HTA)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	CO (a)	8,30E+05	2,66E+10	8,02E+10
	HCHO (a)	1,30E+10	9,70E+11	9,36E+07
	SO ₂ (a)	1,30E+06	3,73E+10	9,36E+03
	NO _x (a)	8,60E+06	3,33E+11	3,85E+11
	Pb (a)	1,00E+11	2,52E+14	7,20E+08
$f_{(97)(HTA)}$:	m ³ air/Kg emitted substance			
		Σύνολα	2,53E+14	4,66E+11
$\dot{C}_{(HTA)}$:	m ³ air/capita/yr			
EDIP 97	$\dot{C}_{(97)(HTA)}$		9,18E+09	
	Κανονικοποίηση		2,76E+04	5,07E+01
	$W_{(97)(HTA)}$			1,10
	Στάθμιση		3,03E+04	5,58E+01
EDIP 97 (upd)	$\dot{C}_{(97upd)(HTA)}$		3,06E+09	
	Κανονικοποίηση		8,27E+04	1,52E+02
	$W_{(97upd)(HTA)}$			1,06
	Στάθμιση		8,76E+04	1,61E+02

Πίνακας 4.20

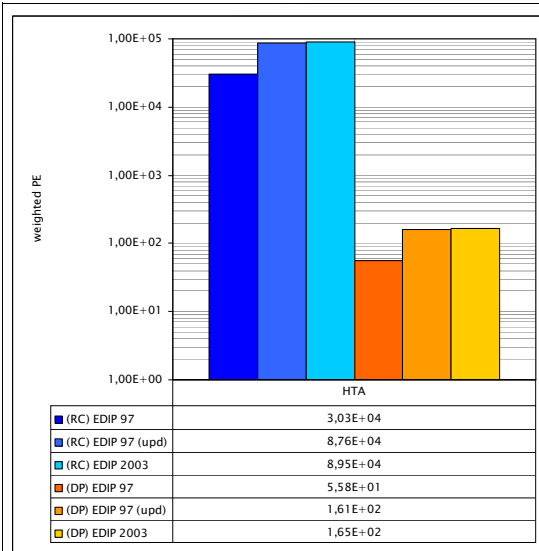
Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)

HTA		$f_{(97)(HTA)}$	$EF_{(HTA)}^{reg}$	$EF_{(HTA)}^{loc}$	(RC)	(DP)	
Αέριες εκπομπές							
CO (a)		8,30E+05	5,00E-02	6,97E-03	1,52E+09	4,57E+09	
HCHO (a)		1,30E+10	2,46E-03	3,62E-03	5,90E+09	5,69E+05	
SO ₂ (a)		1,30E+06	2,46E-03	3,62E-03	2,27E+08	5,69E+01	
NO _x (a)		8,60E+06	5,00E-02	6,97E-03	1,90E+10	2,19E+10	
Pb (a)		1,00E+11	5,00E-02	6,97E-03	1,43E+13	4,10E+07	
$f_{(97)(HTA)}$: m ³ air/Kg emitted substance							
$EF_{(HTA)}^{reg}$, $EF_{(HTA)}^{loc}$: capita*kg/m ³ /Kg emitted substance	Σύνολα					1,44E+13	2,65E+10
$C^*_{(HTA)}$: 1/yr							
					$C^*_{(2003)(HTA)}$	1,70E+08	1,70E+08
					Κανονικοποίηση	8,45E+04	1,56E+02
					$W_{(2003)(HTA)}$	1,06	
					Στάθμιση	8,95E+04	1,65E+02

Πίνακας 4.21

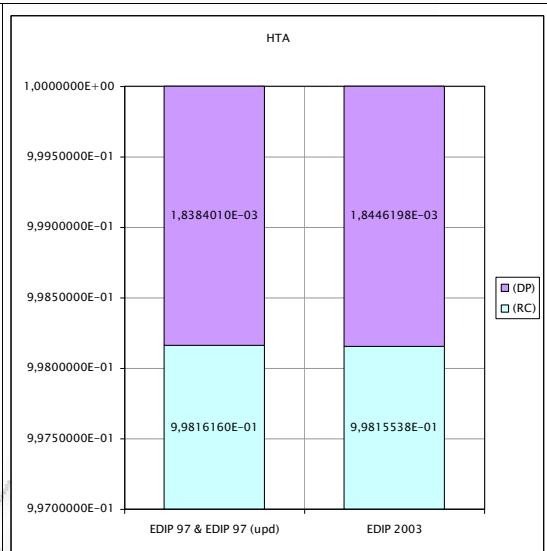
Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)

Στο Διάγραμμα 4.22 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (urp) αποδίδονται στον υποτριπλασιασμό της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση, ενώ τα αποτελέσματα της EDIP 2003 είναι παραπλήσια με αυτά της EDIP 97 (urp). Σε όλες τις περιπτώσεις, η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος παρουσιάζει συντριπτικά μεγαλύτερη συνεισφορά στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.23. Στην περίπτωση της EDIP 2003 η σχετική σημασία της διάθεσης στο περιβάλλον παρουσιάζει αμελητέα αύξηση σε σχέση με τις άλλες εκδοχές της EDIP. Στο Διάγραμμα 4.24 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Στο Διάγραμμα 4.25 παρουσιάζεται η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, από το οποίο προκύπτει ότι στην EDIP 2003 έχει αυξηθεί σημαντικά η σχετική σημασία του Pb (a), ενώ έχει μειωθεί αυτή της HCHO (a). Η σχετική σημασία των υπόλοιπων ουσιών παραμένει στα ίδια πολύ χαμηλά επίπεδα.



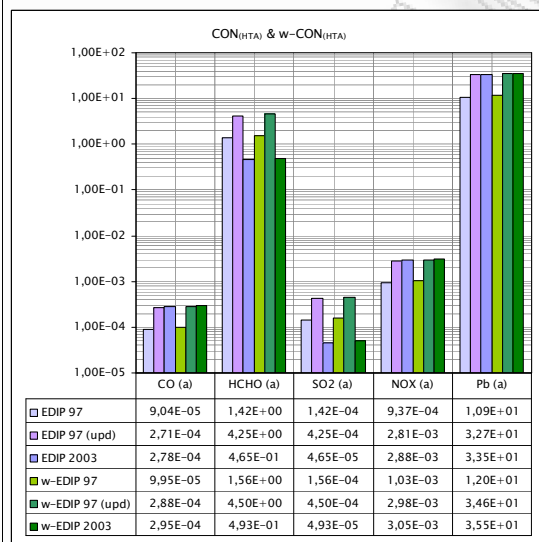
Διάγραμμα 4.22

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα (RC) vs (DP)



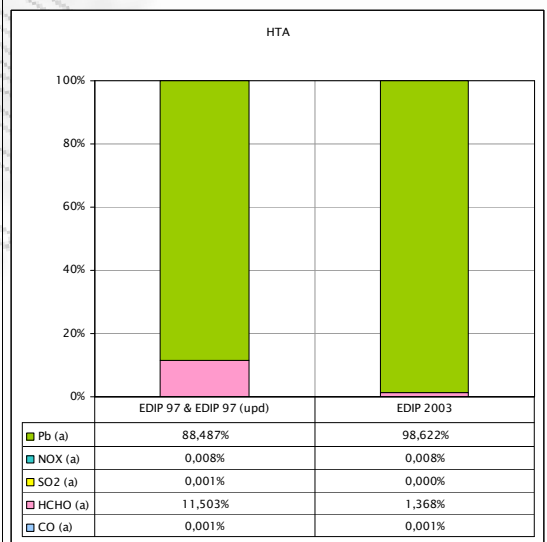
Διάγραμμα 4.23

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) - τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα



Διάγραμμα 4.24

Η συνεισφορά των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP



Διάγραμμα 4.25

Η μεταβολή της σχετικής σημασίας των ουσιών που συμμετέχουν στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα στα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος στις εκδοχές της EDIP

4.3.3.8 Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.22 και 4.23. Η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd) έχει υποστεί μικρή μείωση σε σχέση την αντίστοιχη της EDIP 97, ενώ ο συντελεστής βαρύτητας έχει υποστεί μεγάλη μείωση. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ακριβώς προσέγγιση με αυτή της EDIP 97 (upd), με δεδομένο ότι κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής δεν υπήρχαν σχετικά δεδομένα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ξεχωριστό Πίνακα για λόγους συνέχειας.

HTW		$f_{(97)(HTW)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	2,20E-02	1,64E+00	1,58E-04
	Pb (a)	5,30E+04	1,33E+08	3,82E+02
$f_{(97)(HTW)}$	m ³ water/Kg emitted substance	Σύνολα	1,33E+08	3,82E+02
$c_{(HTW)}$	m ³ water/capita/yr			
EDIP 97	$C_{(97)(HTW)}$		5,90E+04	
	Κανονικοποίηση		2,26E+03	6,47E-03
	$W_{(97)(HTW)}$		2,90	
	Στάθμιση		6,55E+03	1,88E-02
EDIP 97 (upd)	$C_{(97upd)(HTW)}$		5,22E+04	
	Κανονικοποίηση		2,55E+03	7,31E-03
	$W_{(97upd)(HTW)}$		1,30	
	Στάθμιση		3,32E+03	9,50E-03

Πίνακας 4.22

Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)

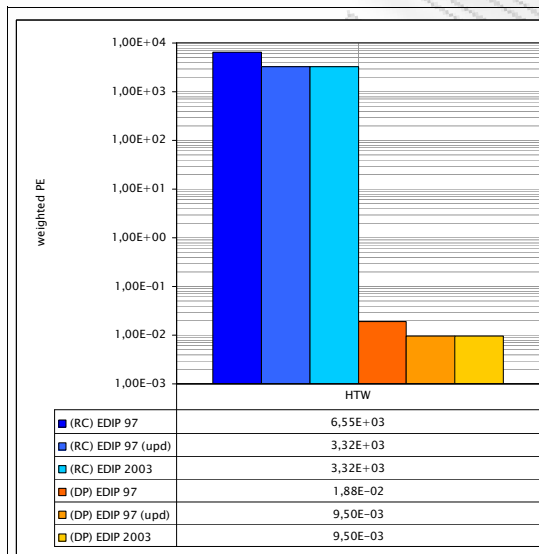
HTW		$f_{(97)(HTW)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	2,20E-02	1,64E+00	1,58E-04
	Pb (a)	5,30E+04	1,33E+08	3,82E+02
$f_{(97)(HTW)}$	m ³ water/Kg emitted substance	Σύνολα	1,33E+08	3,82E+02
$c_{(HTW)}$	m ³ water/capita/yr			
EDIP 2003	$C_{(2003)(HTW)}$		5,22E+04	
	Κανονικοποίηση		2,55E+03	7,31E-03
	$W_{(2003)(HTW)}$		1,30	
	Στάθμιση		3,32E+03	9,50E-03

Πίνακας 4.23

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)

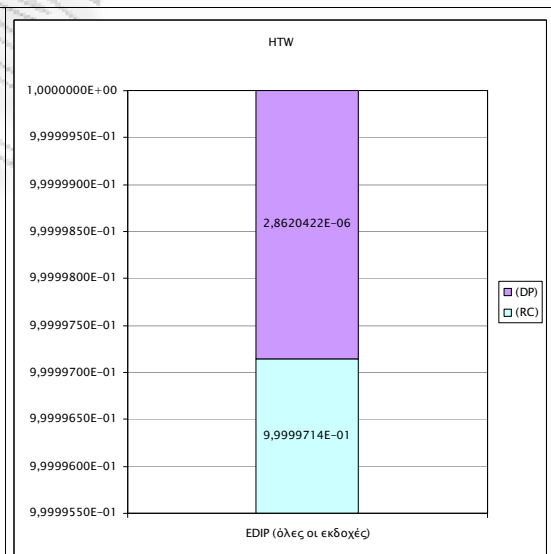
Στο Διάγραμμα 4.26 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τις

τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων. Όπως αναφέρθηκε, για την EDIP 2003, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ακριβώς προσέγγιση με αυτή της EDIP 97 (upd) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ξεχωριστά για λόγους συνέχειας. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται στη μεγάλη μείωση του συντελεστή βαρύτητας. Σε όλες τις περιπτώσεις, η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος παρουσιάζει συντριπτικά μεγαλύτερη συνεισφορά στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.27. Στο Διάγραμμα 4.28 παρουσιάζονται οι μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Η σχετική σημασία των ουσιών δεν αλλάζει, καθώς δεν έχουν μεταβληθεί οι ισοδύναμες παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο χαρακτηρισμό.



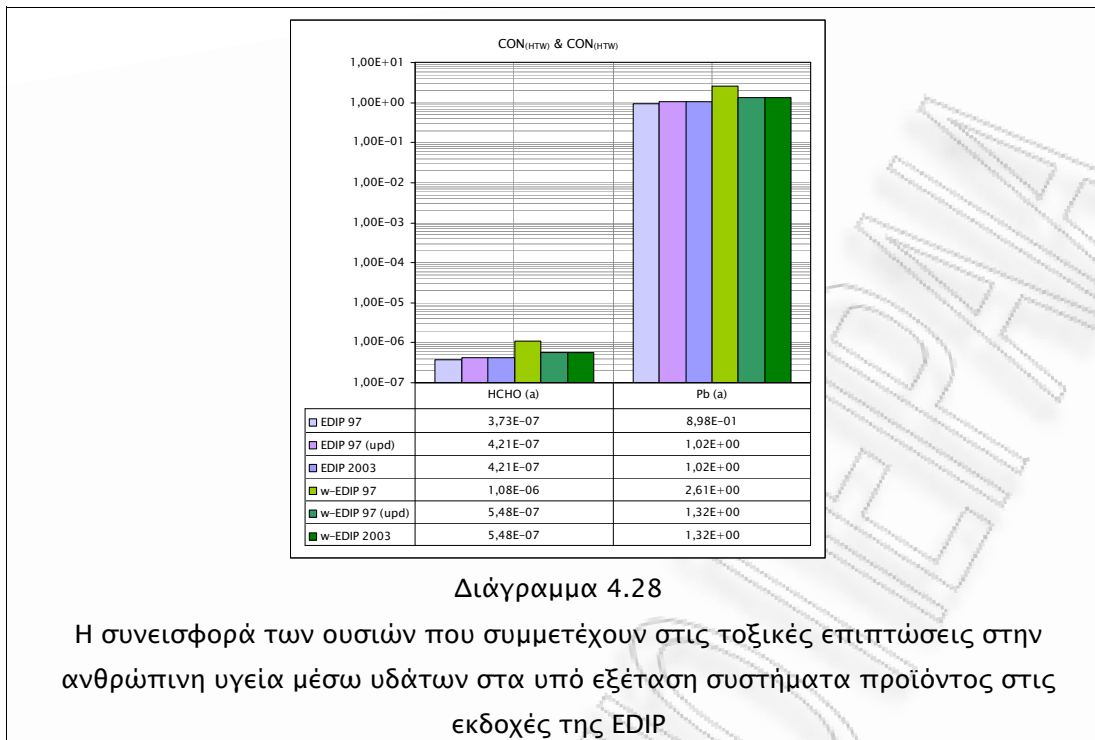
Διάγραμμα 4.26

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.27

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω υδάτων



4.3.3.9 Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους

Τα αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.24 και 4.25. Τόσο η τιμή αναφοράς για την κανονικοποίηση της EDIP 97 (upd), όσο και ο συντελεστής βαρύτητας, έχουν υποστεί σημαντική μείωση σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές της EDIP 97. Σε ό,τι αφορά την περίπτωση της EDIP 2003, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ακριβώς προσέγγιση με αυτή της EDIP 97 (upd), με δεδομένο ότι κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής δεν υπήρχαν σχετικά δεδομένα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ξεχωριστό Πίνακα για λόγους συνέχειας.

HTS		$f_{(97)(HTS)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	5,80E+00	4,33E+02	4,18E-02
	Pb (a)	8,30E+01	2,09E+05	5,98E-01
Εκπομπές στο έδαφος				
	Pb (s)	100	2,40E+07	1,32E+09
$f_{(97)(HTS)}$	m^3 soil/Kg emitted substance	Σύνολα	2,42E+07	1,32E+09
$C^*_{(HTS)}$	m^3 soil/capita/yr			
		$C^*_{(97)(HTS)}$	310	
EDIP 97		Κανονικοποίηση	7,81E+04	4,26E+06
		$W_{(97)(HTS)}$	2,70	
		Στάθμιση	2,11E+05	1,15E+07
EDIP 97 (upd)		$C^*_{(97upd)(HTS)}$	127	
		Κανονικοποίηση	1,91E+05	1,04E+07
		$W_{(97upd)(HTS)}$	1,23	
		Στάθμιση	2,34E+05	1,28E+07

Πίνακας 4.24

Αποτελέσματα της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)

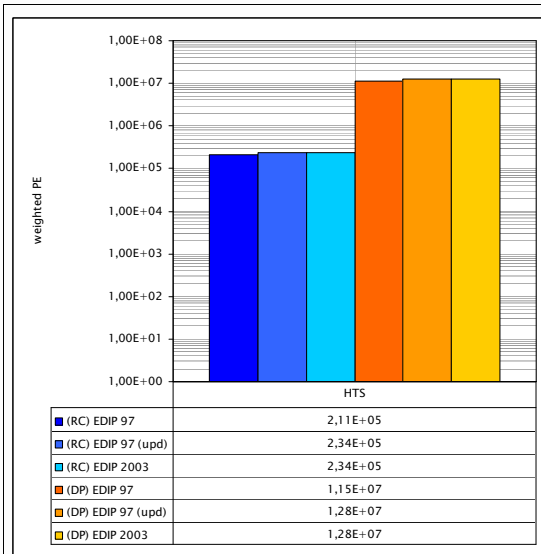
HTS		$f_{(97)(HTS)}$	(RC)	(DP)
Αέριες εκπομπές				
	HCHO (a)	5,80E+00	4,33E+02	4,18E-02
	Pb (a)	8,30E+01	2,09E+05	5,98E-01
Εκπομπές στο έδαφος				
	Pb (s)	100	2,40E+07	1,32E+09
$f_{(97)(HTS)}$	m^3 soil/Kg emitted substance	Σύνολα	2,42E+07	1,32E+09
$C^*_{(HTS)}$	m^3 soil/capita/yr			
		$C^*_{(2003)(HTS)}$	127	
		Κανονικοποίηση	1,91E+05	1,04E+07
		$W_{(2003)(HTS)}$	1,23	
		Στάθμιση	2,34E+05	1,28E+07

Πίνακας 4.25

Αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)

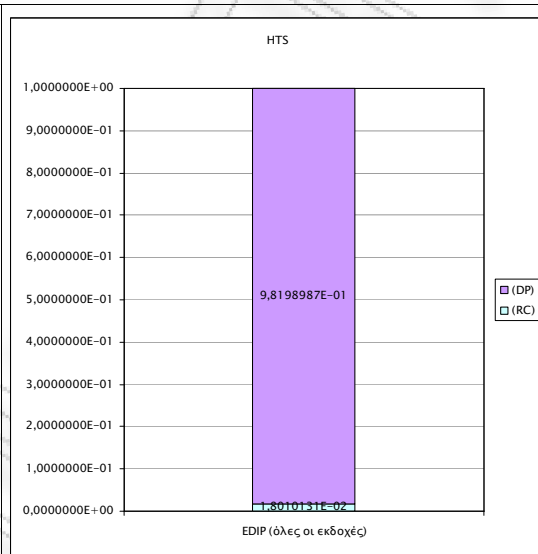
Στο Διάγραμμα 4.29 παρουσιάζονται τα σταθμισμένα αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος αναφορικά με τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους. Όπως αναφέρθηκε, για την EDIP 2003, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ακριβώς προσέγγιση με αυτή της EDIP 97 (upd) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ξεχωριστά για λόγους συνέχειας. Οι διαφορές μεταξύ της EDIP 97 και της EDIP 97 (upd) αποδίδονται στη μεγάλη μείωση της τιμής αναφοράς για την κανονικοποίηση και μετριάζονται από τη μείωση του συντελεστή βαρύτητας. Σε όλες τις περιπτώσεις, η διάθεση των μπαταριών μολύβδου-οξέος στο περιβάλλον παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερη συνεισφορά στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους, κάτι που αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 4.30. Στο Διάγραμμα 4.31 παρουσιάζονται οι

μεταβολές της αξιολόγησης της συνεισφοράς στις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους των ουσιών που εκπέμπονται από τα υπό εξέταση συστήματα προϊόντος, πρώτα σε ό,τι αφορά τα βήματα του χαρακτηρισμού και της κανονικοποίησης και στη συνέχεια σε ό,τι αφορά τα ίδια βήματα πλέον της στάθμισης. Η σχετική σημασία των ουσιών δεν αλλάζει, καθώς δεν έχουν μεταβληθεί οι ισοδύναμες παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο χαρακτηρισμό.



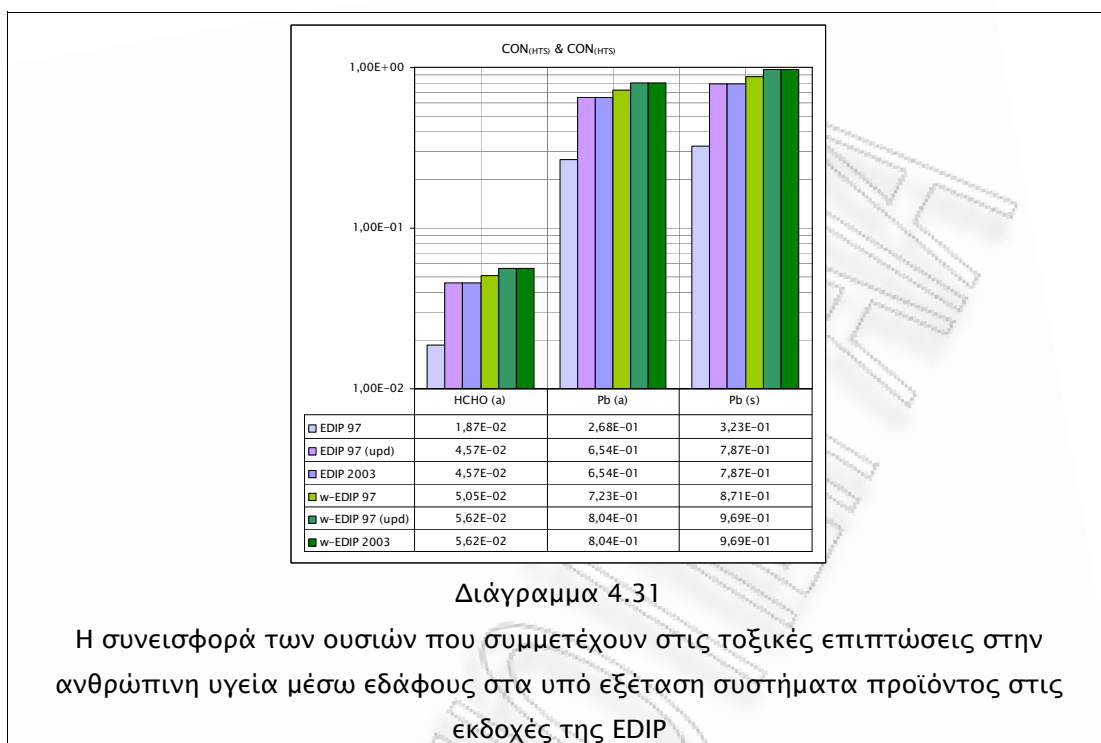
Διάγραμμα 4.29

Σύγκριση των σταθμισμένων τιμών των εκδοχών της EDIP για τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους (RC) vs (DP)



Διάγραμμα 4.30

Η σημασία της (RC) σε σχέση με αυτή της (DP) – τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους



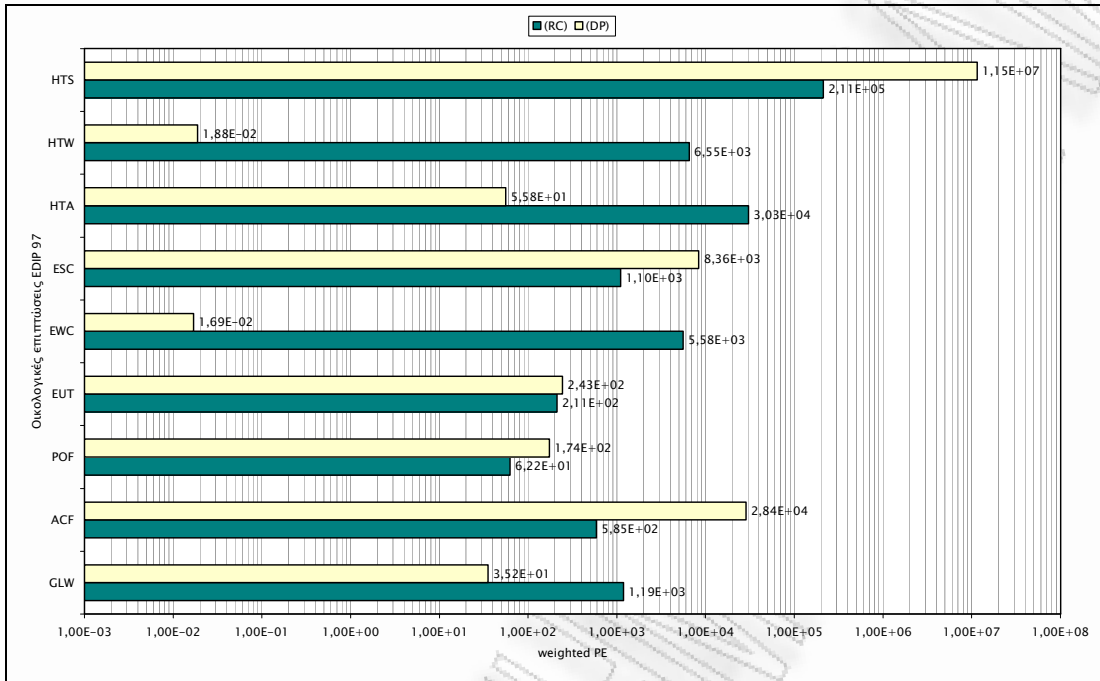
4.3.3.10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εκδοχών της EDIP για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον

Στα Διαγράμματα 4.32 - 4.34 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα όλων των εκδοχών της EDIP για τις οικολογικές επιπτώσεις. Σε όλες τις εκδοχές η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος εμφανίζει καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση στις εξής υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων:

- δημιουργία όξινου περιβάλλοντος
- δημιουργία φωτοχημικού νέφους
- ευτροφισμός
- χρόνια οικοτοξικότητα εδάφους
- τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους.

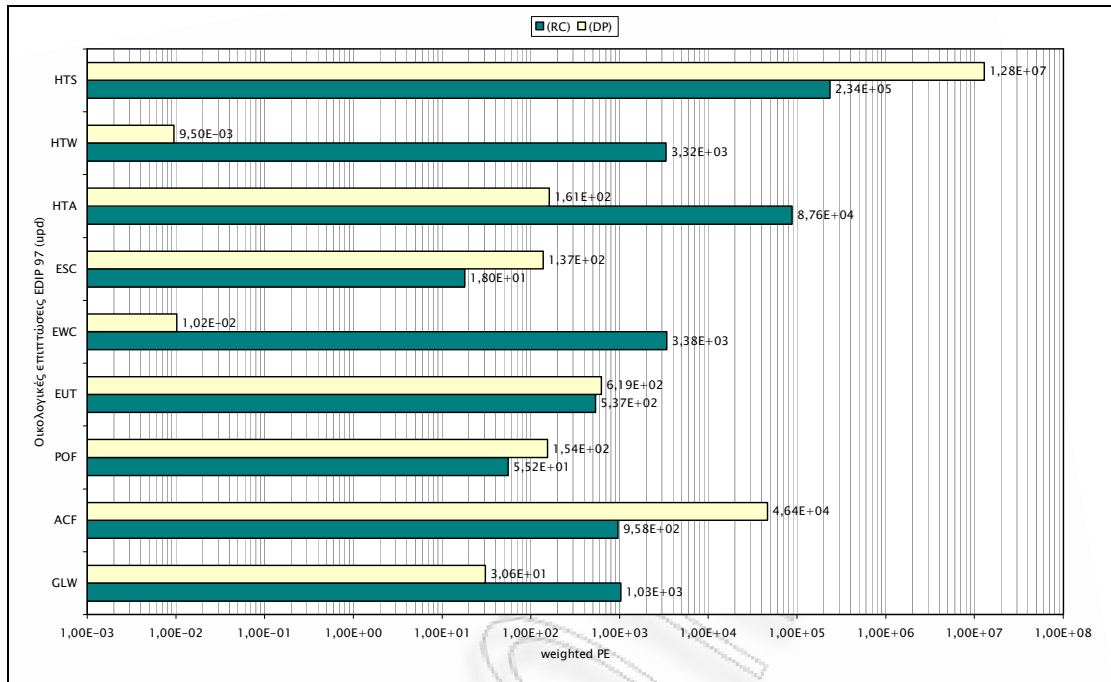
Στις υπόλοιπες υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων η διάθεση στο περιβάλλον έχει καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση. Σε ό,τι αφορά τη μεταβολή της σχετικής σημασίας των υπό εξέταση συστημάτων προϊόντος, ανάλογα με την εκδοχή της EDIP που χρησιμοποιείται αξιολογείται διαφορά παρατηρείται μόνο στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, όπου η σημασία της διάθεσης στο περιβάλλον παρουσιάζει

μεγάλη μείωση σε σχέση με τις άλλες εκδοχές της EDIP, χωρίς, ωστόσο, να φτάνει στο σημείο να έχει καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση από την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα.



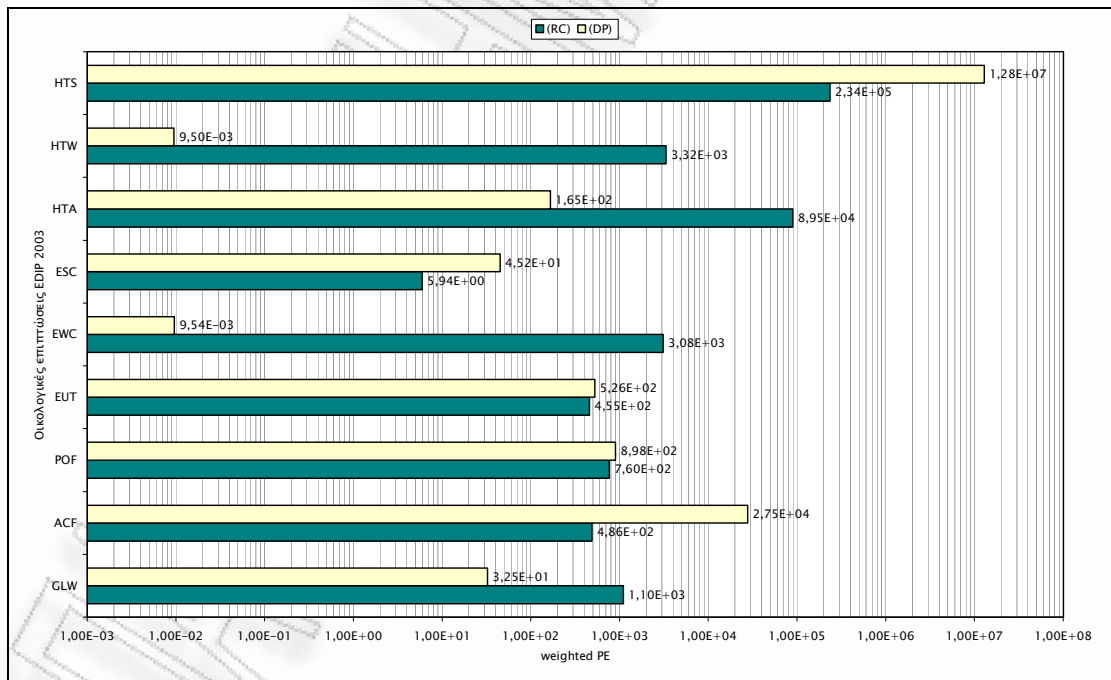
Διάγραμμα 4.32

(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 97 για τις οικολογικές επιπτώσεις



Διάγραμμα 4.33

(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 97 (upd) για τις οικολογικές επιπτώσεις



Διάγραμμα 4.34

(RC) vs (DP): Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της EDIP 2003 για τις οικολογικές επιπτώσεις

4.4 Βελτιωτικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας και εφαρμογή τους στη μέθοδο EDIP 2003

Όπως αναφέρθηκε στην Υποπαράγραφο 3.5.3.4, η χρήση συντελεστών βαρύτητας στην ΑΚΖ αποσκοπεί στη σύγκριση των (υπο)κατηγοριών επιπτώσεων μεταξύ τους και στη σύγκριση εναλλακτικών συστημάτων προϊόντος, καθώς τα αποτελέσματα της ανάλυσης εκφράζονται τελικά με ένα δείκτη για κάθε σύστημα προϊόντος. Όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες Ενότητες του παρόντος Κεφαλαίου, σε όλες τις εκδοχές της μεθόδου EDIP χρησιμοποιείται η βαρυτική προσέγγιση της απόστασης από το στόχο. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές θεωρούν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν μπορεί καν να θεωρηθεί ως στάθμιση διότι δεν αποτυπώνει τις σχέσεις μεταξύ των (υπο)κατηγοριών επιπτώσεων και τη θεωρούν ως ένα είδος περαιτέρω κανονικοποίησης [72, 154, 156, 229, 296]. Υπό αυτό το πρίσμα, ο Lee [154] πρότεινε μία διαφορετική προσέγγιση στάθμισης που συνδυάζει την προσέγγιση της απόστασης από το στόχο με την προσέγγιση τύπου πάνελ. Πιο συγκεκριμένα, ο συντελεστής βαρύτητας w_j^* για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j , $j = 1, 2, \dots, n$ προκύπτει από τη σχέση:

$$w_j^* = w_j \cdot F_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4.8)$$

όπου:

w_j είναι ο συντελεστής μείωσης της (υπο)κατηγορίας επιπτώσεων j , όπως προκύπτει από την προσέγγιση της απόστασης από το στόχο

F_j είναι ο συντελεστής σχετικής σημασίας της (υπο)κατηγορίας επιπτώσεων j και προκύπτει από την προσέγγιση τύπου πάνελ.

Στην παραπάνω σχέση ο συντελεστής w_j αναφέρεται στα εσωτερικά ζητήματα της (υπο)κατηγορίας επιπτώσεων j και εκφράζει το βαθμό της σοβαρότητας της παρούσας κατάστασης σε σχέση με το μέλλον. Ο συντελεστής F_j αναφέρεται στα εξωτερικά ζητήματα της (υπο)κατηγορίας επιπτώσεων j και εκφράζει τη σχετική σημασία της (υπο)κατηγορίας σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Επεκτείνοντας την παραπάνω προσέγγιση, οι Noh & Lee [185] διαπίστωσαν ότι ο υπολογισμός των συντελεστών F_j μπορεί να αντιμετωπιστεί ως πρόβλημα πολυκριτηριακής λήψης απόφασης και πρότειναν τα εξής κριτήρια:

- χρονικός ορίζοντας της επίπτωσης
- γεωγραφική έκταση της επίπτωσης
- αντιστρεψιμότητα της επίπτωσης
- αβεβαιότητα κατά τον υπολογισμό της επίπτωσης.

Επιπλέον, εφάρμοσαν τρεις διαφορετικές τεχνικές για τον ποσοτικό υπολογισμό των συντελεστών F_j :

- την AID
- τη ROC
- *Ασαφείς Τριγωνικούς Αριθμούς (Triangular Fuzzy Numbers).*

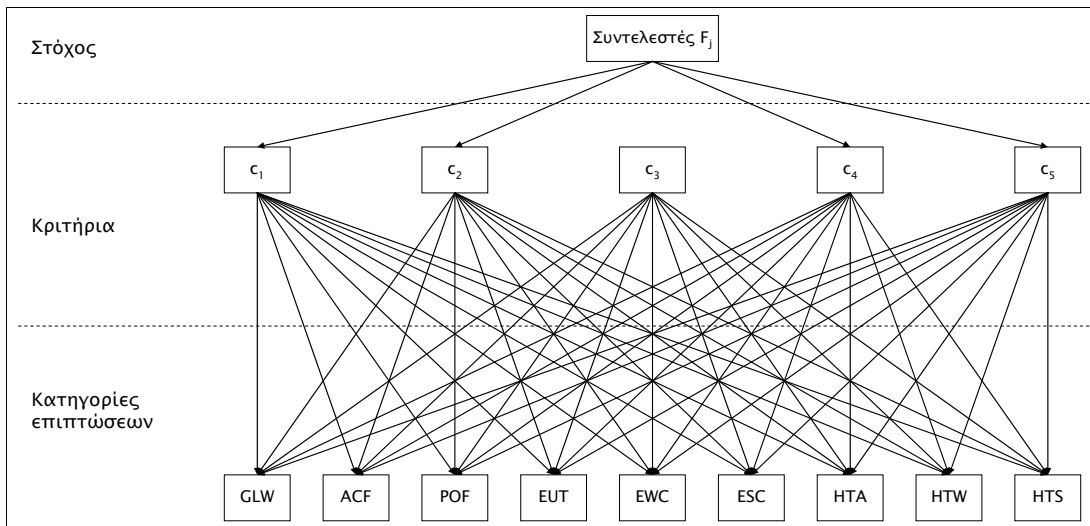
Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής επαναδιατυπώνονται τα κριτήρια για τον υπολογισμό των συντελεστών F_j και παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.26.

γεωγραφική έκταση της επίπτωσης	C_1
χρονική έκταση της επίπτωσης	C_2
σοβαρότητα της επίπτωσης	C_3
ενδεχόμενο παραβίασης νομοθετικών περιορισμών	C_4
τεχνοοικονομικές δυσκολίες βελτίωσης της επίπτωσης	C_5

Πίνακας 4.26

Τα κριτήρια για τον υπολογισμό των συντελεστών F_j

Το πολυκριτηριακό πρόβλημα απόφασης παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2

Το πολυκριτηριακό πρόβλημα απόφασης υπολογισμού των συντελεστών F_j

Για τον υπολογισμό των συντελεστών F_j χρησιμοποιήθηκαν η ΑΙΔ και ορισμένες μέθοδοι κατάταξης (*rank ordering methods*), οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια του Κεφαλαίου. Τα αποτελέσματα εφαρμόστηκαν στη μέθοδο EDIP 2003 για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.

4.4.1 Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας

Η μέθοδος ΑΙΔ προτάθηκε από το Saaty [218, 219] στα τέλη της δεκαετίας του '70 και έχει καθιερωθεί ως μία από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων με σειρά εφαρμογών σε ποικίλα πεδία. Η ΑΙΔ περιλαμβάνει τέσσερα στάδια [297]:

- ΣΤΑΔΙΟ 1: Ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος απόφασης σε κριτήρια απόφασης, όπου το πρόβλημα απόφασης αναλύεται σε επιμέρους υποστόχους. Δημιουργείται έτσι μία ιεραρχική δομή, στην κορυφή της οποίας βρίσκεται ο απώτερος στόχος, ο οποίος τελικά εκπληρώνεται με τη συνδυασμένη εκπλήρωση των επιμέρους υποστόχων. Τα επίπεδα ανάλυσης μπορεί να είναι περισσότερα από ένα, δημιουργώντας μία ιεραρχική δομή επιμέρους υποστόχων.

- ΣΤΑΔΙΟ 2: Καθορισμός προτιμήσεων από τους αποφασίζοντες αναφορικά με τα παραπάνω κριτήρια. Σε κάθε επίπεδο της ιεραρχικής δομής συγκρίνονται κατά ζεύγη τα στοιχεία της ως προς το κριτήριο του αμέσως ανώτερου επιπέδου (γονικό στοιχείο απόφασης) με τη βοήθεια πινάκων σύγκρισης. Οι προτιμήσεις εκφράζονται από τους αποφασίζοντες με ποιοτικό τρόπο, σύμφωνα με την ακόλουθη διαβάθμιση για τα κριτήρια X και Y :

I το X είναι ισοδύναμο με το Y

WP η προτίμηση του X έναντι του Y είναι ασθενής

SP η προτίμηση του X έναντι του Y είναι ισχυρή

DP η προτίμηση του X έναντι του Y είναι πολύ ισχυρή

AP η προτίμηση του X έναντι του Y είναι απόλυτη

Σύμφωνα με το Saaty οι διαβαθμίσεις $R = \{I, WP, SP, DP, AP\}$ αντιστοιχούν στο σύνολο $\{1, 3, 5, 7, 9\}$, ενώ οι ενδιάμεσες ακέραιες τιμές εκφράζουν ενδιάμεσες προτιμήσεις. Λαμβάνοντας, επίσης, υπόψη τις αντίστροφες τιμές, οι οποίες ουσιαστικά εκφράζουν αντίστροφες προτιμήσεις, προκύπτει το σύνολο τιμών P που περιλαμβάνει όλες τις δυνατές διαβαθμίσεις κατά Saaty:

$$P = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9\}$$

Ένα παράδειγμα πίνακα σύγκρισης παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.27, όπου για τρία διαφορετικά κριτήρια $c_i, i = 1, 2, 3$, εκφράζονται οι προτιμήσεις a_{ij} σε σχέση με το γονικό κριτήριο C ως εξής:

C	c_1	c_2	c_3
c_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
c_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
c_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}

Πίνακας 4.27

Παράδειγμα πίνακα σύγκρισης της ΑΙΔ

Για τον Πίνακα 4.27 ισχύουν τα εξής:

1. $a_{ii} = 1$, καθώς αναφέρονται σε συγκρίσεις των κριτηρίων με τον εαυτό τους
2. $a_{ij} > 1$, όταν το κριτήριο i είναι σημαντικότερο του j

3. $a_{ij} < 1$, όταν το κριτήριο j είναι σημαντικότερο του i
 4. $a_{ij} = 1$, όταν το κριτήριο i έχει ακριβώς την ίδια σημασία με το j
 5. $a_{ij} = 1/a_{ji}, \forall i, j$
 6. $a_{ij} \in P, \forall i, j$
- ΣΤΑΔΙΟ 3: Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με βάση τον παραπάνω καθορισμό προτιμήσεων. Πρόκειται για καθαρά υπολογιστικό στάδιο, όπου υπολογίζονται οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας b_i των συγκρινόμενων κριτηρίων ως προς το γονικό στοιχείο. Ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας στηρίζεται στο ακόλουθο σκεπτικό: Εάν ο αποφασίζων ήταν σε θέση να γνωρίζει τους πραγματικούς σχετικούς συντελεστές βαρύτητας b_i^* , τότε οι προτιμήσεις a_{ij} του Πίνακα 4.27 θα ήταν της μορφής b_i^*/b_j^* . Για έναν τέτοιο πίνακα \vec{Z} , ισχύει: $\vec{Z} \cdot \vec{b} = \gamma \vec{b}$, όπου \vec{b} το διάνυσμα των πραγματικών σχετικών συντελεστών βαρύτητας και γ το πλήθος των συγκρινόμενων στοιχείων. Σύμφωνα με τη θεωρία της γραμμικής άλγεβρας, τα γ και \vec{b} είναι, αντίστοιχα, η μέγιστη ιδιοτιμή και το αντίστοιχο ιδιοδιάνυσμα του πίνακα \vec{Z} . Με δεδομένο ότι οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας b_i^* είναι οι πραγματικοί, ο πίνακας \vec{Z} είναι συνεπής. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση όπου τα στοιχεία απόφασης λαμβάνουν μετρήσιμες (αντικειμενικές) τιμές, οπότε ο αποφασίζων δεν υπεισέρχεται στον καθορισμό προτιμήσεων.

Ωστόσο, όταν τα στοιχεία απόφασης δεν είναι μετρήσιμα, δεν είναι δυνατό να είναι γνωστοί οι πραγματικοί σχετικοί συντελεστές βαρύτητας. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με το ότι το σύνολο τιμών P είναι φραγμένο οδηγεί σε ανακολουθίες στον πραγματικό πίνακα συγκρίσεων \vec{Z} με αποτέλεσμα να είναι ασυνεπής. Για την εκτίμηση των σχετικών συντελεστών βαρύτητας έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις [11, 12, 37, 83, 97, 226]. Στην παρούσα διατριβή υιοθετείται η μέθοδος του ιδιοδιανύσματος, που είναι και η ευρύτερα διαδεδομένη, σύμφωνα με την οποία γίνεται χρήση της σχέσης: $\vec{Z} \cdot \hat{b} = \lambda_{\max} \hat{b}$, όπου λ_{\max} και \hat{b} είναι, αντίστοιχα, η μέγιστη ιδιοτιμή του πίνακα \vec{Z} και το

ιδιοδιάνυσμα. Ο υπολογισμός του ιδιοδιανύσματος \hat{b} πραγματοποιείται ακολουθώντας την παρακάτω επαναληπτική διαδικασία:

1. Αθροίζονται κατά γραμμή τα στοιχεία του πίνακα \hat{Z} : $s_i = \sum_j a_{ij}$, $\forall i$.
 2. Για κάθε γραμμή γίνεται προσέγγιση του σχετικού συντελεστή βαρύτητας b_i ως εξής: $b_i = s_i / \sum_i \sum_j a_{ij}$. Προκύπτει, έτσι, μία πρώτη εκτίμηση για το ιδιοδιάνυσμα \hat{b} , του οποίου οι συνιστώσες είναι κανονικοποιημένες, έχοντας ως άθροισμα τη μονάδα.
 3. Ο πίνακας \hat{Z} υψώνεται στο τετράγωνο και επαναλαμβάνεται η διαδικασία από το βήμα 1. Η διαδικασία ολοκληρώνεται όταν δύο διαδοχικές προσεγγίσεις του ιδιοδιανύσματος \hat{b} δε διαφέρουν σημαντικά, στο πλαίσιο της επιθυμητής ακρίβειας.
- ΣΤΑΔΙΟ 4: Σύνθεση των επιμέρους κριτηρίων, ώστε να ληφθεί η τελική απόφαση. Σε αυτό το στάδιο, γίνεται σύνθεση των τοπικών συντελεστών βαρύτητας που έχουν προκύψει από τους επιμέρους πίνακες σύγκρισης, ως προς τον απώτερο (τελικό) στόχο της διαδικασίας λήψης απόφασης. Πρόκειται για καθαρά υπολογιστικό βήμα, κατά την ολοκλήρωση του οποίου ο αποφασίζων έχει στη διάθεσή του ένα μέτρο σύγκρισης των εναλλακτικών σεναρίων ως προς τον απώτερο στόχο που έχει θέσει.

4.4.2 Μέθοδοι κατάταξης

Σε ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα λήψης απόφασης μπορεί να θεωρηθεί ότι οι αποφασίζοντες είναι σε θέση να κατατάξουν τα κριτήρια ανάλογα με τη σημασία τους, αντί να αποδώσουν απευθείας τιμές στάθμισης. Οι πραγματικοί συντελεστές βαρύτητας παραμένουν άγνωστοι στην πράξη, καθώς τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό τους είτε δεν υπάρχουν ή είναι τέτοιας μορφής που να μην μπορούν να οδηγήσουν με κανένα θεμελιωμένο τρόπο στον υπολογισμό τους [126]. Ακόμη και αν υπήρχαν αυτά τα δεδομένα, θα ήταν, ίσως, χρονοβόρο και δύσκολο να αξιοποιηθούν. Οι μέθοδοι κατάταξης παρέχουν προσέγγιση των 'πραγματικών' συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, όταν οι πληροφορίες για την κατάταξή τους είναι γνωστές [276].

Οι ευρύτερα χρησιμοποιημένες μέθοδοι κατάταξης είναι οι εξής:

- ROC [125]
- RS [242, 243]
- RR [242, 243].

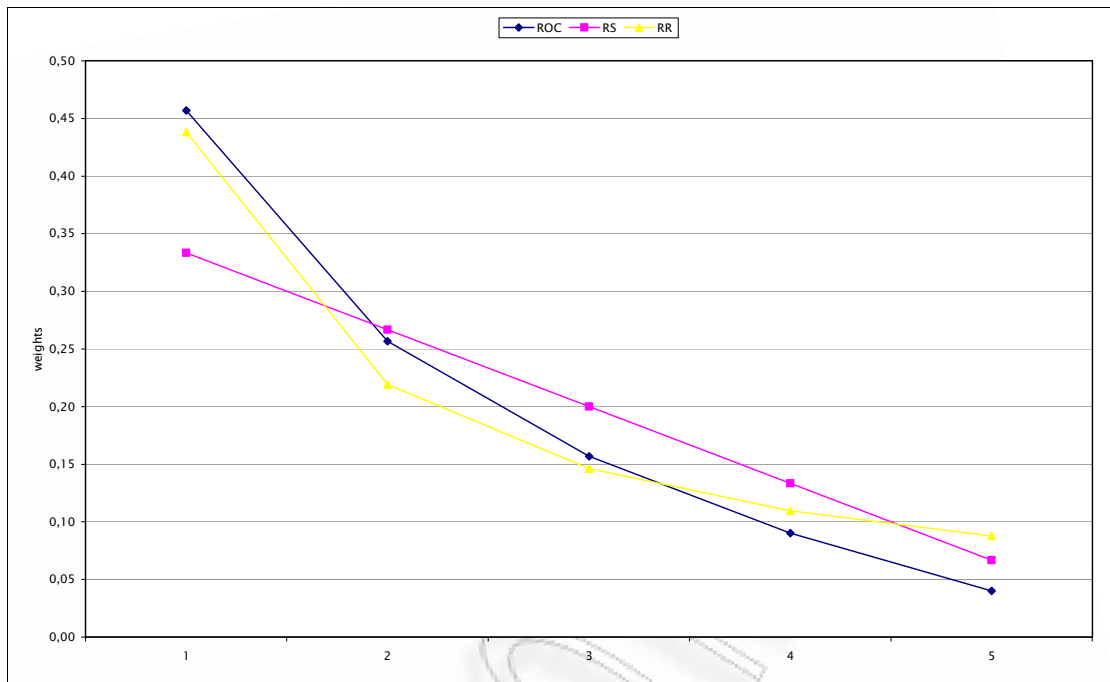
Για κάθε μία από τις παραπάνω μεθόδους ορίζεται η σειρά κατάταξης των κριτηρίων q , $q=1,2,\dots,n$. Οι συντελεστές βαρύτητας υπολογίζονται με τις παρακάτω σχέσεις:

$$\text{ROC: } w_q^{(ROC)} = \frac{1}{n} \sum_{d=q}^n \frac{1}{d}, \quad q=1,2,\dots,n$$

$$\text{RS: } w_q^{(RS)} = \frac{n+1-q}{\sum_{d=1}^n d}, \quad q=1,2,\dots,n$$

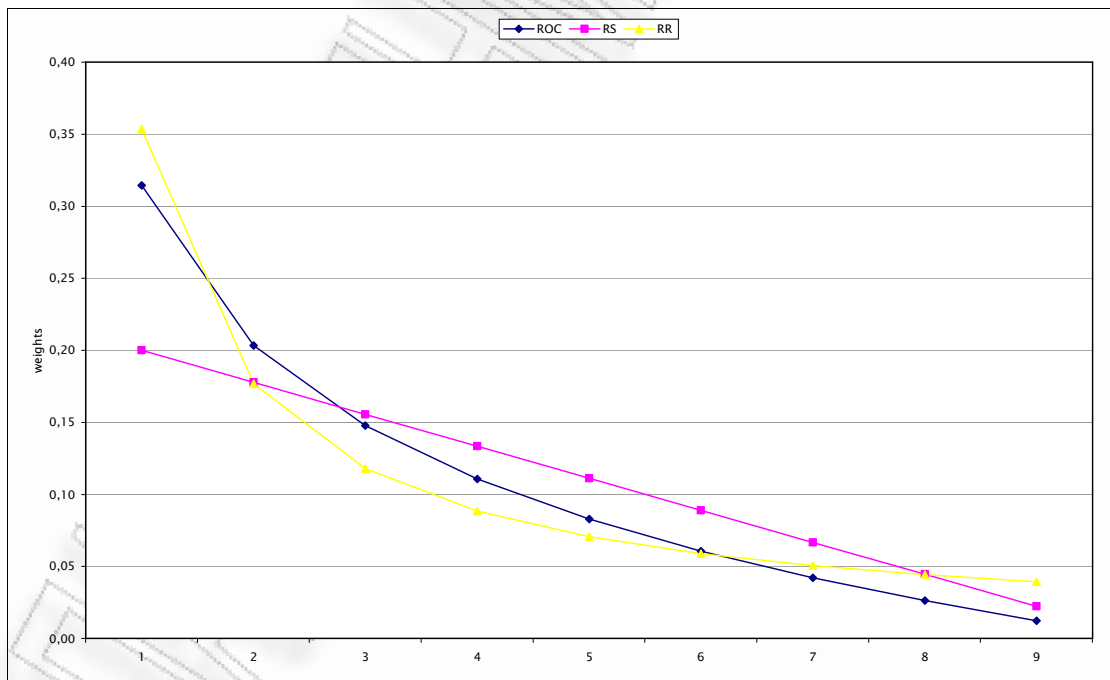
$$\text{RR: } w_q^{(RR)} = \frac{1/q}{\sum_{d=1}^n \frac{1}{d}}, \quad q=1,2,\dots,n$$

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας που προκύπτουν με τη χρήση μεθόδων κατάταξης είναι ανεξάρτητες από το πρόβλημα που αντιμετωπίζεται. Οι διαφορές στις τιμές των συντελεστών βαρύτητας που αποδίδονται με τη χρήση των παραπάνω μεθόδων παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 4.35 και 4.36 (για 5 και 9 κριτήρια, αντίστοιχα). Για παράδειγμα, οι συντελεστές βαρύτητας που προκύπτουν από τη μέθοδο RS είναι γραμμικοί. Επιπλέον, οι μέθοδοι RC και RR αποδίδουν πάντα μεγαλύτερη τιμή συντελεστή βαρύτητας στο σημαντικότερο κριτήριο σε σχέση με τη μέθοδο RS.



Διάγραμμα 4.35

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας που αποδίδουν οι μέθοδοι κατάταξης ROC, RS και RR για 5 κριτήρια



Διάγραμμα 4.36

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας που αποδίδουν οι μέθοδοι κατάταξης ROC, RS και RR για 9 κριτήρια

Σύμφωνα με τους Narens & Luce [181], ενώ η χρήση των παραπάνω μεθόδων βρίσκεται σε συμφωνία με την αρχική κατάταξη των κριτηρίων, δεν παρέχεται

κάποια σαφής ερμηνεία για την απόσταση μεταξύ των κριτηρίων. Μολαταύτα, τέτοιες τεχνικές συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλα τα επιστημονικά πεδία, κυρίως λόγω της ευκολίας χρήσης τους και του μικρού υπολογιστικού χρόνου που απαιτούν [276]. Επιπλέον, οι Hutton Barron & Barrett [126] κατέληξαν στη μελέτη τους ότι οι τεχνικές κατάταξης χαρακτηρίζονται από άριστη σχέση ανάμεσα στην ευκολία υλοποίησης και την αποτελεσματικότητα λήψης απόφασης.

4.4.3 Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας στη μέθοδο EDIP 2003 με τη χρήση συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων

Στην παρούσα Παράγραφο εφαρμόζονται η ΑΙΔ και οι μέθοδοι κατάταξης για τον υπολογισμό των συντελεστών F_j , όπως περιγράφηκε νωρίτερα στην Ενότητα. Και στις δύο περιπτώσεις πραγματοποιείται αρχικά σύγκριση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς κάθε ένα από τα κριτήρια που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 4.26 και προκύπτουν οι τιμές $(FM)_{j\delta}$, $j = 1, 2, \dots, n$, $\delta = 1, 2, \dots, 5$. Στη συνέχεια συγκρίνονται τα κριτήρια C_δ , $\delta = 1, 2, \dots, 5$ ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j και προκύπτουν οι τιμές $(FC)_\delta$, $\delta = 1, 2, \dots, 5$. Οι τιμές των συντελεστών F_j προκύπτουν από τη σχέση:

$$F_j = \sum_{\delta=1}^5 (FC)_\delta \cdot (FM)_{j\delta}, \quad \forall j, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.9)$$

Τέλος, εφαρμόζεται η Σχέση 4.8 και προκύπτουν τα τελικά αποτελέσματα της σύνθεσης των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων της μεθόδου EDIP 2003 για τη σύγκριση της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας των μπαταριών μολύβδου-οξέος σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.

4.4.3.1 Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων

Σε πρώτη φάση αξιολογούνται οι υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων j ως προς τα κριτήρια C_δ . Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.28 - 4.32. Στη συνέχεια, ακολουθεί η αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_δ ως προς τη

σημασία τους για το συντελεστή F_j . Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.33. Τέλος, εφαρμόζεται η Σχέση 4.9, ώστε να προκύψουν οι συντελεστές $F_j^{(ΑΙΔ)}$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.34.

c_1	GLW	ACF	POF	EUT	EWC	ESC	HTA	HTW	HTS	Άθροισμα γροαμής	\bar{b}
	9,00	124,25	208,00	149,00	18,10	27,02	39,52	42,05	53,55	670,49	0,34
	1,22	9,00	21,92	12,04	2,02	2,56	3,15	3,74	4,31	59,97	0,03
	0,48	5,22	9,00	6,24	1,04	1,36	1,80	2,00	2,45	29,59	0,02
	0,87	7,15	15,10	9,00	1,55	1,98	2,50	2,90	3,45	44,50	0,02
Z^2	5,57	68,25	128,25	84,67	9,00	13,01	19,01	20,60	28,10	376,46	0,19
	4,17	45,50	92,25	57,83	6,57	9,00	12,50	13,90	18,90	260,62	0,13
	3,55	33,00	75,42	43,67	5,48	7,17	9,00	10,40	13,40	201,08	0,10
	2,89	30,15	62,97	38,60	4,58	6,15	7,98	9,00	12,00	174,31	0,09
	2,46	21,65	51,97	29,60	3,91	5,15	6,48	7,50	9,00	137,72	0,07
	1,07E+03	1,06E+04	2,19E+04	1,35E+04	1,82E+03	2,43E+03	3,21E+03	3,63E+03	4,58E+03	6,28E+04	0,35
	9,76E+01	9,98E+02	2,02E+03	1,26E+03	1,68E+02	2,27E+02	3,03E+02	3,40E+02	4,31E+02	5,85E+03	0,03
	5,01E+01	5,04E+02	1,04E+03	6,42E+02	8,51E+01	1,14E+02	1,52E+02	1,71E+02	2,17E+02	2,97E+03	0,02
	7,44E+01	7,57E+02	1,54E+03	9,61E+02	1,27E+02	1,72E+02	2,29E+02	2,57E+02	3,26E+02	4,44E+03	0,02
	5,70E+02	5,64E+03	1,16E+04	7,19E+03	9,78E+02	1,31E+03	1,73E+03	1,95E+03	2,45E+03	3,35E+04	0,19
	3,93E+02	3,92E+03	8,04E+03	4,98E+03	6,77E+02	9,08E+02	1,20E+03	1,36E+03	1,70E+03	2,32E+04	0,13
	3,02E+02	3,05E+03	6,19E+03	3,86E+03	5,23E+02	7,02E+02	9,34E+02	1,05E+03	1,32E+03	1,79E+04	0,10
	2,62E+02	2,62E+03	5,36E+03	3,33E+03	4,52E+02	6,06E+02	8,04E+02	9,06E+02	1,14E+03	1,55E+04	0,09
	2,10E+02	2,12E+03	4,31E+03	2,69E+03	3,62E+02	4,87E+02	6,48E+02	7,29E+02	9,19E+02	1,25E+04	0,07
	9,16E+06	9,20E+07	1,88E+08	1,17E+08	1,57E+07	2,11E+07	2,80E+07	3,16E+07	3,98E+07	5,43E+08	0,35
	8,53E+05	8,57E+06	1,75E+07	1,09E+07	1,46E+06	1,97E+06	2,61E+06	2,94E+06	3,71E+06	5,05E+07	0,03
	4,32E+05	4,34E+06	8,89E+06	5,52E+06	7,42E+05	9,97E+05	1,32E+06	1,49E+06	1,88E+06	2,56E+07	0,02
	6,47E+05	6,50E+06	1,33E+07	8,26E+06	1,11E+06	1,49E+06	1,98E+06	2,23E+06	2,81E+06	3,83E+07	0,02
	4,90E+06	4,92E+07	1,01E+08	6,25E+07	8,41E+06	1,13E+07	1,50E+07	1,69E+07	2,13E+07	2,90E+08	0,19
	3,39E+06	3,41E+07	6,98E+07	4,33E+07	5,83E+06	7,83E+06	1,04E+07	1,17E+07	1,48E+07	2,01E+08	0,13
	2,63E+06	2,64E+07	5,40E+07	3,35E+07	4,51E+06	6,06E+06	8,04E+06	9,06E+06	1,14E+07	1,56E+08	0,10
	2,27E+06	2,28E+07	4,66E+07	2,89E+07	3,89E+06	5,23E+06	6,94E+06	7,82E+06	9,86E+06	1,34E+08	0,09
	1,82E+06	1,83E+07	3,75E+07	2,33E+07	3,13E+06	4,21E+06	5,58E+06	6,29E+06	7,93E+06	1,08E+08	0,07

Πίνακας 4.28

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της γεωγραφικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση της AIA

C_2	GLW	ACF	POF	EUT	EWC	ESC	HTA	HTW	HTS	Αθροισμα γραμμής	\bar{b}
	1,00	7,00	9,00	8,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	47,00	0,25
	0,14	1,00	4,00	2,00	0,20	0,20	0,14	0,17	0,17	8,02	0,04
	0,11	0,25	1,00	0,33	0,17	0,17	0,13	0,14	0,14	2,44	0,01
	0,13	0,50	3,00	1,00	0,20	0,20	0,14	0,17	0,17	5,50	0,03
	0,20	5,00	6,00	5,00	1,00	2,00	0,33	0,33	0,33	20,20	0,11
	0,20	5,00	6,00	5,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	19,20	0,10
	0,25	7,00	8,00	7,00	3,00	2,00	1,00	1,00	2,00	31,25	0,17
	0,25	6,00	7,00	6,00	3,00	2,00	1,00	1,00	2,00	28,25	0,15
	0,25	6,00	7,00	6,00	3,00	2,00	0,50	0,50	1,00	26,25	0,14
	9,00	146,25	218,00	159,00	53,00	48,50	21,43	21,95	31,95	709,09	0,34
	1,18	9,00	21,16	11,48	3,71	3,53	2,06	2,20	2,60	56,92	0,03
	0,47	5,70	9,00	6,31	2,32	2,16	1,13	1,16	1,50	29,76	0,01
	0,85	7,63	15,00	9,00	3,15	2,98	1,65	1,74	2,13	44,13	0,02
	3,06	31,73	68,13	39,93	9,00	10,00	5,15	5,49	6,32	178,82	0,08
	2,88	27,40	62,80	35,60	9,50	9,00	4,90	5,24	6,49	163,81	0,08
	5,01	64,25	118,25	75,67	21,38	21,38	9,00	9,48	12,48	336,90	0,16
	4,63	62,50	110,25	72,33	20,82	20,82	8,59	9,00	12,00	320,94	0,15
	4,13	50,00	95,75	59,83	14,82	16,82	7,09	7,50	9,00	264,94	0,13
	1,13E+03	1,24E+04	2,41E+04	1,49E+04	4,35E+03	4,32E+03	2,12E+03	2,23E+03	2,80E+03	6,84E+04	0,35
	9,37E+01	1,08E+03	2,02E+03	1,27E+03	3,76E+02	3,71E+02	1,79E+02	1,88E+02	2,39E+02	5,81E+03	0,03
	5,11E+01	5,73E+02	1,10E+03	6,83E+02	1,99E+02	1,97E+02	9,57E+01	1,01E+02	1,27E+02	3,12E+03	0,02
	7,47E+01	8,50E+02	1,61E+03	1,01E+03	2,96E+02	2,93E+02	1,41E+02	1,49E+02	1,89E+02	4,61E+03	0,02
	2,65E+02	2,97E+03	5,61E+03	3,52E+03	1,06E+03	1,04E+03	5,07E+02	5,33E+02	6,76E+02	1,62E+04	0,08
	2,49E+02	2,81E+03	5,30E+03	3,33E+03	9,93E+02	9,77E+02	4,76E+02	5,00E+02	6,34E+02	1,53E+04	0,08
	5,09E+02	5,62E+03	1,08E+04	6,69E+03	1,99E+03	1,96E+03	9,64E+02	1,01E+03	1,28E+03	3,08E+04	0,16
	4,87E+02	5,37E+03	1,03E+04	6,39E+03	1,90E+03	1,87E+03	9,21E+02	9,69E+02	1,22E+03	2,94E+04	0,15
	3,93E+02	4,36E+03	8,31E+03	5,18E+03	1,55E+03	1,52E+03	7,49E+02	7,88E+02	9,95E+02	2,39E+04	0,12
	1,03E+07	1,15E+08	2,19E+08	1,37E+08	4,05E+07	4,00E+07	1,95E+07	2,05E+07	2,59E+07	6,28E+08	0,35
	8,74E+05	9,78E+06	1,86E+07	1,16E+07	3,44E+06	3,39E+06	1,66E+06	1,74E+06	2,20E+06	5,33E+07	0,03
	4,68E+05	5,24E+06	9,98E+06	6,23E+06	1,84E+06	1,82E+06	8,88E+05	9,34E+05	1,18E+06	2,86E+07	0,02
	6,92E+05	7,75E+06	1,47E+07	9,20E+06	2,73E+06	2,69E+06	1,31E+06	1,38E+06	1,74E+06	4,22E+07	0,02
	2,45E+06	2,74E+07	5,22E+07	3,26E+07	9,65E+06	9,51E+06	4,65E+06	4,89E+06	6,17E+06	1,50E+08	0,08
	2,31E+06	2,58E+07	4,91E+07	3,07E+07	9,08E+06	8,95E+06	4,37E+06	4,60E+06	5,81E+06	1,41E+08	0,08
	4,65E+06	5,21E+07	9,91E+07	6,19E+07	1,83E+07	1,81E+07	8,82E+06	9,28E+06	1,17E+07	2,84E+08	0,16
	4,45E+06	4,97E+07	9,47E+07	5,91E+07	1,75E+07	1,73E+07	8,43E+06	8,86E+06	1,12E+07	2,71E+08	0,15
	3,61E+06	4,04E+07	7,69E+07	4,80E+07	1,42E+07	1,40E+07	6,85E+06	7,20E+06	9,10E+06	2,20E+08	0,12

Πίνακας 4.29

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της χρονικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση της AID

c_3	GLW	ACF	POF	EUT	EWC	ESC	HTA	HTW	HTS	Άθροισμα γρεμμής	\bar{b}
	9,00	124,50	136,50	179,00	41,80	49,30	22,62	23,30	33,30	619,32	0,35
	1,15	9,00	11,50	17,35	3,57	3,95	2,22	2,39	2,85	53,98	0,03
	0,82	7,67	9,00	12,85	3,00	3,37	1,82	1,92	2,39	42,84	0,02
	0,54	5,82	6,57	9,00	2,22	2,52	1,32	1,37	1,76	31,11	0,02
Z^2	2,87	29,07	35,90	51,30	9,00	11,00	5,60	5,98	7,23	157,95	0,09
	2,57	23,07	29,90	43,80	8,00	9,00	4,85	5,23	6,48	132,90	0,08
	4,54	50,08	60,25	84,25	16,65	19,65	9,00	9,57	12,57	266,56	0,15
	4,15	48,25	56,75	78,25	15,95	18,95	8,52	9,00	12,00	251,82	0,14
	3,65	37,75	46,25	65,75	11,95	14,95	7,02	7,50	9,00	203,82	0,12
	1,00E+03	1,02E+04	1,23E+04	1,74E+04	3,54E+03	4,13E+03	2,07E+03	2,20E+03	2,78E+03	5,56E+04	0,35
	9,03E+01	9,42E+02	1,12E+03	1,58E+03	3,26E+02	3,81E+02	1,89E+02	2,00E+02	2,56E+02	5,09E+03	0,03
	7,28E+01	7,54E+02	9,03E+02	1,27E+03	2,61E+02	3,05E+02	1,52E+02	1,61E+02	2,04E+02	4,09E+03	0,03
	5,27E+01	5,44E+02	6,53E+02	9,21E+02	1,88E+02	2,20E+02	1,10E+02	1,16E+02	1,47E+02	2,95E+03	0,02
	2,47E+02	2,55E+03	3,05E+03	4,30E+03	8,89E+02	1,04E+03	5,18E+02	5,49E+02	6,99E+02	1,38E+04	0,09
	2,11E+02	2,19E+03	2,62E+03	3,69E+03	7,62E+02	8,89E+02	4,44E+02	4,70E+02	5,98E+02	1,19E+04	0,08
	4,18E+02	4,29E+03	5,14E+03	7,26E+03	1,50E+03	1,74E+03	8,74E+02	9,26E+02	1,18E+03	2,33E+04	0,15
	3,96E+02	4,06E+03	4,86E+03	6,87E+03	1,41E+03	1,65E+03	8,26E+02	8,75E+02	1,11E+03	2,21E+04	0,14
	3,18E+02	3,28E+03	3,92E+03	5,53E+03	1,14E+03	1,33E+03	6,67E+02	7,06E+02	8,98E+02	1,78E+04	0,11
	8,10E+06	8,35E+07	1,00E+08	1,41E+08	2,90E+07	3,39E+07	1,69E+07	1,79E+07	2,28E+07	4,53E+08	0,35
	7,41E+05	7,64E+06	9,16E+06	1,29E+07	2,66E+06	3,10E+06	1,55E+06	1,64E+06	2,08E+06	4,15E+07	0,03
	5,95E+05	6,13E+06	7,34E+06	1,04E+07	2,13E+06	2,48E+06	1,24E+06	1,32E+06	1,67E+06	3,33E+07	0,03
	4,29E+05	4,43E+06	5,30E+06	7,48E+06	1,54E+06	1,79E+06	8,97E+05	9,50E+05	1,21E+06	2,40E+07	0,02
	2,02E+06	2,08E+07	2,50E+07	3,52E+07	7,24E+06	8,45E+06	4,22E+06	4,47E+06	5,68E+06	1,13E+08	0,09
	1,73E+06	1,79E+07	2,14E+07	3,02E+07	6,21E+06	7,24E+06	3,62E+06	3,83E+06	4,87E+06	9,70E+07	0,08
	3,41E+06	3,51E+07	4,21E+07	5,94E+07	1,22E+07	1,42E+07	7,12E+06	7,54E+06	9,58E+06	1,91E+08	0,15
	3,22E+06	3,32E+07	3,98E+07	5,61E+07	1,15E+07	1,35E+07	6,73E+06	7,12E+06	9,06E+06	1,80E+08	0,14
	2,60E+06	2,68E+07	3,21E+07	4,53E+07	9,31E+06	1,09E+07	5,43E+06	5,75E+06	7,31E+06	1,45E+08	0,11

Πίνακας 4.30

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της σοβαρότητας της επίπτωσης με τη χρήση της AIA

C4	GLW	ACF	POF	EUT	EWC	ESC	HTA	HTW	HTS	Αθροισμα γραμμής	b
Z ²	9,00	137,00	189,00	125,00	42,05	49,55	22,79	23,50	33,50	631,39	0,35
	0,90	9,00	14,69	7,88	3,11	3,48	1,90	2,02	2,48	45,45	0,03
	0,51	6,35	9,00	5,73	2,17	2,47	1,29	1,34	1,73	30,60	0,02
	1,11	11,14	19,35	9,00	3,57	3,95	2,22	2,39	2,85	55,59	0,03
	2,80	35,27	55,30	29,07	9,00	11,00	5,60	5,98	7,23	161,25	0,09
	2,50	29,27	47,80	23,07	8,00	9,00	4,85	5,23	6,48	136,20	0,08
	4,43	59,33	90,25	50,08	16,65	19,65	9,00	9,57	12,57	271,53	0,15
	4,06	56,00	83,25	48,25	15,95	18,95	8,52	9,00	12,00	255,98	0,14
	3,56	45,50	70,75	37,75	11,95	14,95	7,02	7,50	9,00	207,98	0,12
	9,96E+02	1,22E+04	1,89E+04	1,03E+04	3,59E+03	4,19E+03	2,10E+03	2,23E+03	2,82E+03	5,73E+04	0,36
	7,52E+01	9,35E+02	1,44E+03	7,95E+02	2,75E+02	3,21E+02	1,60E+02	1,69E+02	2,16E+02	4,39E+03	0,03
	5,08E+01	6,27E+02	9,71E+02	5,32E+02	1,84E+02	2,15E+02	1,07E+02	1,14E+02	1,44E+02	2,95E+03	0,02
	8,94E+01	1,11E+03	1,71E+03	9,47E+02	3,28E+02	3,84E+02	1,91E+02	2,02E+02	2,58E+02	5,22E+03	0,03
2,45E+02	3,01E+03	4,65E+03	2,56E+03	8,96E+02	1,04E+03	5,22E+02	5,53E+02	7,04E+02	1,42E+04	0,09	
2,09E+02	2,59E+03	3,98E+03	2,21E+03	7,68E+02	8,96E+02	4,48E+02	4,74E+02	6,03E+02	1,22E+04	0,08	
4,14E+02	5,08E+03	7,85E+03	4,31E+03	1,51E+03	1,75E+03	8,80E+02	9,33E+02	1,18E+03	2,39E+04	0,15	
3,92E+02	4,80E+03	7,43E+03	4,07E+03	1,42E+03	1,66E+03	8,32E+02	8,82E+02	1,12E+03	2,26E+04	0,14	
3,15E+02	3,87E+03	5,98E+03	3,29E+03	1,15E+03	1,34E+03	6,72E+02	7,12E+02	9,05E+02	1,82E+04	0,11	
8,18E+06	1,01E+08	1,56E+08	8,57E+07	2,98E+07	3,48E+07	1,74E+07	1,84E+07	2,34E+07	4,74E+08	0,36	
6,25E+05	7,70E+06	1,19E+07	6,54E+06	2,28E+06	2,65E+06	1,33E+06	1,41E+06	1,79E+06	3,62E+07	0,03	
4,19E+05	5,17E+06	7,98E+06	4,39E+06	1,53E+06	1,78E+06	8,92E+05	9,45E+05	1,20E+06	2,43E+07	0,02	
7,45E+05	9,17E+06	1,42E+07	7,80E+06	2,71E+06	3,16E+06	1,58E+06	1,68E+06	2,13E+06	4,31E+07	0,03	
2,03E+06	2,50E+07	3,86E+07	2,12E+07	7,39E+06	8,62E+06	4,31E+06	4,57E+06	5,81E+06	1,18E+08	0,09	
1,74E+06	2,14E+07	3,31E+07	1,82E+07	6,34E+06	7,39E+06	3,70E+06	3,92E+06	4,98E+06	1,01E+08	0,08	
3,42E+06	4,21E+07	6,50E+07	3,58E+07	1,25E+07	1,45E+07	7,27E+06	7,70E+06	9,78E+06	1,98E+08	0,15	
3,23E+06	3,98E+07	6,15E+07	3,38E+07	1,18E+07	1,37E+07	6,87E+06	7,28E+06	9,25E+06	1,87E+08	0,14	
2,61E+06	3,21E+07	4,96E+07	2,73E+07	9,51E+06	1,11E+07	5,54E+06	5,88E+06	7,47E+06	1,51E+08	0,11	

Πίνακας 4.31

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο του ενδεχόμενου παραβίασης νομοθετικών περιορισμών με τη χρήση της AID

ζ_5	GLW	ACF	POF	EUT	EWC	ESC	HTA	HTW	HTS	Άθροισμα γρομμής	\bar{b}
	9,00	83,00	114,00	74,50	34,83	34,83	19,70	19,70	19,70	409,27	0,30
	1,25	9,00	13,12	7,67	3,97	3,97	2,46	2,46	2,46	46,34	0,03
	0,83	6,40	9,00	5,65	2,89	2,89	1,76	1,76	1,76	32,94	0,02
	1,72	11,50	17,62	9,00	4,72	4,72	3,03	3,03	3,03	58,37	0,04
Z^2	3,12	24,25	36,00	19,08	9,00	9,00	5,55	5,55	5,55	117,10	0,09
	3,12	24,25	36,00	19,08	9,00	9,00	5,55	5,55	5,55	117,10	0,09
	4,77	40,17	58,00	33,33	15,25	15,25	9,00	9,00	9,00	193,77	0,14
	4,77	40,17	58,00	33,33	15,25	15,25	9,00	9,00	9,00	193,77	0,14
	4,77	40,17	58,00	33,33	15,25	15,25	9,00	9,00	9,00	193,77	0,14
	9,06E+02	7,14E+03	1,04E+04	5,92E+03	2,85E+03	2,85E+03	1,73E+03	1,73E+03	1,73E+03	3,52E+04	0,30
	1,06E+02	8,45E+02	1,23E+03	7,02E+02	3,37E+02	3,37E+02	2,03E+02	2,03E+02	2,03E+02	4,17E+03	0,04
	7,57E+01	6,01E+02	8,73E+02	4,99E+02	2,39E+02	2,39E+02	1,45E+02	1,45E+02	1,45E+02	2,96E+03	0,03
	1,33E+02	1,06E+03	1,53E+03	8,80E+02	4,23E+02	4,23E+02	2,55E+02	2,55E+02	2,55E+02	5,21E+03	0,04
Z^4	2,56E+02	2,03E+03	2,95E+03	1,69E+03	8,15E+02	8,15E+02	4,92E+02	4,92E+02	4,92E+02	1,00E+04	0,09
	2,56E+02	2,03E+03	2,95E+03	1,69E+03	8,15E+02	8,15E+02	4,92E+02	4,92E+02	4,92E+02	1,00E+04	0,09
	4,22E+02	3,34E+03	4,84E+03	2,77E+03	1,34E+03	1,34E+03	8,08E+02	8,08E+02	8,08E+02	1,65E+04	0,14
	4,22E+02	3,34E+03	4,84E+03	2,77E+03	1,34E+03	1,34E+03	8,08E+02	8,08E+02	8,08E+02	1,65E+04	0,14
	4,22E+02	3,34E+03	4,84E+03	2,77E+03	1,34E+03	1,34E+03	8,08E+02	8,08E+02	8,08E+02	1,65E+04	0,14
	6,80E+06	5,39E+07	7,82E+07	4,48E+07	2,16E+07	2,16E+07	1,30E+07	1,30E+07	1,30E+07	2,66E+08	0,30
	8,03E+05	6,36E+06	9,23E+06	5,29E+06	2,54E+06	2,54E+06	1,54E+06	1,54E+06	1,54E+06	3,14E+07	0,04
	5,70E+05	4,52E+06	6,56E+06	3,76E+06	1,81E+06	1,81E+06	1,09E+06	1,09E+06	1,09E+06	2,23E+07	0,03
	1,00E+06	7,96E+06	1,15E+07	6,61E+06	3,18E+06	3,18E+06	1,92E+06	1,92E+06	1,92E+06	3,93E+07	0,04
Z^8	1,94E+06	1,53E+07	2,23E+07	1,28E+07	6,14E+06	6,14E+06	3,71E+06	3,71E+06	3,71E+06	7,57E+07	0,09
	1,94E+06	1,53E+07	2,23E+07	1,28E+07	6,14E+06	6,14E+06	3,71E+06	3,71E+06	3,71E+06	7,57E+07	0,09
	3,18E+06	2,52E+07	3,66E+07	2,09E+07	1,01E+07	1,01E+07	6,09E+06	6,09E+06	6,09E+06	1,24E+08	0,14
	3,18E+06	2,52E+07	3,66E+07	2,09E+07	1,01E+07	1,01E+07	6,09E+06	6,09E+06	6,09E+06	1,24E+08	0,14
	3,18E+06	2,52E+07	3,66E+07	2,09E+07	1,01E+07	1,01E+07	6,09E+06	6,09E+06	6,09E+06	1,24E+08	0,14

Πίνακας 4.32

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο των τεχνοοικονομικών δυσκολιών βελτίωσης της επίπτωσης με τη χρήση της ΑΙΔ

F_j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
C_1	1,00	2,00	4,00	5,00	5,00	17,00	0,39
C_2	0,50	1,00	3,00	4,00	4,00	12,50	0,29
C_3	0,25	0,33	1,00	3,00	3,00	7,58	0,18
C_4	0,20	0,25	0,33	1,00	2,00	3,78	0,09
C_5	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	2,28	0,05
Z^2	5,00	7,83	17,33	32,50	40,00	102,67	0,44
	3,35	5,00	10,67	21,50	27,50	68,02	0,29
	1,87	2,67	5,00	10,08	14,58	34,20	0,15
	1,01	1,51	2,88	5,00	7,00	17,40	0,07
	0,71	1,14	2,38	4,00	5,00	13,23	0,06
Z^4	1,45E+02	2,19E+02	4,46E+02	8,28E+02	1,10E+03	2,73E+03	0,43
	9,46E+01	1,43E+02	2,92E+02	5,41E+02	7,15E+02	1,79E+03	0,28
	4,81E+01	7,31E+01	1,50E+02	2,77E+02	3,64E+02	9,12E+02	0,15
	2,55E+01	3,87E+01	7,91E+01	1,47E+02	1,94E+02	4,85E+02	0,08
	1,94E+01	2,93E+01	5,98E+01	1,11E+02	1,47E+02	3,67E+02	0,06
Z^8	1,05E+05	1,60E+05	3,26E+05	6,06E+05	8,00E+05	2,00E+06	0,43
	6,90E+04	1,05E+05	2,13E+05	3,96E+05	5,23E+05	1,31E+06	0,28
	3,52E+04	5,34E+04	1,09E+05	2,02E+05	2,67E+05	6,67E+05	0,15
	1,87E+04	2,83E+04	5,77E+04	1,07E+05	1,42E+05	3,54E+05	0,08
	1,41E+04	2,14E+04	4,38E+04	8,13E+04	1,07E+05	2,68E+05	0,06

Πίνακας 4.33

Αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_δ ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j με τη χρήση της ΑΙΔ

	ΑΙΔ
F_{GLW}	0,35
F_{ACF}	0,03
F_{POF}	0,02
F_{EUT}	0,03
F_{EWC}	0,13
F_{ESC}	0,10
F_{HTA}	0,13
F_{HTW}	0,12
F_{HTS}	0,10

Πίνακας 4.34

Οι τιμές των συντελεστών F_j , όπως προέκυψαν με τη χρήση της ΑΙΔ

4.4.3.2 Εφαρμογή μεθόδων κατάταξης για τον υπολογισμό των συντελεστών σχετικής σημασίας των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων

Σε πρώτη φάση αξιολογούνται οι υποκατηγορίες οικολογικών επιπτώσεων j ως προς τα κριτήρια C_δ με τη χρήση των μεθόδων ROC, RS και RR. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.35 - 4.39. Στη συνέχεια, ακολουθεί η αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_δ ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j . Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.40. Τέλος, εφαρμόζεται η Σχέση 4.9,

ώστε να προκύψουν οι συντελεστές $F_j^{(ROC)}$, $F_j^{(RS)}$ και $F_j^{(RR)}$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.41.

C ₁	Κατάταξη	ROC	RS	RR
GLW	1	0,31	0,20	0,35
EWC	2	0,20	0,18	0,18
ESC	3	0,15	0,16	0,12
HTA	4	0,11	0,13	0,09
HTW	5	0,08	0,11	0,07
HTS	6	0,06	0,09	0,06
ACF	7	0,04	0,07	0,05
EUT	8	0,03	0,04	0,04
POF	9	0,01	0,02	0,04

Πίνακας 4.35

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της γεωγραφικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

c ₂	Κατάταξη	ROC	RS	RR
GLW	1	0,31	0,20	0,35
HTA	2	0,20	0,18	0,18
HTW	3	0,15	0,16	0,12
HTS	4	0,11	0,13	0,09
EWC	5	0,08	0,11	0,07
ESC	6	0,06	0,09	0,06
ACF	7	0,04	0,07	0,05
EUT	8	0,03	0,04	0,04
POF	9	0,01	0,02	0,04

Πίνακας 4.36

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της χρονικής έκτασης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

C ₃	Κατάταξη	ROC	RS	RR
GLW	1	0,31	0,20	0,35
HTA	2	0,20	0,18	0,18
HTW	3	0,15	0,16	0,12
HTS	4	0,11	0,13	0,09
EWC	5	0,08	0,11	0,07
ESC	6	0,06	0,09	0,06
ACF	7	0,04	0,07	0,05
POF	8	0,03	0,04	0,04
EUT	9	0,01	0,02	0,04

Πίνακας 4.37

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο της σοβαρότητας της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

C₄	Κατάταξη	ROC	RS	RR
GLW	1	0,31	0,20	0,35
HTA	2	0,20	0,18	0,18
HTW	3	0,15	0,16	0,12
HTS	4	0,11	0,13	0,09
EWC	5	0,08	0,11	0,07
ESC	6	0,06	0,09	0,06
EUT	7	0,04	0,07	0,05
ACF	8	0,03	0,04	0,04
POF	9	0,01	0,02	0,04

Πίνακας 4.38

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο του ενδεχόμενου παραβίασης νομοθετικών περιορισμών με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

C₅	Κατάταξη	ROC	RS	RR
GLW	1	0,31	0,20	0,35
HTA	2	0,20	0,18	0,18
HTW	3	0,15	0,16	0,12
HTS	4	0,11	0,13	0,09
EWC	5	0,08	0,11	0,07
ESC	6	0,06	0,09	0,06
EUT	7	0,04	0,07	0,05
ACF	8	0,03	0,04	0,04
POF	9	0,01	0,02	0,04

Πίνακας 4.39

Αξιολόγηση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων ως προς το κριτήριο των τεχνοοικονομικών δυσκολιών βελτίωσης της επίπτωσης με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

F_j	Κατάταξη	ROC	RS	RR
C ₁	1	0,46	0,33	0,44
C ₂	2	0,26	0,27	0,22
C ₃	3	0,16	0,20	0,15
C ₄	4	0,09	0,13	0,11
C ₅	5	0,04	0,07	0,09

Πίνακας 4.40

Αξιολόγηση των κριτηρίων στάθμισης C_{δ} ως προς τη σημασία τους για το συντελεστή F_j με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

	ROC	RS	RR
F _{GLW}	0,31	0,20	0,35
F _{ACF}	0,04	0,06	0,05
F _{POF}	0,01	0,03	0,04
F _{EUT}	0,03	0,04	0,04
F _{EWC}	0,14	0,13	0,12
F _{ESC}	0,10	0,11	0,08
F _{HTA}	0,16	0,16	0,14
F _{HTW}	0,12	0,14	0,10
F _{HTS}	0,09	0,12	0,08

Πίνακας 4.41

Οι τιμές των συντελεστών F_j , όπως προέκυψαν με τη χρήση μεθόδων κατάταξης

4.4.3.3 Υπολογισμός συγκεντρωτικών δεικτών για την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος και τη διάθεσή τους στο περιβάλλον - Σύγκριση των αποτελεσμάτων

Έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές F_j με τη χρήση των μεθόδων AID, ROC, RS και RR, το επόμενο στάδιο αφορά τον υπολογισμό των τελικών συντελεστών βαρύτητας ($w_j^{(AID)}$, $w_j^{(ROC)}$, $w_j^{(RS)}$ και $w_j^{(RR)}$ αντίστοιχα) με χρήση της Σχέσης 4.8. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.42. Στο τελικό στάδιο της ανάλυσης, οι συντελεστές βαρύτητας εφαρμόζονται στις κανονικοποιημένες τιμές των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων και προκύπτουν οι αντίστοιχες σταθμισμένες τιμές (βλ. Σχέση 3.3, Υποπαράγραφος 3.5.3.4). Τα αποτελέσματα για κάθε σενάριο αθροίζονται και προκύπτουν οι τελικοί δείκτες $v_{(RC)}^{(AID)}$, $v_{(RC)}^{(ROC)}$, $v_{(RC)}^{(RS)}$, $v_{(RC)}^{(RR)}$, $v_{(DP)}^{(AID)}$, $v_{(DP)}^{(ROC)}$, $v_{(DP)}^{(RS)}$ και $v_{(DP)}^{(RR)}$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.43 και στα Διαγράμματα 4.37 - 4.41. Τέλος, στο Διάγραμμα 4.42 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης των δεικτών v_p^* , όπου αποτυπώνεται η σχετική συνεισφορά των δύο σεναρίων στις οικολογικές επιπτώσεις.

Όπως φαίνεται από τα τελικά αποτελέσματα, η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα των μπαταριών μολύβδου-οξέος υπερέχει συντριπτικά σε σχέση με τη διάθεσή τους στο περιβάλλον σε όλες τις περιπτώσεις στάθμισης. Η υποκατηγορία οικολογικών επιπτώσεων που φαίνεται να καθορίζει το αποτέλεσμα αυτό είναι οι τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους, όπου η διάθεση στο περιβάλλον λαμβάνει πολύ υψηλή τιμή. Το οικολογικό προφίλ της Αντίστροφης Εφοδιαστικής

Αλυσίδας φαίνεται να καθορίζεται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα και τις τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω εδάφους.

	$w_j^{(AIA)}$	$w_j^{(ROC)}$	$w_j^{(RS)}$	$w_j^{(RR)}$
GLW	0,39	0,36	0,23	0,40
ACF	0,04	0,05	0,08	0,06
POF	0,02	0,02	0,04	0,05
EUT	0,03	0,03	0,05	0,05
EWC	0,15	0,16	0,16	0,14
ESC	0,10	0,10	0,11	0,08
HTA	0,14	0,17	0,17	0,15
HTW	0,16	0,15	0,18	0,13
HTS	0,12	0,11	0,15	0,09

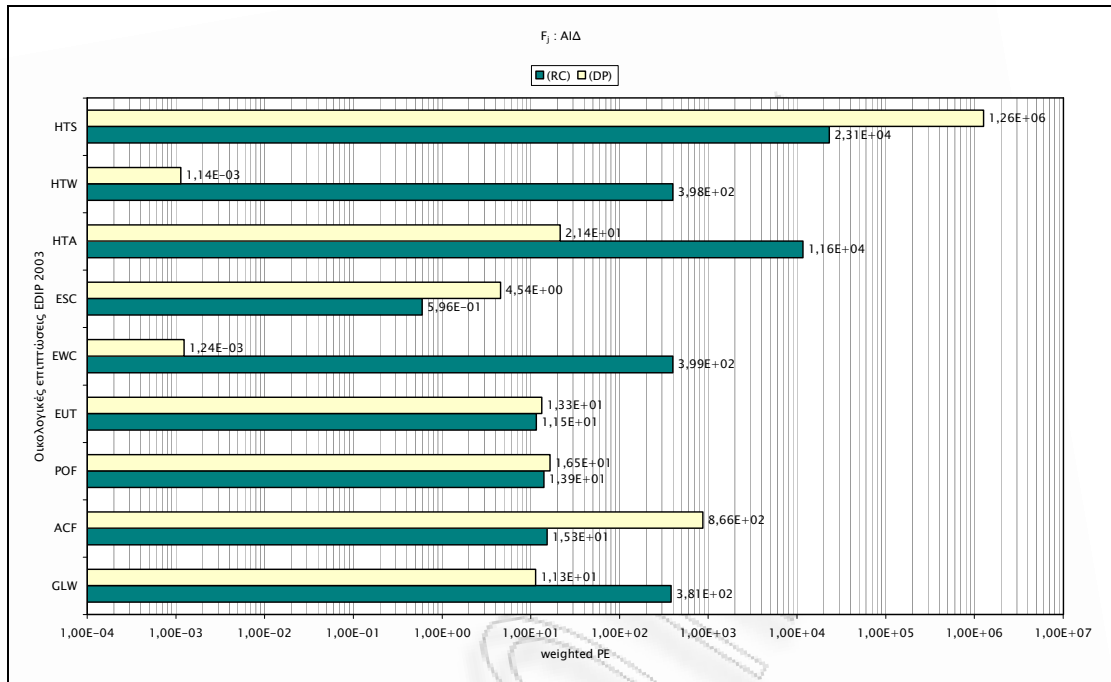
Πίνακας 4.42

Οι τελικές τιμές των συντελεστών βαρύτητας w_j^*

	Α/Α		ROC		RS		RR	
	RC	D	RC	D	RC	D	RC	D
GLW	3,81E+02	1,13E+01	3,45E+02	1,02E+01	2,19E+02	6,50E+00	3,87E+02	1,15E+01
ACF	1,53E+01	8,66E+02	1,94E+01	1,10E+03	3,02E+01	1,71E+03	2,39E+01	1,36E+03
POF	1,39E+01	1,65E+01	1,10E+01	1,30E+01	2,03E+01	2,39E+01	3,04E+01	3,59E+01
EUT	1,15E+01	1,33E+01	1,19E+01	1,37E+01	2,02E+01	2,34E+01	2,04E+01	2,35E+01
EWC	3,99E+02	1,24E-03	4,24E+02	1,31E-03	4,10E+02	1,27E-03	3,61E+02	1,12E-03
ESC	5,96E-01	4,54E+00	5,96E-01	4,54E+00	6,60E-01	5,02E+00	5,03E-01	3,83E+00
HTA	1,16E+04	2,14E+01	1,44E+04	2,66E+01	1,46E+04	2,70E+01	1,24E+04	2,28E+01
HTW	3,98E+02	1,14E-03	3,92E+02	1,12E-03	4,67E+02	1,34E-03	3,23E+02	9,24E-04
HTS	2,31E+04	1,26E+06	2,06E+04	1,12E+06	2,78E+04	1,52E+06	1,77E+04	9,65E+05
Τελικά αποτελέσματα	3,59E+04	1,26E+06	3,62E+04	1,12E+06	4,35E+04	1,52E+06	3,12E+04	9,66E+05

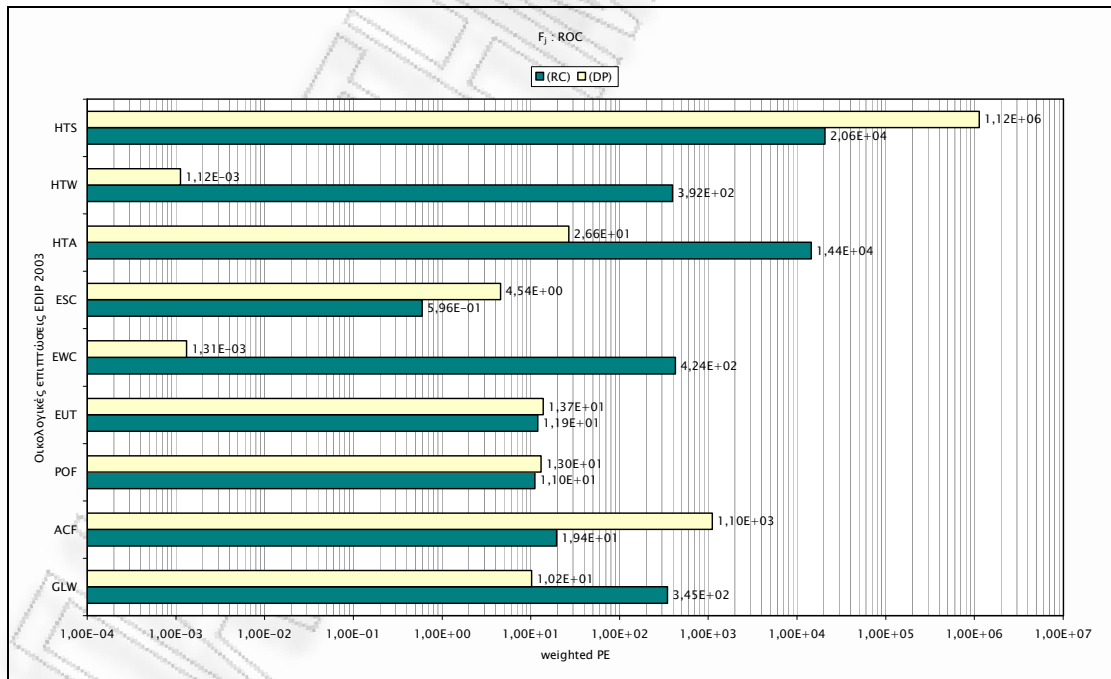
Πίνακας 4.43

Σύνθεση των υποκατηγοριών οικολογικών επιπτώσεων για την περίπτωση της EDIP 2003 – (RC) vs (DP)



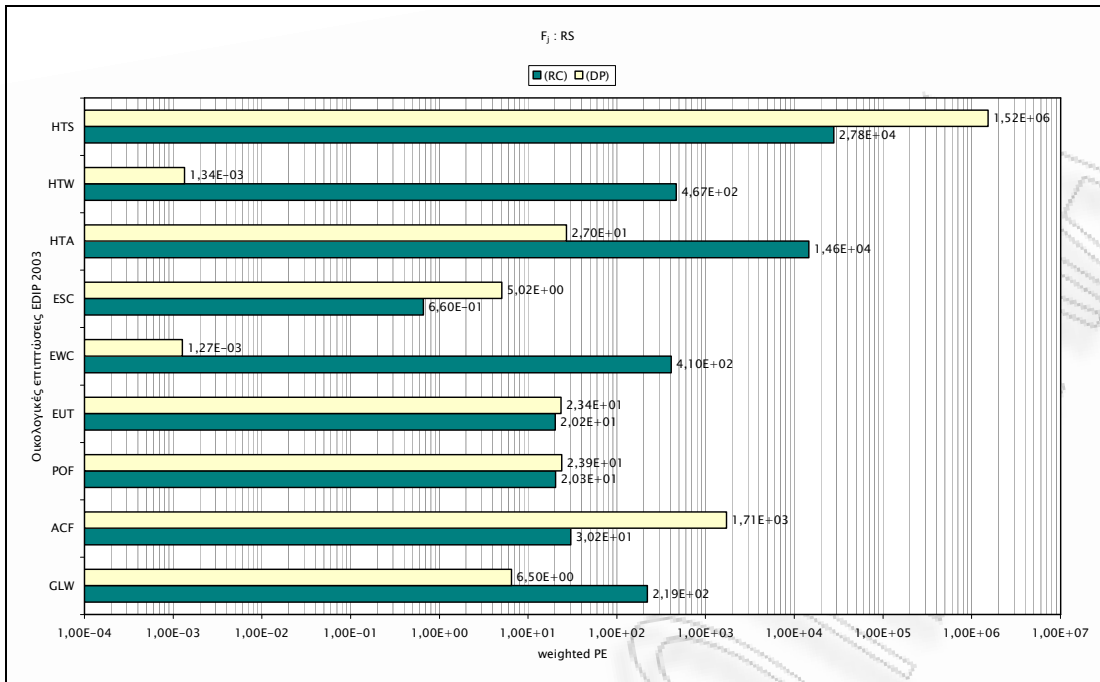
Διάγραμμα 4.37

(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της ΑΙΑ



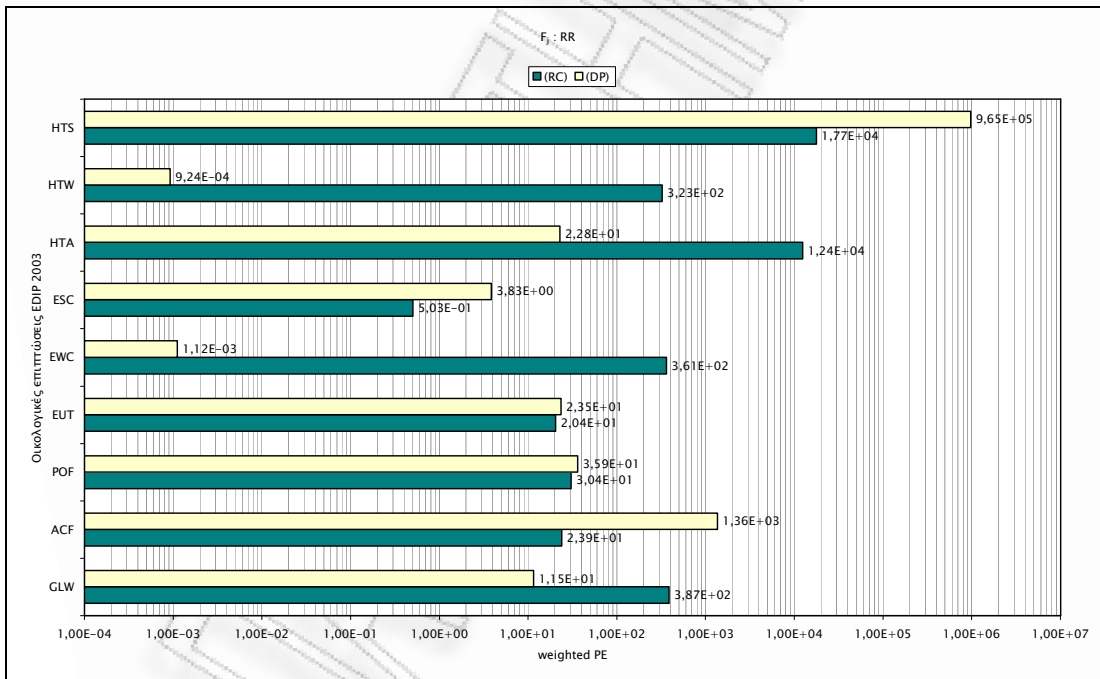
Διάγραμμα 4.38

(RC) vs (DP) - Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 - F_j με τη χρήση της ROC



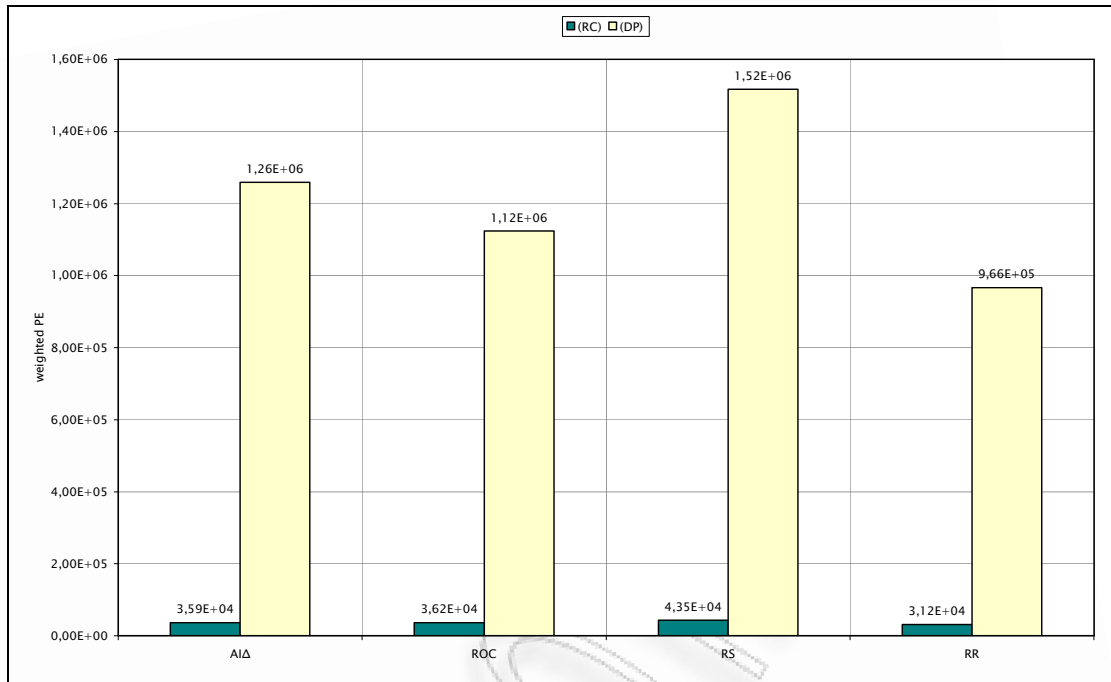
Διάγραμμα 4.39

(RC) vs (DP) – Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 – F_j με τη χρήση της RS



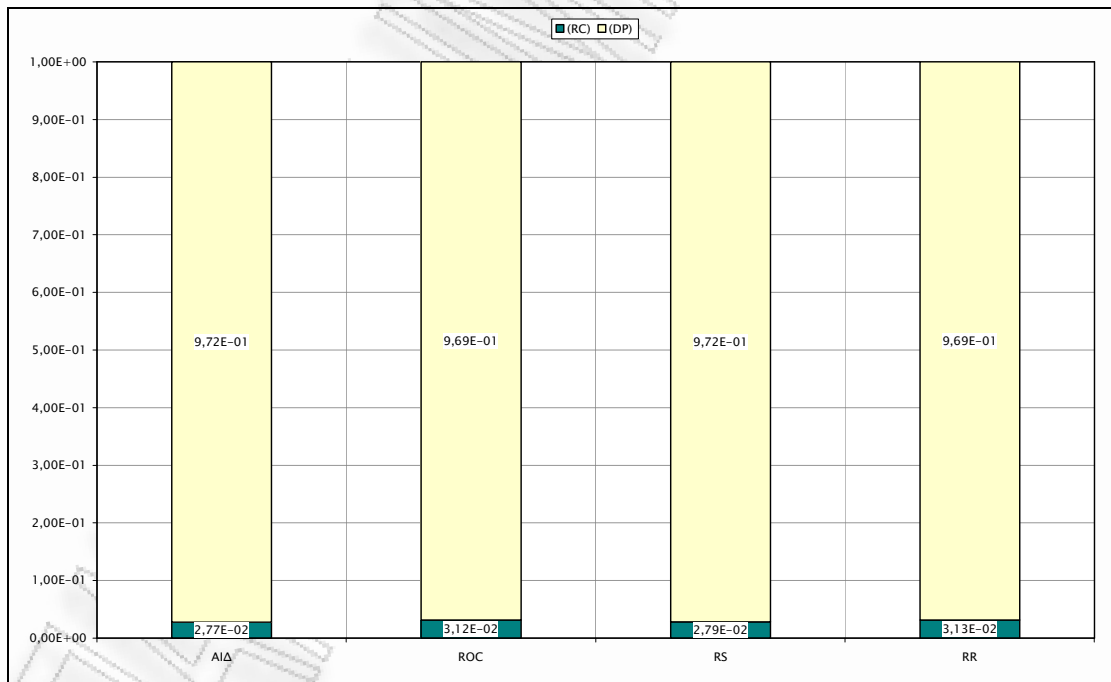
Διάγραμμα 4.40

(RC) vs (DP) – Εφαρμογή των τελικών συντελεστών βαρύτητας στην EDIP 2003 – F_j με τη χρήση της RR



Διάγραμμα 4.41

(RC) vs (DP) - Παράθεση συγκεντρωτικών δεικτών (AID, ROC, RS, RR)



Διάγραμμα 4.42

(RC) vs (DP) - Κανονικοποιημένοι συγκεντρωτικοί δείκτες (AID, ROC, RS, RR)

Είναι προφανές ότι η χρήση μεθόδων πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων σε περιπτώσεις όπου τα εναλλακτικά σενάρια έχουν παραπλήσιες επιδόσεις μπορεί να οδηγήσει σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Ωστόσο, υπό την έλλειψη

‘αντικειμενικών’ προσεγγίσεων για τη λήψη αποφάσεων, είναι προφανές ότι η ανάλυση του προβλήματος από όλες τις δυνατές οπτικές είναι χρήσιμη για την τεκμηρίωση αποφάσεων. Επιπλέον, ο υπολογιστικός χρόνος που απαιτείται για την εφαρμογή μεθόδων πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων μπορεί να παίζει καθοριστικό ρόλο για την εφαρμογή τους, καθώς πάντα επιζητείται η όσο το δυνατό καλύτερη σχέση ανάμεσα στην ευκολία υλοποίησης και την αποτελεσματικότητα λήψης απόφασης.

4.5 Θεωρητικές προσεγγίσεις για το στάδιο της Ερμηνείας

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι στόχοι που έχει θέσει ο ΔΟΤ για το στάδιο της Ερμηνείας, απαιτείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα στάδια της Αναλυτικής Απογραφής και της Εκτίμησης Επιπτώσεων, καθώς και η επικύρωση του στόχου της μελέτης. Κατά την εκπόνηση μίας μελέτης ΑΚΖ είναι αναπόφευκτο να γίνουν υποθέσεις, προσεγγιστικές εκτιμήσεις και να ληφθούν αποφάσεις που εμπεριέχουν το υποκειμενικό στοιχείο του αναλυτή και είναι επηρεασμένες από το σύστημα αξιών των εμπλεκόμενων φορέων. Στο στάδιο της Ερμηνείας, όλα αυτά τα ζητήματα πρέπει να διευκρινιστούν και να συσχετιστούν με τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων.

Σε αρκετές περιπτώσεις η αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει τα τελικά αποτελέσματα είναι τέτοια που είναι δύσκολο να αποφανθεί κανείς ότι ανάμεσα σε δύο εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν το ένα υπερτερεί του άλλου. Αυτό δε σημαίνει ότι οι προσπάθειες ήταν άχρηστες. Η ΑΚΖ συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε σεναρίου και της κατανομής τους στο χώρο και το χρόνο. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες για την έκταση του προβλήματος για κάθε κατηγορία επιπτώσεων για όλα τα εναλλακτικά σενάρια, ώστε να μπορούν να γίνουν επιμέρους συγκρίσεις. Ωστόσο, η ΑΚΖ δε λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά, το κόστος και η κοινωνική αποδοχή. Επομένως, είναι σκόπιμο να συνδυαστεί με αυτές τις παραμέτρους κατά τη λήψη αποφάσεων.

Η συνεισφορά της Ερμηνείας μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο επίπεδα [260]. Το πρώτο αφορά τις υποθέσεις και τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη την έκταση της μελέτης και άπτονται μεθοδολογικών ζητημάτων. Το δεύτερο επίπεδο σχετίζεται με το ίδιο το σύστημα προϊόντος που εξετάζεται, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τυχόν τροποποιήσεις/επεμβάσεις που μπορούν λάβουν χώρα. Στην παρούσα Ενότητα παρουσιάζεται μία σειρά από προσεγγίσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο στάδιο της Ερμηνείας. Οι προσεγγίσεις αυτές περιλαμβάνουν τον κατάλογο ελέγχου της Ερμηνείας και ορισμένα μαθηματικά μοντέλα που μπορούν να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων.

4.5.1 Ο κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας

Ο κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας περιλαμβάνει την κριτική ανασκόπηση διαφόρων ζητημάτων σχετικών με τα προηγούμενα στάδια της ΑΚΖ. Η χρησιμοποίηση μίας δομημένης προσέγγισης συμβάλλει στην αποτελεσματική εξέταση όλων των πτυχών που ανακύπτουν.

4.5.1.1 Αναθεώρηση του στόχου της μελέτης

Το πρώτο ζήτημα που πρέπει να εξεταστεί είναι το κατά πόσο η περιβαλλοντική αποτίμηση που πραγματοποιήθηκε είναι ευθυγραμμισμένη με το στόχο της μελέτης, όπως αυτός διατυπώθηκε ευθύς εξαρχής. Αυτό σημαίνει πως θα πρέπει να εξεταστεί το αν η αποτίμηση είναι 'εκτός θέματος' αναθεωρώντας τις επιλογές σχετικά με τον προσδιορισμό της λειτουργικής μονάδας και των ορίων του συστήματος.

4.5.1.2 Επιλογή των σημαντικών διαδικασιών

Στη συνέχεια, θα πρέπει να επαναβεβαιωθούν οι υποθέσεις που έγιναν κατά τη μοντελοποίηση του υπό εξέταση συστήματος προϊόντος. Παράλληλα, απαιτείται να επικυρωθεί ότι οι διαδικασίες που επελέγησαν για την αποτύπωση και την ανάλυση του συστήματος είναι πράγματι οι πλέον σημαντικές.

4.5.1.3 Ποιότητα των δεδομένων

Το επόμενο ζήτημα αφορά την αποτίμηση της ποιότητας των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή της ΑΚΖ, κάτι που προφανώς επηρεάζει την αξιοπιστία της μελέτης [282]. Για μία πλήρη μελέτη ΑΚΖ απαιτείται η συλλογή τριών διαφορετικών κατηγοριών δεδομένων [172]:

- *‘Δεδομένα διαδικασιών’ (process data)*, δηλαδή δεδομένα για τις απαιτήσεις των διαδικασιών σε υλικά και ενέργεια, καθώς και για τις σχετικές εκπομπές στο περιβάλλον. Το είδος αυτό των δεδομένων χρησιμοποιείται στο στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής και θα πρέπει αν είναι δυνατό να προέρχεται από τις ίδιες τις διαδικασίες του υπό εξέταση συστήματος προϊόντος.
- *‘Δεδομένα επιπτώσεων’ (impact data)*, δηλαδή δεδομένα για τις επιπτώσεις διαφόρων ουσιών στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα δεδομένα αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται στο στάδιο της Εκτίμησης Επιπτώσεων, όπου τα αποτελέσματα της Αναλυτικής Απογραφής αντιστοιχίζονται σε πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και πρέπει να στηρίζονται στα ευρήματα ερευνών σε θέματα Χημείας, Τοξικολογίας και Οικολογίας.
- *‘Δεδομένα προτιμήσεων’ (preference data)*, δηλαδή δεδομένα σχετικά με τις προτιμήσεις που εκφράζονται από τους αναλυτές κατά τη λήψη αποφάσεων. Τα δεδομένα προτιμήσεων επηρεάζουν το στόχο της μελέτης, τη συλλογή δεδομένων και το στάδιο της Ερμηνείας.

Ο Ekvall [55] καταγράφει τρία σημαντικά στοιχεία αναφορικά με τη χρήση των δεδομένων στην ΑΚΖ:

- Τη διάχυση δεδομένων, που περιλαμβάνει την προθυμία κάποιου κατόχου δεδομένων να τα διαθέσει σε τρίτους και τη δυνατότητα σύγκρισης δεδομένων διαφορετικής προέλευσης.
- Την παρουσίαση δεδομένων, που περιλαμβάνει όλες εκείνες τις πληροφορίες που σχετίζονται με το υπόβαθρό τους και τον τρόπο που προέκυψαν, ώστε να καταστεί δυνατό να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις με παρόμοια δεδομένα.

- Την ποιότητα δεδομένων, που περιλαμβάνει τη διαχείριση των διαφορετικών τύπων αβεβαιότητας και διακυμάνσεων στα δεδομένα, καθώς και τα κριτήρια αποτίμησης της ποιότητάς τους.

4.5.1.4 Αναλυτική Απογραφή

Η ανάλυση που πραγματοποιείται κατά το στάδιο της Αναλυτικής Απογραφής επηρεάζεται καθοριστικά από τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο της ΑΚΖ και ιδιαίτερα από το σκέλος της συλλογής δεδομένων. Ωστόσο, το μοντέλο 'εισροές - εκροές' που χαρακτηρίζει την Αναλυτική Απογραφή δεν αφήνει περιθώρια για παρερμηνείες.

4.5.1.5 Εκτίμηση Επιπτώσεων

Η επιλογή της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων είναι το επόμενο ζήτημα προς ανασκόπηση. Είναι γεγονός πως έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι που μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα, πολλές φορές αντιφατικά μεταξύ τους. Οι μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων μπορούν να χωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες [267]: αυτές που επικεντρώνονται στους φυσικούς πόρους που αναλώνονται ανά μονάδα προϊόντος (πχ. οι μέθοδοι Ανάλυσης Ροών Υλικών/Ουσιών και *Ανάλυσης Εξέργειας (Exergy Analysis)*) και αυτές που ασχολούνται με τις επιπτώσεις των εκπομπών των συστημάτων προϊόντος (πχ. οι μέθοδοι EDIP 97, EDIP 2003, Eco-Indicator 99, CML2 2001 και EPS 2000). Η πρώτη κατηγορία μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων μπορεί να συνεισφέρει σε διαπιστώσεις σχετικά με 'κρυφές' περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ακόμα και για συστήματα που εκ πρώτης όψεως φαίνονται να μην προξενούν περιβαλλοντικά προβλήματα. Η δεύτερη κατηγορία σχετίζεται άμεσα κυρίως με τις διαπιστώσεις για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας μπορούν να αναδείξουν τις διαφορές μεταξύ συστημάτων προϊόντος που, με βάση αναλύσεις που χρησιμοποιούν μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων της πρώτης κατηγορίας, εμφανίζονται να έχουν την ίδια περιβαλλοντική απόδοση.

Προκειμένου να επιλέξει κανείς την καταλληλότερη μέθοδο Εκτίμησης Επιπτώσεων, πρέπει να συνυπολογίσει τα παρακάτω κριτήρια:

- Το φορέα υλοποίησης της ΑΚΖ
- Το στόχο της μελέτης
- Το είδος του υπό εξέταση συστήματος προϊόντος
- Την ακρίβεια που απαιτείται
- Τη γεωγραφική περιοχή που εξετάζεται
- Την παλαιότητα της μεθόδου Εκτίμησης Επιπτώσεων
- Τις απαιτήσεις σε δεδομένα
- Την έκταση και τους όποιους χρονικούς περιορισμούς της μελέτης.

Ωστόσο, συνιστάται η χρήση περισσότερων της μίας μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων, αν είναι δυνατό, ώστε να παρέχεται πληρέστερη εικόνα της περιβαλλοντικής απόδοσης του υπό εξέταση συστήματος προϊόντος. Επιπρόσθετα, με δεδομένα ότι είναι δύσκολο να έχει κανείς ολοκληρωμένη αντίληψη για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ότι η επιστημονική έρευνα οδηγεί διαρκώς σε νέα αποτελέσματα, απαιτείται η αναθεώρηση των εκτιμήσεων για το βήμα του χαρακτηρισμού της Εκτίμησης Επιπτώσεων.

4.5.2 Η εφαρμογή τεχνικών Συνεργατικής Λήψης Αποφάσεων

Για τα ζητήματα που παρουσιάστηκαν στις Υποπαραγράφους 4.5.1.1 - 4.5.1.5 έχουν προταθεί ποσοτικές προσεγγίσεις μόνο για την ποιότητα των δεδομένων. Οι Sonnemann et al. [238] παρουσίασαν μία πολύ καλή σύνοψη σχετικών ποσοτικών και ποιοτικών προσεγγίσεων. Ανάμεσα σε άλλους, οι Hanssen & Asbjornsen [103] χρησιμοποίησαν στατιστική, ο Ros [215] *ασαφή λογική (fuzzy logic)*, και οι Maurice et al. [166] καθώς και ο Meier [170] στοχαστικές μεθόδους. Αντίθετα, οι Weidema & Wesnæs [284] και ο Weidema [279] πρότειναν τη χρήση *δεικτών ποιότητας δεδομένων (data quality indicators)* με βάση κριτήρια όπως η αξιοπιστία, η πληρότητα, η χρονική συσχέτιση, κτλ, και οι Finnveden & Lindfors [75] πρότειναν κλίμακες για διάφορες παραμέτρους της Απογραφής ως εμπειρικούς κανόνες. Εκ των πραγμάτων, οι

ποσοτικές προσεγγίσεις απαιτούν σημαντικό χρόνο για την υλοποίησή τους, κάτι που δεν κρίνεται συμφέρον για την περίπτωση της Ερμηνείας της ΑΚΖ. Ως εκ τούτου, θα ήταν καταλληλότερο να χρησιμοποιηθούν ποιοτικές προσεγγίσεις.

Τα ζητήματα τα σχετικά με επιλογές στην ΑΚΖ δεν μπορούν γενικά να αντιμετωπιστούν από μεμονωμένα άτομα ή ακόμη από άτομα που εργάζονται χωριστά και απλά συνθέτουν τα επιμέρους αποτελέσματα των εργασιών τους. Αντίθετα, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων που, συν τοις άλλοις, ενδεχομένως να έχουν διαφορετικές προσεγγίσεις και αντιλήψεις. Οι τεχνικές *Συνεργατικής Λήψης Αποφάσεων (Collaborative Decision Making - CDM)* μπορούν να συνεισφέρουν σε μία επαρκώς δομημένη διαδικασία λήψης απόφασης προς αυτή την κατεύθυνση. Συνήθως τέτοιου είδους τεχνικές υλοποιούνται μέσω δημοσίων συζητήσεων, αντιπαραθέσεων και διαπραγματεύσεων ανάμεσα στους ενδιαφερόμενους. Με δεδομένο ότι είναι αναπόφευκτο να υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων, είναι απαραίτητη η υποστήριξη για την επίτευξη συμβιβασμού και συμφωνίας. Καθένας που συμμετέχει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων υιοθετεί και στη συνέχεια προτείνει στρατηγικές που εκπληρώνουν ορισμένους στόχους σε κάποιο βαθμό. Επιπλέον, χρησιμοποιεί επιχειρήματα υπέρ ή κατά των εναλλακτικών λύσεων [141, 142, 143, 144]. Οφείλει, ακόμη, να αντιμετωπίσει την ύπαρξη ανεπαρκών πληροφοριών, κάτι που συναντάται συχνά στις μελέτες ΑΚΖ. Οι Clases & Wehner [27] αναγνώρισαν την καθοριστική σημασία της αποτελεσματικής χρήσης της Πληροφορικής στη συλλογή και διάχυση της πληροφορίας και της γνώσης που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, την αξιολόγηση εναλλακτικών σχεδίων, τη δόμηση εννοιών αναφοράς και την ανάδραση στις διαδικασίες μάθησης.

4.5.3 Η συνεισφορά του σταδίου της Ερμηνείας στην περιβαλλοντική ανάλυση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων

Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης της Ερμηνείας, και αφού πραγματοποιηθούν οι όποιες τροποποιήσεις, η ανάλυση εστιάζεται στην

αξιοποίηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα προηγούμενα στάδια της ΑΚΖ. Οι στόχοι του σταδίου αυτού της ανάλυσης είναι οι παρακάτω:

- η εμβάθυνση της γνώσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα
- η αναγνώριση καθοριστικών σημείων και η ανάπτυξη της Συνοπτικής ΑΚΖ
- η αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης
- η ιεράρχηση ενεργειών
- η εξαγωγή συμπερασμάτων.

4.5.3.1 Εμβάθυνση της γνώσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα

Η εμβάθυνση της γνώσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό αποτέλεσμα μίας μελέτης ΑΚΖ, καθώς οι εμπλεκόμενοι φορείς εντοπίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους και έχουν στην διάθεσή τους όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, ώστε να προσαρμοστούν στο σκηνικό που διαμορφώνεται από την κείμενη νομοθεσία και τις κοινωνικές επιταγές. Επιπλέον, η γνώση μπορεί να διαχυθεί συνεισφέροντας στη διεξοδικότερη έρευνα σχετικά με την αλληλεπίδραση ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος και στη διαμόρφωση συνείδησης σε ζητήματα Αειφόρου Ανάπτυξης.

4.5.3.2 Αναγνώριση καθοριστικών σημείων και ανάπτυξη της Συνοπτικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Στην ανάλυση ενός συστήματος προϊόντος είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εντοπιστούν εκείνες οι διαδικασίες που έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά σε κάθε (υπο)κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Με αυτό τον τρόπο, γίνεται αποτελεσματικότερη η ανάλυση, αναγνωρίζονται τα καθοριστικά σημεία, δηλαδή εκείνα που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την περιβαλλοντική απόδοση, και δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της Συνοπτικής ΑΚΖ, η οποία μπορεί να αναθεωρείται ευκολότερα, όποτε απαιτείται. Η σημασία της Συνοπτικής ΑΚΖ αναδεικνύεται από την αναπόφευκτη ύπαρξη χρονικών περιορισμών, περιορισμένων οικονομικών πόρων και περιορισμένων δεδομένων.

Παρόλο που η Συνοπτική ΑΚΖ δεν είναι τόσο λεπτομερής, μπορεί να αποτυπώσει με επάρκεια την περιβαλλοντική απόδοση ενός συστήματος προϊόντος, χωρίς να απαιτείται η συλλογή δεδομένων για όλες τις εισροές και τις εκροές σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής. Η ανάλυση μπορεί να επικεντρωθεί σε ένα συγκεκριμένο ζήτημα το οποίο θεωρείται μείζονος σημασίας για ένα σύστημα προϊόντος, για παράδειγμα την κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή. Τα υπόλοιπα ζητήματα μπορούν να εξεταστούν με ποιοτικό τρόπο ή χρησιμοποιώντας απευθείας δεδομένα από παρόμοιες μελέτες ΑΚΖ [258].

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο προσεγγίσεις με βάση τις οποίες μπορεί να προκύψει η Συνοπτική ΑΚΖ.

Έστω ότι για ένα σύστημα προϊόντος εξετάζονται h δραστηριότητες. Έστω m_{rj} , $r=1, \dots, h$, $j=1, \dots, n$, η τιμή της επιπτώσης της δραστηριότητας r για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j . Ο δείκτης c_{rj} μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκφράσει τη συνεισφορά της δραστηριότητας r στην (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j ως εξής:

$$c_{rj} = \frac{m_{rj}}{m_{0j}}, \text{ όπου } m_{0j} \text{ η αρχική συνολική τιμή επιπτώσεων όλων των } h$$

δραστηριοτήτων για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j , δηλαδή, $m_{0j} = \sum_{r=1}^h m_{rj}$.

Οι αναλυτές μπορούν να περιορίσουν την έκταση της ανάλυσης είτε για μελλοντική χρήση ή για να προβούν σε υποδείξεις στους ενδιαφερόμενους μειώνοντας τον αριθμό των δραστηριοτήτων που εξετάζονται. Προς αυτή την κατεύθυνση, μπορούν να θεωρήσουν τις δραστηριότητες εκείνες των οποίων η συνολική συνεισφορά είναι τουλάχιστο $c_j^* \cdot m_{0j}$, $j=1, \dots, n$, όπου c_j^* είναι συντελεστής ποσοστού που καθορίζεται από τους συμμετέχοντες στη λήψη αποφάσεων.

Έτσι, οι δείκτες c_{rj} διατάσσονται σε αύξουσα σειρά ως εξής:

$$c_{(1)j} \leq c_{(2)j} \leq \dots \leq c_{(h)j}$$

Επομένως, ο στόχος είναι η εύρεση του $z : \sum_{u=z}^h c_{(u)j} \geq c_j^*$

Μία διαφορετική προσέγγιση είναι να θεωρηθούν μόνο εκείνες οι δραστηριότητες που έχουν σημαντική συνεισφορά σε μία συγκεκριμένη (υπο)κατηγορία επιπτώσεων, ή διαφορετικά εκείνες των οποίων η τιμή είναι μεγαλύτερη ή ίση με m_j^* . Επομένως, θα πρέπει να εκπληρώνεται η συνθήκη $m_{rj} \geq m_j^*$, $r = 1, \dots, h$, $j = 1, \dots, n$.

Για παράδειγμα, το m_j^* μπορεί να εκφράζει τη μέση τιμή των τιμών των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j ως εξής:

Έστω:

$$x_{rj} = \begin{cases} 1, & \text{εάν η δραστηριότητα } r \text{ συνεισφέρει στην (υπο)κατηγορία επιπτώσεων } j. \\ 0, & \text{σε διαφορετική περίπτωση.} \end{cases}$$

Τότε:

$$m_j^* = \frac{1}{\sum_{r=1}^h x_{rj}} \cdot \sum_{r=1}^h m_{rj}$$

4.5.3.3 Αναγνώριση δυνατοτήτων βελτίωσης

Έστω f_{ar} , $a \in N$, $r = 1, \dots, h$, μία διαδικασία που μπορεί να αντικαταστήσει τη διαδικασία r και έχει καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση από την r . Έστω, επίσης, m_{arj} , $a \in N$, $r = 1, \dots, h$, $j = 1, \dots, n$, η τιμή της επίπτωσης της δραστηριότητας f_{ar} , για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j . Η αντικατάσταση της διαδικασίας r από την f_{ar} οδηγεί στη βελτίωση της συνολικής περιβαλλοντικής απόδοσης του υπό εξέταση συστήματος προϊόντος.

Ο Δείκτης Περιθωρίου Βελτίωσης (*Improvement Margin Index*) g_{arj} μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναδείξει πόσο καλύτερη είναι η περιβαλλοντική απόδοση της νέας διαδικασίας για την (υπο)κατηγορία επιπτώσεων j από αυτή της υπάρχουσας ως εξής:

$$g_{arj} = 1 - \frac{m_{arj}}{m_{rj}}.$$

Ωστόσο, η αντικατάσταση μίας διαδικασίας από μία άλλη είναι σε θέση να οδηγήσει σε αλλαγές σε περισσότερες (υπο)κατηγορίες επιπτώσεων. Επιπλέον, κάθε (υπο)κατηγορία επιπτώσεων έχει διαφορετική σημασία, κάτι που εκφράζεται με τη χρήση των συντελεστών βαρύτητας w_j (βλ. Σχέση 3.3, Υποπαράγραφος 3.5.3.4).

Επομένως, το Μέσο Σταθμισμένο Περιθώριο Βελτίωσης $\overline{g_{ar}}$ μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$\overline{g_{ar}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n w_j \cdot g_{arj}, \quad a \in N, \quad r = 1, \dots, h.$$

4.5.3.4 Ένα μοντέλο αποφάσεων για την ιεράρχηση ενεργειών

Προκειμένου να μπορούν οι ενδιαφερόμενοι να ιεραρχήσουν τις ενέργειές τους, θα πρέπει, σε πρώτη φάση, να εξετάσουν εάν εκπληρώνονται οι στόχοι που τίθενται από τη νομοθεσία ή/και από τους ίδιους. Εάν οι στόχοι δεν ικανοποιούνται, οφείλουν να εστιάσουν άμεσα στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που υπερβαίνουν τα όρια, κάτι που συνήθως γίνεται με αναβάθμιση ή επιδιόρθωση του υφιστάμενου εξοπλισμού.

Το οικοδόμημα της Αειφόρου Ανάπτυξης, εκτός από τα περιβαλλοντικά ζητήματα, περιλαμβάνει και οικονομικά ζητήματα. Όσο ικανοποιητική και να είναι η περιβαλλοντική συμπεριφορά ενός προϊόντος ή μίας διαδικασίας, η εισαγωγή τους στην οικονομία εξαρτάται και από τα κόστη παραγωγής και αγοράς. Είναι προφανές ότι χωρίς την ευρεία εισαγωγή τους στην οικονομία, η δυναμική τους αναφορικά με τη μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων παραμένει αναξιοποίητη [179]. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα πλαίσιο εργασίας με βάση το οποίο οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ιεραρχήσουν τις ενέργειές τους, προκειμένου να βελτιώσουν την περιβαλλοντική απόδοση συστημάτων προϊόντος.

Έστω ότι διατίθεται ένα συνολικό ποσό B , προκειμένου να γίνουν τροποποιήσεις σε ένα σύστημα προϊόντος. Όπως αναφέρθηκε στην Υποπαράγραφο 4.5.3.3, για κάθε

τροποποίηση που μπορεί να λάβει χώρα αντιστοιχεί ένα *Μέσο Σταθμισμένο Περιθώριο Βελτίωσης (Mean Weighted Improvement Margin)* $\overline{g_{ar}}$. Έστω b_{ar} το συνολικό κόστος εφαρμογής της διαδικασίας f_{ar} , που αντικαθιστά τη διαδικασία r . Υποθέτουμε ότι το κόστος b_{ar} είναι ανεξάρτητο του χρόνου. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι οι όποιες τροποποιήσεις περιλαμβάνουν διαφορετικά είδη κόστους, όπως το κόστος απόσβεσης, τα λειτουργικά κόστη και την προστιθέμενη αξία στο σύστημα προϊόντος. Ο λόγος $\frac{\overline{g_{ar}}}{b_{ar}}$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση της βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης σε σχέση με το κόστος που θα προκύψει. Έστω:

$$y_{ar} = \begin{cases} 1, & \text{εάν η διαδικασία } r \text{ αντικαθίσταται από τη διαδικασία } f_{ar}. \\ 0, & \text{σε διαφορετική περίπτωση.} \end{cases}$$

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ορισμένες αντικαταστάσεις διαδικασιών δεν μπορούν να συνδυαστούν, κάτι που εισάγει επιπρόσθετους περιορισμούς στο πρόβλημα. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται να αντικατασταθεί μία διαδικασία, είναι λογικό πως θα χρησιμοποιηθεί μόνο μία εναλλακτική της. Ισχύει:

Για τις διαδικασίες $f_{\omega r}, f_{\xi r}, \omega, \xi \in N, \omega \neq \xi, r = 1, \dots, h$

$$y_{\omega r} + y_{\xi r} \leq 1.$$

Επιπλέον, υπάρχουν περιπτώσεις όπου διαφορετικές αντικαταστάσεις δεν μπορούν να συνδυαστούν εξαιτίας ζητημάτων ασυμβατότητας. Ισχύει:

Για $\theta, \phi \in N, \gamma, \delta = 1, \dots, h, \gamma \neq \delta$

Εάν η διαδικασία $f_{\theta\gamma}$ μπορεί να αντικαταστήσει τη διαδικασία γ και η διαδικασία $f_{\phi\delta}$ μπορεί να αντικαταστήσει τη διαδικασία δ , αλλά είναι ασύμβατες μεταξύ τους, ισχύει ο περιορισμός:

$$y_{\theta\gamma} + y_{\phi\delta} \leq 1.$$

Ο στόχος είναι η μεγιστοποίηση της βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του συστήματος προϊόντος, εκπληρώνοντας τους *περιορισμούς ασυμβατότητας (incompatibility constraints)*, χωρίς να γίνει υπέρβαση του συνολικού διατιθέμενου

ποσού B (περιορισμός κόστους (*cost constraint*)). Η αντικειμενική συνάρτηση διαμορφώνεται ως εξής:

$$\max \sum_{a=1}^f \sum_{r=1}^h y_{ar} \cdot \frac{g_{ar}}{b_{ar}}$$

υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{a=1}^f \sum_{r=1}^h y_{ar} \cdot b_{ar} \leq B$$

$$\overline{g_{ar}} > 0$$

$$y_{ar} \in \{0,1\}$$

$$y_{\omega r} + y_{\xi r} \leq 1, r=1, \dots, h, \omega, \xi \in N, \omega \neq \xi$$

$$y_{\theta \gamma} + y_{\phi \delta} \leq 1, \theta, \phi \in N, \gamma, \delta = 1, \dots, h, \gamma \neq \delta.$$

Το παραπάνω πρόβλημα είναι ένα τυπικό 0-1 πρόβλημα *ακέραιου προγραμματισμού* (*integer programming*). Εάν δεν υφίστανται περιορισμοί ασυμβατότητας, το πρόβλημα μετατρέπεται σε 'πρόβλημα του σακιδίου' (*knapsack problem*), το οποίο πήρε το όνομά του από το πρόβλημα της επιλογής αντικειμένων που μπορούν να χωρέσουν σε ένα σακίδιο. Κάθε ένα από τα αντικείμενα χαρακτηρίζεται από το βάρος και την αξία του, οπότε ο στόχος της συνδυαστικής βελτιστοποίησης είναι να προσδιοριστεί η σύνθεση του φορτίου με τη μέγιστη αξία, χωρίς να γίνει υπέρβαση του μέγιστου επιτρεπόμενου φορτίου.

4.5.3.5 Εξαγωγή συμπερασμάτων

Με την εφαρμογή των παραπάνω προσεγγίσεων προκύπτουν διάφορες χρήσιμες πληροφορίες. Πρώτα από όλα, οι αναλυτές διαμορφώνουν την αντίληψη για το πώς η ΑΚΖ μπορεί να συνεισφέρει στη λήψη αποφάσεων. Στη συνέχεια, μπορούν να απλουστεύσουν την ανάλυση, είτε για μελλοντική χρήση ή για να προβούν σε υποδείξεις σε άλλους ενδιαφερόμενους για αντίστοιχες αναλύσεις. Επιπλέον, μπορούν να αναγνωρίσουν τις διαδικασίες που μπορούν να τροποποιηθούν/αντικατασταθούν, ώστε να επιτευχθεί βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης του συστήματος προϊόντος. Εάν υφίστανται νομοθετικοί περιορισμοί, είναι προφανές ότι επηρεάζουν τη διαδικασία ιεράρχησης ενεργειών,

ενώ, εάν οι περιορισμοί αυτοί εκπληρώνονται, η ιεράρχηση μπορεί να γίνει με τεχνολογικά και οικονομικά κριτήρια.

4.6 Σύνοψη

Τα δύο τελευταία στάδια της ΑΚΖ, δηλαδή η Εκτίμηση Επιπτώσεων και η Ερμηνεία, παρέχουν πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη προσεγγίσεων με στόχο την υποστήριξη λήψης απόφασης. Εξάλλου, κάτι τέτοιο είναι σύμφυτο με τη δυναμική που χαρακτηρίζει την ΑΚΖ, καθώς η γνώση για τα περιβαλλοντικά ζητήματα υπόκειται σε μεταβολές, επηρεάζοντας ανάλογα και τις προτεραιότητες που θέτουν οι κοινωνίες για την αντιμετώπισή τους.

Η αξιολόγηση των μεθόδων Εκτίμησης Επιπτώσεων στην πορεία του χρόνου μπορεί να παράσχει στους αναλυτές χρήσιμες πληροφορίες για το πώς αντιστοιχίζονται οι εισροές και οι εκροές των συστημάτων προϊόντος σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον, υπό τη θεώρηση ότι οι διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποτελούν αλληλοσχετιζόμενα κριτήρια αναφορικά με την περιβαλλοντική απόδοση συστημάτων προϊόντος, γίνεται επιτακτική η χρήση τεχνικών πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων, ώστε να είναι, τελικά, εφικτή η σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων. Παρόλο που τέτοιου είδους τεχνικές έχουν αμφισβητηθεί για την επιστημονική θεμελίωσή τους, συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε διάφορα προβλήματα πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων, κάτι που, εκ του αποτελέσματος, ενισχύει τη θέση τους.

Σε ό,τι αφορά το στάδιο της Ερμηνείας, ο συνδυασμός ποιοτικών και ποσοτικών προσεγγίσεων που παρουσιάστηκε στην Ενότητα 4.5 μπορεί να συνεισφέρει στην ανασκόπηση και την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ. Υπό την ύπαρξη χρονικών περιορισμών, είναι σημαντικό οι αναλυτές να μπορούν να εστιάσουν στα σημεία εκείνα τα οποία καθορίζουν τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής ανάλυσης, τόσο από μεθοδολογικής άποψης όσο και σχετικά με το σύστημα προϊόντος που εξετάζεται, καθώς και να τα συνεκτιμήσουν με οικονομικά δεδομένα.

ΚΕΦ. 5	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ: Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ
5.1	Εισαγωγή
5.2	Στόχος της ανάπτυξης συστήματος αρχών σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων
5.3	Ταξινόμηση των αρχών
5.3.1	<i>Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή</i>
5.3.2	<i>Συσκευασία</i>
5.3.3	<i>Συλλογή - διανομή - επιστροφή</i>
5.3.4	<i>Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον</i>
5.3.5	<i>Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον</i>
5.3.6	<i>Ζητήματα διοίκησης</i>
5.4	Παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής
5.4.1	<i>Παράμετροι προϊόντος</i>
5.4.2	<i>Οργανωτικές παράμετροι</i>
5.4.3	<i>Κοινωνικές παράμετροι</i>
5.5	Σύνοψη

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

5.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχουν λάβει χώρα αξιοσημείωτες προσπάθειες από οργανισμούς και επιχειρήσεις που στοχεύουν στη διαμόρφωση αρχών στην κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος.

Το Πρόγραμμα Καθαρότερης Παραγωγής του ΟΗΕ, το οποίο ξεκίνησε από το *Γραφείο Βιομηχανίας και Περιβάλλοντος του Περιβαλλοντικού Προγράμματος του ΟΗΕ (UN Environmental Programme - Industry and Environment Office - UNEP-IE)* το 1989 αποτελεί ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα [290]. Η *Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production)* αποτελεί τη συνεχή εφαρμογή προληπτικών περιβαλλοντικών στρατηγικών σε διαδικασίες, προϊόντα και υπηρεσίες. Περιλαμβάνει την αποτελεσματικότερη χρήση των πρώτων υλών και ως εκ τούτου την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης, καθώς και των κινδύνων που ελλοχεύουν για την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα αντιμετωπίζονται στην πηγή πρόκλησής τους και όχι στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας. Κατά συνέπεια, ενθαρρύνεται πρώτιστα η στρατηγική ανάλυσης των αιτιών σε σχέση με αυτή των αποτελεσμάτων τους, τόσο για την επιχείρηση, όσο και για το περιβάλλον. Σε ό,τι αφορά τις διαδικασίες, το Πρόγραμμα Καθαρότερης Παραγωγής περιλαμβάνει ως στόχους τη διατήρηση των αποθεμάτων φυσικών πόρων και ενέργειας, την ελαχιστοποίηση της χρήσης τοξικών πρώτων υλών και την ελαχιστοποίηση της ποσότητας και της τοξικότητας όλων των εκπομπών και των ρύπων. Σε επίπεδο προϊόντος αφορά στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του καθ' όλη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Η εφαρμογή του Προγράμματος Καθαρότερης Παραγωγής στις υπηρεσίες αναφέρεται στην ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων κατά το σχεδιασμό και την υλοποίησή τους. Η εμπειρία από την εφαρμογή της προσέγγισης της Καθαρότερης Παραγωγής δείχνει πως μπορούν να επιτευχθούν αρκετές βελτιώσεις, πολλές φορές ακόμη και χωρίς κόστος, κάτι που, πέρα από τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης της επιχείρησης, ευνοεί την κερδοφορία της.

Οι πλέον αντιπροσωπευτικές πρωτοβουλίες από τον επιχειρησιακό χώρο αναφορικά με τις περιβαλλοντικές ευθύνες των επιχειρήσεων είναι το Διεθνές

Συμβούλιο Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη και η Ένωση των Περιβαλλοντικά Υπεύθυνων Οικονομιών (*Coalition for Environmentally Responsible Economies – CERES*).

Οι ζυμώσεις για τη σύσταση του Διεθνούς Συμβουλίου Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη ξεκίνησαν το 1991 και ολοκληρώθηκαν το 1995 [314]. Σήμερα, το Συμβούλιο αριθμεί ως μέλη περίπου 200 επιχειρήσεις από περισσότερες από 35 χώρες και 20 μείζονες βιομηχανικούς κλάδους, που μοιράζονται το κοινό όραμα της Αειφόρου Ανάπτυξης. Η στρατηγική του Συμβουλίου συνοψίζεται στην έννοια της οικοαποδοτικότητας, που επιτυγχάνεται με την παράδοση ανταγωνιστικών σε τιμές προϊόντων που ικανοποιούν τις ανθρώπινες ανάγκες και συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ έχουν σταδιακά μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και απαιτήσεις σε πρώτες ύλες καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, πάντα σε αντιστοιχία με την εκτιμώμενη φέρουσα ικανότητα της Γης, που εκφράζει τη δυνατότητα του πλανήτη να καλύψει τις ανάγκες των ειδών που φιλοξενεί και να τους προσφέρει προστασία. Επομένως, η έννοια της οικοαποδοτικότητας συνδυάζει οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Το Διεθνές Συμβούλιο Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη αναγνώρισε επτά άξονες για την οικοαποδοτικότητα:

- τη μείωση της χρήσης υλικών σε προϊόντα και υπηρεσίες
- τη μείωση της χρήσης ενέργειας σε προϊόντα και υπηρεσίες
- τη μείωση της διασποράς τοξικών ουσιών
- την ανάδειξη της ανακυκλωσιμότητας των υλικών
- τη μεγιστοποίηση της βιώσιμης χρήσης ανανεώσιμων πόρων
- την αύξηση της αντοχής των προϊόντων
- την αύξηση των υπηρεσιών εξυπηρέτησης μετά την πώληση.

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, απαιτούνται καινοτόμες προσεγγίσεις που περιλαμβάνουν τη χρήση νέων τεχνολογιών και την εισαγωγή νέων προϊόντων στην αγορά. Η οικοαποδοτικότητα βρίσκει εφαρμογή σε όλη την έκταση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, συμπεριλαμβανόμενων και των τελικών χρηστών των προϊόντων.

Οι Αρχές της Ένωσης των Περιβαλλοντικά Υπεύθυνων Οικονομιών αρχικά έγιναν γνωστές με την ονομασία *Αρχές Valdez (Valdez Principles)*, που προήλθε από την

οικολογική καταστροφή που προκλήθηκε από την πετρελαιοκηλίδα του δεξαμενόπλοιου Echon Valdez το Μάρτιο του 1989 στην Αλάσκα [301]. Η καταστροφή αυτή έδωσε το έναυσμα σε περιβαλλοντολόγους να ασκήσουν κριτική στις δομές της βιομηχανίας πετρελαίου και τις πρακτικές μεταφοράς πετρελαίου με δεξαμενόπλοια. Το κλίμα που διαμορφώθηκε οδήγησε στην πρόταση νέων προσεγγίσεων από τη νεοσυσταθείσα τότε Ένωση για την κινητοποίηση όχι μόνο επιχειρήσεων του συγκεκριμένου κλάδου, αλλά όλων των επιχειρήσεων με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος. Οι Αρχές της Ένωσης των Περιβαλλοντικά Υπεύθυνων Οικονομιών αναφέρονται στα παρακάτω ζητήματα:

- Προστασία της βιόσφαιρας
- Βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων
- Μείωση των αποβλήτων
- Διατήρηση των ενεργειακών αποθεμάτων
- Μείωση των κινδύνων
- Ασφαλή προϊόντα και διαδικασίες
- Αποκατάσταση του περιβάλλοντος
- Ενημέρωση της κοινής γνώμης
- Δέσμευση της Διοίκησης
- Περιβαλλοντικές μετρήσεις και αναφορές.

Συνήθως, σε περιπτώσεις μεγάλων καταστροφών αναπτύσσεται προσωρινά μία κατάσταση κινητοποίησης η οποία δεν έχει ανάλογη συνέχεια. Εδώ κάτι τέτοιο δε συνέβη και αυτό είναι ίσως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των Αρχών αυτών. Είναι, επιπλέον, σημαντικό το ότι οι Αρχές υποδεικνύουν στους συμμετέχοντες να κάνουν περισσότερα από αυτά τα οποία απαιτούνται από τη νομοθεσία, αναδεικνύοντας την αξία των διαστάσεων του εθελοντισμού και της πρωτοπορίας στα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Καθοριστική στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των επιχειρήσεων θεωρείται η συμβολή των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης, όπως το ISO 14000 και το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς παρέχουν στις επιχειρήσεις μία δομημένη

προσέγγιση για το σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων περιβαλλοντικής προστασίας και την τακτική αξιολόγηση της απόδοσής τους.

Το 1996 εμφανίζεται για πρώτη φορά η σειρά προτύπων ISO 14000 που σκοπό έχουν να παράσχουν ένα οργανωτικό πλαίσιο με το οποίο οι επιχειρήσεις μπορούν να λειτουργήσουν προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος. Η σειρά είναι έτσι σχεδιασμένη, ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους επιχειρησιακούς κλάδους. Σε συνδυασμό δε με τη σειρά προτύπων ISO 9000, στοχεύουν στην ολοκληρωμένη και συστηματική θεώρηση των θεμάτων ποιότητας και περιβάλλοντος, ενώ έχουν πολλά κοινά σημεία εφαρμογής και λειτουργίας σε μία επιχείρηση. Η σειρά προτύπων ISO 14000 υπόκειται σε συνεχείς τροποποιήσεις, καθώς τα ζητήματα περιβαλλοντικής διοίκησης είναι ρευστά και συνεχώς προτείνονται νέες προσεγγίσεις. Τα πρότυπα της σειράς ISO 14000 που βρίσκονταν σε ισχύ, κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1 [307]:

TC 207/SC 1: Environmental management systems	
ISO 14001: 2004	Environmental management systems – Requirements with guidance for use
ISO 14004: 2004	Environmental management systems – General guidelines on principles, systems and support techniques
TC 207/SC 2: Environmental auditing and related environmental investigations	
ISO 14015: 2001	Environmental management – Environmental assessment of sites and organizations (EASO)
TC 207/SC 3: Environmental labelling	
ISO 14020: 2000	Environmental labels and declarations – General principles
ISO 14021: 1999	Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)
ISO 14024: 1999	Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures
ISO 14025: 2006	Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures
TC 207/SC 4: Environmental performance evaluation	
ISO 14031: 1999	Environmental management – Environmental performance evaluation – Guidelines
ISO/TR 14032:	Environmental management – Examples of environmental

1999	performance evaluation (EPE)
TC 207/SC 5: Life cycle assessment	
ISO 14040: 2006	Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
ISO 14044: 2006	Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines
ISO/TR 14047: 2003	Environmental management – Life cycle impact assessment – Examples of application of ISO 14042
ISO/TR 14048: 2002	Environmental management – Life cycle impact assessment – Data documentation format
ISO/TR 14049: 2000	Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis
TC 207 Secretariat	
ISO Guide 64: 1997	Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards
ISO 14050: 2002	Environmental management – Vocabulary
ISO/TR 14062: 2002	Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development
ISO 14063: 2006	Environmental management – Environmental communication – Guidelines and examples
ISO 14064-1: 2006	Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
ISO 14064-2: 2006	Greenhouse gases – Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
ISO 14064-3: 2006	Greenhouse gases – Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions
ISO 14065: 2007	Greenhouse gases – Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition

Πίνακας 5.1

Τα ισχύοντα πρότυπα της σειράς ISO 14000 [307]

Από την εφαρμογή της σειράς προτύπων ISO 14000 ένας οργανισμός μπορεί να αναμένει τα εξής πλεονεκτήματα:

- πρόληψη της ρύπανσης
- μείωση της κατανάλωσης πρώτων υλών και ενέργειας

- μειωμένη έκθεση σε περιβαλλοντικά προβλήματα, που μπορούν να προκύψουν από τις δραστηριότητες της επιχείρησης, παρέχοντας τεκμηριωμένα στοιχεία συμμόρφωσης προς τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις του προτύπου
- βελτιωμένες σχέσεις με την υπόλοιπη βιομηχανία και τις κρατικές υπηρεσίες
- μείωση των εξόδων σε ασφάλιστρα
- βελτιωμένες δημόσιες σχέσεις
- επιλεξιμότητα για κρατικές ενισχύσεις ή/και συμμετοχή σε έργα που θέτουν την πιστοποίηση κατά ISO 14000 ως προαπαιτούμενο.

Το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου είναι ένα εθελοντικό σχήμα με βάση το οποίο οι επιχειρήσεις καταρτίζουν και εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα διαχείρισης και συνεχούς βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεών τους. Θεσμοθετήθηκε με τον κανονισμό 1836/93/ΕΚ και τέθηκε επίσημα σε ισχύ την 10η Απριλίου του 1995. Το Σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί πλέον σε όλων των ειδών τις επιχειρηματικές δραστηριότητες, δημοσίου και ιδιωτικού τομέα, όπως προβλέπεται από τον κανονισμό 761/2001/ΕΚ που αντικατέστησε τον 1836/93/ΕΚ.

Προκειμένου ένας οργανισμός να λάβει τη σχετική πιστοποίηση, θα πρέπει να προβεί στα παρακάτω βήματα [298]:

- να υιοθετήσει μια περιβαλλοντική πολιτική που να συνάδει με όλες τις βασικές κανονιστικές διατάξεις στον τομέα του περιβάλλοντος και η οποία να συνεπάγεται δεσμεύσεις για τη διαρκή βελτίωση της περιβαλλοντικής του απόδοσης
- να πραγματοποιήσει μία αρχική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων του
- να σχεδιάσει ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικών δράσεων
- να αναπτύξει ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- να πραγματοποιήσει περιβαλλοντική ανάλυση των δραστηριοτήτων του
- να αναθεωρήσει τις προηγούμενες διαδικασίες
- να καθορίσει την περιβαλλοντική του δήλωση – δέσμευση

- να αναθέσει σε ένα διαπιστευμένο επιθεωρητή την εξέταση και την επικύρωση του και κατόπιν να κοινοποιήσει τη δήλωση στον αρμόδιο οργανισμό του κράτους μέλους.

Πέρα από τα οργανωτικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης, στην περίπτωση του Κοινοτικού Συστήματος Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου καταγράφονται τα εξής:

- ευρωπαϊκή αναγνώριση
- αποφυγή περιβαλλοντικών προστίμων για παραβάσεις νομοθεσίας, ατυχήματα κτλ.
- φθηνότερα ασφάλιστρα
- ευνοϊκό καθεστώς επιδοτήσεων και συμμετοχής σε κοινοτικά προγράμματα
- κάθε επιχείρηση που συμμετέχει στο Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιήσει το σύμβολό του που φέρει τα αστέρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην αλληλογραφία και τα επίσημα έγγραφά της.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το Σύστημα είχε μεγάλη ανταπόκριση, όχι μόνο στην ευρωπαϊκή βιομηχανία αλλά και σε εταιρίες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης που εξάγουν προϊόντα στην ευρωπαϊκή αγορά, καθώς θεώρησαν την εφαρμογή του ως σημαντικό ανταγωνιστικό εργαλείο.

Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διοίκησης δεν παρέχουν γενικές οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να εκπληρωθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι. Αντίθετα, στηρίζονται στον ενεργητικό ρόλο των οργανισμών, αρχικά σε ό,τι αφορά την εξέταση των πρακτικών τους, και στη συνέχεια αναφορικά με τον καθορισμό του αποτελεσματικότερου τρόπου διαχείρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων τους. Αυτού του είδους η προσέγγιση ενθαρρύνει την εξεύρεση κατάλληλων δημιουργικών λύσεων από τον ίδιο τον οργανισμό [212].

Η Αειφόρος Ανάπτυξη αποτελεί μία αξία που η σημασία της αναγνωρίζεται από τις πιο επιτυχημένες και ανταγωνιστικές επιχειρήσεις. Μία επιχείρηση απαιτείται να

εντοπίσει τις κατάλληλες διαδικασίες για να αντιμετωπίσει τα περιβαλλοντικά ζητήματα με τρόπο που να συνάδει με τα μακροπρόθεσμα οφέλη της. Οι 'κατάλληλες διαδικασίες' είναι διαφορετικές για κάθε επιχείρηση και δεν υπάρχουν έτοιμες απαντήσεις σε ερωτήματα του τύπου 'ποιες είναι οι καταλληλότερες διαδικασίες και κάτω από ποιες προϋποθέσεις;'. Κατά συνέπεια, η ύπαρξη ενός κατάλληλου πλαισίου εργασίας μπορεί να βοηθήσει τα διοικητικά στελέχη να δομήσουν τις σκέψεις τους [35]. Επιπλέον, η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις στις αναζητήσεις τους για συνεχή βελτίωση, με τον προσδιορισμό τρόπων αύξησης του κέρδους μέσω της μείωσης των αποβλήτων και των συνεπαγόμενων οικονομικών υποχρεώσεων, της αύξησης της παραγωγικότητας και της γνωστοποίησης της αντίληψης της επιχείρησης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα στους πελάτες της και την κοινωνία. Επίσης, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, η ανάπτυξη συνεργασίας μεταξύ των επιχειρήσεων και η διάχυση γνώσης και πληροφορίας μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένες περιβαλλοντικές επιδόσεις.

Η πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις είναι να επεξεργαστούν τρόπους που να επιτρέπουν την επιτυχή ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων στη στρατηγική τους. Προς αυτή την κατεύθυνση, απαιτείται η ανάπτυξη καινοτόμων πρακτικών διοίκησης, ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στους περιβαλλοντικούς περιορισμούς και να συνεισφέρουν στην Αειφόρο Ανάπτυξη [40].

5.2 Στόχος της ανάπτυξης συστήματος αρχών σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων

Όπως, αναφέρθηκε στην Ενότητα 5.1, τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διοίκησης δεν παρέχουν συγκεκριμένες οδηγίες για την αποφυγή ή την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Έχει, ωστόσο, ιδιαίτερο ενδιαφέρον η θεώρηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων από την οπτική της πρόληψης ή/και με τη βοήθεια δοκιμασμένων πρακτικών για τις οποίες δεν υπάρχουν περιθώρια αμφισβήτησης. Υπό αυτό το πρίσμα, η περίπτωση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων μπορεί να εξετασθεί σε δύο επίπεδα: το σχεδιασμό και τη λειτουργία τους.

Στην περίπτωση του σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων, είναι δυνατό να ληφθούν υπόψη όλες εκείνες οι παράμετροι που επηρεάζουν την περιβαλλοντική τους απόδοση και να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες ευθύς εξαρχής. Οι επεμβάσεις στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία είναι, συνήθως, πιο δύσκολο να πραγματοποιηθούν, ανάλογα, βέβαια, με το πόσο ριζικές είναι.

Για τη θεώρηση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων με στόχο την αποφυγή ή την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων διατυπώθηκαν αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων [256, 259]. Οι εν λόγω αρχές διαμορφώθηκαν με βάση τη βιβλιογραφία, όπου συναντιούνται με τη μορφή οδηγιών ή υποδείξεων και στην αντιμετώπιση ζητημάτων που συσχετίζουν τις Εφοδιαστικές Αλυσίδες με το περιβάλλον. Επιπλέον, κάποιες από τις αρχές συνάγονται από τις πρακτικές ορισμένων επιχειρήσεων, αλλά και την κοινή λογική.

5.3 Ταξινόμηση των αρχών

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι αρχές που προτείνονται δεν είναι εξαντλητικές, ενώ είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να χρειαστεί να υπάρξει απόκλιση από την πλήρη εφαρμογή τους. Η απόλυτη και σε κάθε περίπτωση εφαρμογή τους θα μπορούσε να ήταν εφικτή ενδεχομένως εάν, για παράδειγμα, ο σχεδιασμός ενός συστήματος προϊόντος μπορούσε να γίνει από την αρχή και χωρίς κανένα περιορισμό. Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι οι επιχειρήσεις δε φέρουν μόνο το βάρος των ευθυνών για τις δραστηριότητες που επιτελούν στα πλαίσια των Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Είναι υπεύθυνες και σε ό,τι αφορά την επιλογή των συνεργατών τους και του προσωπικού τους.

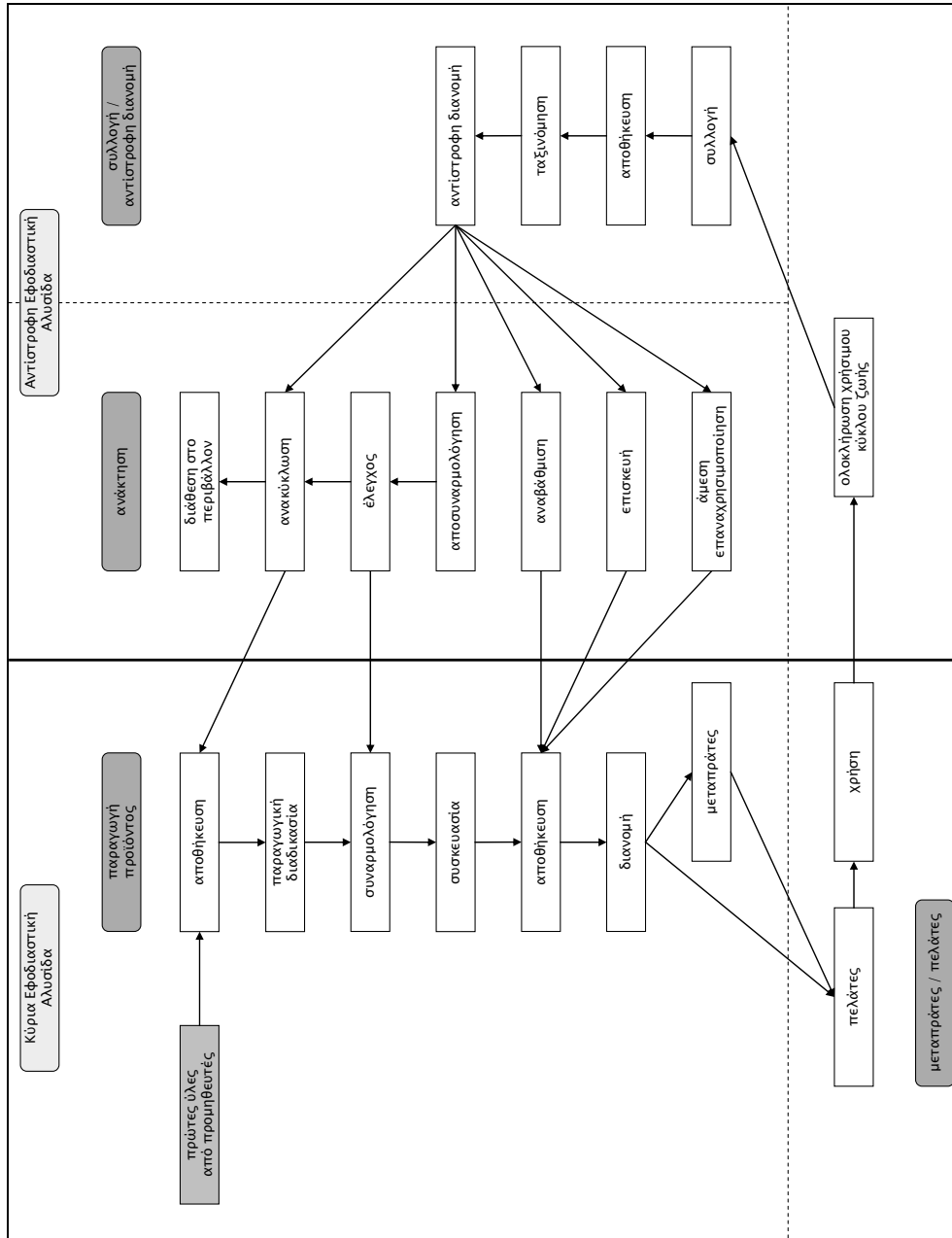
Οι αρχές που παρατίθενται στο παρόν Κεφάλαιο σχετίζονται με αυτές που δημιουργήθηκαν από τις πρωτοβουλίες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ωστόσο, είναι εστιασμένες στην περίπτωση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων, φιλοδοξούν να καλύψουν την πλειοψηφία των διαδικασιών που αυτές περιλαμβάνουν και είναι άμεσα συνδεδεμένες με το στόχο της δημιουργίας κλειστών συστημάτων ροής υλικών.

Οι αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω έξι ομάδες, ανάλογα με τις επιχειρησιακές διαδικασίες που επιτελούνται:

1. Σχεδιασμός προϊόντος - παραγωγή
2. Συσκευασία
3. Συλλογή - διανομή - επιστροφή
4. Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον
5. Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον
6. Ζητήματα διοίκησης.

Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ροών των υλικών σε μία Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα.

Η παράθεση των αρχών συνοδεύεται από αντιπροσωπευτικά παραδείγματα από επιλεγμένες μελέτες περιπτώσεων που συναντιούνται στη βιβλιογραφία, ώστε να φανεί η πρακτική τους εφαρμογή και τα αποτελέσματα στα οποία οδηγούν.



Σχήμα 5.1
Παράδειγμα ροών των υλικών σε μια Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα

5.3.1 Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή

Οι διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης προϊόντων και διαδικασιών και οι παραγωγικές διαδικασίες αποτελούν δύο από τις σημαντικότερες λειτουργίες για κάθε επιχείρηση. Μεταξύ των δύο διαδικασιών υπάρχει πλήρης αλληλεξάρτηση, ενώ, ταυτόχρονα, επηρεάζουν καθοριστικά τις επιπτώσεις των επιχειρήσεων στο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να εξετάζονται με τη δέουσα προσοχή για να είναι επαρκείς και αποτελεσματικές. Η έρευνα και η ανάπτυξη στην κατεύθυνση των τροποποιήσεων/ βελτιώσεων στις διαδικασίες και τα προϊόντα μπορεί να οδηγήσει σε προϊόντα μεγαλύτερης αξίας που παράλληλα θα συνοδεύονται από μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι σχεδιαστές που έχουν ως κύρια αρμοδιότητα την επίτευξη τεχνικών προδιαγραφών για την απόδοση των προϊόντων θα πρέπει να συνυπολογίζουν τα αποτελέσματα του σχεδιασμού τους στις πρώτες ύλες και την ενέργεια που απαιτούνται για την παραγωγή, τη χρήση, αλλά και τη δευτερογενή χρήση (επιδιόρθωση, ανακατασκευή, ανακύκλωση).

Ένα νέο προϊόν και μία νέα διαδικασία μπορούν να θεωρηθούν επιτυχημένα μόνο εφόσον επιτελούν τις λειτουργίες τους τουλάχιστο το ίδιο εύστοχα με αυτά που αντικαθιστούν/βελτιώνουν. Επιπλέον, η επέκταση του χρήσιμου κύκλου ζωής προϊόντων και εξοπλισμού μπορεί να οδηγήσει στη μείωση τόσο των πρώτων υλών και της ενέργειας που απαιτούνται, όσο και των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Τονίζεται, επίσης, ότι η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής παραμέτρου στο σχεδιασμό μπορεί να οδηγήσει και σε οικονομικά οφέλη, άμεσα και έμμεσα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα άμεσου οφέλους είναι ο περιορισμός των πρώτων υλών και της ενέργειας, και η μείωση των δαπανών διαχείρισης των αποβλήτων, ενώ έμμεσα οφέλη μπορούν να προκύψουν τόσο από την ενίσχυση της θετικής εικόνας μίας επιχείρησης, όσο και από την αποφυγή προστίμων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - Παραγωγή'.

A1. Σχεδιάστε και αναπτύξτε προϊόντα που να μπορούν να ανακτηθούν, να είναι ανθεκτικά, να μπορούν, εάν είναι δυνατό, να επαναχρησιμοποιούνται, και να επιφέρουν όσο το δυνατό λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά τη διάθεσή τους [98].

Ως πρώτες ύλες, προτεραιότητα πρέπει να έχουν τα υλικά που έχουν να επιδείξουν υψηλή ανακυκλωσιμότητα και που έχουν τις μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όπου είναι εφικτό, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών και να αντικαθίστανται από φιλικότερα στο περιβάλλον υλικά. Το προϊόν πρέπει όσο το δυνατό περισσότερο να προφυλάσσεται από κακή χρήση που μπορεί να οδηγήσει σε περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η εταιρεία Digital χρησιμοποιεί την προσέγγιση 6R (Recycle, Reclaim, Refurbish, Remanufacture, Resell and Reuse) για τα χρησιμοποιημένα προϊόντα της [48]. Η Xerox προσφέρει πλήρη εγγύηση τριών ετών για όλες τις συσκευές της που περιέχουν μεταχειρισμένα εξαρτήματα τα οποία έχουν υποστεί επανεπεξεργασία. Την ίδια εγγύηση δίνει και για τις καινούριες συσκευές της [164]. Επιπλέον, οι σχεδιαστές της Xerox επιλέγουν κατά το σχεδιασμό τους τον ελάχιστο αριθμό υλικών από βάση δεδομένων που διατηρεί η εταιρεία, ώστε να διευκολύνεται ο διαχωρισμός των υλικών κατά την ανάκτηση, ενώ, με τον ίδιο τρόπο, αποφεύγουν τη χρήση τοξικών και επικίνδυνων ουσιών, καθώς η βάση δεδομένων περιέχει στοιχεία για τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις. Παράλληλα, καθοριστικά κριτήρια για την επιλογή των υλικών αποτελούν η δυνατότητα των υλικών να ανταποκρίνονται στις συνθήκες λειτουργίας των συσκευών που κατασκευάζει η εταιρεία, αλλά και η δυνατότητά τους να ανακυκλωθούν ή/και να επαναχρησιμοποιηθούν. Η IBM χρησιμοποιεί αντίστοιχες προδιαγραφές για τα νέα της προϊόντα, ώστε να διευκολύνει τις διαδικασίες ανάκτησής τους [93]. Οι Billatos & Nevrekar [14] σημειώνουν τις προσπάθειες της Mercedes Benz στο σχεδιασμό προϊόντων, οι οποίες περιλαμβάνουν την επιλογή φιλικών προς το περιβάλλον ανακυκλώσιμων υλικών, τη μείωση της ποικιλίας και του όγκου των πλαστικών που χρησιμοποιούνται, και την αποφυγή της χρήσης σύνθετων υλικών. Ο Hundal [118] ανέφερε την προσπάθεια μίας άλλης αυτοκινητοβιομηχανίας, της BMW, να εισάγει περισσότερα

ανακυκλώσιμα εξαρτήματα στον αρχικό σχεδιασμό των αυτοκινήτων, ώστε να μπορεί να φτάσει στο σημείο να παράγει αυτοκίνητα από 100% ανακυκλωμένα υλικά. Τέλος, οι Rosenbach & Lindsay [216] αναφέρουν πολλές περιπτώσεις εφαρμογής αυτής της αρχής σε διάφορες επιχειρήσεις.

A2. Οι διαδικασίες παραγωγής πρέπει να γίνονται με την ελάχιστη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών.

Οι επιχειρήσεις πρέπει να αποφεύγουν τις σπατάλες σε ενέργεια και πρώτες ύλες, κάτι που μπορεί να είναι αποτέλεσμα ανεπαρκούς σχεδιασμού ή/και του υπερβολικού αριθμού σκάρτων προϊόντων. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Intel που ασχολήθηκε με την αύξηση του αριθμού των transistors σε ένα chip, με αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των chips που έπρεπε να παράγει και τελικά τη μείωση των chips που θα χρειαστεί να ανακυκλωθούν [101]. Επιπλέον, κατά τις δύο προηγούμενες δεκαετίες, η Air Products έχει επιτύχει μέσω της εγκατάστασης νέων τεχνολογιών πάνω από 35% μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στις παραγωγικές της μονάδες, κάτι που αντιστοιχεί σε μείωση των ετήσιων εκπομπών CO₂ κατά 480.000 τόνους [29].

A3. Οι δευτερογενείς πρώτες ύλες (τα προϊόντα ανάκτησης) πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά προτεραιότητα.

Οι πρωτογενείς πρώτες ύλες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν δεν είναι διαθέσιμες αντίστοιχες δευτερογενείς. Σε πλειάδα περιπτώσεων η συγκεκριμένη πρακτική οδηγεί και σε σημαντικά οικονομικά οφέλη. Για παράδειγμα, ο μόλυβδος που ανακυκλώνεται από τις μπαταρίες μολύβδου-οξέος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καινούριων μπαταριών, με σημαντικά χαμηλότερα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη σε σχέση με τη χρήση πρωτογενούς μολύβδου [41, 257]. Επιπλέον, η εταιρεία Recorol Furniture αναφέρει στο δικτυακό της τόπο ότι κατασκευάζει έπιπλα για τα οποία το 75% των ρητινών και των πλαστικών που χρησιμοποιούνται είναι προϊόντα ανακύκλωσης συσκευών, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, ηλεκτρικές σκούπες, τηλέφωνα, τηλεοράσεις πλυντήρια και ψυγεία

[315]. Η Alcan, παράλληλα με την παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου, δραστηριοποιείται στην παραγωγή δευτερογενούς (ανακυκλωμένου) αλουμινίου, καθώς οι διαδικασίες ανακύκλωσης απαιτούν μόλις το 5% της ενέργειας σε σχέση με την πρωτογενή παραγωγή [29].

A4. Χρησιμοποιήστε φιλική προς το περιβάλλον παραγωγή ενέργειας, περιορίστε τη χρήση νερού και διατηρήστε υπό έλεγχο τις πηγές ρύπανσης.

Είναι προφανές ότι η χρήση όσο το δυνατό λιγότερης ενέργειας είναι επωφελής για το περιβάλλον. Είναι, επίσης, αυταπόδεικτο ότι ωφελεί τις επιχειρήσεις, καθώς μειώνονται τα κόστη λειτουργίας αλλά και άλλες χρηματοοικονομικές υποχρεώσεις τους, όπως η φορολογία, κάτι που αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά τους. Η αντικατάσταση τεχνολογιών που ρυπαίνουν και στηρίζονται σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελεί εξίσου καθοριστικό παράγοντα για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Η αναγνώριση των ενεργοβόρων διαδικασιών μπορεί να συμβάλει στον ανασχεδιασμό προϊόντων και διαδικασιών με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αξίζει να τονιστεί ότι με την αναθεώρηση των διαδικασιών μπορεί συχνά να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας με ιδιαίτερα χαμηλές επενδύσεις, ακόμα και μηδενικές.

Εγκαταστάσεις που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση νερού και συστήματα ανακύκλωσης και ανακυκλοφορίας του μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση του όγκου του νερού που χρησιμοποιείται.

Τέλος, η εξάλειψη των στοχαστικών παραγόντων που μπορούν να οδηγήσουν σε ρύπανση του περιβάλλοντος μπορεί να οδηγήσει σε καθαρότερη παραγωγή.

A5. Χρησιμοποιήστε τυποποιημένα εξαρτήματα.

Η χρήση τυποποιημένων εξαρτημάτων διασφαλίζει ότι μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, όχι μόνο από τους αρχικούς κατασκευαστές, αλλά και από άλλους. Για παράδειγμα, οι αυτοκινητοβιομηχανίες χρησιμοποιούν τυποποιημένες

βίδες, ταχύμετρα, κτλ. Οι Parris et al. [190] αναφέρουν την περίπτωση των κοντέινερ θαλάσσιων μεταφορών τα οποία είναι τυποποιημένα και μπορούν να χρησιμοποιούνται από διαφορετικές εταιρείες μεταφορών. Η χρήση τυποποιημένων εξαρτημάτων έχει ιδιαίτερη σημασία για την Xerox, η οποία επιδιώκει αυτή την πολιτική για τα προϊόντα της ίδιας οικογένειας, ώστε να απλοποιούνται και να μεγιστοποιούνται οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης [164].

A6. Διευκολύνετε την αποσυναρμολόγηση των προϊόντων.

Η ευκολία αποσυναρμολόγησης των προϊόντων μπορεί να οδηγήσει στην εξοικονόμηση ενέργειας, χρόνου και οικονομικών πόρων. Οι Gungor & Gupta [101] αναφέρονται στις προσπάθειες των ερευνητών της Chrysler, της Ford και της GM να βελτιώσουν τις διαδικασίες αποσυναρμολόγησης μέσω της βελτίωσης των διαδικασιών συναρμολόγησης. Η BMW χρησιμοποιεί για πάνω από 30 χρόνια κωδικοποίηση με χρώματα για τα διαφορετικά πλαστικά υλικά που χρησιμοποιεί, κάτι που διευκολύνει στις διαδικασίες αποσυναρμολόγησης, ακόμη και αν αυτές δεν πραγματοποιούνται από την ίδια την εταιρεία [118].

A7. Μειώστε τα ελαττωματικά προϊόντα και τα παραπροϊόντα και αξιοποιήστε τα όσο το δυνατό καλύτερα.

Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών παραγωγής δημιουργούνται, εκτός των προϊόντων, ορισμένα παραπροϊόντα. Επιπλέον, προκύπτει, πολλές φορές αναπόφευκτα, ένας αριθμός ελαττωματικών προϊόντων. Στόχος της επιχείρησης είναι να περιορίσει τον όγκο τους, καθώς δεν αποτελούν ζητούμενο της παραγωγικής διαδικασίας. Επιπλέον, τα ελαττωματικά προϊόντα και τα παραπροϊόντα μπορούν, ανάλογα με τη βιομηχανία, να επαναχρησιμοποιηθούν ή/και να ανακυκλωθούν. Η Air Products διαθέτει τον ατμό που προκύπτει ως παραπροϊόν από τις παραγωγικές της διαδικασίες προς αξιοποίηση σε γειτονική βιομηχανική εγκατάσταση, ενώ η Nippon Steel διαθέτει τα παραπροϊόντα της παραγωγής χάλυβα σε τσιμεντοβιομηχανίες και βιομηχανίες δομικών υλικών. Η Quaker Oats' Cedar Rapids, μέλος του ομίλου Pepsico, διοχετεύει τα παραπροϊόντα

της παραγωγής της στο Πανεπιστήμιο της Iowa, όπου χρησιμοποιούνται ως βιοκαύσιμο [29].

5.3.2 Συσκευασία

Ο σχεδιασμός της συσκευασίας έχει ιδιαίτερη σημασία για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων μίας επιχείρησης. Με δεδομένο ότι η συσκευασία ουσιαστικά εξυπηρετεί πρωτίστως την ασφαλή διακίνηση του προϊόντος και δευτερευόντως την προβολή του, δε συνεισφέρει με κάποιο τρόπο στις υπηρεσίες που προσφέρει το προϊόν. Ωστόσο, τα απόβλητα συσκευασίας συνιστούν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω του μεγάλου όγκου τους. Για αυτό το λόγο, η νομοθεσία σχετικά με την περιβαλλοντική διαχείριση των κάθε είδους συσκευασιών αποτελεί βασικό συστατικό της περιβαλλοντικής πολιτικής των προηγμένων κρατών. Η συσκευασία είναι η ίδια προϊόν. Υπό αυτή την έννοια, οι περισσότερες από τις αρχές που διατυπώθηκαν στην Παράγραφο 5.3.1 βρίσκουν εφαρμογή και στην περίπτωση της Συσκευασίας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι επιπλέον αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Συσκευασία'.

B1. Περιορίστε το μέγεθος της συσκευασίας στο απολύτως απαραίτητο.

Ο περιορισμός του μεγέθους της συσκευασίας έχει προφανή περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς απαιτούνται μικρότερες ποσότητες υλικών, ενώ διευκολύνονται σημαντικά οι διαδικασίες της αποθήκευσης και της μεταφοράς των προϊόντων. Όλα αυτά τα ζητήματα έχουν θετική επίδραση και στα αντίστοιχα κόστη. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των ηλεκτρονικών ειδών, όπου πολλοί κατασκευαστές έχουν καθιερώσει συσκευασίες στις οποίες δεν αναγράφεται καν το εταιρικό τους όνομα και απλά περιέχουν το προϊόν και τα έγγραφα που το συνοδεύουν (οδηγίες χρήσης, εγγυήσεις, κτλ). Τα προϊόντα αυτά έχουν αξιοσημείωτη διαφορά στην τιμή τους. Επιπλέον, η Nestlé έχει περιορίσει τις ποσότητες υλικών που απαιτούνται για τη συσκευασία των προϊόντων της και χρησιμοποιεί ανακυκλώσιμα υλικά που

καταναλώνουν 50% λιγότερη ενέργεια κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιούσε [29].

B2. Σχεδιάστε τη συσκευασία ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί και χρησιμοποιήστε τυποποιημένη συσκευασία, όπου είναι εφικτό.

Με δεδομένο ότι η συσκευασία προστατεύει το προϊόν κατά την αποθήκευση και τη διακίνησή του, είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθεί ακόμη και χωρίς επανεπεξεργασία. Για παράδειγμα, οι φιάλες αναψυκτικών και ποτών, μετά τη συλλογή τους, πλένονται, απολυμαίνονται και μετά είναι έτοιμες για επαναπλήρωση [295]. Κιβώτια, κουτιά, παλέτες και κοντέινερ μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές, χωρίς να χρειαστεί να υποστούν κάποια επεξεργασία. Τα παραπάνω μέσα συσκευασίας είναι πολλές φορές τυποποιημένα, επιτρέποντας τη χρησιμοποίησή τους από διαφορετικές επιχειρήσεις. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πολιτική που ακολουθούν για τις συσκευασίες για να προβάλουν μία 'πράσινη εικόνα' απέναντι στην κοινωνία.

Κατά την αναθεώρηση της πολιτικής συσκευασίας που ακολουθούσε, η Xerox δημιούργησε κέντρα επαναχρησιμοποίησης συσκευασιών στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Ολλανδία και τις ΗΠΑ. Επιπλέον, έγιναν προσπάθειες για να μειωθούν οι απαιτήσεις σε συσκευασία για την εσωτερική διακίνηση των προϊόντων [164].

5.3.3 Συλλογή - διανομή - επιστροφή

Παρά τα προφανή περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την ανάκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων και συσκευασιών, ως διαδικασίες, η συλλογή και η μεταφορά τους έχουν, αναντίρρητα, κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες συχνά είναι σημαντικότερες από αυτές που προξενούνται από τις υπόλοιπες διαδικασίες των Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Κατά συνέπεια, η ελαχιστοποίηση αυτών των επιπτώσεων αποτελεί σημαντικό παράγοντα βελτίωσης της συνολικής περιβαλλοντικής απόδοσης μίας Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Συλλογή - διανομή - επιστροφή'.

C1. Διαμορφώστε μία πολιτική για την ανάκτηση των χρησιμοποιημένων προϊόντων σας.

Προκειμένου να αξιοποιήσει μία επιχείρηση τα χρησιμοποιημένα προϊόντα της με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, θα πρέπει να αποφασίσει είτε να αναλάβει η ίδια όλες τις διαδικασίες ανάκτησής τους, ή να συνεργαστεί σε διάφορα επίπεδα με άλλες επιχειρήσεις και ενδιαφερόμενους φορείς (Τοπική Αυτοδιοίκηση, Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί, κτλ). Οι από κοινού προσπάθειες μπορεί να είναι αποτελεσματικότερες και να οδηγούν σε υψηλότερα ποσοστά ανάκτησης. Πολλές επιχειρήσεις επιλέγουν να ακολουθήσουν την πολιτική της εκμίσθωσης των προϊόντων τους αντί να τα εμπορεύονται, προκειμένου να έχουν τον έλεγχο τους και να μπορούν να τα διαχειριστούν καλύτερα από οικονομικής και περιβαλλοντικής άποψης. Οι Fishbein et al. [77] περιγράφουν σειρά σχετικών παραδειγμάτων.

C2. Ελαχιστοποιήστε την κατανάλωση καυσίμων των μέσων μεταφοράς που χρησιμοποιείτε.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τη μεταφορά των προϊόντων είναι ιδιαίτερα σημαντικές και συχνά μπορούν να είναι καθοριστικές για τη συνολική περιβαλλοντική απόδοση μίας Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Οι επιχειρήσεις έχουν δύο βασικούς τρόπους ελαχιστοποίησης αυτών των επιπτώσεων. Ο πρώτος τρόπος αναφέρεται στον αποτελεσματικό προγραμματισμό των δρομολογίων που πραγματοποιούνται, ώστε να αποφεύγονται άσκοπα δρομολόγια ή δρομολόγια χωρίς φορτίο. Ο δεύτερος τρόπος σχετίζεται με το χρόνο κατά των οποίου διεξάγονται τα δρομολόγια. Είναι προφανές πως, αν πραγματοποιούνται σε ώρες που δεν υπάρχει κίνηση στους δόμους, περιορίζεται σημαντικά η κατανάλωση καυσίμου. Ο τρίτος τρόπος αναφέρεται στην ίδια την επιλογή των μέσων μεταφοράς λαμβάνοντας, εκτός των άλλων, υπόψη την κατανάλωση των οχημάτων και την αποτελεσματική συντήρησή τους. Μεταξύ άλλων, η Nirron Steel, η FedEx και

η UPS χρησιμοποιούν ειδικό λογισμικό για τον περιορισμό των δρομολογίων τους και της κατανάλωσης καυσίμων των οχημάτων τους. Οι δύο τελευταίες εταιρείες έχουν επιτύχει περαιτέρω σημαντικές μειώσεις στην κατανάλωση καυσίμων των οχημάτων τους με την ανανέωση του μεταφορικού τους στόλου με οχήματα υβριδικής τεχνολογίας και οχήματα φυσικού αερίου [29].

C3. Επιδιώξτε την αξιοποίηση δραστηριοτήτων της αλυσίδας παραγωγής - διανομής για την ταυτόχρονη διεκπεραίωση διαδικασιών της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Οι μεταφορές των προϊόντων (νέων και χρησιμοποιημένων) και οι συνεπακόλουθες περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να περιοριστούν σημαντικά εάν η ανάκτηση των χρησιμοποιημένων προϊόντων μπορεί να γίνει σε συνδυασμό με τη διανομή των νέων προϊόντων. Για αυτό το σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν μοντέλα χωροθετικής ανάλυσης και δρομολόγησης, με βάση τα οποία καθορίζονται βέλτιστες ή υποβέλτιστες διαδρομές, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του προβλήματος. Η συγκεκριμένη αρχή βρίσκει εφαρμογή στην περίπτωση των χρησιμοποιημένων γυάλινων φιαλών της 3E [295]. Τα φορτηγά τα οποία εκτελούν τα δρομολόγια διανομής αναψυκτικών και ποτών της 3E δεν επιστρέφουν άδεια στις αποθήκες, καθώς μεταφέρουν τις άδειες φιάλες που έχουν προηγουμένως συλλεγεί στα σημεία κατανάλωσης. Οι Krikke et al. [151], περιγράφοντας την περίπτωση της Honeywell, διαπιστώνουν ότι η επιστροφή των μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών πλακετών συνδυάζεται με τη διανομή των καινούριων.

C4. Διαχωρίστε και ταξινομήστε τα χρησιμοποιημένα προϊόντα όσο το δυνατό νωρίτερα στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα.

Ο διαχωρισμός και η ταξινόμηση των χρησιμοποιημένων προϊόντων όσο το δυνατό νωρίτερα στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα διευκολύνει τον προγραμματισμό αποθεματοποίησής τους, αλλά και της επεξεργασίας που θα πρέπει να ακολουθήσουν. Επιπλέον, αποφεύγονται περιττές διαδικασίες, όπως η άσκοπη μεταφορά χρησιμοποιημένων προϊόντων. Στους Daniel et al. [41] η συγκεκριμένη

αρχή βρίσκει εφαρμογή στις χρησιμοποιημένες μπαταρίες μολύβδου-οξέος, οι οποίες διαχωρίζονται και ταξινομούνται στα ηλεκτρολογεία αυτοκινήτων, όπου μεταφέρονται από τους λιανικούς πελάτες.

C5. Επεξεργαστείτε τα επικίνδυνα υλικά με ασφάλεια.

Οι επιχειρήσεις είναι υποχρεωμένες να εξασφαλίσουν τη μείωση των επικίνδυνων αποβλήτων και ότι διαθέτουν τις κατάλληλες υποδομές για την ασφαλή επεξεργασία και διάθεσή τους στο περιβάλλον. Η Ένωση Κατασκευαστών του Οχάιο (ΗΠΑ) αναφέρει την πρωτοβουλία της Chrysler που συνέστησε μία ομάδα εργασίας στη μονάδα της στην πόλη Toledo με στόχο να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της νομοθεσίας της Πολιτείας, που απαγόρευε την ανεξέλεγκτη διάθεση επικίνδυνων υλικών στο περιβάλλον [187].

5.3.4 Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον

Μετά την ολοκλήρωση του χρήσιμου κύκλου ζωής του, ένα προϊόν μπορεί να διατεθεί στο περιβάλλον ή να αξιοποιηθεί. Για την περίπτωση της απευθείας διάθεσης, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι αναπόφευκτες διότι, όσο ακίνδυνο και να είναι ένα προϊόν, επιτείνεται η εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων. Για αυτό το λόγο οι κοινωνίες έχουν δώσει προτεραιότητα στις τεχνολογίες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά το κόστος υλοποίησής τους, τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και την αποτελεσματικότητά τους. Για να μπορούν να βρουν εφαρμογή αυτές οι τεχνολογίες, θα πρέπει να έχουν, εκτός των άλλων, καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση σε σχέση με την απευθείας διάθεση. Με βάση τις αρχές της Βιομηχανικής Οικολογίας, οι επιχειρήσεις θα έπρεπε, σε μία ιδανική πραγματικότητα, να αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου φυσικού συστήματος και να συμμετέχουν 'δανειζόμενες' υλικά τα οποία θα απέδιδαν στο περιβάλλον χωρίς να επηρεάζουν αρνητικά τη συνολική του ισορροπία.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον'.

D1. 'Κλείστε τον κύκλο' στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες με την αποτελεσματική χρήση των τεχνολογιών ανακύκλωσης.

Το μοντέλο λειτουργίας της φύσης πρέπει να αποτελεί το 'παράδειγμα' για τη συνεισφορά των επιχειρήσεων στην Αειφόρο Ανάπτυξη. Ο στόχος είναι η υλοποίηση κλειστών παραγωγικών συστημάτων και μονάδων που εκλύουν μηδενικούς ρύπους, καθώς και η επιστροφή των εκρών της παραγωγικής διαδικασίας στα φυσικά συστήματα είτε ως 'τροφή', ή ως εισροή για την παραγωγή κάποιου άλλου προϊόντος [67]. Όπως αναφέρθηκε στις αρχές της πρώτης ομάδας, η ανακυκλωσιμότητα είναι σημαντικό κριτήριο επιλογής υλικών, αλλά η ανακύκλωση δεν μπορεί θεωρηθεί περιβαλλοντικά φιλική ως δραστηριότητα, εάν, σε σχέση με την παραγωγή πρωτογενών υλικών, επιφέρει μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το 'κλείσιμο του κύκλου' μπορεί να επιτευχθεί ευκολότερα εάν οι επιχειρήσεις αποδέχονται την επέκταση της ευθύνης τους για τα προϊόντα που παράγουν και μετά τον ωφέλιμο κύκλο ζωής τους. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Mercedes Benz, η οποία άρχισε να δέχεται απόβλητα αυτοκινήτά της το 1991, ενσωματώνοντας την ανάκτηση προϊόντος στο γενικότερο πρόγραμμα περιβαλλοντικής πολιτικής της [14]. Επιπλέον, στις αρχές του 2006 η Dell εγκαινίασε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης των προϊόντων της σε όλο τον κόσμο που είχε αποτέλεσμα την ανακύκλωση 40.000 τόνων προϊόντων Η/Υ το 2006, επιτυγχάνοντας αύξηση 72% σε σχέση με το 2005 [28].

D2. Μειώστε τον όγκο και τον αριθμό των υλικών που διατίθενται στο περιβάλλον και εξετάστε εναλλακτικές χρήσεις των χρησιμοποιημένων προϊόντων και των αποβλήτων σας [17].

Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών συμπίεσης περιορίζεται ο όγκος των αποβλήτων που τελικά θα καταλήξουν σε ΧΥΤΑ ή Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ). Αυτή η ενέργεια οδηγεί σε μικρότερες απαιτήσεις για σχετικούς χώρους, κάτι

που είναι ιδιαίτερα σημαντικό, με δεδομένο ότι οι ΧΥΤΑ ως τεχνολογία έχουν φτάσει στο όριο τους και η Ευρωπαϊκή Ένωση επιβάλλει μέχρι το 2012 να έχει γίνει μετάβαση σε άλλα συστήματα επεξεργασίας, από όπου μόνο το υπόλειμμα να οδηγείται σε ΧΥΤΥ. Επιπλέον, είναι προφανές πως όσο λιγότερα υλικά διατίθενται στο περιβάλλον, τόσο περισσότερα είναι αυτά που τελικά αξιοποιούνται. Τέλος, οι εναλλακτικές χρήσεις χρησιμοποιημένων προϊόντων μπορούν να επεκτείνουν τον κύκλο ζωής τους. Για παράδειγμα, τα χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτων χρησιμοποιούνται ευρέως σε λιμάνια και σε αγώνες ταχύτητας ως προστατευτικά. Δεν είναι, επίσης, λίγες οι φορές που απόβλητα έχουν αποτελέσει πηγή έμπνευσης για καλλιτέχνες, με εντυπωσιακά αποτελέσματα, τα οποία, πέρα από την αισθητική τους, αναδεικνύουν μέσω της τέχνης την ανάγκη για βελτίωση του περιβάλλοντος.

D3. Υποστηρίξτε την ανάπτυξη αγορών για ανακτημένα προϊόντα και υλικά.

Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία νέων και την αναδιοργάνωση ήδη υπάρχουσών αγορών [70]. Πέρα από τα προφανή περιβαλλοντικά οφέλη, οι επιχειρησιακές προσπάθειες προς μια τέτοια κατεύθυνση συνδράμουν στην εξασφάλιση της ίδιας της βιωσιμότητάς τους, καθώς μπορούν να εξασφαλιστούν οι απαραίτητοι οικονομικοί πόροι για τη συνέχισή τους.

D4. Χωροθετήστε τις εγκαταστάσεις συλλογής όσο το δυνατό εγγύτερα στα σημεία κατανάλωσης [2].

Η υιοθέτηση μιας τέτοιας πολιτικής διευκολύνει τη μεταφορά των χρησιμοποιημένων προϊόντων από τους ίδιους τους πελάτες. Παράλληλα, αποφεύγονται για τις επιχειρήσεις επιπρόσθετα κόστη μεταφοράς, καθώς οι πελάτες συνδυάζουν την αγορά νέων προϊόντων με την απόθεση χρησιμοποιημένων, χωρίς καν να επιβαρύνονται οι ίδιοι.

5.3.5 Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον

Η επιδίωξη να γίνει το επιχειρησιακό περιβάλλον πιο 'πράσινο' σχετίζεται με πρακτικές διοίκησης που στοχεύουν στη βελτίωση, αφενός εντός των επιχειρήσεων (εργαζόμενοι), αφετέρου του εξωτερικού περιβάλλοντος (προμηθευτές, πελάτες). Η συνεργασία μίας επιχείρησης με τους προμηθευτές της αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη βιωσιμότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών που παρέχει, με δεδομένο ότι ενσωματώνει λειτουργίες όπως η επιλογή υλικών, η *εξωτερική ανάθεση εργασιών (outsourcing)*, οι διαπραγματεύσεις, η αγορά, ο προγραμματισμός των παραδόσεων, η διαχείριση αποθεμάτων πρώτων υλών και προϊόντων, καθώς και σε κάποιο βαθμό ο σχεδιασμός προϊόντος [220]. Το προσωπικό της επιχείρησης είναι υπεύθυνο για την υλοποίηση των πολιτικών της. Κατά συνέπεια, πρέπει να είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται τις επιπτώσεις της στάσης του στο περιβάλλον. Τέλος, η ενασχόληση της επιχείρησης με τους πελάτες της αποσκοπεί στην ενεργή συμμετοχή τους στις περιβαλλοντικές δράσεις της.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον'.

Ε1. Θέστε υψηλότερες και περισσότερο 'πράσινες' προδιαγραφές στους προμηθευτές σας και επιζητήστε στενή συνεργασία μαζί τους [35].

Η υιοθέτηση πολιτικών, που θέτουν προδιαγραφές στο πλαίσιο της Αειφόρου Ανάπτυξης στους προμηθευτές, από τις επιχειρήσεις μπορεί να τις υποστηρίξει στην αποφυγή σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για να διασφαλίσει μία επιχείρηση ότι χρησιμοποιεί πρώτες ύλες φιλικές προς το περιβάλλον, θα πρέπει, εκτός των άλλων, να παρακολουθεί ενδελεχώς τις παραγωγικές διαδικασίες των προμηθευτών της, καθώς και το σύστημα διανομής τους. Επιπλέον, η στενή συνεργασία της επιχείρησης με τους προμηθευτές της διευκολύνει τη μεταξύ τους επικοινωνία και την από κοινού αξιοποίηση της γνώσης για την περιβαλλοντική διαχείριση των δραστηριοτήτων τους, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά ζητήματα καινοτομίας ή θέματα απόκτησης και αφομοίωσης τεχνογνωσίας.

Οι Geffen & Rothenberg [90] εξέτασαν τρεις περιπτώσεις στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας, επικεντρώνοντας στις διαδικασίες βαφής, με στόχο να διερευνήσουν τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ των κατασκευαστών και των προμηθευτών στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης και των διαδικασιών παραγωγής. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν ότι η στενή συνεργασία κατασκευαστών - προμηθευτών, ιδιαίτερα όταν οι προμηθευτές κατέχουν εξειδικευμένες γνώσεις για τα προϊόντα και τις διαδικασίες, μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των παραγωγικών συστημάτων, μέσω της χρήσης καινοτόμων υλικών και διαδικασιών. Καθώς οι προμηθευτές γνωρίζουν περισσότερο για την παραγωγική διαδικασία, μπορούν να διαμορφώσουν μία καλύτερη εικόνα για τα προϊόντα που είναι καταλληλότερα για τους πελάτες τους. Επιπλέον, η στενή συνεργασία κατασκευαστών - προμηθευτών ενισχύει την αμοιβαία εμπιστοσύνη με αποτέλεσμα να μπορούν να μοιραστούν καινοτόμες ιδέες και να συνεργαστούν πάνω σε αυτές.

Ο Rao [196, 197] παρουσίασε ορισμένα δεδομένα αναφορικά με την κατάσταση στη Νοτιοανατολική Ασία. Συγκεκριμένα, ανέλυσε τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις προσπαθούν να κάνουν περισσότερο 'πράσινους' τους προμηθευτές τους. Για παράδειγμα, η Ford Motor Company απαιτήσε από όλους τους ανά τον κόσμο προμηθευτές της (5.000 περίπου) να πιστοποιηθούν με βάση κάποιο αναγνωρισμένο Σύστημα Περιβαλλοντικής Διοίκησης για τουλάχιστο μία από τις εγκαταστάσεις τους μέχρι το τέλος του 2001 και για όλες μέχρι το τέλος του 2003. Για να τους ενισχύσει δε στη διαμόρφωση του δικού τους Συστήματος Περιβαλλοντικής Διοίκησης διοργάνωσε η ίδια εκπαιδευτικά σεμινάρια. Η Nestlé στις Φιλιππίνες διεξάγει σεμινάρια και παρέχει τεχνική υποστήριξη στους προμηθευτές της και τους συνεργάτες της για να τους υποστηρίξει να διαμορφώσουν Συστήματα Περιβαλλοντικής Διοίκησης που θα είναι ευθυγραμμισμένα με το δικό της.

Η Time Warner έχει αναπτύξει ένα κώδικα περιβαλλοντικής πρακτικής με τον οποίο θα πρέπει να συμμορφώνονται οι προμηθευτές της, ενώ η Dell αξιώνει από τους προμηθευτές της να μετρούν και να δημοσιοποιούν τις εκπομπές τους σε αέρια του θερμοκηπίου [28].

E2. Γνωστοποιήστε τις δυνατότητες επιστροφής, επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης των προϊόντων σας [98], διαθέστε τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την ανακύκλωση των προϊόντων σας και παρέχετε επαρκείς οδηγίες ασφάλειας [35].

Οι τελικοί χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να διαχειριστούν ένα προϊόν που έχει ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής του. Με δεδομένο ότι οι κατασκευαστές είναι δύσκολο να προκαθορίσουν πού θα καταλήξουν τα προϊόντα τους, θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό ευκολότερο για κάποιον να μπορεί να αναγνωρίσει ένα προϊόν, αναφορικά με την προέλευσή του. Μία εύκολη σχετικά λύση είναι η χρήση ετικετών που αναγράφουν τον αριθμό σειράς ή κάποιο barcode και η αποθήκευση των πληροφοριών σε κατάλληλες βάσεις δεδομένων [178].

Η Xerox χρησιμοποιεί κατάλληλα σύμβολα και κωδικούς που αναφέρονται στις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και στο είδος της επεξεργασίας που απαιτείται, ώστε να επιτύχει αποτελεσματικότερη διαχείριση των χρησιμοποιημένων προϊόντων της. Επιπλέον, κάθε σχέδιο νέου προϊόντος πρέπει υποχρεωτικά να περιλαμβάνει οδηγίες για τη διαχείριση μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του, ενώ έχει ξεκινήσει και τη χρήση συστήματος barcode για να βελτιώσει τον εντοπισμό των προϊόντων της [164]. Το 1999, πάνω από 20 αυτοκινητοβιομηχανίες σύστησαν μία Ένωση με την επωνυμία "International Dismantling Information System 2" [305]. Ο στόχος του IDIS2 είναι η υποστήριξη των εταιρειών αποσυναρμολόγησης, καθώς τους παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τα αυτοκίνητα, όπως τα τμήματα που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, ο εξοπλισμός και ο χρόνος που απαιτούνται για τις αποσυναρμολογήσεις και ο εντοπισμός των ανακυκλώσιμων υλικών [305]. Τέλος, οι Pappis et al. [190] αναφέρονται στην περίπτωση της BCL, όπου χρησιμοποιούνται κατάλληλα συστήματα κωδικοποίησης για τις διαστάσεις και τα υλικά κατασκευής των κοντέινερ της εταιρείας, καθώς και για τον εύκολο εντοπισμό τους, οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

E3. Δώστε κίνητρα στους πελάτες σας και καταγράψτε τα δεδομένα επιστροφών προϊόντων και συσκευασιών.

Η παροχή κινήτρων στους πελάτες είναι σημαντική παράμετρος για τη μεγιστοποίηση των επιστροφών. Η Alcan συμμετέχει ενεργά σε προωθητικές ενέργειες για τη συλλογή χρησιμοποιημένων προϊόντων αλουμινίου. Η Sun Microsystems ανακοίνωσε τη λειτουργία ενός προγράμματος για την προώθηση των νέων διακομιστών της εταιρείας, οι οποίοι καταναλώνουν έως και 80% λιγότερη ενέργεια. Σύμφωνα με το πρόγραμμα, στους πελάτες της θα επιστρέφεται ποσό \$700 -1.000 από την εταιρεία παροχής ενέργειας PG&E [28]. Χαρακτηριστικό είναι, επίσης, το παράδειγμα των άδειων φιαλών αναψυκτικών και ποτών της 3E. Η εταιρεία επιστρέφει στους καταναλωτές μέσω των επιχειρήσεων λιανικής πώλησης (σούπερ μάρκετ, κτλ) το αντίτιμο της επιστρεφόμενης φιάλης [295]. Εκτός από τις επιχειρήσεις, κίνητρα μπορούν να δώσουν και κρατικοί φορείς, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα το μέτρο της απόσυρσης αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας που έλαβε χώρα στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του '90.

Η καταγραφή των δεδομένων για το πού έχουν καταλήξει τα χρησιμοποιημένα προϊόντα και οι συσκευασίες μπορεί να συνεισφέρει στον καλύτερο σχεδιασμό του συστήματος συλλογής και αντίστροφης διανομής, αλλά και στην εξεύρεση τρόπων για τη μεγαλύτερη συμμετοχή των καταναλωτών.

E4. Παρουσιάστε τους περιβαλλοντικούς σας στόχους στο προσωπικό και επιδιώξτε την ενεργή συμμετοχή του στην υλοποίησή τους.

Ο ρόλος του προσωπικού, ανεξαρτήτως ιεραρχίας, είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην προσπάθεια των επιχειρήσεων να προωθήσουν την έννοια της οικοαποδοτικότητας. Για την ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων χρησιμοποιούνται διάφορες προσεγγίσεις, όπως συστήματα προτάσεων, αυτοδιοικούμενες ομάδες εργασίας, κύκλοι ποιότητας, ομάδες βελτίωσης διαδικασιών, δίνοντάς τους με αυτό τον τρόπο τη δυνατότητα να ασχοληθούν οι ίδιοι με ενδεχόμενες αλλαγές.

Η υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών και τα αξιολογικά αποτελέσματά τους παρουσιάζονται συχνά σε διαγωνισμούς που διοργανώνονται εντός της ίδιας της επιχείρησης, μεταξύ επιχειρήσεων με παρόμοιες δραστηριότητες, ακόμα και από το κράτος [102]. Οι Corbett & Cutler [36] σημειώνουν ότι, στην έρευνα που διεξήγαγαν, όσοι απάντησαν θεωρούν την εκπαίδευση και την ενεργή συμμετοχή του προσωπικού απαραίτητα στοιχεία για τη βελτίωση μίας επιχείρησης, συμπεριλαμβανόμενης και της βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης. Οι Kitazawa & Sarkis [145] πραγματοποίησαν έρευνα στις Acushnet Rubber Company, Compaq και Hyde Manufacturing, και υπογραμμίζουν, εκτός των άλλων, ότι και οι τρεις επιχειρήσεις, προκειμένου να προωθήσουν την ενεργή συμμετοχή του προσωπικού, διοργανώνουν συστηματικά προγράμματα εκπαίδευσης επιδιώκοντας την αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, την παροχή γνώσεων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων. Η περίπτωση της εταιρείας AT&T [95] αναδεικνύει τη σημασία της συμμετοχής του προσωπικού. Ενώ η εγκατάσταση ήταν μία από τις πιο ρυπογόνες της περιοχής, με πρωτοβουλία των ίδιων των εργαζομένων εξαλείφθηκαν πλήρως οι πηγές τοξικών αποβλήτων με την πραγματοποίηση αλλαγών στην παραγωγική διαδικασία, επιτυγχάνοντας, παράλληλα, σημαντική μείωση στο κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης [187].

5.3.6 Ζητήματα διοίκησης

Τα ζητήματα διοίκησης αναφέρονται σε πρακτικές που βρίσκουν εφαρμογή στο σύνολο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και επηρεάζουν ή καθορίζουν τους περιβαλλοντικούς στόχους μίας επιχείρησης. Επιπλέον, περιλαμβάνουν τη χρήση προσεγγίσεων του Μάρκετινγκ και της Πληροφορικής, που, εκτός του ότι προσθέτουν αξία στο προϊόν, συμβάλλουν στις περιβαλλοντικές προσπάθειες της επιχείρησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Ζητήματα διοίκησης'.

F1. Αναπτύξτε ευέλικτα συστήματα παραγωγής και ευέλικτες πολιτικές διοίκησης [146].

Οι επιχειρήσεις που οι δραστηριότητές τους περιλαμβάνουν την επεξεργασία υλικών με χρήση ενέργειας θα πρέπει να είναι οργανωμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανταποκρίνονται ταχύτατα σε αλλαγές σε διαδικασίες ή/και θέματα διοίκησης, με δεδομένο ότι η έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης προϋποθέτει μακροπρόθεσμο σχεδιασμό δραστηριοτήτων και πολιτικών. Επιπλέον, οι αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες και οι απαιτήσεις για βελτιωμένα προϊόντα μπορούν να οδηγήσουν σε δραστικές αλλαγές ενός παραγωγικού συστήματος. Κατά συνέπεια, είναι πάντοτε απαραίτητη η εξέταση εναλλακτικών σχεδίων για να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι της επιχείρησης ('Κάντε το ίδιο, αλλά καλύτερα, ή προσπαθήστε να κάνετε κάτι διαφορετικό.') [81].

F2. Χρησιμοποιήστε αποτελεσματικά συστήματα λογιστικής και διοίκησης.

Η χρήση συστημάτων λογιστικής που αποτιμούν τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, καθώς και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων, μπορεί να παράσχει χρήσιμες πληροφορίες για το σχεδιασμό νέων και τον ανασχεδιασμό υπαρχόντων προϊόντων. Πολλές επιχειρήσεις διαπιστώνουν ότι υπάρχουν οικονομικά οφέλη όταν στρέφονται στο σχεδιασμό προϊόντων με βάση τις αρχές της Αειφόρου Ανάπτυξης είτε γιατί διεισδύουν ευκολότερα στην αγορά ή διότι απαιτούν λιγότερους πόρους κατά την παραγωγή.

Παραδείγματα επιτυχημένης εφαρμογής Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης παρουσιάζονται τακτικά σε επιστημονικές εργασίες. Τα οφέλη στα οποία γίνεται συνήθως αναφορά είναι η καλύτερη οργάνωση και τεκμηρίωση των περιβαλλοντικών τους δραστηριοτήτων, η μεγαλύτερη ασφάλεια απέναντι στο νόμο, η ενίσχυση της παρακίνησης του προσωπικού, η μείωση στις πρώτες ύλες, η ασφαλής λειτουργία των εγκαταστάσεων και η βελτιστοποίηση των ροών [5, 82, 174, 176, 214, 288].

Σημαντικό θεωρείται, επίσης, το γεγονός ότι αναγνωρίζονται ομοιότητες των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης με τα Συστήματα Διοίκησης Ποιότητας, καθώς έχουν πολλά στοιχεία που επιταχύνουν τη διάχυση της γνώσης εντός ενός

οργανισμού [36]. Ωστόσο, εκφράζονται συχνά αντιρρήσεις για το κατά πόσο οι επιχειρήσεις έχουν ενσωματώσει βασικές περιβαλλοντικές ανησυχίες στο στρατηγικό τους σχεδιασμό, παρόλο που μπορεί να χρησιμοποιούν ευρέως μία σειρά από προσεγγίσεις της Περιβαλλοντικής Διοίκησης. Στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν αυτές τις προσεγγίσεις, χωρίς να έχουν επέμβει ουσιαστικά στις διαδικασίες τους, για να εξασφαλίσουν την έξωθεν καλή μαρτυρία [251].

F3. Επεκτείνετε την εξυπηρέτηση μετά την πώληση (after-sales service) που παρέχετε και ενισχύστε την περιβαλλοντική απόδοση του προϊόντος κατά τη χρήση.

Οι εταιρείες κατασκευάζουν 'προηγμένα' προϊόντα με νέες ή/και βελτιωμένες δυνατότητες και παρέχουν υπηρεσίες υποστήριξης που ενισχύουν τη λειτουργικότητα του προϊόντος. Επιπλέον, η βελτίωση και η επέκταση της εξυπηρέτησης μετά την πώληση προσδίδουν μεγαλύτερη αξία στο προϊόν με σημαντικά πλεονεκτήματα για μία επιχείρηση. Με δεδομένη την τάση για αλλαγή στη διεθνή οικονομία (από οικονομία που καθοδηγείται από την προσφορά σε οικονομία που καθοδηγείται από τη ζήτηση), οι επιχειρήσεις επανεξετάζουν πώς μπορούν να ικανοποιήσουν τη ζήτηση και να παρέχουν προϊόντα προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις του κάθε πελάτη. Συνακόλουθα, η περιβαλλοντική παράμετρος αποτελεί για τους καταναλωτές, ολοένα και περισσότερο, κριτήριο το οποίο συνυπολογίζουν κατά τις αγορές τους. Δεν ενδιαφέρονται μόνο για τις περιβαλλοντικές συνέπειες που μπορεί να έχει ένα προϊόν όταν ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής του, αλλά και για την περιβαλλοντική του απόδοση κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του (κατανάλωση ενέργειας, κτλ).

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Intel που ανέπτυξε τεχνολογικά τη δυνατότητα 'sleep' στους Η/Υ, με την οποία μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας [101]. Η Toyota προχώρησε στην παραγωγή του υβριδικού μοντέλου Prius, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον [312]. Επιπλέον, οι περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες προσφέρουν μέσω των αντιπροσώπων τους ελκυστικά πακέτα συντήρησης με στόχο τη βελτίωση της υποστήριξης των πελατών τους μετά την πώληση.

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι πολλοί καταναλωτές επιλέγουν υπηρεσίες που τους δίνουν τη δυνατότητα χρήσης κάποιου προϊόντος με τη μέθοδο της εκμίσθωσης αντί να τα αγοράζουν [67]. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πολλές φορές οι κατασκευαστές ενός προϊόντος να είναι ουσιαστικά και οι ιδιοκτήτες του, κάτι που συνεπάγεται αυξημένες ευθύνες για την περιβαλλοντική του απόδοση.

F4. Διαμορφώστε πολιτικές αναβάθμισης των προϊόντων σας.

Ορισμένες επιχειρήσεις, όπως οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών, μπορούν να υιοθετήσουν μία τέτοια πολιτική που έχει ως αποτέλεσμα την αποτελεσματικότερη ανάκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων και την καλύτερη διαχείρισή τους. Το 1997 η Xerox εισήγαγε στην αγορά μία νέα σειρά προϊόντων (Document Centers) τα οποία ήταν σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να αναβαθμιστούν αλλά και να διαμορφώνονται με βάση τις απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη [164]. Με την παραπάνω πρακτική οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να βρίσκονται σε συνεχή επικοινωνία με τους πελάτες τους και να προσαρμόζουν τα πλάνα τους με βάση τις απαιτήσεις της αγοράς.

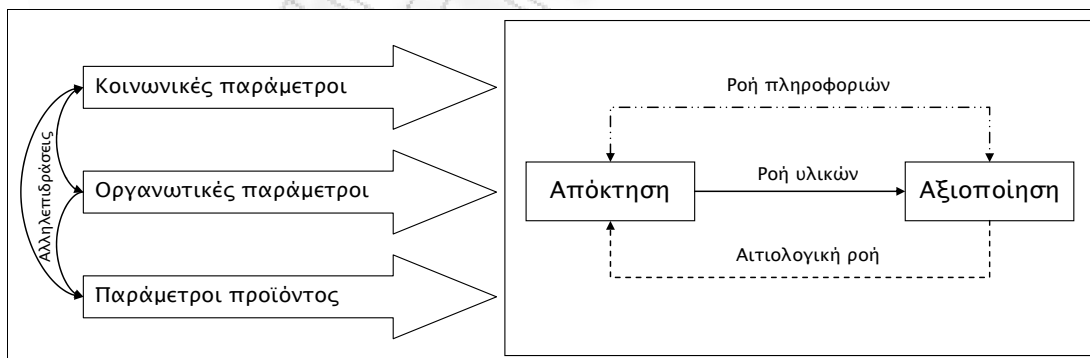
5.4 Παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής

Οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις στην ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής παραμέτρου σε όλες τις δραστηριότητές τους. Ωστόσο, ειδικότερα σε ό,τι αφορά την ανάκτηση και αξιοποίηση χρησιμοποιημένων προϊόντων, υπάρχει μία σειρά από παραμέτρους που επηρεάζουν καθοριστικά τη λειτουργία και την απόδοση των δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες [261, 263]:

- Παράμετροι προϊόντος
- Οργανωτικές παράμετροι
- Κοινωνικές παράμετροι.

Τονίζεται σε αυτό το σημείο ότι οι παράμετροι δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν αποσπασματικά, καθώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Σε γενικές γραμμές, οι Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες μπορούν να θεωρηθούν ως το αποτέλεσμα συνδυασμού δύο κύριων συνόλων δραστηριοτήτων: της απόκτησης χρησιμοποιημένων προϊόντων και της αξιοποίησής τους. Το πρώτο σύνολο αναφέρεται στις δραστηριότητες που στοχεύουν στη συλλογή και μεταφορά των χρησιμοποιημένων προϊόντων, ενώ το δεύτερο σύνολο περιλαμβάνει τις διαδικασίες που πραγματοποιούνται με στόχο την ανάκτηση αξίας ή/και την περιβαλλοντική διαχείριση των χρησιμοποιημένων προϊόντων. Παρόλο που εξετάζοντας τη ροή υλικών, η αξιοποίηση έπεται της απόκτησης, μπορεί να θεωρηθεί προαπαιτούμενη συνθήκη για την απόκτηση όταν εξετάζεται η αιτιολογική ροή. Πιο συγκεκριμένα, η δυνατότητα αξιοποίησης χρησιμοποιημένων προϊόντων δίνει το έναυσμα για την απόκτησή τους. Σε διαφορετική περίπτωση, θα ήταν άσκοπη η απόκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων χωρίς να υπάρχει σχεδιασμός για την αξιοποίησή τους. Πλέον των δύο παραπάνω ροών, η ροή πληροφοριών ανάμεσα στα δύο κύρια σύνολα διαδικασιών είναι αμφίδρομη και συνεχής. Οι σχέσεις μεταξύ των δύο κύριων συνόλων διαδικασιών στις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες και ο ρόλος των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση των δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής αποτυπώνονται στο Σχήμα 5.2 [263].



Σχήμα 5.2

Οι σχέσεις μεταξύ των δύο κύριων συνόλων διαδικασιών στις Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες και ο ρόλος των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση των δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής [263]

5.4.1 Παράμετροι προϊόντος

Οι παράμετροι προϊόντος προκύπτουν από τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τη σύστασή του και τη χρήση του. Πιο συγκεκριμένα:

- *Το βάρος ή/και ο όγκος του προϊόντος και η υποδομή που απαιτείται* αποτελούν καθοριστικά κριτήρια για την ανάπτυξη δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής, καθώς επηρεάζονται διάφορες διαδικασίες, όπως η συλλογή, η αποθήκευση και η μεταφορά. Σε γενικές γραμμές, τα ογκώδη προϊόντα συνήθως χρειάζονται ειδικό εξοπλισμό για αυτές τις διαδικασίες. Από την άλλη πλευρά, σε ό,τι αφορά τα μικρού όγκου προϊόντα, είναι προτιμότερη η ανάπτυξη ευρύτερων δικτύων, ώστε να μπορεί να συγκεντρωθεί αξιοποιήσιμη ποσότητά τους.
- *Η σύνθεση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων* επηρεάζουν σημαντικά τις διαδικασίες ανάκτησης, καθώς επί της ουσίας υπαγορεύουν τους τρόπους με τους οποίους θα πρέπει να γίνει η διαχείριση των χρησιμοποιημένων προϊόντων, ώστε να διατηρηθεί η αξία τους και να αποτραπούν, κατά το δυνατό, οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις.
- *Ο τρόπος με τον οποίο τα προϊόντα που έχουν ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής τους αντικαθίστανται από νέα* αποτελεί μία επιπλέον σημαντική παράμετρο για τη λειτουργία της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Είναι προφανές πως οι αντικαταστάσεις που πραγματοποιούνται στον ίδιο χώρο ή/και για τις οποίες χρησιμοποιούνται τα ίδια δρομολόγια μπορούν να έχουν μόνο θετική επίδραση στην περιβαλλοντική απόδοση της Αλυσίδας.
- *Η απομένουσα αξία των χρησιμοποιημένων προϊόντων* θεωρείται καθοριστικό ζήτημα για τη διαχείρισή τους. Σε αυτή την περίπτωση είναι δυνατό να ωφελούνται και οι καταναλωτές (απολαμβάνοντας μειωμένες τιμές στα καινούρια προϊόντα) και οι κατασκευαστές (ανακτώντας την αξία των χρησιμοποιημένων προϊόντων).
- *Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης είτε άμεσα ή μετά από ήσσονος σημασίας διαδικασίες* είναι μία δυνατότητα που συναντάται, κυρίως, στα υλικά συσκευασίας και μπορεί να συντελέσει στην αποφυγή της ρύπανσης καθώς και της παραγωγής νέων τέτοιων προϊόντων ή υλικών.

- Η δυνατότητα αλλαγής χρήσης ή η εισαγωγή τους σε άλλες αγορές μπορεί να επιμηκύνει το χρήσιμο κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Σε τέτοιες περιπτώσεις, συνήθως, δεν απαιτούνται ιδιαίτερες διαδικασίες.

5.4.2 Οργανωτικές παράμετροι

Οι οργανωτικές παράμετροι αναφέρονται σε ζητήματα σχετικά με τους παράγοντες που εμπλέκονται στην ανάκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα:

- Η δομή του δικτύου ανάκτησης επιδρά καθοριστικά στις διαδικασίες της Αντίστροφης Εφοδιαστικής. Οι επιχειρήσεις έχουν δύο επιλογές στη διάθεσή τους: είτε θα αναλάβουν οι ίδιες αυτές τις διαδικασίες ή θα συμμετέχουν σε ευρύτερα δίκτυα ανάκτησης, υποστηρίζοντάς τα οικονομικά. Η πρώτη επιλογή, συνήθως, γίνεται όταν οι επιχειρήσεις μπορούν να επιτύχουν μεγάλα ποσοστά ανάκτησης, ενώ η δεύτερη προτιμάται όταν τα χρησιμοποιημένα προϊόντα βρίσκονται διασκορπισμένα σε ευρύ γεωγραφικό χώρο.
- Οι πολιτικές ελέγχου παγίων (*asset control policies*) μπορούν να συνεισφέρουν στη λειτουργία της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Η λογική αυτή βρίσκεται εφαρμογή σε προϊόντα όπως τα αυτοκίνητα και οι ηλεκτρονικές συσκευές. Με την υιοθέτηση τέτοιων πολιτικών, οι επιχειρήσεις ουσιαστικά παρέχουν, όχι το ίδιο το προϊόν, αλλά την υπηρεσία που επιτελεί. Επομένως, μπορούν να έχουν σε ικανοποιητικό βαθμό έλεγχο των προϊόντων τους, εκπληρώνοντας παράλληλα τις ανάγκες των πελατών τους.
- Το *μάρκετινγκ* αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο για τη λειτουργία της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Οι επιχειρήσεις μπορούν να συμμετέχουν σε προωθητικές ενέργειες για τη συλλογή προϊόντων που έχουν ολοκληρώσει το χρήσιμο κύκλο ζωής τους, καθώς και να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες ανάκτησης.
- Η παροχή οικονομικών κινήτρων συναντάται σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους ώστε να εμπλακούν οι καταναλωτές στις διαδικασίες ανάκτησης. Συνήθως, οι καταναλωτές προπληρώνουν ένα αντίτιμο το οποίο τους αποδίδεται όταν επιστρέψουν το χρησιμοποιημένο προϊόν.

5.4.3 Κοινωνικές παράμετροι

Οι κοινωνικές παράμετροι αναφέρονται στις συμπεριφορές και τις αξίες που χαρακτηρίζουν τις κοινωνίες και είναι σε θέση να καθορίσουν πρακτικές ανάκτησης χρησιμοποιημένων προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα:

- *Οι κοινωνικές συνήθειες* παίζουν καθοριστικό ρόλο, καθώς είναι σε θέση να επηρεάσουν τις ατομικές συμπεριφορές. Για παράδειγμα, η ανάκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων βρίσκει προσφορότερο έδαφος στις μεγάλες πόλεις σε σχέση με τις μικρές κοινότητες.
- *Η νομοθεσία* αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας για τη λειτουργία Αλυσίδων Αντίστροφης Εφοδιαστικής. Σε ό,τι αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν επικρατήσει για τα προϊόντα οι αρχές *‘ο ρυπαίνων πληρώνει’ (polluter pays principle)*, *‘η συλλογική ευθύνη’* και η προσέγγιση *‘από τη γέννηση ως το θάνατο’*. Επιπρόσθετα, οριοθετούνται συγκεκριμένοι ποσοτικοί και χρονικοί στόχοι για κάθε κατηγορία προϊόντος, ενώ έχει εξεταστεί η παροχή οικονομικών κινήτρων (πχ. φοροελαφρύνσεις).
- *Η κοινωνική ευαισθητοποίηση* επηρεάζει καταλυτικά τις διαδικασίες ανάκτησης. Στα προηγμένα κράτη παρατηρείται μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση και αποτελεσματικότερη διάχυση πληροφοριών.

5.5 Σύνοψη

Η περιβαλλοντική παράμετρος αποτελεί πλέον αναπόσπαστο στοιχείο της νομοθεσίας και του κοινωνικού προβληματισμού και, παρόλο που φαινομενικά μπορεί να αποτελεί τροχοπέδη για την επίτευξη επιχειρησιακών στόχων, μπορεί να αποτελέσει το όχημα για τη διαφοροποίηση και την ανάδειξη μίας επιχειρησιακής προσπάθειας.

Οι κατασκευαστές είναι υπεύθυνοι για τα προϊόντα τους *‘από τη γέννηση ως το θάνατό τους’*. Ωστόσο, μερίδιο ευθύνης φέρουν και οι προμηθευτές, οι πελάτες και όσοι γενικά εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του προϊόντος. Συνεπώς, όλοι οι κρίκοι στην Εφοδιαστική Αλυσίδα έχουν κάποιο ρόλο να παίξουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των εκπεμπόμενων ρύπων. Η συλλογική ευθύνη

για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οδηγεί σε ορθολογική χρήση των πρώτων υλών, ενίσχυση των προσπαθειών για καθαρότερες τεχνολογίες και προϊόντα, βελτίωση των σχέσεων και της επικοινωνίας μεταξύ επιχειρήσεων και κοινωνίας και υπεύθυνες περιβαλλοντικά καταναλωτικές συνήθειες.

Οι βιομηχανικές πρακτικές, οι ατομικές συνήθειες και η νομοθεσία θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν με την ανάγκη χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και φιλικών προς το περιβάλλον υλικών. Μέχρι πρότινος, η βιομηχανία θεωρούταν υπεύθυνη μόνο για την αρχική παραγωγή των προϊόντων, ενώ το μερίδιο ευθύνης της κοινωνίας αποτυπωνόταν σε ορισμένες περιπτώσεις στο φορολογικό σύστημα των χωρών (πράσινοι φόροι). Οι επιχειρήσεις ολοένα και περισσότερο καθίστανται υπεύθυνες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρουν οι παραγωγικές τους διαδικασίες, αλλά και για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα. Η αποδοχή της επέκτασης της ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον από την πλευρά των επιχειρήσεων μετά την πώληση των προϊόντων τους μπορεί να συμβάλει σε αποτελεσματικές αλλαγές στο σχεδιασμό τους. Εάν οι κατασκευαστές δεν καθίστανται υπεύθυνοι για την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και τελική διάθεση των προϊόντων τους στο περιβάλλον, είναι εξαιρετικά δύσκολο να ενδιαφερθούν να παράγουν προϊόντα που θα είναι, για παράδειγμα, ανθεκτικά, ανακυκλώσιμα και θα αποσυναρμολογούνται εύκολα.

Πολλές επιχειρήσεις θεωρούν πως είναι προτιμότερο, αντί να επικεντρωθούν στη μεγιστοποίηση των κερδών τους εφαρμόζοντας ένα συγκεκριμένο πλαίσιο περιβαλλοντικών περιορισμών, να τροποποιήσουν αυτούς τους περιορισμούς, ώστε να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι άλλων επιχειρήσεων. Επιπλέον, η περιβαλλοντική απόδοση έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως κριτήριο διαφοροποίησης ανάμεσα στα προϊόντα με τη χρήση περιβαλλοντικών προτύπων και της οικολογικής σήμανσης [70].

Η χρήση βιώσιμων πρακτικών μπορεί να ωφελήσει οικονομικά μία επιχείρηση μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας, του περιορισμού των αποβλήτων και της επαναχρησιμοποίησης προϊόντων και υλικών. Επιπλέον, μπορούν να ανοιχτούν νέοι

επιχειρηματικοί ορίζοντες, καθώς οι καταναλωτές ελκύονται από επιχειρήσεις που επενδύουν σε φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες. Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί η δυνατότητα της διάχυσης γνώσης και πληροφοριών που μπορούν να βοηθήσουν άλλες επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα για τον εξορθολογισμό της χρήσης ενέργειας, νερού και πρώτων υλών και την αξιοποίηση των παραπροϊόντων [127].

Σε ό,τι αφορά τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής, μία πρώτη διαπίστωση που μπορεί να γίνει είναι ότι προαπαιτείται η εκπλήρωση δύο βασικών συνθηκών που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους:

- της δυνατότητας αξιοποίησης των χρησιμοποιημένων προϊόντων
- της δυνατότητας απόκτησης των χρησιμοποιημένων προϊόντων.

Ενώ η διάταξη των παραπάνω συνθηκών είναι αντίθετη με τη ροή στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα, είναι γεγονός ότι η δυνατότητα αξιοποίησης χρησιμοποιημένων προϊόντων ουσιαστικά γεννάει την ανάγκη για τη συλλογή τους. Η απλή συλλογή των χρησιμοποιημένων προϊόντων χωρίς την περαιτέρω αξιοποίησή τους είναι άσκοπη. Από την άλλη πλευρά, προκειμένου να αξιοποιηθούν τα χρησιμοποιημένα προϊόντα, θα πρέπει να οργανωθεί ένα δίκτυο συλλογής τους, ώστε να εξασφαλιστεί ικανός όγκος τους, και το γεγονός αυτό καθορίζει τη σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ των συνθηκών. Οι παράμετροι που διατυπώθηκαν αναφορικά με τη λειτουργία και την απόδοση δικτύων Αντίστροφης Εφοδιαστικής είναι δυνατό να επηρεάζουν μία ή και τις δύο παραπάνω συνθήκες.

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΚΕΦ. 6	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ
6.1	Εισαγωγή
6.2	Η χρήση Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης για την αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων
6.3	Ένα σύστημα Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης
6.3.1	<i>Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή</i>
6.3.2	<i>Συσκευασία</i>
6.3.3	<i>Συλλογή - διανομή - επιστροφή</i>
6.3.4	<i>Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον</i>
6.3.5	<i>Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον</i>
6.3.6	<i>Ζητήματα διοίκησης</i>
6.4	Σύνθεση των Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης
6.4.1	<i>Η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων</i>
6.4.2	<i>Ενδεικτική εφαρμογή των μεθόδων του Πίνακα Προτιμήσεων και της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας</i>
6.4.2.1	<i>Εφαρμογή της μεθόδου του Πίνακα Προτιμήσεων</i>
6.4.2.2	<i>Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας</i>
6.4.3	<i>Σύγκριση των τεχνικών σύνθεσης</i>
6.5	Σύνοψη

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

6.1 Εισαγωγή

Η περιβαλλοντική ανάλυση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων πηγάζει από το διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, το οποίο εκφράζεται με την εφαρμογή σχετικής νομοθεσίας και κανονισμών αλλά, επίσης, προκύπτει και από την υποκίνηση που έχουν οι επιχειρήσεις, ώστε να προχωρήσουν στην ανάλυση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Η υποκίνηση αυτή είναι πολυδιάστατη, καθώς οι επιχειρήσεις μπορούν:

- να αναγνωρίσουν και να ιεραρχήσουν δυνατότητες βελτίωσης που στηρίζονται στα ευρήματα της περιβαλλοντικής ανάλυσης, οι οποίες, πέρα από τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων τους, μπορεί να οδηγήσουν σε οικονομικά οφέλη και εξοικονόμηση πόρων, καθώς και στη βελτίωση του συντονισμού και της συνεργασίας εντός και εκτός της επιχείρησης
- να ανταποκρίνονται στους περιορισμούς που τίθενται από τη νομοθεσία και τους διάφορους κανονισμούς
- να προβαίνουν στη σύγκριση διαφορετικών σεναρίων, ώστε να αναπτύξουν καλύτερα προϊόντα και υπηρεσίες
- να αποκομίζουν βαθύτερη γνώση για τα προϊόντα τους, κάτι που μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά σε διαδικασίες όπως η τιμολόγηση
- να αναπτύξουν στενότερη επικοινωνία με τους πελάτες τους, αλλά και την κοινωνία συνολικά, κάτι που συντελεί στη διαμόρφωση και τη διατήρηση μίας θετικής έξωθεν εικόνας, αποκτώντας σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Για να μπορέσουν οι επιχειρήσεις να ανταποκριθούν σε αυτές τις προκλήσεις, θα πρέπει να έχουν στη διάθεσή τους ολοκληρωμένες προσεγγίσεις, ώστε να μπορούν να προβούν στην ανάλυση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Ωστόσο, από ό,τι φαίνεται μέχρι τώρα, οι επιχειρήσεις έχουν στη διάθεσή τους κυρίως περιγραφικές προσεγγίσεις, όπως η AKZ που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 3. Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται μία *κανονιστική προσέγγιση (prescriptive approach)*, η οποία στηρίζεται στις αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5 [43, 191, 259, 262].

6.2 Η χρήση Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης για την αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η οροθέτηση στόχων και η παρακολούθηση της απόδοσης με τη χρήση δεικτών αποτελεί συνηθισμένο εργαλείο στη διοίκηση επιχειρήσεων και τυγχάνει ευρείας εφαρμογής στη βιομηχανία και στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες. Μέχρι πρόσφατα, με τους δείκτες απόδοσης επιχειρούσαν να εκφραστούν έννοιες όπως η οικονομική απόδοση, η επιχειρησιακή αποδοτικότητα, η καινοτομία και η ικανοποίηση πελατών. Ωστόσο, η αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης στις κοινωνίες ώθησε τις επιχειρήσεις να συνειδητοποιήσουν τη σημασία της βελτίωσης της περιβαλλοντικής τους απόδοσης [152]. Η επικέντρωση στην ανάπτυξη δεικτών μπορεί να καταστεί αναγκαία λόγω της αδυναμίας πραγματοποίησης μετρήσεων ακριβείας ή λόγω μεθοδολογικών προβλημάτων. Επιπλέον, το κόστος και ο χρόνος υλοποίησης που απαιτούνται αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες [16].

Στο πλαίσιο του διεθνούς προτύπου για την Αξιολόγηση της Περιβαλλοντικής Απόδοσης ISO 14031 έχει προταθεί μία σχετική μεθοδολογία αναφορικά με τους ορισμούς, τη δομή και τον καθορισμό των διαφόρων ποσοτικών δεικτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως οι δείκτες περιβαλλοντικής, διοικητικής και επιχειρησιακής απόδοσης [130]. Σύμφωνα με το ΔΟΤ, η Αξιολόγηση της Περιβαλλοντικής Απόδοσης αποτελεί μία εσωτερική διαδικασία και ένα εργαλείο διοίκησης σχεδιασμένο να παρέχει αξιόπιστες και επαληθεύσιμες πληροφορίες σε συνεχή βάση, ώστε να καθορίζεται εάν η περιβαλλοντική απόδοση ενός οργανισμού εκπληρώνει τα κριτήρια που έχουν τεθεί από τη διοίκησή του.

Είναι μάλλον αδύνατο να σχεδιαστεί ένα σύνολο δεικτών που να μπορεί να καλύψει όλα τα ζητήματα των διαδικασιών μίας επιχείρησης. Περισσότερο οι δείκτες εστιάζουν σε ορισμένες λειτουργίες, των οποίων η σημασία αλλάζει από κλάδο σε κλάδο, από επιχείρηση σε επιχείρηση, αλλά και σε σχέση με το χρόνο. Οι ΔΠΑ, συνήθως, περιλαμβάνονται σε σύνολα δεικτών που αναφέρονται στην Αειφόρο Ανάπτυξη και είναι ορισμένοι με τέτοιο τρόπο, ώστε να εστιάζουν στις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις μίας διαδικασίας σε μία ευρεία περιοχή ή χώρα.

Επιπλέον, μπορεί να αναφέρονται σε συγκεκριμένους κλάδους της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Ο Niemeijer [183] παρουσιάζει μία ανασκόπηση της κατηγοριοποίησης των ΔΠΑ, ενώ ο Schultink [227] επιχειρεί να συσχετίσει τις διάφορες κατηγορίες δεικτών για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Επιπλέον, η Malkina-Pykh [162] παρουσιάζει ένα πλαίσιο εργασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ΔΠΑ. Οι Olsthoorn et al. [188] πραγματοποίησαν μία εξαιρετική ανασκόπηση και ανάλυση των ΔΠΑ που χρησιμοποιούνται στις επιχειρήσεις και είναι προσανατολισμένοι στην *περιγραφική (descriptive)* ανάλυση υφιστάμενων πρακτικών. Ορισμένα παραδείγματα από τη βιβλιογραφία όπου προτείνονται και εφαρμόζονται ΔΠΑ σε διάφορους τομείς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1. Επιπλέον, στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζονται οι στόχοι της ανάπτυξης ΔΠΑ για κάθε περίπτωση, το αν στη μεθοδολογία που προτείνεται επιχειρείται σύνθεση των δεικτών, καθώς και η σχετική βιβλιογραφική αναφορά.

Εφαρμογή	Στόχος	Αναφορά	Σύνθεση
Μικρομεσαίες επιχειρήσεις	Η εισαγωγή περιβαλλοντικών δεικτών για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις	[198]	-
Κατασκευαστικός τομέας	Η αποτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης στον κατασκευαστικό τομέα	[234]	✓
Εφοδιαστικές Αλυσίδες τροφίμων	Ο σχεδιασμός δεικτών για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων πολιτικών στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες τροφίμων	[173]	-
Βιομηχανικές εφαρμογές	Ο υπολογισμός ενός παγκοσμίου δείκτη περιβαλλοντικής προστασίας	[235]	✓
Γενική	Η μέτρηση του βαθμού επιτυχίας του συνδυασμού της παραγωγής 'καλών' και της μείωσης των 'κακών' εκροών	[69]	✓
Χρήση γης	Η ποσοτικοποίηση της χρήσης γης και των σχετικών επιπτώσεων	[272]	-
Κατασκευαστικός τομέας	Ο ορισμός δεικτών για τη μέτρηση της περιβαλλοντικής απόδοσης στον κατασκευαστικό τομέα	[248]	✓
Μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας	Ο υπολογισμός της οικοαποδοτικότητας των μονάδων παραγωγής θερμικής ενέργειας	[175]	✓
Τρένα	Ο ορισμός δεικτών για τη μέτρηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των τρένων	[273]	-
Γενική	Η αξιολόγηση της συνολικής τεχνικοοικονομικής απόδοσης των καινοτομιών που γίνονται με άξονα το περιβάλλον	[6]	✓
Χώρες	Η ανάπτυξη δεικτών περιβαλλοντικής απόδοσης για την υποστήριξη των διαδικασιών λήψης απόφασης	[138]	✓
Διυλιστήρια πετρελαίου	Ο υπολογισμός της οικοαποδοτικότητας των διυλιστηρίων πετρελαίου	[13]	✓
Κλωστοϋφαντουργίες	Η ανάπτυξη δεικτών περιβαλλοντικής απόδοσης για τις κλωστοϋφαντουργίες	[210]	-
Οργανισμοί	Η αξιολόγηση της απόδοσης επίτευξης των στόχων της Δειφόρου Ανάπτυξης	[152]	-

Πίνακας 6.1

Παραδείγματα από τη βιβλιογραφία όπου προτείνονται και χρησιμοποιούνται ΔΠΑ

Σύμφωνα με την Jasch [139], οι ΔΠΑ μπορεί να έχουν τους εξής στόχους:

- τη σύγκριση της περιβαλλοντικής απόδοσης σε βάθος χρόνου
- την εξεύρεση δυνατοτήτων βελτίωσης/βελτιστοποίησης
- τον καθορισμό και την επιδίωξη εκπλήρωσης περιβαλλοντικών στόχων
- την αναγνώριση επιχειρηματικών ευκαιριών και δυνατοτήτων μείωσης του κόστους
- τη συγκριτική ανάλυση επιχειρήσεων
- την επικοινωνία σε απολογιστικά ζητήματα
- τη χρήση ως μηχανισμό ανάδρασης για την πληροφόρηση και την κινητοποίηση των υπαλλήλων
- την τεχνική υποστήριξη των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διοίκησης.

Οι Schaltegger et al. [221] αναγνώρισαν τέσσερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που πρέπει να έχουν οι ΔΠΑ. Πρέπει να είναι:

- κατανοητοί από μη εξειδικευμένους επιστήμονες
- σχετικοί με τους αντικειμενικούς περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους μίας επιχείρησης, καθώς και με τις ανάγκες πληροφόρησης όλων των εμπλεκόμενων
- αξιόπιστοι
- συγκρίσιμοι.

Ωστόσο, προκειμένου οι ΔΠΑ να είναι εφαρμόσιμοι στην ανάλυση Εφοδιαστικών Αλυσίδων, θα πρέπει να συγκεντρώνουν ορισμένα επιπλέον χαρακτηριστικά. Θα πρέπει να είναι μετρήσιμοι και επαληθεύσιμοι. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να μπορούν να ελέγχονται σε βάθος χρόνου, καθώς οι επιχειρήσεις μεταβάλλουν συχνά τις πρακτικές που ακολουθούν. Τέλος, θα πρέπει να μπορούν να συνεκτιμηθούν για τη συνολική αξιολόγηση των λειτουργιών μίας επιχείρησης και των προϊόντων της, ώστε να βελτιωθούν οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Η χρήση ΔΠΑ είναι συνυφασμένη με σειρά δυσεπίλυτων προβλημάτων. Τα προβλήματα αυτά κάνουν την εμφάνισή τους στην αρχή της ανάλυσης, όπου πραγματοποιείται η μοντελοποίηση του συστήματος και γίνονται κάποιες

υποθέσεις εργασίας, που μπορεί να αναφέρονται στους ίδιους τους ΔΠΑ αλλά και στο υπό εξέταση σύστημα. Για παράδειγμα, είναι εύκολο να ορίσει κανείς ένα ΔΠΑ ο οποίος θα εκφράζεται με την ποσότητα ενός ρύπου που εκλύεται κατά τη διάρκεια μίας διαδικασίας. Το δύσκολο της υπόθεσης είναι να καθοριστούν τα όρια του συστήματος όπου θα θεωρηθεί πως ο ρύπος αυτός έχει κάποια επίδραση. Η συλλογή δεδομένων αποτελεί συνηθισμένο πρόβλημα, ιδιαίτερα όταν εξετάζονται πολύπλοκα συστήματα. Ένα άλλο πρόβλημα σχετικό με τη συλλογή δεδομένων είναι οι διακυμάνσεις στην ακρίβειά τους, που οδηγούν, αναπόφευκτα, σε προσεγγιστικά αποτελέσματα. Επιπλέον, ο υπολογισμός των δεικτών μπορεί να χαρακτηρίζεται από υποκειμενικές κρίσεις, περιορίζοντας την αξία τους. Οι αναλυτές έρχονται συχνά αντιμέτωποι με την ποσοτικοποίηση ποιοτικών δεδομένων αλλά και με το χειρισμό εννοιών που είναι δύσκολο να καθοριστούν και να περιγραφούν.

Ορισμένοι ΔΠΑ μπορεί να βρίσκουν εφαρμογή σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά αυτό δε συμβαίνει με όλους. Αυτό οφείλεται στις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στους βιομηχανικούς κλάδους και μεταξύ των επιχειρήσεων, στην έλλειψη μεθόδων μέτρησης ορισμένων παραμέτρων, αλλά και στις διαφορετικές προτεραιότητες που έχουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα ανά την υφήλιο.

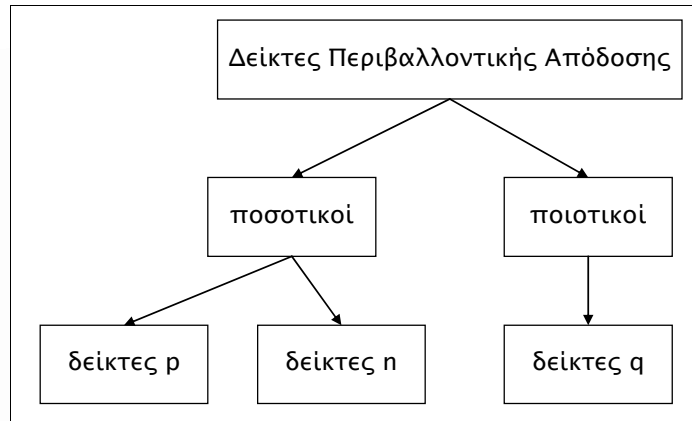
6.3 Ένα σύστημα Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης

Προκειμένου να παραχθεί ένα προϊόν, λαμβάνουν χώρα διάφορες διαδικασίες, κατά κανόνα σε περισσότερες από μία επιχειρήσεις, διαμορφώνοντας μία Εφοδιαστική Αλυσίδα. Αυτές οι διαδικασίες προξενούν μία σειρά από επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι προσεγγίσεις που ακολουθούν οι επιχειρήσεις για να ανταποκριθούν στις επιταγές της Αειφόρου Ανάπτυξης συχνά τείνουν να επικεντρώνονται στα όρια της επιχείρησης, αγνοώντας ότι αυτή αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου παραγωγικού συστήματος. Αυτή η κατάσταση έχει δύο σημαντικά μειονεκτήματα:

- Ακόμα και μεγάλες προσπάθειες βελτίωσης της επιχείρησης μπορεί να οδηγήσουν σε μικρές βελτιώσεις του ευρύτερου παραγωγικού συστήματος.
- Η επικέντρωση στις δραστηριότητες της επιχείρησης συχνά υποδηλώνει ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που λαμβάνονται υπόψη είναι τοπικού χαρακτήρα,

ενώ οι επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, για τις οποίες είναι υπεύθυνες όλες οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν στο ευρύτερο παραγωγικό σύστημα, απαιτούν συστημικές προσεγγίσεις που θα οδηγούν σε *καταμερισμένες ευθύνες (shared responsibilities)* [92].

Αντιμετωπίζοντας την περιβαλλοντική απόδοση ως ζήτημα που αναφέρεται σε μία Εφοδιαστική Αλυσίδα, που ξεφεύγει από τα στενά όρια μίας επιχείρησης, μπορεί να εξεταστεί κατά πόσο εκπληρώνονται οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων που αναπτύχθηκαν στο Κεφάλαιο 5. Στο παρόν Κεφάλαιο, χρησιμοποιώντας την ίδια ταξινόμηση σε ομάδες, προτείνεται ένα σύστημα ΔΠΑ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν το κατά πόσο αυτές οι αρχές εφαρμόζονται επιτυχώς σε μία Εφοδιαστική Αλυσίδα. Επιπλέον, παρατίθενται ενδεικτικά οι μονάδες μέτρησής τους, χωρίς να αποκλείεται, ανάλογα με την περίπτωση που εξετάζεται κάθε φορά, να μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Οι ΔΠΑ κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: τους ποσοτικούς και τους ποιοτικούς. Οι ποσοτικοί ΔΠΑ μπορούν να προκύψουν ύστερα από απευθείας μετρήσεις και διακρίνονται σε αυτούς, για τους οποίους όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τους, τόσο καλύτερη είναι η περιβαλλοντική απόδοση του συστήματος (ΔΠΑ p), και σε αυτούς για τους οποίους όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τους, τόσο χειρότερη είναι η περιβαλλοντική απόδοση του συστήματος (ΔΠΑ n). Οι ποιοτικοί ΔΠΑ (ΔΠΑ q) είναι αδιάστατοι και οι τιμές τους προκύπτουν ύστερα από ποιοτικές εκτιμήσεις των συμμετεχόντων στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τους, τόσο καλύτερη είναι η περιβαλλοντική απόδοση του συστήματος. Για την περίπτωση των ποιοτικών ΔΠΑ δεν παρατίθενται κάποιες μονάδες μέτρησης. Η παραπάνω ταξινόμηση των ΔΠΑ παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1
Η ταξινόμηση των ΔΠΑ

6.3.1 Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή

Σε αντιστοιχία με τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 5.3.1 προτείνονται οι παρακάτω ΔΠΑ περιβαλλοντικής απόδοσης για την ομάδα ‘Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - Παραγωγή’:

Σύσταση. Αναφέρεται στην αποτίμηση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του προϊόντος.

Ανακυκλωσιμότητα (% μάζας ή όγκου προϊόντος): Αναφέρεται στο ποσοστό της μάζας ή του όγκου του προϊόντος που μπορεί να ανακυκλωθεί.

Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης (% μάζας ή όγκου προϊόντος): Αναφέρεται στο ποσοστό της μάζας ή του όγκου του προϊόντος που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί (και σε επίπεδο εξαρτήματος).

Κατανάλωση ενέργειας (Joule/προϊόν): Αναφέρεται στην ποσότητα της ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή του προϊόντος.

Πηγές ενέργειας. Αναφέρεται στα είδη της ενέργειας που χρησιμοποιούνται (ηλεκτρισμός, καύσιμα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κτλ).

Χρήση φρέσκου νερού (m³/προϊόν): Αναφέρεται στην ποσότητα του φρέσκου νερού που καταναλώνεται για την παραγωγή ενός προϊόντος.

Επαναχρησιμοποίηση νερού (% όγκου νερού/προϊόν): Αναφέρεται στο ποσοστό του φρέσκου νερού που επαναχρησιμοποιείται κατά την παραγωγή ενός προϊόντος.

Χρήση ανακυκλωμένων υλικών (% μάζας ή όγκου πρώτων υλών): Αναφέρεται στο ποσοστό των πρώτων υλών που είναι προϊόν ανακύκλωσης.

Τυποποίηση: Αναφέρεται στα τυποποιημένα τμήματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος.

Δυνατότητα αποσυναρμολόγησης: Αναφέρεται στη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης ενός προϊόντος σε επίπεδο εξαρτημάτων.

Παραπροϊόντα (Kg ή m³/προϊόν): Αναφέρεται στην ποσότητα των παραπροϊόντων που προκύπτουν κατά την παραγωγή ενός προϊόντος.

Επαναχρησιμοποίηση παραπροϊόντων (% μάζας ή όγκου παραπροϊόντων): Αναφέρεται στο ποσοστό των παραπροϊόντων που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί.

Ελαττωματικά προϊόντα (% Kg ή m³ μάζας ή όγκου του συνόλου των τελικών προϊόντων): Αναφέρεται στο ποσοστό των τελικών προϊόντων που είναι ελαττωματικά.

Επαναχρησιμοποίηση ελαττωματικών προϊόντων (% μάζας ή όγκου ελαττωματικών προϊόντων): Αναφέρεται στο ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί κατά την παραγωγική διαδικασία.

Απόβλητα παραγωγής: Αναφέρεται στην αποτίμηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία.

Βιοαποικοδομησιμότητα (% μάζας ή όγκου προϊόντος): Αναφέρεται στο ποσοστό του τελικού προϊόντος που είναι βιοαποικοδομήσιμο.

Στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (ρ, η, α) των παραπάνω ΔΠΑ, καθώς και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Σύσταση	q	A1
Ανακυκλωσιμότητα	p	A1
Ανακυκλωσιμότητα	p	A1
Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης	p	A1
Κατανάλωση ενέργειας	n	A2
Πηγές ενέργειας	q	A4
Χρήση φρέσκου νερού	n	A4
Επαναχρησιμοποίηση νερού	p	A4
Χρήση ανακυκλωμένων υλικών	p	A3
Τυποποίηση	q	A5
Δυνατότητα αποσυναρμολόγησης	q	A6
Παραπροϊόντα	n	A7
Επαναχρησιμοποίηση παραπροϊόντων	p	A7
Ελαττωματικά προϊόντα	n	A7
Επαναχρησιμοποίηση ελαττωματικών προϊόντων	p	A7
Απόβλητα παραγωγής	q	A4
Βιοαποικοδομησιμότητα	p	A1

Πίνακας 6.2

Η ταξινόμηση (p, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - Παραγωγή' και η αντιστοιχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

6.3.2 Συσσκευασία

Παρόλο που η συσκευασία εξυπηρετεί την ασφαλή διακίνηση και την προβολή του προϊόντος, αποτελεί η ίδια προϊόν που έχει προκύψει μετά από κάποια παραγωγική διαδικασία. Υπό αυτή την έννοια, οι περισσότεροι ΔΠΑ που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 6.3.1 μπορούν να εφαρμοστούν και στις συσκευασίες. Επιπρόσθετα, από τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 5.3.2 προκύπτει ένας ακόμη ΔΠΑ.

Μέγεθος (kg ή m³): Αναφέρεται στο βάρος ή τον όγκο της συσκευασίας.

Στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (p, n, q) των ΔΠΑ που βρίσκουν εφαρμογή στην ομάδα 'Συσκευασία', καθώς και η αντιστοιχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Σύσταση	q	A1
Μέγεθος	n	B1
Ανακυκλωσιμότητα	p	A1, B2
Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης	p	A1, B2
Κατανάλωση ενέργειας	n	A2
Πηγές ενέργειας	q	A4
Χρήση φρέσκου νερού	n	A4
Επαναχρησιμοποίηση νερού	p	A4
Χρήση ανακυκλωμένων υλικών	p	A3
Τυποποίηση	q	A1, B2
Παραπροϊόντα	n	A7
Επαναχρησιμοποίηση παραπροϊόντων	p	A7
Ελαττωματικά προϊόντα	n	A7
Επαναχρησιμοποίηση ελαττωματικών προϊόντων	p	A7
Απόβλητα παραγωγής	q	A4
Βιοαποικοδομησιμότητα	p	A1

Πίνακας 6.3

Η ταξινόμηση (p, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα ‘Συσκευασία’ και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3

6.3.3 Συλλογή - διανομή - επιστροφή

Σε αντιστοιχία με τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 5.3.3 προτείνονται οι παρακάτω ΔΠΑ για την ομάδα ‘Συλλογή - διανομή - επιστροφή’:

Κατανάλωση καυσίμων (διανομή) (lt/προϊόν): Αναφέρεται στην ποσότητα των καυσίμων που καταναλώνεται για τη διανομή ενός προϊόντος στους πελάτες ή τους εμπόρους.

Ταξινόμηση: Αναφέρεται στο πόσο νωρίς στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα διαχωρίζονται τα αξιοποιήσιμα χρησιμοποιημένα προϊόντα από αυτά που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν.

Αξιοποιήσιμα χρησιμοποιημένα προϊόντα (% μάζας ή όγκου χρησιμοποιημένων προϊόντων): Αναφέρεται στο ποσοστό των χρησιμοποιημένων προϊόντων που μπορούν να αξιοποιηθούν μετά την ταξινόμηση.

Κατανάλωση καυσίμων (ανάκτηση) (lt/χρησιμοποιημένο προϊόν): Αναφέρεται στην ποσότητα των καυσίμων που καταναλώνεται για τη μεταφορά ενός χρησιμοποιημένου προϊόντος στις εγκαταστάσεις ανάκτησης.

Αξιοποίηση δραστηριοτήτων της αλυσίδας παραγωγής - διανομής (% καλυπτόμενης απόστασης): Αναφέρεται στο ποσοστό της συνολικής απόστασης που καλύπτεται για τις ανάγκες της διανομής το οποίο χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της επιστροφής χρησιμοποιημένων προϊόντων.

Στον Πίνακα 6.4 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (p, n, q) των παραπάνω ΔΠΑ, καθώς και η αντιστοιχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Κατανάλωση καυσίμων (διανομή)	n	C2
Ταξινόμηση	q	C4
Αξιοποιήσιμα χρησιμοποιημένα προϊόντα	p	C4
Κατανάλωση καυσίμων (ανάκτηση)	n	C2
Αξιοποίηση δραστηριοτήτων της αλυσίδας παραγωγής - διανομής	p	C3

Πίνακας 6.4

Η ταξινόμηση (p, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Συλλογή - διανομή - επιστροφή' και η αντιστοιχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3

6.3.4 Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον

Η διαδικασία της ανακύκλωσης είναι ουσιαστικά μία παραγωγική διαδικασία και υπό αυτό το πρίσμα ορισμένοι ΔΠΑ που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 6.3.1 μπορούν να εφαρμοστούν στην ομάδα 'Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον'. Σε αντιστοιχία με τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 5.3.3 προτείνονται, επιπλέον, οι παρακάτω ΔΠΑ:

Ανακυκλωμένα υλικά (% πλήθους χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών): Αναφέρεται στο ποσοστό των χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών που ανακυκλώνεται.

Επαναχρησιμοποιημένα υλικά (% πλήθους χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών): Αναφέρεται στο ποσοστό των χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών που επαναχρησιμοποιείται.

Ακίνδυνα απόβλητα (% μάζας ή όγκου χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών): Αναφέρεται στο ποσοστό των ακίνδυνων για το περιβάλλον αποβλήτων που προκύπτουν μετά τις διαδικασίες ανάκτησης χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών.

Επικίνδυνα απόβλητα (% μάζας ή όγκου χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών): Αναφέρεται στο ποσοστό των επικίνδυνων για το περιβάλλον αποβλήτων που προκύπτουν μετά τις διαδικασίες ανάκτησης χρησιμοποιημένων προϊόντων ή συσκευασιών.

Αξιοποίηση ανακτημένων υλικών (εσωτερική χρήση): Αναφέρεται στην αποτίμηση της χρήσης των ανακτημένων υλικών για ίδια χρήση.

Αξιοποίηση ανακτημένων υλικών (εξωτερική χρήση): Αναφέρεται στην αποτίμηση της χρήσης των ανακτημένων υλικών από άλλες επιχειρήσεις.

Στον Πίνακα 6.5 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (ρ, n, q) των παραπάνω ΔΠΑ, καθώς και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Ανακυκλωμένα υλικά	ρ	D1
Επαναχρησιμοποιημένα υλικά	ρ	D1
Ακίνδυνα απόβλητα	n	D2
Επικίνδυνα απόβλητα	n	D2
Αξιοποίηση ανακτημένων υλικών (εσωτερική χρήση)	q	D3
Αξιοποίηση ανακτημένων υλικών (εξωτερική χρήση)	q	D3
Κατανάλωση ενέργειας	n	A2
Πηγές ενέργειας	q	A4
Χρήση φρέσκου νερού	n	A4
Επαναχρησιμοποίηση νερού	ρ	A4

Πίνακας 6.5

Η ταξινόμηση (ρ, n, q) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3

6.3.5 Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον

Αναμφίβολα, το εσωτερικό και το εξωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον επηρεάζουν την περιβαλλοντική απόδοση μίας επιχείρησης, καθώς δεν αρκεί μόνο η δέσμευση της ανώτατης διοίκησης, αλλά απαιτείται η ενεργός συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα. Σε αντιστοιχία με τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 5.3.5 προτείνονται οι παρακάτω ΔΠΑ για την ομάδα 'Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον':

Παρακίνηση των προμηθευτών. Αναφέρεται στην αποτίμηση των πολιτικών της επιχείρησης που αποσκοπούν στην παρακίνηση των προμηθευτών τους σε θέματα περιβαλλοντικής διοίκησης.

Παρακίνηση των πελατών. Αναφέρεται στην αποτίμηση των πολιτικών της επιχείρησης που στοχεύουν στην παρακίνηση των πελατών της να συμμετάσχουν στις διαδικασίες ανάκτησης χρησιμοποιημένων προϊόντων.

Παρακίνηση του προσωπικού. Αναφέρεται στην αποτίμηση των πολιτικών της επιχείρησης που αποσκοπούν στην παρακίνηση του προσωπικού της για την επίτευξη των περιβαλλοντικών της στόχων.

Στάση του προσωπικού. Αναφέρεται στην αποτίμηση της στάσης του προσωπικού της επιχείρησης στην κατεύθυνση της ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων της επιχείρησης.

Σήμανση. Αναφέρεται στην αποτίμηση της σήμανσης που χρησιμοποιεί η επιχείρηση στα προϊόντα και τις συσκευασίες τους προκειμένου να επιτευχθεί η ανάκτησή τους.

Στον Πίνακα 6.6 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (ρ, η, α) των παραπάνω ΔΠΑ, καθώς και η αντιστοιχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Παρακίνηση των προμηθευτών	α	E1
Παρακίνηση των πελατών	α	E3
Παρακίνηση του προσωπικού	α	E4
Στάση του προσωπικού	α	E4
Σήμανση	α	E2

Πίνακας 6.6

Η ταξινόμηση (ρ, η, α) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Εξωτερικό και εσωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3

6.3.6 Ζητήματα διοίκησης

Σε αντιστοιχία με τις αρχές που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 5.3.6 προτείνονται οι παρακάτω ΔΠΑ για την ομάδα 'Ζητήματα διοίκησης':

Συστήματα λογιστικής και διοίκησης. Αναφέρεται στην αποτίμηση της υποστήριξης που παρέχουν στην επιχείρηση τα συστήματα λογιστικής και διοίκησης που χρησιμοποιεί προκειμένου να βελτιώσει την περιβαλλοντική της απόδοση.

Εξυπηρέτηση μετά την πώληση. Αναφέρεται στην αποτίμηση των πολιτικών εξυπηρέτησης μετά την πώληση που παρέχει στους πελάτες της η επιχείρηση κατά τη διάρκεια του χρήσιμου κύκλου ζωής των προϊόντων της.

Αναβάθμιση προϊόντων. Αναφέρεται στην αποτίμηση των πολιτικών αναβάθμισης των προϊόντων που προσφέρει η επιχείρηση τους πελάτες της.

Στον Πίνακα 6.7 παρουσιάζεται η ταξινόμηση (ρ, η, α) των παραπάνω ΔΠΑ, καθώς και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3.

ΔΠΑ	Ταξινόμηση	Αρχές
Συστήματα λογιστικής και διοίκησης	α	F2
Εξυπηρέτηση μετά την πώληση	α	F3
Αναβάθμιση προϊόντων	α	F4

Πίνακας 6.7

Η ταξινόμηση (ρ, η, α) των ΔΠΑ για την ομάδα 'Ζητήματα διοίκησης' και η αντιστοίχισή τους με τις αρχές της Ενότητας 5.3

6.4 Σύνθεση των Δεικτών Περιβαλλοντικής Απόδοσης

Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης μίας Εφοδιαστικής Αλυσίδας, προκειμένου να μπορεί να συνδράμει στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί απλά με τον υπολογισμό των ΔΠΑ που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη Ενότητα. Αυτό συμβαίνει διότι οι ΔΠΑ δεν έχουν την ίδια βαρύτητα. Επιπλέον, η σχετική σημασία τους διαφέρει όταν εξετάζονται διαφορετικοί παραγωγικοί κλάδοι ή επιχειρήσεις. Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για τις ομάδες ΔΠΑ που προτάθηκαν.

Στο πεδίο της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης είναι συνηθισμένο το γεγονός μία αποτίμηση να έχει ενδιαφέρον και νόημα μόνο όταν πραγματοποιούνται συγκρίσεις εναλλακτικών σχεδίων/πρακτικών. Επομένως, δε θα είχε ιδιαίτερη αξία η δημιουργία μίας λίστας με τιμές χωρίς να επιχειρηθεί ο συνυπολογισμός τους, ο οποίος θα αποτελέσει βασικό δεδομένο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί ως πρόβλημα πολυκριτηριακής λήψης απόφασης, στο οποίο τα διάφορα κριτήρια (ΔΠΑ) και οι ομάδες κριτηρίων έχουν διαφορετική σημασία (βαρύτητα). Η σημασία των κριτηρίων μπορεί να εξαρτάται από παραμέτρους όπως ο χρονικός ορίζοντας της περιβαλλοντικής ανάλυσης και ο γεωγραφικός χώρος στον οποίο αναφέρεται. Οι πολυκριτηριακές τεχνικές παρέχουν μία δομημένη προσέγγιση στη διαδικασία λήψης απόφασης. Διαφέρουν από τις συμβατικές μεθόδους στο ότι λαμβάνεται υπόψη ένα σύνολο στόχων και κριτηρίων που μπορεί να είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους, πολυδιάστατα, μη συγκρίσιμα και, ενδεχομένως, να μην μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Οι πληροφορίες που εμπεριέχονται στα κριτήρια μπορεί, επίσης, να χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα [177]. Στην πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων ισχύει η εξής βασική παραδοχή: δεν υπάρχει καμία λύση που να βελτιστοποιεί ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια που έχουν τεθεί, οπότε ο αποφασίζων θα πρέπει να βρει συμβιβαστικές λύσεις. Οι τεχνικές πολυκριτηριακής λήψης απόφασης επιτρέπουν τη συστηματική ανάλυση και μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα στοχεύοντας τελικά στην αναζήτηση της λύσης που θα είναι περισσότερο ικανοποιητική. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα τέτοιου

είδους προσεγγίσεων είναι ότι είναι ξεκάθαρες και δεν προϋποτίθεται ότι θα πρέπει κάποιος να είναι ειδικός για να τις χρησιμοποιήσει. Τα βασικά μειονεκτήματα των προσεγγίσεων πολυκριτηριακής ανάλυσης έγκεινται στην αυθαιρεσία που χαρακτηρίζει την επιλογή των ίδιων των κριτηρίων, την απόδοση βαρύτητας, καθώς και την ποσοτικοποίηση ποιοτικών δεδομένων.

Το ζήτημα του συνυπολογισμού των ΔΠΑ πρέπει να αντιμετωπιστεί με ευέλικτες προσεγγίσεις που μπορούν να αντιμετωπίσουν ικανοποιητικά ζητήματα συνέπειας. Στις επόμενες Παραγράφους παρουσιάζεται ως τέτοια η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής και είναι εμπνευσμένη από την τεχνική Dunn - Rankin [49]. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ενδεικτική εφαρμογή της μεθόδου σε ένα παράδειγμα σύγκρισης τριών εναλλακτικών σεναρίων. Για το ίδιο παράδειγμα εφαρμόζεται και η μέθοδος ΑΙΔ που παρουσιάστηκε στην Παράγραφο 4.4.1. Σημειώνεται ότι δεν επιλέχθηκε η εφαρμογή των μεθόδων κατάταξης που παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 4.4.2, καθώς συστήνεται να χρησιμοποιούνται όταν τα κριτήρια σύγκρισης είναι από 5 έως 9 [185].

Στο πρώτο επίπεδο συνυπολογισμού των ΔΠΑ υπολογίζονται οι κανονικοποιημένες τιμές όλων των ΔΠΑ. Σε ό,τι αφορά τους ΔΠΑ 'ρ' και 'q', η προσέγγιση που ακολουθείται είναι κοινή για την εφαρμογή του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ, ενώ οι κανονικοποιημένες τιμές των ΔΠΑ 'q' υπολογίζονται με την εφαρμογή αυτών των μεθόδων.

Έστω ότι εξετάζονται m εναλλακτικά σενάκια ($m \geq 2$) αναφορικά με το κατά πόσο εφαρμόζονται επιτυχώς οι αρχές που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 5.

Έστω:

C_i το εναλλακτικό σενάριο i , $i = 1, \dots, m$

$D_{ijk}^{(p)}$, $D_{ijk}^{(n)}$, $D_{ijk}^{(q)}$ οι τιμές του k -οστού 'ρ', 'η' και 'q' ΔΠΑ αντίστοιχα για την j -οστή ομάδα ΔΠΑ, για το εναλλακτικό σενάριο C_i .

ΔΠΑ 'ρ'

Οι τιμές για κάθε ΔΠΑ 'ρ' για κάθε εναλλακτικό σενάριο κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμά τους. Ισχύει:

$$D_{ijk}^{*(p)} = D_{ijk}^{(p)} / \sum_{i=1}^m D_{ijk}^{(p)}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, 6 \text{ και } k \text{ αναφέρεται σε κάθε ένα κριτήριο}$$

της ομάδας ΔΠΑ j .

ΔΠΑ 'η'

Με βάση την προτεινόμενη μοντελοποίηση, για όλους τους ΔΠΑ 'η' υπολογίζονται οι αντίστροφες τιμές τους. Στη συνέχεια, οι τιμές αυτές κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμα των αντιστρόφων τιμών τους. Ισχύει:

$$D_{ijk}^{*(n)} = (1/D_{ijk}^{(n)}) / \left(1 / \sum_{i=1}^m D_{ijk}^{(n)} \right), \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, 6 \text{ και } k \text{ αναφέρεται σε κάθε ένα}$$

κριτήριο της ομάδας ΔΠΑ j .

6.4.1 Η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων

Για τον υπολογισμό των ΔΠΑ 'α', καθώς και για το υπόλοιπο της διαδικασίας λήψης απόφασης, χρησιμοποιείται η τεχνική του Πίνακα Προτιμήσεων, ως εξής. Τα m εναλλακτικά σενάρια διατάσσονται σε γραμμές και στήλες σχηματίζοντας έναν τετραγωνικό πίνακα $V = (v_{uz})$, $u, z = 1, \dots, m$ διαστάσεων $m \times m$, όπου (για $u \neq z$):

$$v_{uz} = \begin{cases} 1, & \text{εάν η επίδοση του σεναρίου } z \text{ είναι καλύτερη από αυτή του σεναρίου } u \\ -1, & \text{εάν η επίδοση του σεναρίου } u \text{ είναι καλύτερη από αυτή του σεναρίου } z \\ 0, & \text{εάν τα κριτήρια } u \text{ και } z \text{ έχουν την ίδια επίδοση} \end{cases}$$

Για $u = z$, $v_{uz} = 0$.

Ισχύει: $v_{uz} + v_{zu} = 0$.

Αντίστοιχοι πίνακες δημιουργούνται για κάθε ένα ΔΠΑ 'α'.

Έστω $v_z = \sum_{u=1}^m v_{uz}$, $z = 1, \dots, m$ τα αθροίσματα των στηλών του πίνακα για κάθε

σενάριο. Όσο μεγαλύτερο είναι το άθροισμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδοση του

σεναρίου σε σχέση με τον υπό εξέταση ΔΠΑ 'α'. Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, οι αναλυτές έχουν στη διάθεσή τους την κατάταξη των σεναρίων αναφορικά με την επίδοσή τους ως προς κάθε ΔΠΑ 'α'. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το πόσο σημαντικότερη είναι η επίδοση ενός σεναρίου όταν συγκρίνεται με κάποιο άλλο. Έστω w_u ο συντελεστής βαρύτητας του σεναρίου u , όταν τα σενάρια διατάσσονται κατά αύξουσα σημασία, όπου $w_r < w_s < \dots < w_t$ εάν $v_r < v_s < \dots < v_t$, $r, s, t = 1, \dots, m$.

Εάν $v_r = v_s$, τότε $w_r < w_s$ εάν $v_{rs} = 1$. Εάν $v_{rs} = 0$, τα εναλλακτικά σενάρια διατάσσονται τυχαία.

Η παρακάτω αναδρομική εξίσωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαδοχικό υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας:

$$w_u = f_u \times w_{u-1}, \quad u = 2, \dots, m$$

$$w_1 = 1$$

όπου $f_u \geq 1$ είναι συντελεστής που επιλέγεται από τον αποφασίζοντα.

Προκειμένου οι αναλυτές να διασφαλίσουν περαιτέρω τα αποτελέσματα του υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας, μπορούν πριν ξεκινήσει ο υπολογισμός τους να απομονώσουν και να συγκρίνουν τα σενάρια με τη χειρότερη και την καλύτερη επίδοση. Σε αυτή την περίπτωση, ο συντελεστής f_{\max} , ο οποίος εκφράζει το 'πόσο σημαντικότερο είναι το σενάριο με την καλύτερη επίδοση από αυτό με τη χειρότερη επίδοση', αποτελεί το άνω άκρο του διαστήματος $F_\psi = [1, f_{\max}]$, $\psi \in N$. Άρα, για τους υπόλοιπους συντελεστές f_u ισχύει ο περιορισμός: $f_u \in [1, f_{\max})$.

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας αντιστοιχούν στις τιμές των ΔΠΑ 'α' για κάθε εναλλακτικό σενάριο. Ισχύει:

$w_u = D_{ijk}^{(q)}$, $u = 1, \dots, m$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, 6$ και k αναφέρεται σε κάθε ένα κριτήριο της ομάδας ΔΠΑ j .

Οι τιμές για κάθε ΔΠΑ 'α' για κάθε εναλλακτικό σενάριο κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμά τους. Ισχύει:

$$D_{ijk}^{*(q)} = D_{ijk}^{(q)} / \sum_{i=1}^m D_{ijk}^{(q)}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, 6 \quad \text{και} \quad k \text{ αναφέρεται σε κάθε ένα κριτήριο}$$

της ομάδας ΔΠΑ j .

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, έχουν υπολογιστεί κανονικοποιημένες τιμές των ΔΠΑ για κάθε εναλλακτικό σενάριο.

Στο επόμενο επίπεδο συνυπολογισμού των ΔΠΑ υπολογίζονται οι συντελεστές βαρύτητας h_{jk} των ΔΠΑ που βρίσκονται στην ίδια ομάδα, ώστε να εκφραστεί η σχετική σημασία τους. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται η ίδια προσέγγιση με αυτή για τον υπολογισμό των ΔΠΑ 'α'. Έτσι, σχηματίζονται 6 Πίνακες Προτιμήσεων, ένας για κάθε ομάδα ΔΠΑ. Σημειώνεται, ωστόσο, πως στις περιπτώσεις όπου η σύγκριση των εναλλακτικών σεναρίων γίνεται εξετάζοντας μόνο κάποιες από τις ομάδες ΔΠΑ, η ανάλυση θα πραγματοποιηθεί μόνο για αυτές τις ομάδες.

Έστω:

D_{ijk}^* η κανονικοποιημένη τιμή του k -οστού ΔΠΑ, που ανήκει στην j -οστή ομάδα ΔΠΑ, για το σενάριο i .

G_{ij} ο δείκτης που εκφράζει την περιβαλλοντική απόδοση του σεναρίου i αναφορικά με την j -οστή ομάδα ΔΠΑ.

Ορίζεται:

$$G_{ij} = \sum_{k=1}^{K_j} (h_{jk} \times D_{ijk}^*), \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, 6, \quad \text{όπου} \quad k \text{ αναφέρεται σε κάθε ένα κριτήριο}$$

της ομάδας ΔΠΑ j και K_j είναι ο συνολικός αριθμός ΔΠΑ της j -οστής ομάδα ΔΠΑ.

Με δεδομένο ότι κάθε ομάδα περιλαμβάνει διαφορετικό αριθμό ΔΠΑ, απαιτείται κανονικοποίηση των τιμών G_{ij} . Ισχύει:

$$G_{ij}^* = G_{ij} / \sum_{i=1}^m G_{ij}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, 6$$

Στο τελευταίο επίπεδο ανάλυσης υπολογίζονται με τον Πίνακα Προτιμήσεων οι συντελεστές βαρύτητας y_j των ομάδων ΔΠΑ, ώστε να εκφραστεί η σχετική σημασία τους.

Έστω:

E_i ο δείκτης που εκφράζει το κατά πόσο εφαρμόζονται επιτυχώς οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων από το εναλλακτικό σενάριο i .

Ορίζουμε:

$$E_i = \sum_{j=1}^6 (y_j \times G_{ij}^*), \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, 6.$$

Οι τιμές E_i μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση των εναλλακτικών σεναρίων. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του E_i , τόσο περισσότερο εκπληρώνονται οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων.

Η τεχνική του Πίνακα Προτιμήσεων συνδυάζει χαρακτηριστικά της ΑΙΔ και των μεθόδων κατάταξης που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4. Πιο συγκεκριμένα, η ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος απόφασης γίνεται με την ίδια λογική για όλες τις μεθόδους. Στη συνέχεια, οι κατά ζεύγη συγκρίσεις που πραγματοποιούνται κατά το πρώτο βήμα εφαρμογής της τεχνικής παρουσιάζει ομοιότητες με το δεύτερο στάδιο της ΑΙΔ, όπου εκφράζονται από τους αποφασίζοντες οι προτιμήσεις μέσω της σύγκρισης των επιμέρους κριτηρίων. Κατά τη σύγκριση δύο επιμέρους κριτηρίων με τη χρήση της ΑΙΔ οι αποφασίζοντες εκφράζουν, όχι μόνο ποιο κριτήριο είναι σημαντικότερο σε σχέση με το άλλο, αλλά και κατά πόσο, με τη χρήση ενός προκαθορισμένου διαβαθμισμένου συνόλου τιμών. Κατά το πρώτο βήμα της εφαρμογής της τεχνικής του Πίνακα Προτιμήσεων για τη σύγκριση δύο επιμέρους κριτηρίων, οι αποφασίζοντες εκφράζουν ποιοτικά, επί της ουσίας, τις προτιμήσεις τους αναφορικά με τη σχετική σημασία των κριτηρίων. Το επόμενο βήμα εφαρμογής της τεχνικής του Πίνακα Προτιμήσεων, όπου τα κριτήρια διατάσσονται κατά αύξουσα σημασία, παρουσιάζει ομοιότητα με τις μεθόδους κατάταξης που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4. Η διαφορά έγκειται στον τρόπο υπολογισμού των

συντελεστών βαρύτητας. Στις μεθόδους κατάταξης οι συντελεστές βαρύτητας είναι προκαθορισμένοι και εξαρτώνται αποκλειστικά και μόνο από τον αριθμό των υπό εξέταση κριτηρίων. Αντίθετα, στην τεχνική του Πίνακα Προτιμήσεων οι συντελεστές βαρύτητας υπολογίζονται από τους αποφασίζοντες με την εφαρμογή διαδοχικών συγκρίσεων των κριτηρίων (ένα κριτήριο συγκρίνεται με το αμέσως σημαντικότερό του, κ.ο.κ.).

6.4.2 Ενδεικτική εφαρμογή των μεθόδων του Πίνακα Προτιμήσεων και της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας

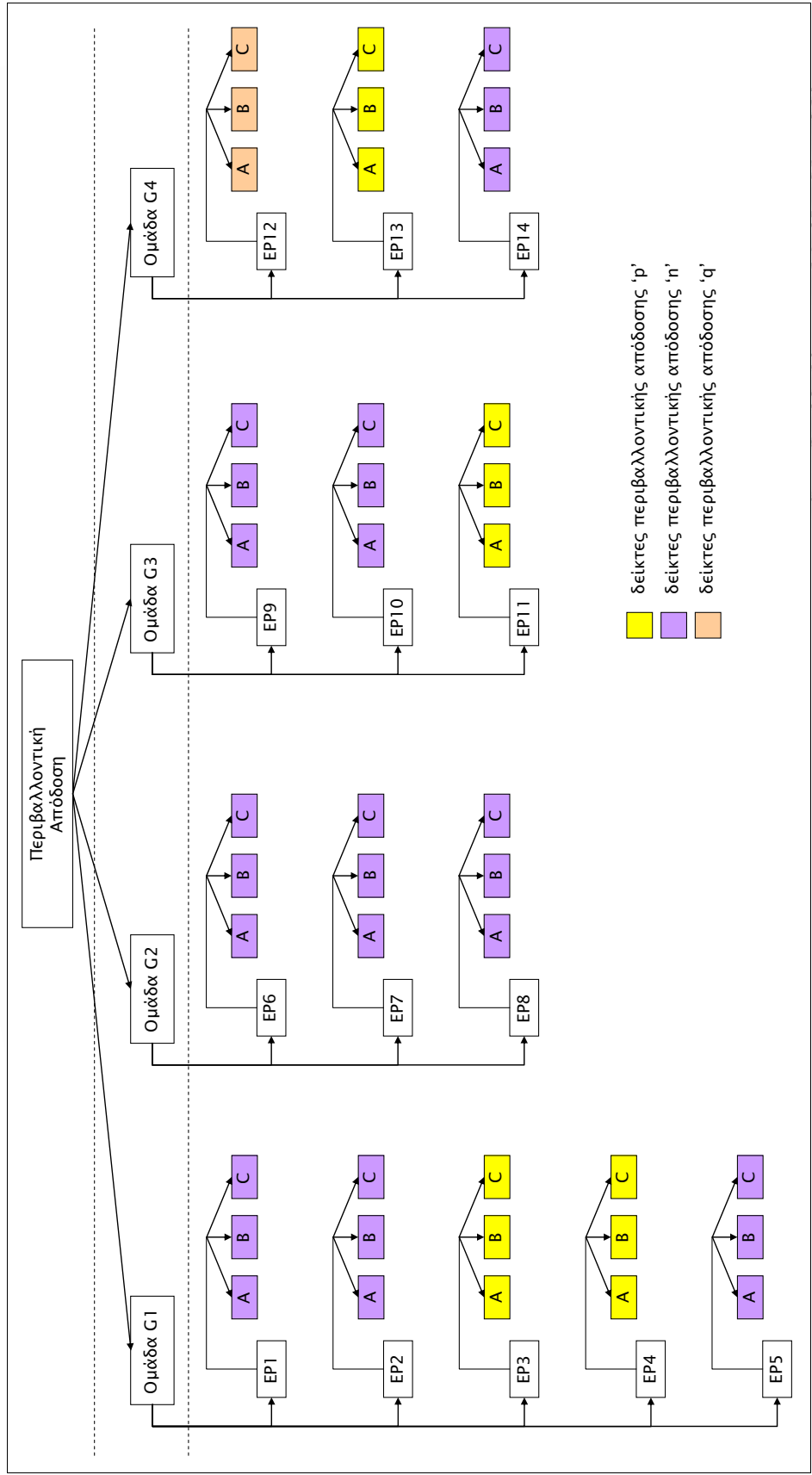
Στο παράδειγμα που παρουσιάζεται σε αυτήν την Παράγραφο, τρία εναλλακτικά σενάρια (Α, Β και C) συγκρίνονται με στόχο να εξεταστεί το κατά πόσο εκπληρώνονται οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Αυτά τα σενάρια μπορούν να αναφέρονται σε εναλλακτικά προϊόντα που προορίζονται να καλύψουν τις ίδιες καταναλωτικές ανάγκες. Έχουν διαφορετικό σχεδιασμό, επηρεάζοντας από περιβαλλοντικής άποψης την παραγωγή, τη συσκευασία, τη διανομή και τις διαδικασίες ανάκτησής τους. Για τις ανάγκες της ανάλυσης, απομονώνονται και αξιολογούνται ορισμένα τμήματα των εναλλακτικών Εφοδιαστικών Αλυσίδων, τα ίδια για κάθε σενάριο. Τα υπόλοιπα τμήματα θεωρείται ότι δεν επηρεάζουν την τελική απόφαση, έχοντας ίδιες περιβαλλοντικές επιδόσεις. Στον Πίνακα 6.8 παρουσιάζονται οι ΔΠΑ που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση των εναλλακτικών σεναρίων και οι αντίστοιχοι συμβολισμοί τους.

ΔΠΑ	Συμβολισμός
Σχεδιασμός προϊόντος και διαδικασίας - παραγωγή (ομάδα G1)	
Μάζα	EP1
Κατανάλωση ενέργειας	EP2
Χρήση ανακυκλωμένων υλικών	EP3
Ανακυκλωσιμότητα	EP4
Ελαττωματικά προϊόντα	EP5
Συσκευασία (ομάδα G2)	
Μάζα (χαρτί)	EP6
Μάζα (πλαστικό)	EP7
Μάζα (ξύλο)	EP8
Συλλογή - διανομή - επιστροφή (ομάδα G3)	
Κατανάλωση καυσίμων (διανομή)	EP9
Κατανάλωση καυσίμων (ανάκτηση)	EP10
Αξιοποιήσιμα χρησιμοποιημένα προϊόντα	EP11
Ανακύκλωση και διάθεση στο περιβάλλον (ομάδα G4)	
Κατανάλωση ενέργειας	EP12
Ανακυκλωμένα υλικά	EP13
Ακίνδυνα απόβλητα	EP14

Πίνακας 6.8

Οι ΔΠΑ και οι αντίστοιχοι συμβολισμοί τους

Η ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος, που είναι κοινή για τη μέθοδο του Πίνακα Προτιμήσεων και την ΑΙΔ, παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.2.



Σχήμα 6.2
Η ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος

Στον Πίνακα 6.9 παρουσιάζονται οι αρχικές τιμές για τους υπό ανάλυση ΔΠΑ, οι μονάδες στις οποίες μετρούνται και η κατηγοριοποίησή τους ('ρ', 'n', 'q'). Για τους ΔΠΑ 'ρ' και 'n' τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή των μεθόδων του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ είναι κοινά. Ο ΔΠΑ EP12 ανήκει στην κατηγορία των 'q' ΔΠΑ και θα πρέπει να υπολογιστεί με διαφορετικό τρόπο για κάθε μέθοδο. Για αυτό το λόγο, στα αντίστοιχα κελιά του πίνακα υπάρχει το σύμβολο '*'. Το γκρι χρώμα στα κελιά του πίνακα χρησιμοποιείται για να δειχθεί πού ένα σενάριο έχει καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση από τα άλλα σε σχέση με κάθε ΔΠΑ ξεχωριστά.

Ομάδα G1					
ΔΠΑ	A	B	C	Μονάδα	Κατηγορία
EP1	22,61	18,53	18,20	gr	n
EP2	23,98	24,67	25,10	Wh/unit	n
EP3	36,00	54,00	22,00	%	p
EP4	72,00	78,00	60,00	%	p
EP5	0,85	1,20	1,10	%	n
Ομάδα G2					
EP6	2,40E-02	2,28E-02	2,22E-02	g/unit	n
EP7	2,28E-02	2,16E-02	2,09E-02	g/unit	n
EP8	2,12E-02	2,04E-02	1,99E-02	g/unit	n
Ομάδα G3					
EP9	1,09E-03	1,04E-03	1,02E-03	lt/unit	n
EP10	1,36E-03	1,30E-03	1,24E-03	lt/unit	n
EP11	87,00	80,00	68,00	%	p
Ομάδα G4					
EP12	*	*	*	-	q
EP13	89,00	95,00	78,00	%	p
EP14	8,00	3,00	16,00	%	n

Πίνακας 6.9

Αρχικές τιμές, μονάδες μέτρησης και κατηγοριοποίηση των ΔΠΑ

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην Παράγραφο 6.4.2, που είναι κοινή για τις μεθόδους του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ, υπολογίζονται οι κανονικοποιημένες τιμές, για κάθε σενάριο, για όλους τους ΔΠΑ 'ρ' και 'n'. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.10 - 6.16.

ομάδα G1

ΔΠΑ 'ρ'			
Κανονικοποιημένες τιμές			
ΔΠΑ	A	B	C
EP3	0,321	0,482	0,196
EP4	0,343	0,371	0,286

Πίνακας 6.10

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G1)

ΔΠΑ						
ΔΠΑ	Αντίστροφες τιμές			Κανονικοποιημένες αντίστροφες τιμές		
	A	B	C	A	B	C
EP1	0,044	0,054	0,055	0,289	0,352	0,359
EP2	0,042	0,041	0,040	0,342	0,332	0,326
EP5	1,176	0,833	0,909	0,403	0,285	0,311

Πίνακας 6.11

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G1)

ομάδα G2

ΔΠΑ 'η'						
ΔΠΑ	Αντίστροφες τιμές			Κανονικοποιημένες αντίστροφες τιμές		
	A	B	C	A	B	C
EP6	41,667	43,860	45,045	0,319	0,336	0,345
EP7	43,860	46,296	47,847	0,318	0,335	0,347
EP8	47,170	49,020	50,251	0,322	0,335	0,343

Πίνακας 6.12

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G2)

ομάδα G3

ΔΠΑ 'ρ'			
Κανονικοποιημένες τιμές			
ΔΠΑ	A	B	C
EP11	0,370	0,340	0,289

Πίνακας 6.13

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G3)

ΔΠΑ 'η'						
ΔΠΑ	Αντίστροφες τιμές			Κανονικοποιημένες αντίστροφες τιμές		
	A	B	C	A	B	C
EP9	920,556	963,373	985,222	0,321	0,336	0,343
EP10	736,445	770,698	809,278	0,318	0,333	0,349

Πίνακας 6.14

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G3)

- ομάδα G4

ΔΠΑ 'ρ'			
ΔΠΑ	Κανονικοποιημένες τιμές		
	A	B	C
EP13	0,340	0,363	0,298

Πίνακας 6.15

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'ρ' (ομάδα G4)

ΔΠΑ 'η'						
ΔΠΑ	Αντίστροφες τιμές			Κανονικοποιημένες αντίστροφες τιμές		
	A	B	C	A	B	C
EP14	0,125	0,333	0,063	0,240	0,640	0,120

Πίνακας 6.16

Κανονικοποίηση για τους ΔΠΑ 'η' (ομάδα G4)

Η συνέχεια της ανάλυσης, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό και την κανονικοποίηση των ΔΠΑ 'α', καθώς και τη σύνθεση των ΔΠΑ με τη βοήθεια των μεθόδων του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ παρουσιάζεται στις επόμενες Υποπαραγράφους.

6.4.2.1 Εφαρμογή της μεθόδου του Πίνακα Προτιμήσεων

Για τον υπολογισμό του ΔΠΑ EP12, ο οποίος είναι και ο μοναδικός 'α' ΔΠΑ στο συγκεκριμένο πρόβλημα, χρησιμοποιείται η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην Παράγραφο 6.4.1. Έτσι, σχηματίζεται ένας τετραγωνικός πίνακας 3X3, όπου πραγματοποιούνται κατά ζεύγη συγκρίσεις των εναλλακτικών σεναρίων ως προς την επίδοσή τους στο συγκεκριμένο ΔΠΑ (Πίνακας 6.17). Με βάση τα αποτελέσματα των συγκρίσεων, τα εναλλακτικά σενάρια διατάσσονται κατά αύξουσα σημασία και ο αποφασίζων χρησιμοποιεί συντελεστές f_u , ώστε να προκύψουν οι τιμές των

συντελεστών βαρύτητας w_u , οι οποίοι αντιστοιχούν στις τιμές του ΔΠΑ ΕΡ12 για κάθε εναλλακτικό σενάριο (Πίνακας 6.18). Στη συνέχεια, οι τιμές αυτές, οι οποίες ταυτίζονται με τις αρχικές τιμές του ΔΠΑ ΕΡ12 για τα τρία εναλλακτικά σενάρια, κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμά τους (Πίνακας 6.19).

	A	B	C
A	0	-1	1
B	1	0	1
C	-1	-1	0
Άθροισμα	0	-2	2

Πίνακας 6.17

Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τα εναλλακτικά σενάρια ως προς το ΔΠΑ ΕΡ12

	B	A	C
f_u	1,30	1,10	
w_u	1,00	1,30	1,43

Πίνακας 6.18

Διάταξη των εναλλακτικών σεναρίων κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ΔΠΑ ΕΡ12)

	ΔΠΑ 'α'		
	Κανονικοποιημένες τιμές		
ΔΠΑ	A	B	C
ΕΡ12	0,349	0,268	0,383

Πίνακας 6.19

Κανονικοποίηση για το ΔΠΑ ΕΡ12 (ομάδα G4)

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, έχουν υπολογιστεί όλες οι τιμές D_{ijk}^* . Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστούν οι συντελεστές βαρύτητας h_{jk} μεταξύ των ΔΠΑ που ανήκουν στην ίδια ομάδα. Για αυτό το σκοπό σχηματίζονται τετραγωνικοί πίνακες για κάθε ομάδα ΔΠΑ (Πίνακες 6.20, 6.22, 6.24 και 6.26) και ακολουθεί η διάταξή τους κατά αύξουσα σημασία. Ο αποφασίζων χρησιμοποιεί συντελεστές f_u , ώστε να υπολογιστούν οι συντελεστές βαρύτητας h_{jk} (Πίνακες 6.21, 6.23, 6.25 και 6.27).

▪ ομάδα G1

	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5
EP1	0	1	-1	-1	-1
EP2	-1	0	-1	-1	-1
EP3	1	1	0	1	-1
EP4	1	1	-1	0	-1
EP5	1	1	1	1	0
Άθροιση	2	4	-2	0	-4

Πίνακας 6.20

Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G1

	EP5	EP3	EP4	EP1	EP2
f_u	1,20	1,10	1,30	1,20	
h_{G1k}	1,00	1,20	1,32	1,72	2,06

Πίνακας 6.21

Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G1)

▪ ομάδα G2

	EP6	EP7	EP8
EP6	0	1	-1
EP7	-1	0	-1
EP8	1	1	0
Άθροιση	0	2	-2

Πίνακας 6.22

Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G2

	EP8	EP6	EP7
f_u	1,20	1,30	
h_{G2k}	1,00	1,20	1,56

Πίνακας 6.23

Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G2)

- ομάδα G3

	EP9	EP10	EP11
EP9	0	-1	1
EP10	1	0	1
EP11	-1	-1	0
Άθροιση	0	-2	2

Πίνακας 6.24

Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G3

	EP10	EP9	EP11
f_u	1,10	1,30	
h_{G3k}	1,00	1,10	1,43

Πίνακας 6.25

Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G3)

- ομάδα G4

	EP12	EP13	EP14
EP12	0	-1	-1
EP13	1	0	1
EP14	1	-1	0
Άθροιση	2	-2	0

Πίνακας 6.26

Κατά ζεύγη συγκρίσεις για τους ΔΠΑ της ομάδας G4

	EP13	EP14	EP12
f_u	1,20	1,30	
h_{G4k}	1,00	1,20	1,56

Πίνακας 6.27

Διάταξη των ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας (ομάδα G4)

Οι συντελεστές βαρύτητας h_{jk} πολλαπλασιάζονται με τις αντίστοιχες τιμές D_{ijk}^* που προέκυψαν στο προηγούμενο επίπεδο ανάλυσης. Τα αποτελέσματα κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμά τους για κάθε εναλλακτικό σενάριο και κάθε ομάδα ΔΠΑ. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.28 – 6.31.

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G1)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP1	0,497	0,606	0,617
EP2	0,704	0,684	0,672
EP3	0,386	0,579	0,236
EP4	0,453	0,490	0,377
EP5	0,403	0,285	0,311
Άθροιση	2,442	2,644	2,214
Κανονικοποίηση	0,334	0,362	0,303

Πίνακας 6.28

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G1)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G2)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP6	0,383	0,403	0,414
EP7	0,496	0,523	0,541
EP8	0,322	0,335	0,343
Άθροιση	1,201	1,261	1,298
Κανονικοποίηση	0,319	0,335	0,345

Πίνακας 6.29

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G2)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G3)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP9	0,353	0,369	0,378
EP10	0,318	0,333	0,349
EP11	0,529	0,487	0,414
Άθροιση	1,200	1,189	1,141
Κανονικοποίηση	0,340	0,337	0,323

Πίνακας 6.30

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G3)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G4)			
Δείκτης	A	B	C
EP12	0,544	0,418	0,598
EP13	0,340	0,363	0,298
EP14	0,288	0,768	0,144
Άθροιση	1,171	1,549	1,040
Κανονικοποίηση	0,312	0,412	0,277

Πίνακας 6.31

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση (ομάδα G4)

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, έχουν υπολογιστεί όλες οι τιμές G_{ij}^* . Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστούν οι συντελεστές βαρύτητας y_j , που αναφέρονται στη σχετική σημασία των ομάδων ΔΠΑ. Έτσι, σχηματίζεται ένας πίνακας 4X4 (Πίνακας 6.32) και ακολουθεί η διάταξη των ομάδων ΔΠΑ κατά

αύξουσα σημασία. Ο αποφασίζων χρησιμοποιεί συντελεστές f_u , ώστε να υπολογιστούν οι συντελεστές βαρύτητας y_j (Πίνακας 6.33).

	G1	G2	G3	G4
G1	0	-1	-1	-1
G2	1	0	1	1
G3	1	-1	0	-1
G4	1	-1	1	0
Άθροιση	3	-3	1	-1

Πίνακας 6.32

Κατά ζεύγη συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ

	G2	G4	G3	G1
f_u	1,30	1,20	1,60	
y_j	1,00	1,30	1,56	2,50

Πίνακας 6.33

Διάταξη των ομάδων ΔΠΑ κατά αύξουσα σημασία και υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας

Οι συντελεστές βαρύτητας y_j πολλαπλασιάζονται με τις αντίστοιχες τιμές G_{ij}^* που προέκυψαν στο προηγούμενο επίπεδο ανάλυσης. Τα αποτελέσματα για κάθε εναλλακτικό σενάριο αθροίζονται και προκύπτουν οι τιμές E_i , οι οποίες εκφράζουν σε ποιο βαθμό τα σενάρια Α, Β και C εκπληρώνουν τις αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Σύμφωνα με τα τελικά αποτελέσματα, το σενάριο Β έχει την καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση. Ακολουθεί το σενάριο Α και υπολείπεται το σενάριο C. Προκειμένου να μπορούν να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την εφαρμογή της ΑΙΔ οι τιμές E_i κανονικοποιούνται ως προς το άθροισμά τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.34.

Σταθμισμένες (τελικές) τιμές			
Ομάδα δεικτών	A	B	C
G1	0,836	0,906	0,758
G2	0,319	0,335	0,345
G3	0,530	0,525	0,504
G4	0,405	0,535	0,359
Άθροιση	2,091	2,302	1,967
Κανονικοποίηση	0,329	0,362	0,309

Πίνακας 6.34

Σταθμισμένες τιμές των ομάδων ΔΠΑ, άθροιση και κανονικοποίηση

6.4.2.2 Εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας

Με δεδομένο ότι για τους ΔΠΑ 'ρ' και 'η' οι επιδόσεις των εναλλακτικών σεναρίων είναι γνωστές, μπορούν να υπολογιστούν κανονικοποιημένες τιμές, όπως αναπτύχθηκε στην Παράγραφο 6.4.1. Η μέθοδος ΑΙΔ μπορεί να βρει εφαρμογή για των υπολογισμό των ΔΠΑ 'α', καθώς και για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας ανάμεσα στους ΔΠΑ της ίδιας ομάδας και των συντελεστών βαρύτητας ανάμεσα στις ομάδες ΔΠΑ.

Για την εφαρμογή της ΑΙΔ επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί το σύνολο τιμών P κατά Saaty (βλ. Παράγραφο 4.4.1). Σε πρώτη φάση υπολογίζεται ο ΔΠΑ ΕΡ12, που είναι ο μοναδικός 'α' ΔΠΑ στο υπό εξέταση πρόβλημα. Για αυτό το σκοπό δημιουργείται ο πίνακας σύγκρισης και υπολογίζονται οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας, οι οποίοι αντιστοιχούν στις τιμές του ΔΠΑ ΕΡ12 για καθένα εναλλακτικό σενάριο, με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην Παράγραφο 4.4.1. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.35.

EP12	A	B	C	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
A	1,00	3,00	0,50	4,50	0,34
B	0,33	1,00	0,25	1,58	0,12
C	2,00	4,00	1,00	7,00	0,54
Z^2	3,00	8,00	1,75	12,75	0,32
	1,17	3,00	0,67	4,83	0,12
	5,33	14,00	3,00	22,33	0,56
Z^4	27,67	72,50	15,83	116,00	0,32
	10,56	27,67	6,04	44,26	0,12
	48,33	126,67	27,67	202,67	0,56

Πίνακας 6.35

Υπολογισμός των τιμών του ΔΠΑ EP12 (ομάδα G4) με τη χρήση της ΑΙΔ

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστούν οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας μεταξύ των ΔΠΑ περιβαλλοντικής απόδοσης που ανήκουν στην ίδια ομάδα. Για αυτό το σκοπό σχηματίζονται πίνακες σύγκρισης για κάθε ομάδα ΔΠΑ και υπολογίζονται οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας (Πίνακες 6.36 - 6.39).

Ομάδα G1	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
EP1	1,00	0,33	5,00	4,00	7,00	17,33	0,32
EP2	3,00	1,00	7,00	6,00	8,00	25,00	0,46
EP3	0,20	0,14	1,00	0,50	2,00	3,84	0,07
EP4	0,25	0,17	2,00	1,00	3,00	6,42	0,12
EP5	0,14	0,13	0,50	0,33	1,00	2,10	0,04
Z^2	5,00	2,92	23,83	14,83	38,67	85,26	0,28
	10,04	5,00	45,00	30,17	69,00	159,21	0,52
	1,24	0,69	5,00	3,32	8,04	18,29	0,06
	1,83	1,08	7,92	5,00	13,08	28,91	0,10
	0,84	0,42	3,26	2,24	5,00	11,76	0,04
Z^4	143,65	77,97	613,18	402,26	974,08	2211,14	0,28
	269,60	147,01	1152,83	754,64	1834,93	4159,01	0,52
	32,15	17,48	137,89	90,31	219,15	496,97	0,06
	49,96	27,10	213,83	140,22	339,55	770,66	0,10
	20,83	11,36	89,50	58,53	142,40	322,63	0,04

Πίνακας 6.36

Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G1)

Ομάδα G2	EP6	EP7	EP8	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
EP6	1,00	0,25	3,00	4,25	0,27
EP7	4,00	1,00	5,00	10,00	0,63
EP8	0,33	0,20	1,00	1,53	0,10
Z^2	3,00	1,10	7,25	11,35	0,22
	9,67	3,00	22,00	34,67	0,68
	1,47	0,48	3,00	4,95	0,10
Z^4	30,27	10,10	67,70	108,07	0,23
	90,27	30,27	202,08	322,62	0,67
	13,47	4,51	30,27	48,25	0,10
Z^8	2740,21	917,19	6139,99	9797,39	0,23
	8186,65	2740,21	18343,83	29270,69	0,67
	1222,92	409,33	2740,21	4372,46	0,10

Πίνακας 6.37

Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G2)

Ομάδα G3	EP9	EP10	EP11	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
EP9	1,00	2,00	0,25	3,25	0,22
EP10	0,50	1,00	0,20	1,70	0,11
EP11	4,00	5,00	1,00	10,00	0,67
Z^2	3,00	5,25	0,90	9,15	0,20
	1,80	3,00	0,53	5,33	0,12
	10,50	18,00	3,00	31,50	0,69
Z^4	27,90	47,70	8,16	83,76	0,20
	16,31	27,90	4,77	48,98	0,12
	95,40	163,13	27,90	286,43	0,68
Z^8	2334,62	3992,15	682,65	7009,42	0,20
	1365,30	2334,62	399,21	4099,13	0,12
	7984,30	13652,96	2334,62	23971,87	0,68

Πίνακας 6.38

Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G3)

Ομάδα G4	EP12	EP13	EP14	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
EP12	1,00	5,00	4,00	10,00	0,63
EP13	0,20	1,00	0,33	1,53	0,10
EP14	0,25	3,00	1,00	4,25	0,27
Z^2	3,00	22,00	9,67	34,67	0,68
	0,48	3,00	1,47	4,95	0,10
	1,10	7,25	3,00	11,35	0,22
Z^4	30,27	202,08	90,27	322,62	0,67
	4,51	30,27	13,47	48,25	0,10
	10,10	67,70	30,27	108,07	0,23
Z^8	2740,21	18343,83	8186,65	29270,69	0,67
	409,33	2740,21	1222,92	4372,46	0,10
	917,19	6139,99	2740,21	9797,39	0,23

Πίνακας 6.39

Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας με τη χρήση της ΑΙΔ (ομάδα G4)

Στο επόμενο βήμα, οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας πολλαπλασιάζονται με τις κανονικοποιημένες τιμές των ΔΠΑ που έχουν ήδη υπολογιστεί στην αρχή της ανάλυσης και τα γινόμενα ανά ομάδα ΔΠΑ και σενάριο αθροίζονται. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.40 – 6.43.

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G1)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP1	0,080	0,098	0,100
EP2	0,178	0,174	0,171
EP3	0,020	0,030	0,012
EP4	0,033	0,036	0,028
EP5	0,016	0,012	0,013
Άθροιση	0,328	0,349	0,323

Πίνακας 6.40

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G1)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G2)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP6	0,072	0,076	0,078
EP7	0,214	0,226	0,234
EP8	0,032	0,034	0,035
Άθροιση	0,319	0,335	0,346

Πίνακας 6.41

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G2)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G3)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP9	0,064	0,067	0,069
EP10	0,037	0,039	0,041
EP11	0,253	0,233	0,198
Άθροιση	0,354	0,339	0,307

Πίνακας 6.42

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G3)

Σταθμισμένες τιμές (Ομάδα G4)			
ΔΠΑ	A	B	C
EP12	0,215	0,082	0,376
EP13	0,034	0,036	0,030
EP14	0,054	0,144	0,027

Πίνακας 6.43

Σταθμισμένες τιμές των ΔΠΑ και άθροισή τους (ομάδα G4)

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστούν οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ. Για αυτό το σκοπό δημιουργείται ο πίνακας σύγκρισης και υπολογίζονται οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας (Πίνακας 6.44).

Περιβαλλοντική Απόδοση	G1	G2	G3	G4	Άθροισμα γραμμής	\hat{b}
G1	1,00	9,00	5,00	7,00	22,00	0,59
G2	0,11	1,00	0,20	0,33	1,64	0,04
G3	0,20	5,00	1,00	3,00	9,20	0,25
G4	0,14	3,00	0,33	1,00	4,48	0,12
Z^2	4,00	64,00	14,13	32,00	114,13	0,66
	0,31	4,00	1,07	2,04	7,42	0,04
	1,38	20,80	4,00	9,07	35,25	0,20
	0,69	8,95	1,98	4,00	15,62	0,09
Z^4	77,34	1092,45	244,72	514,99	1929,50	0,66
	5,36	76,32	16,96	35,94	134,58	0,05
	23,73	336,15	75,71	159,35	594,95	0,20
	11,00	156,71	35,09	74,21	277,00	0,09
Z^8	2,33E+04	3,31E+05	7,41E+04	1,56E+05	5,84E+05	0,66
	1,62E+03	2,30E+04	5,15E+03	1,09E+04	4,07E+04	0,05
	7,19E+03	1,02E+05	2,28E+04	4,82E+04	1,80E+05	0,20
	3,34E+03	4,74E+04	1,06E+04	2,24E+04	8,37E+04	0,09

Πίνακας 6.44

Υπολογισμός των σχετικών συντελεστών βαρύτητας μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ με τη χρήση της ΑΙΔ

Στο τελευταίο βήμα, οι σχετικοί συντελεστές βαρύτητας μεταξύ των ομάδων ΔΠΑ πολλαπλασιάζονται με τα αθροίσματα των σταθμισμένων τιμών των ΔΠΑ ανά ομάδα ΔΠΑ και σενάριο. Στη συνέχεια, τα γινόμενα αυτά αθροίζονται, παρέχοντας στον αποφασίζοντα ένα μέτρο σύγκρισης των εναλλακτικών σεναρίων ως προς την περιβαλλοντική τους απόδοση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.45.

Σταθμισμένες (τελικές) τιμές			
Ομάδα ΔΠΑ	A	B	C
G1	0,216	0,229	0,212
G2	0,015	0,015	0,016
G3	0,072	0,069	0,062
G4	0,029	0,025	0,041
Άθροιση	0,331	0,338	0,331

Πίνακας 6.45

Σταθμισμένες τιμές των ομάδων ΔΠΑ και άθροισή τους

Σύμφωνα με τα τελικά αποτελέσματα, το σενάριο B έχει την καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση, ενώ τα σενάρια A και C φαίνεται να έχουν την ίδια περιβαλλοντική απόδοση.

6.4.3 Σύγκριση των τεχνικών σύνθεσης

Η χρήση του Πίνακα Προτιμήσεων και της ΑΙΔ στην ενδεικτική εφαρμογή της Παραγράφου 6.4.2 οδήγησε σε παραπλήσια αποτελέσματα. Και οι δύο προσεγγίσεις στηρίζονται ουσιαστικά στις κατά ζεύγη συγκρίσεις, υπό τη θεώρηση ότι είναι ευκολότερο να πραγματοποιηθούν σε σχέση με το να συγκρίνονται ταυτόχρονα περισσότερα κριτήρια. Ωστόσο, η χρήση του συνόλου τιμών P στην ΑΙΔ περιορίζει τις δυνατές τιμές που μπορούν να αποδοθούν στους συντελεστές βαρύτητας, κάτι που δεν ισχύει στον Πίνακα Προτιμήσεων, λόγω της χρήσης των διαστημάτων F_{ψ} . Επιπλέον, και στις δύο περιπτώσεις οι συντελεστές βαρύτητας είναι ουσιαστικά το αποτέλεσμα της υποκειμενικής κρίσης των συμμετεχόντων στις διαδικασίες λήψης απόφασης, υπό την αδυναμία απόδοσης αντικειμενικών τιμών. Είναι καθοριστικό οι κρίσεις αυτές να γίνονται με συνέπεια, ώστε να οδηγούν σε αποδεκτά αποτελέσματα. Από την άποψη του χρόνου που απαιτείται για την υλοποίηση των

δύο προσεγγίσεων, φαίνεται πως ο Πίνακας Προτιμήσεων είναι πιο σύντομη διαδικασία, καθώς σε πρώτη φάση ο αναλυτής απλά αποδίδει προτιμήσεις της μορφής ‘καλύτερο’ – ‘ίδιο’ – χειρότερο’, χωρίς να αξιολογεί το ‘πόσο καλύτερο’ και το ‘πόσο χειρότερο’. Επιπλέον, κατά τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας με την ΑΙΔ απαιτούνται επαναληπτικά βήματα, κάτι που αυξάνει τον υπολογιστικό χρόνο.

6.5 Σύνοψη

Καθώς η περιβαλλοντική παράμετρος υπεισέρχεται ολοένα και περισσότερο στα προβλήματα λήψης αποφάσεων αναφορικά με το σχεδιασμό και τη λειτουργία Εφοδιαστικών Αλυσίδων, είναι σκόπιμο να αναπτυχθούν προσεγγίσεις, ώστε να καταστεί δυνατή μία τέτοιου είδους αξιολόγηση.

Η χρήση ΔΠΑ μπορεί να συνεισφέρει στον παραπάνω στόχο, παρέχοντας μία αρκετά ολοκληρωμένη εικόνα για την περιβαλλοντική απόδοση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Επιπλέον, σε σύγκριση με τις περιγραφικές προσεγγίσεις, οι κανονιστικές, όπως αυτή που παρουσιάστηκε στο παρόν Κεφάλαιο, παρέχουν τη δυνατότητα αξιολόγησης της δυναμικής των Εφοδιαστικών Αλυσίδων. Για παράδειγμα, αν θεωρηθούν δύο προϊόντα ‘Χ’ και ‘Υ’ που έχουν ανακυκλωσιμότητα 50% και 80% αντίστοιχα, για τα οποία δε γίνεται καμία ενέργεια για την ανακύκλωσή τους στην παρούσα φάση, είναι προφανές ότι η δυναμική τους είναι διαφορετική και αυτό είναι κάτι που πρέπει να αξιολογείται. Αντίστοιχες παρατηρήσεις ισχύουν για ζητήματα που επηρεάζουν έμμεσα την περιβαλλοντική απόδοση των Εφοδιαστικών Αλυσίδων και δεν είναι δυνατό να αποτιμηθούν με περιγραφικές μεθόδους.

Οι ΔΠΑ που προτάθηκαν στον παρόν Κεφάλαιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν εσωτερικά στην επιχείρηση για τη συγκριτική αξιολόγηση σεναρίων, αλλά και στο πλαίσιο ενημέρωσης συνεργατών και της κοινωνίας, συγκρίνοντας τις πρακτικές της επιχείρησης με αντίστοιχες πρακτικές άλλων επιχειρήσεων.

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΚΕΦ. 7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
7.1	Εισαγωγή
7.2	Η Αειφόρος Ανάπτυξη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον
7.3	Η ανάδειξη του ρόλου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων
7.4	Αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων και Δείκτες Περιβαλλοντικής Απόδοσης

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΓΕΡΑΙΑ

7.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό διατυπώνονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των ζητημάτων που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα Κεφάλαια και προτείνονται κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα, σχετικές με την Αειφόρο Ανάπτυξη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον, την ανάδειξη του ρόλου της ΑΚΖ στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων, καθώς και τις αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων και τη χρήση ΔΠΑ.

7.2 Η Αειφόρος Ανάπτυξη στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον

Η εισαγωγή της έννοιας της Αειφόρου Ανάπτυξης αναμφίβολα συνέβαλε στην ανάπτυξη προβληματισμού σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με πλήθος εκφάνσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας (οικονομικών, κοινωνικών, κτλ). Τα βασικά πλαίσια εργασίας που έχουν προταθεί για την Αειφόρο Ανάπτυξη (εξίσωση IPAT, Τρία Ουσιώδη Στοιχεία και Φυσικό Βήμα) είναι προσανατολισμένα στη διατύπωση ορισμένων θεμελιωδών αρχών, οι οποίες δύσκολα μπορούν να αποφύγουν τις γενικότητες, και επιχειρούν να γεφυρώσουν το χάσμα ανάμεσα στη θεωρία και την πράξη, κάτι που, πανθομολογούμενα είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνει λόγω της ευρύτητας του πεδίου. Αν μη τι άλλο, τα παραπάνω πλαίσια εργασίας συνεισφέρουν στη συστηματοποίηση της ανάλυσης των επιχειρησιακών διαδικασιών και στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων των οργανισμών με το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία. Κάτι τέτοιο αποτυπώνεται ευρέως στις συνεχείς επαναδιατυπώσεις της εξίσωσης IPAT, όπου επιχειρείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων που συνθέτουν το ζήτημα των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον.

Ο σκεπτικισμός με τον οποίο αντιμετωπίζεται η Αειφόρος Ανάπτυξη και η σχετική κριτική που έχει αναπτυχθεί έχουν βάση. Από εννοιολογικής άποψης, η Αειφόρος Ανάπτυξη επιδέχεται ευρύ φάσμα ερμηνειών και μπορεί να οδηγήσει σε επιλογές που είναι αντιφατικές μεταξύ τους [158], ενώ δεν αποδίδει ιδιαίτερη σημασία στις άυλες ανάγκες του ανθρώπου, όπως η ειρήνη και η ελευθερία [249]. Επιπλέον, συμπλέκει την περιβαλλοντική προστασία και την οικονομική διόγκωση, χωρίς να

ασκείται κάποιου είδους κριτική στο ρόλο του κοινωνικο-οικονομικού συστήματος στην κατάσταση στην οποία έχει περιέλθει ο πλανήτης [61, 71]. Η κριτική αναφορικά με την αναγωγή της Αειφόρου Ανάπτυξης σε κεντρικό άξονα της διακυβέρνησης στηρίζεται στη διαπίστωση του χάσματος που χαρακτηρίζει τις διακηρυσσόμενες προθέσεις και επιθυμίες με τις ουσιαστικές δράσεις που τελικά θα οδηγήσουν στην προστασία του περιβάλλοντος και τη βελτίωση των κοινωνιών [171]. Η ιστορία έχει δείξει ότι η παγκόσμια κοινότητα χρονοτριβεί, ενδεχομένως εγκληματικά, να λάβει δραστικά μέτρα για την ικανοποίηση των επιταγών της Αειφόρου Ανάπτυξης, με ευθύνη των οικονομικά ισχυρών του πλανήτη. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα του Πρωτόκολλου του Κιότο, το οποίο διένυσε ένα διαπραγματευτικό μαραθώνιο 8 χρόνων προκειμένου να γίνει τελικά διεθνής δεσμευτικός νόμος για τα κράτη που το επικύρωσαν, καθώς και της Διεθνούς Διάσκεψης του Μπαλί, όπου οι εκπρόσωποι 190 χωρών κατέληξαν σε ένα κείμενο, στο οποίο δε γίνεται αναφορά σε κανένα συγκεκριμένο στόχο ή χρονοδιαγράμματα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, που θα αποτελέσει τη βάση πάνω στην οποία θα κινηθεί η νέα συμφωνία για το κλίμα. Επιπλέον, η δυσπιστία σε πολιτικό επίπεδο εντείνεται αν αναλογιστεί κανείς τις αντιφατικές δράσεις ορισμένων πολιτικών προσωπικοτήτων που εμφανίζονται σαν πρεσβευτές της Αειφόρου Ανάπτυξης. Για παράδειγμα, ο Al Gore, ως αντιπρόεδρος των ΗΠΑ, υπεραμυνόταν της ρίψης βομβών απεμπλουτισμένου ουρανίου στα εδάφη της πρώην Γιουγκοσλαβίας, ενώ τώρα παρουσιάζεται ως περιβαλλοντικός ακτιβιστής και μάλιστα μοιράζεται το Νόμπελ Ειρήνης 2007 με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος. Ανάλογες παρατηρήσεις μπορούν να διατυπωθούν αναφορικά με ορισμένες πολυεθνικές επιχειρήσεις που, ενώ ευαγγελίζονται την ανάγκη για Αειφόρο Ανάπτυξη, εγκαθιστούν παραγωγικές μονάδες σε χώρες του τρίτου κόσμου, μακριά από νομοθετήματα για την προστασία του περιβάλλοντος, την προστασία της παιδικής εργασίας, κτλ.

Η ΕΚΕ, ως η συνεισφορά των επιχειρήσεων στην Αειφόρο Ανάπτυξη, μπορεί να παράσχει ένα σύνολο γενικών αξόνων δράσης για τη λειτουργία των επιχειρήσεων, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στη συστηματοποίηση των ενεργειών στην κατεύθυνση της Αειφόρου Ανάπτυξης. Οι μέχρι τώρα ενέργειες στο πλαίσιο της ΕΚΕ

στρέφονται, κυρίως, γύρω από τα περιβαλλοντικά και τα οικονομικά ζητήματα. Ωστόσο, η ελλιπής αντιμετώπιση της κοινωνικής διάστασης της λειτουργίας των επιχειρήσεων αποτελεί τροχοπέδη για την επίτευξη των στόχων της Αειφόρου Ανάπτυξης και θα παρουσίαζαν σημαντικό ενδιαφέρον ερευνητικές προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση. Παρόλο που οργανισμοί όπως το ΔΓΕ και ο ΟΟΣΑ έχουν προβεί στη διατύπωση κοινωνικών δεικτών με εφαρμογή σε βιομηχανικούς κλάδους και κράτη, αντίστοιχα, δεν έχει διερευνηθεί η επέκταση και η προσαρμογή τους σε επιχειρησιακά δεδομένα, ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Έτσι, θα είναι εφικτή η δημιουργία ενός *Πλαισίου Εργασίας για την Αποτίμηση της Αειφορίας (Sustainability Assessment Framework)* που θα ενσωματώνει ένα ευρύ φάσμα κριτηρίων, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι διαδικασίες λήψης απόφασης θα συνεισφέρουν στην Αειφόρο Ανάπτυξη. Επιπλέον, προσεγγίσεις που άπτονται της παρακολούθησης των επιχειρησιακών διαδικασιών, όπως οι *καμπύλες μάθησης (learning curves)*, θα μπορούν παρέχουν ολοκληρωμένες πληροφορίες σχετικά με την πορεία των διαδικασιών στο χρόνο, οδηγώντας σε αποτελεσματικότερες προβλέψεις και στη βελτίωση των διαδικασιών *Διαχείρισης Κινδύνου (Risk Management)*.

Η εισαγωγή της περιβαλλοντικής παραμέτρου στο επιχειρησιακό πρότυπο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας ανέδειξε, τόσο την ανάγκη για την οργάνωση και λειτουργία Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, όσο και το ρόλο της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης στη λήψη αποφάσεων. Οι Αντίστροφες Εφοδιαστικές Αλυσίδες έχουν συμβάλει στην ανάκτηση υλικών που σε διαφορετική περίπτωση θα διατίθενταν αναξιοποίητα στο περιβάλλον και σε ορισμένες περιπτώσεις χαρακτηρίζονται από κερδοφορία. Είναι προφανές ότι οι λειτουργίες της Κύριας Εφοδιαστικής Αλυσίδας, όπως ο σχεδιασμός προϊόντος, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις διαδικασίες ανάκτησης σε ό,τι αφορά την τεχνολογία, το κόστος και την περιβαλλοντική τους απόδοση. Επομένως, η εμπέδωση της λογικής του κύκλου ζωής και των αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη συνολική βελτίωση των επιχειρησιακών λειτουργιών στις Διευρυμένες Εφοδιαστικές Αλυσίδες. Για αυτό το σκοπό είναι καθοριστική η συμβολή της τεχνολογίας για την ανάπτυξη εφαρμόσιμων λύσεων στο χώρο της παραγωγής, ενώ απαιτούνται καινοτόμες

προσεγγίσεις διοίκησης για το συντονισμό προς αυτή την κατεύθυνση. Μέχρι τώρα οι ερευνητικές προσπάθειες στο πεδίο της Περιβαλλοντικής Ανάλυσης είναι προσανατολισμένες στην αποτίμηση των επιπτώσεων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον, την κοινωνία, κτλ. Ωστόσο, οι διαπιστώσεις για προβλήματα παγκόσμιας εμβέλειας, όπως η κλιματική αλλαγή και η εξάντληση φυσικών πόρων αναμένεται να επηρεάσουν τις επιχειρησιακές λειτουργίες που περιλαμβάνονται στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες. Συνεπώς, η ανάλυση στρατηγικών προσαρμογής στα νέα δεδομένα που διαμορφώνει το φυσικό περιβάλλον αποκτά σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον, ώστε να αναδειχθεί ποιες είναι βιώσιμες και ποιες όχι, καθώς και να μετριαστούν οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τις επιχειρησιακές λειτουργίες.

7.3 Η ανάδειξη του ρόλου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων

Η ΑΚΖ έχει πλέον αναδειχθεί σε ένα ισχυρό εργαλείο για την περιβαλλοντική ανάλυση συστημάτων προϊόντος. Η σημασία της αναγνωρίζεται ευρύτατα σε ακαδημαϊκό αλλά και επιχειρησιακό επίπεδο, όπου βρίσκει εφαρμογή για την υποστήριξη σχετικών αποφάσεων. Η αντιστοίχιση των διαδικασιών των συστημάτων προϊόντος με τις συνεισφορές στις διάφορες κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και η ανάδειξη του συνολικού κύκλου ζωής σε επίκεντρο για τη λήψη αποφάσεων αποτέλεσαν τις βασικές τομές που εισήγαγε η ΑΚΖ.

Από την παρουσίαση της ΑΚΖ που πραγματοποιήθηκε στο Κεφάλαιο 3, προκύπτει ότι υπάρχει μία σειρά από ανοικτά ζητήματα, για τα οποία υπάρχει πρόσφορο ερευνητικό έδαφος. Αυτά τα ζητήματα αναφέρονται στην ίδια μεθοδολογία της ΑΚΖ, αλλά και στην εφαρμογή της, και αφορούν, κυρίως, στα στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων και της Ερμηνείας.

Για την Εκτίμηση Επιπτώσεων έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις οι οποίες συνεχώς αναβαθμίζονται, όπως η μέθοδος EDIP, που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο

4. Η έρευνα σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πεδίων, το οποίο καλύπτει την Οικολογία, τη Χημεία, την Ιατρική, την Επιχειρησιακή Έρευνα, την Πληροφορική, κτλ, μπορεί να συνεισφέρει στη βελτίωση της γνώσης για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ουσιών και σε πληρέστερα μοντέλα διερεύνησης και καταγραφής τους. Πράγματι, η ανάλυση σε βάθος χρόνου και η κατανόηση των μηχανισμών επιβλαβούς για το περιβάλλον δράσης των ουσιών σε όλο το μήκος της αλυσίδας αιτιότητας αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικά ζητούμενα, ώστε να μπορεί να εκτιμηθούν όσο το δυνατό ακριβέστερα οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός συστήματος προϊόντος. Εξάλλου, είναι σημαντική η περαιτέρω τεκμηρίωση των επιπτώσεων των διαφόρων διαδικασιών, καθώς συνεχώς προκύπτουν νέα δεδομένα, τα οποία είναι, συνήθως, αποτέλεσμα μακροχρόνιων ερευνών και παρατηρήσεων.

Σε ό,τι αφορά τις κατηγορίες και τις υποκατηγορίες επιπτώσεων που περιλαμβάνονται στις μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση των μεταξύ τους σχέσεων, δηλαδή να εξεταστεί το κατά πόσο επηρεάζουν η μία την άλλη, καθώς κάτι τέτοιο δεν αποτυπώνεται στα μοντέλα που έχουν προταθεί. Πράγματι, η εφαρμογή της ΑΚΖ γίνεται υπό τη θεώρηση στατικών μοντέλων συστημάτων προϊόντος, όπου δεν είναι δυνατό να αποτυπωθούν οι όποιες σχέσεις μεταξύ των κατηγοριών επιπτώσεων αλλά και οι περιβαλλοντικές εξαρτήσεις μεταξύ των υπό ανάλυση διαδικασιών.

Η σύνθεση των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ, ώστε να προκύψουν τελικοί δείκτες αξιολόγησης, αποτελεί ένα επιπλέον ζήτημα όπου απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση. Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, πολυκριτηριακές προσεγγίσεις λήψης αποφάσεων, όπως η ΑΙΔ και μέθοδοι κατάταξης (ROC, RS και RR) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό και θα είχε ιδιαίτερη αξία η περαιτέρω διερεύνηση προσεγγίσεων της Επιχειρησιακής Έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση. Επιπλέον, είναι δυνατό σε βάθος χρόνου να αλλάζει η σχετική σημασία των κριτηρίων υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας των κατηγοριών επιπτώσεων, επηρεάζοντας τη λήψη αποφάσεων. Για αυτό το λόγο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν *ασαφή σύνολα (fuzzy sets)* σε συνδυασμό με μεθόδους όπως η ΑΙΔ

ή/και να αναπτυχθούν στοχαστικά μοντέλα αποτίμησης των συντελεστών βαρύτητας. Οι μέθοδοι χρηματικής εκτίμησης, οι οποίες ήδη χρησιμοποιούνται σε ορισμένες μεθόδους Εκτίμησης Επιπτώσεων (βλ. Πίνακα 3.6) μπορούν ίσως ευκολότερα να ανταποκριθούν στο ζητούμενο της δυναμικής θεώρησης της AKZ, αλλά, κυρίως, στη συνεκτίμηση περιβαλλοντικών και οικονομικών κριτηρίων για τη λήψη αποφάσεων. Με δεδομένο ότι οι χρηματικές αξίες που αντιστοιχίζονται σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή σε εκπομπές ρύπων υπόκεινται σε αλλαγές, είναι σημαντική η χρησιμοποίηση μεθόδων πρόβλεψης για την αποτελεσματικότερη υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Οι περισσότερες βάσεις δεδομένων που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της AKZ χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες γεωγραφικές αναφορές. Ωστόσο, στην Ελλάδα αλλά και τις υπόλοιπες Μεσογειακές χώρες δεν έχει λάβει χώρα κάποια σχετική προσπάθεια. Είναι βέβαιο ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις με περιφερειακό και τοπικό αντίκτυπο μπορούν να υπολογιστούν ακριβέστερα με τη χρήση δεδομένων που αναφέρονται στον τόπο που επηρεάζουν. Για αυτό το λόγο και δεδομένης της αυξανόμενης περιβαλλοντικής ανησυχίας θα ήταν σκόπιμη η υλοποίηση ενός τέτοιου εγχειρήματος.

Η Ερμηνεία αποτελεί το λιγότερο ερευνημένο στάδιο της AKZ. Στο Κεφάλαιο 4 αναπτύχθηκαν ορισμένες θεωρητικές και ποσοτικές προσεγγίσεις που μπορούν να συνεισφέρουν στην Ερμηνεία της AKZ, με έμφαση στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες. Στόχος των θεωρητικών προσεγγίσεων είναι η συστηματοποίηση της θεώρησης των αποτελεσμάτων των προηγούμενων σταδίων της AKZ και η δημιουργία ενός καταλόγου με σημεία προς έλεγχο και αξιολόγηση για τη λήψη αποφάσεων (κατάλογος ελέγχου). Για την αξιολόγηση προτάθηκε η χρήση τεχνικών Συνεργατικής Λήψης Αποφάσεων, οι οποίες υπηρετούν τη συνεργασία των εμπλεκόμενων πλευρών με απώτερο στόχο τη σύνθεση τελικών αποφάσεων. Με τη χρήση ποσοτικών μοντέλων όπως αυτά που προτάθηκαν στην Υποπαράγραφο 4.5.3.2 είναι δυνατή η διαπίστωση των καθοριστικών σημείων ενός συστήματος προϊόντος, η οποία μπορεί να συνδράμει στην ανάπτυξη της Συνοπτικής AKZ. Έτσι, με την αναγνώριση των διαδικασιών που έχουν καθοριστική συνεισφορά στις

περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός συστήματος προϊόντος, οι αναλυτές μπορούν να περιορίσουν την έκταση της μελέτης AKZ και τα αποτελέσματά τους να χρησιμοποιηθούν για όμοια συστήματα προϊόντος. Στη συνέχεια, μπορούν να εξετάσουν τροποποιήσεις στο υπό εξέταση σύστημα με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λαμβάνοντας υπόψη τεχνικοοικονομικούς περιορισμούς (Υποπαράγραφοι 4.5.3.3 και 4.5.3.4). Τα μοντέλα που προτάθηκαν είναι στατικά και θα είχε αναμφίβολα ερευνητικό ενδιαφέρον η ανάπτυξη δυναμικών μοντέλων, ώστε να είναι εφικτή η λήψη αποφάσεων λαμβάνοντας υπόψη και τη χρονική παράμετρο. Επιπλέον, με δεδομένο ότι η Ερμηνεία είναι συνυφασμένη με τη λήψη αποφάσεων, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί περαιτέρω ο συγκερασμός περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και τεχνικών δεδομένων, ώστε τελικά τα αποτελέσματα της AKZ να μπορούν να αξιοποιηθούν πληρέστερα.

7.4 Αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων και Δείκτες Περιβαλλοντικής Απόδοσης

Με τις αρχές σχεδιασμού Εφοδιαστικών Αλυσίδων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5 επιχειρήθηκε να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο κανόνων αξιολόγησης και σχεδιασμού τους, στηριζόμενο σε δοκιμασμένες πρακτικές επιχειρήσεων και θεωρητικά ευρήματα που συνεισφέρουν στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των δραστηριοτήτων τους. Βασικό συμπέρασμα της παραπάνω θεώρησης είναι ότι απαιτείται συντονισμός όλων των επιχειρησιακών λειτουργιών, από αυτές που προκαλούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις (παραγωγή, μεταφορές, κτλ), έως αυτές που έχουν έμμεση σχέση με το περιβάλλον (επικοινωνία με προμηθευτές, πελάτες, κτλ). Η συστηματοποίηση της ανάλυσης ευνοεί την υιοθέτηση πρακτικών στην κατεύθυνση της βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης μίας Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Σε αυτό το πλαίσιο, θα είχαν σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον μελέτες περίπτωσης από διάφορους επιχειρησιακούς κλάδους, ώστε να διερευνηθούν τα σημεία στα οποία πλεονεκτούν και υστερούν είτε επιχειρήσεις μεμονωμένα, ή κλάδοι συνολικά. Οι μελέτες ενδεχομένως θα οδηγήσουν σε αναθεώρηση των ίδιων των αρχών, καθώς και στη διατύπωση εξειδικευμένων αρχών που να βρίσκουν εφαρμογή σε συγκεκριμένους κλάδους.

Σε ό,τι αφορά τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, είναι σκόπιμο να διερευνηθούν οι σχέσεις αλληλεπίδρασης, με άξονα τα κύρια σύνολα της απόκτησης και της αξιοποίησης (βλ. Σχήμα 5.2). Η διερεύνηση των σχέσεων αυτών θα αποκαλύψει δεδομένα για τις ικανές συνθήκες για επιτυχημένο σχεδιασμό και λειτουργία μίας Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας και θα οδηγήσει σε υποδείξεις για τη βελτίωση της λειτουργίας της. Πράγματι, ενώ η αξιοποίηση έπεται της απόκτησης, αποτελεί προαπαιτούμενη συνθήκη για την απόκτηση όταν εξετάζεται η αιτιολογική ροή, καθώς η δυνατότητα αξιοποίησης χρησιμοποιημένων προϊόντων δίνει το έναυσμα για την απόκτησή τους. Διαφορετικά θα ήταν άσκοπη η απόκτηση χρησιμοποιημένων προϊόντων, χωρίς να υπάρχει σχεδιασμός για την αξιοποίησή τους. Για την περαιτέρω διερεύνηση του ζητήματος θα είχε αξία η ανάλυση εναλλακτικών πρακτικών λειτουργίας Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων για διάφορα προϊόντα. Στη συνέχεια, θα μπορούσαν να εξαχθούν συμπεράσματα για τις σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία και την απόδοση των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων με τη χρήση στατιστικού ελέγχου υποθέσεων. Επιπλέον, η χρήση προσεγγίσεων όπως η *Συστημική Δυναμική (System Dynamics)* θα μπορούσε να συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των Αντίστροφων Εφοδιαστικών Αλυσίδων, καθώς θα καταστεί εφικτός ο προσδιορισμός ομάδων προϊόντων με παρόμοιες συμπεριφορές και τρόπων προσαρμογής για προϊόντα με χαμηλά επίπεδα ανάκτησης.

Η χρήση ΔΠΑ για την αξιολόγηση Εφοδιαστικών Αλυσίδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά ή συμπληρωματικά με άλλες μεθόδους, όπως η ΑΚΖ. Το σύστημα ΔΠΑ που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 6 έχει στόχο να εξετάσει κατά πόσο εκπληρώνονται οι αρχές που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 5. Με αυτή την προσέγγιση, καθίσταται δυνατό να αξιολογηθούν, εκτός των άλλων, και επιχειρησιακές διαδικασίες που, ενώ δεν έχουν άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη συνολική περιβαλλοντική απόδοση μίας Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Επιπλέον, η χρήση του συστήματος ΔΠΑ απαιτεί σαφώς λιγότερο χρόνο από αναλυτικές μεθόδους, όπως η ΑΚΖ, ενώ μικρότερες είναι και οι απαιτήσεις σε

δεδομένα. Κατά τη διατύπωση των δεικτών αποδόθηκε ιδιαίτερη σημασία στο να μην υπάρχουν επικαλύψεις. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση των μεταξύ τους σχέσεων, δηλαδή πώς ένας δείκτης είναι δυνατό να επηρεάζει άλλους δείκτες. Για αυτό το σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης, όπως η *Αναλυτική Δικτυακή Ανάλυση (Analytical Network Process - ANP)*, η οποία παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού της σχετικής βαρύτητας των κριτηρίων, όταν αυτά αλληλεπιδρούν. Σε ό,τι αφορά τη μέθοδο του Πίνακα Προτιμήσεων που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 6, συνδυάζει χαρακτηριστικά της ΑΙΔ και μεθόδων κατάταξης (ROC, RS, RR) και μπορεί να συμβάλει στη μοντελοποίηση προβλημάτων πολυκριτηριακής λήψης απόφασης με ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Η μέθοδος του Πίνακα Προτιμήσεων, βέβαια, δεν μπορεί να εξαιρεθεί από τις υπόλοιπες προσεγγίσεις πολυκριτηριακής ανάλυσης αναφορικά με τα βασικά τους μειονεκτήματα (αυθαιρεσία στην επιλογή των κριτηρίων, απόδοση βαρύτητας και ποσοτικοποίηση ποιοτικών δεδομένων). Η περαιτέρω θεωρητική θεμελίωση της μεθόδου και η εφαρμογή της για τη σύνθεση ΔΠΑ σε πραγματικές μελέτες περίπτωσης αναμένεται να συμβάλουν στην επέκταση της έρευνας, τόσο σε ό,τι αφορά τους ίδιους τους ΔΠΑ, όσο και σχετικά με τη μέθοδο του Πίνακα Προτιμήσεων.

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΓΕΡΑΙΑ

ΠΗΓΕΣ

Σημείωση: Ο έλεγχος περιεχομένου των δικτυακών τόπων και αρχείων που αναφέρονται στις Πηγές πραγματοποιήθηκε στις 3/4/2008.

Βιβλιογραφία

- [1] Adams W. and Schmidt W.-P., 1998. Design for Recycling and Design for Environment: Use of Life Cycle Assessment at Ford Motor Company. Proceedings of the Euro Environment Conference, September 23-25, 1998, Aalborg, Denmark.
- [2] Angell L.C. and Klassen R.D., 1999. Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in Operations Management. *Journal of Operations Management*, 17 (5): 575-598.
- [3] Ayres R.U. and Ayres L.W., 1996. *Industrial Ecology: Towards closing the materials cycle*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.
- [4] Azapagic A. and Clift R., 1999. Allocation of environmental burdens in multiple function systems. *Journal of Cleaner Production*, 7 (2): 101-119.
- [5] Balta W. and Woodside G., 1999. IBM's experience implementing ISO 14001 on a global basis: Does ISO 14001 achieve its intended goals? *Journal of the Forum for Environmental Law, Science, Engineering and Finance*, 3 (9): 1-10.
- [6] Barbiroli G. and Raggi A., 2003. A method for evaluating the overall technical and economic performance of environmental innovations in production cycles. *Journal of Cleaner Production*, 11 (4): 365-374.
- [7] Bare J.C., Pennington D.W. and Udo de Haes H.A., 1999. Life Cycle Impact Assessment sophistication. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (5): 299-306.
- [8] Bare J.C., Hofstetter P., Pennington D.W. and Udo de Haes H.A., 2000. Life Cycle Impact Assessment Workshop summary. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (6): 319-326.
- [9] Bare J.C., Udo de Haes H.A. and Pennington D.W., 2000. An international Workshop on Life Cycle Impact Assessment sophistication. Office of Research and Development, Environmental Protection Agency, Cincinnati, USA.
<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/600r00023.pdf>
- [10] Bare J.C., Norris G.A., Pennington D.W. and McKone T., 2002. TRACI - the tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *Journal of Industrial Ecology*, 6 (3-4): 49-78.
- [11] Barzilai J., Cook W. and Golany B., 1987. Consistent weights for judgements in matrices of relative importance of alternatives. *Operations Research Letters*, 6 (3): 131-134.

- [12] Barzilai J., 1997. Deriving weights from pairwise comparison matrices. *Journal of the Operational Research Society*, 48 (12): 1226–1232.
- [13] Bevilacqua M. and Braglia M., 2002. Environmental efficiency analysis for ENI oil refineries. *Journal of Cleaner Production*, 10 (1): 85–92.
- [14] Billatos S.B. and Nevrekar V.V., 1994. Challenges and practical solutions to designing for the environment. *Proceedings of the ASME Design for Manufacturability Conference*, March 14–17, 1994, Chicago, USA.
- [15] Biswas G., Kawamura K., Hunkeler D., Dhingra R., Caffey L. and Huang E., 1998. An environmentally conscious Decision Support System for Life-Cycle Management. *Journal of Industrial Ecology*, 2 (1): 127–142.
- [16] Bockstaller C. and Girardin P. 2003. How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*, 76 (2): 639–653.
- [17] Boks C., Stevels A. and Ram B., 1999. Take-back and recycling of brown goods. Disassembly or shredding and separation? *Proceedings of the 6th International Seminar on Life Cycle Engineering*, June 21–23, 1999, Kingston, Canada.
- [18] Boons F., 1998. Eco-design and Integrated Chain Management: dealing with networks of stakeholders. *The Journal of Sustainable Product Design*, 5: 22–35.
- [19] Boons F., 2002. Greening products: a framework for Product Chain Management. *Journal of Cleaner Production*, 10 (5): 495–506.
- [20] Bowen F.E., Cousins P.D., Lamming R.C. and Faruk A.C., 2001. The role of Supply Management capabilities in Green Supply. *Production and Operations Management*, 10 (2): 174–189.
- [21] Brezet H. and van Hemel C., (eds.), 1997. *ECODESIGN – a promising approach to sustainable production and consumption*. UNEP, Paris, France.
- [22] Broman G., Holmberg J. and Robert K.-H., 2000. Simplicity without reduction: Thinking upstream towards the sustainable society. *Interfaces*, 30 (3): 13–25.
- [23] Burke L. and Logsdon J.M., 1996. How corporate social responsibility pays off. *Long Range Planning*, 29 (4): 495–502.
- [24] Carlson R., Löfgren G. and Steen B., 1995. *SPINE: a relational database structure for Life Cycle Assessment*. IVL Swedish Environmental Research Institute Report, Göteborg, Sweden.
<http://www.globalspine.com/Publications/Documents/spine.pdf>
- [25] Chertow M., 2000. The IPAT equation and its variants. *Journal of Industrial Ecology*, 4 (4): 13–29.
- [26] Christiansen K., De Beaufort-Langeveld A., van den Berg N.W., Haydock R., ten Houten M., Kotaji S., Oerlemans E., Schmidt W.-P., Stranddorf H.K., Weidenhaupt A. and White P.R., 1997. *Simplifying LCA: just a cut? Final report of the SETAC Europe Screening and Streamlining Working Group*, Amsterdam, The Netherlands.

- [27] Clases C. and Wehner T., 2002. Steps across the border: Cooperation, knowledge production and systems design. *Computer Supported Cooperative Work*, 11 (1-2): 39-54.
- [28] Coalition for Environmentally Responsible Economies, 2007. Annual report 2006 and beyond. Boston, USA.
<http://216.235.201.250/NETCOMMUNITY/Document.Doc?id=137>
- [29] Coalition for Environmentally Responsible Economies, 2006. Corporate Governance and Climate Change: Making the Connection. Boston, USA
<http://216.235.201.250/netcommunity/Document.Doc?id=90>
- [30] Commoner B., Corr M. and Stamler P.J., 1971. The closing circle: nature, man, and technology. Knopf, New York, USA.
- [31] Commoner B., Corr M. and Stamler P.J., 1971. The causes of pollution. *Environment*, 13 (3): 2-19.
- [32] Commoner B., 1972. The environmental cost of economic development in population, resources and the environment. Government Printing Office, Washington DC, USA.
- [33] Commoner B., 1972. The closing circle. Jonathan Cape, London, UK.
- [34] Consoli F., Allen D., Boustead I., Fava J., Franklin W., Jensen A.A., de Oude N., Parrish R., Perriman R., Postlethwaite D., Quay B., Séguin J. and Vigon B., (eds.), 1993. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of practice". Report from Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Workshop, March 31 - April 4, 1993, Sesimbra, Portugal. SETAC Press, Pensacola, USA.
- [35] Corbett C.J. and van Wassenhove L.N., 1993. The Green Fee: Internalizing and operationalizing environmental issues. *California Management Review*, Reprint Series, 36 (1): 116-135.
- [36] Corbett L.M. and Cutler D.J., 2000. Environmental management systems in the New Zealand plastics industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (2): 204-224.
- [37] Crawford G. and Williams C., 1985. A note on the analysis of subjective judgment matrices. *Journal of Mathematical Psychology*, 29 (4): 387-405.
- [38] Curran M.A., 1996. The history of LCA. In M.A. Curran, (ed.), 'Environmental Life-Cycle Assessment', McGraw-Hill, New York, USA.
- [39] Daily G.C. and Ehrlich P.R., 1992. Population, sustainability, and earth's carrying capacity. *Bioscience*, 42 (10): 761-771.
- [40] Daniel S.E., Diakoulaki D.C. and Pappis C.P., 1997. Operations Research and Environmental Planning. *European Journal of Operational Research*, 102 (2): 248-263.
- [41] Daniel S.E., Pappis C.P. and Voutsinas T.G., 2003. Applying Life Cycle Inventory Analysis to Reverse Supply Chains: a case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 37 (4): 251-281.

- [42] Daniel S.E., Tsoulfas G.T., Pappis C.P. and Rachaniotis N.P., 2004. Aggregating and evaluating the results of different Environmental Impact Assessment methods. *Ecological Indicators*, 4 (2): 125–138.
- [43] Dasaklis T., Tsoulfas G.T. and Pappis C.P., 2007. Synthesis of environmental and economic criteria for the appraisal of alternative Supply Chains scenarios: a case study. Proceedings of the 1st International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE), June 24–28, 2007, Skiathos, Greece.
- [44] De Groene A. and Hermans M., 1998. Economic and other implications of Integrated Chain Management: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 6 (3–4): 199–211.
- [45] De Lardere J.A., 1993. United Nations Environment Programme. *Journal of Cleaner Production*, 1 (1): 56.
- [46] Diesendorf M., 2002. I=PAT or I=PBAT? *Ecological Economics*, 42 (1–2): 3.
- [47] Dietz T. and Rosa E.A., 1994. Rethinking the environmental impacts of Population, Affluence and Technology. *Human Ecology Review*, 1 (2): 277–300.
- [48] Dorgelo R., 1996. 6R-principle of Digital. Proceedings of the 1st International Working Seminar on Reuse, November 11–13, 1996, Eindhoven, The Netherlands.
- [49] Dunn-Rankin P. and King F.J., 1969. Multiple comparison in a simplified method of scaling. *Educational and Psychological Measurement*, 29 (2): 315–329.
- [50] Ehrlich P.R. and Holdren J.P., 1971. Impact of population growth. *Science*, 171 (3977): 1212–1217.
- [51] Ehrlich P.R. and Holdren J.P., 1972. Impact of population growth. In R.G. Riker, (ed.), 'Population, Resources, and the Environment', Government Printing Office, Washington DC, USA.
- [52] Ehrlich P.R. and Holdren J.P., 1972. A bulletin dialogue on the 'Closing Circle': Critique: One dimensional ecology. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 28 (5): 16–27.
- [53] Ekvall T., 2000. Moral philosophy, economics, and Life Cycle Inventory Analysis. Proceedings of the Society of Automotive Engineers Total Life Cycle Conference and Exposition, April 26–28, 2000, Detroit, USA.
- [54] Ekvall T., 2002. Cleaner Production Tools: LCA and beyond. *Journal of Cleaner Production*, 10 (5): 403–406.
- [55] Ekvall T., 2005. SETAC summaries. *Journal of Cleaner Production*, 13 (13–14): 1351–1358.
- [56] Ekvall T. and Finnveden G., 2001. Allocation in ISO 14041 – a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 9 (3): 197–208.
- [57] Ekvall T. and Weidema B.P., 2004. System boundaries and input data in Consequential Life Cycle Inventory Analysis. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 9 (3): 161–171.
- [58] Elkington J., 1997. *Cannibals with forks: the Triple Bottom Line of 21st century business*. Capstone Publishing Limited, Oxford, UK.

- [59] Enquete Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt des deutschen Bundestages, (ed.), 1994. Die Industriegesellschaft gestalten: Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica, Bonn, Germany.
- [60] Erkman S., 1997. Industrial Ecology: an historical overview. *Journal of Cleaner Production*, 5 (1-2): 1-10.
- [61] Escobar A., 1995. Encountering development: The making and unmaking of the Third World. Princeton University Press, Princeton, USA.
- [62] EUCAR, 1998. Automotive LCA guidelines – Phase 2. Proceedings of the Society of Automotive Engineers Total Life Cycle Conference and Exposition, December 1-3, 1998, Graz, Austria.
- [63] European Commission, 2003. Towards a thematic strategy on the prevention and recycling of waste. Communication from the Commission, May 27, 2003, Brussels, Belgium.
- [64] European Commission, 2003. Integrated Product Policy – building on Life Cycle thinking. Communication from the Commission, June 18, 2003, Brussels, Belgium.
- [65] European Commission, 2003. Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on establishing a framework for the setting of Eco-design requirements for Energy-Using Products and amending Council Directive 92/42/EEC. Explanatory memorandum to the original Commission proposal, August 1, 2003, Brussels, Belgium.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/lip/latest/doc/2003/com2003_0453en01.doc
- [66] European Parliament and Council, 1994. European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste. *Official Journal*, L 365, December 31, 1994: 0010-0023.
- [67] Executive Committee, World Business Council for Sustainable Development, 2002. The business case for Sustainable Development: Making a difference towards the Earth Summit 2002 and beyond. *Corporate Environmental Strategy*, 9 (3): 226-235.
- [68] Factor 10 Club, 1994. Carnoules declaration. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Germany.
- [69] Färe R., Grosskopf S. and Hernandez-Sancho F., 2004. Environmental performance: an index number approach. *Resource and Energy Economics*, 26 (4): 343-352.
- [70] Faucheux S. and Nicolai I., 1998. Environmental technological change and governance in sustainable development policy. *Ecological Economics*, 27 (3): 243-256.
- [71] Fernando J.L., 2003. The power of unsustainable development: What is to be done? *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 590 (1): 6-34.
- [72] Finnveden G., 1996. Valuation methods within the framework of Life Cycle Assessment. IVL Swedish Environmental Research Institute Report, Stockholm, Sweden.

- [73] Finnveden G., 1997. Valuation methods within LCA – where are the values? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (3): 163–169.
- [74] Finnveden G., Andersson-Sköld Y., Samuelsson M.-O., Zetterberg L. and Lindfors L.-G., 1992. Classification (Impact Analysis) in connection with Life-Cycle Assessment: a preliminary study. In Nordic Council of Ministers, (eds.), 'Product life-cycle assessment: principles and methodology', Copenhagen, Denmark.
- [75] Finnveden G. and Lindfors L.G., 1998. Data quality of Life Cycle Inventory data – rules of thumb. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (2): 65–66.
- [76] Finnveden G., Hofstetter P., Bare J., Basson L., Citroth A., Mettier T., et al., 2002. Normalization, grouping and weighting in Life Cycle Impact Assessment. In H.A. Udo de Haes, G. Finnveden, M. Goedkoop, M.Z. Hauschild, E. Hertwich, P. Hofstetter, O. Jolliet, W. Klöpffer, W. Krewitt, E. Lindeijer, R. Müller-Wenk, S. Olsen., D.W. Pennington, J. Potting and B. Steen, (eds.), 'Life-Cycle Impact Assessment: striving towards best practice', SETAC Press, Pensacola, USA.
- [77] Fishbein B.K., McGarry L.S. and Dillon P.S., 2000. Leasing: A step toward producer responsibility. INFORM Inc, New York, USA.
- [78] Fleischer G. and Schmidt W.-P., 1997. Iterative screening LCA in an Eco-Design tool. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (1): 20–24.
- [79] Fleischer G., Gerner K., Kunst H., Lichtenvort K. and Rebitzer G., 2001. A semi-quantitative method for the Impact Assessment of emissions within a simplified Life Cycle Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (3): 149–156.
- [80] Fleischmann M., 2000. Quantitative models for Reverse Logistics. Ph.D. Thesis, Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands.
- [81] Fleischmann M., Krikke H.R., Dekker R. and Flapper S.D.P., 1999. Logistics network (re)-design for product recovery and reuse. Management Report 17, Erasmus Management Report Series, Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands.
- [82] Florida R. and Davidson D., 2001. Gaining from Green Management: Environmental Management Systems inside and outside the factory. *California Management Review*, 43 (3): 64–84.
- [83] Forman E. and Gass S., 2001. The Analytic Hierarchy Process – An exposition. *Operations Research*, 49 (4): 469–486.
- [84] Frankl P. and Rubik F., (eds.), 2000. Life Cycle Assessment in industry and business: Adoption Patterns, Applications and Implications. Springer, Berlin, Germany.
- [85] Frischknecht R., 2001. Life Cycle Inventory modelling in the Swiss national database ecoinvent 2000. In L.M. Hilti and P.W. Gilgen, (eds.), 'Sustainability in the Information Society, 15th International Symposium Informatics for Environmental Protection, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich', Metropolis-Verlag, Marburg, Germany.
- http://www.ecoinvent.org/fileadmin/documents/en/presentation_papers/rf-envinf.pdf

- [86] Frischknecht R., Bollens U., Bosshart S., Ciot M., Ciseri L., Doka G., Dones R., Gantner U., Hirschier R. and Martin A., 1996. Ökoinventare von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. In Paul Scherrer Institut, Villigen, Bundesamt für Energie, (ed.), 'Auflage No. 3, Gruppe Energie – Stoffe – Umwelt (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und Sektion Ganzheitliche Systemanalysen', Bern, Switzerland.
- [87] Frosch R.A and Gallopoulos N.E., 1989. Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261 (3): 144–152.
- [88] Garner A. and Keoleian G.A., 1995. *Industrial Ecology: an introduction*. Pollution Prevention and Industrial Ecology Series, National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan, Michigan, USA.
<http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/INDEpdfs/INDEintro.pdf>
- [89] Gawel A., 2006. Corporate Social Responsibility: Standards and objectives driving corporate initiatives. Pollution Probe Canada.
http://www.pollutionprobe.org/Reports/csr_january06.pdf
- [90] Geffen C.A. and Rothenberg S., 2000. Suppliers and environmental innovation: The automotive paint process. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (2): 166–186.
- [91] Georgakellos D.A., 2005. Evaluation of Life Cycle Inventory results using Critical Volume Aggregation and Polygon-based Interpretation. *Journal of Cleaner Production*, 13 (6): 567–582.
- [92] Gerbens-Leenes P.W., Moll H.C. and Schoot Uiterkamp A.J.M., 2003. Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems. *Ecological Economics*, 46 (2): 231–248.
- [93] Germans R.J., 1996. Reuse and IBM. Proceedings of the 1st International Working Seminar on Reuse, November 11–13, 1996, Eindhoven, The Netherlands.
- [94] Giegrich J. and Schmitz S., 1996. Valuation as a step in Impact Assessment: methods and case study. In M.A. Curran, (ed.), 'Environmental Life-cycle Assessment', McGraw-Hill, New York, USA.
- [95] Glantschnig W.J., 1994. Green design: an introduction to issues and challenges. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology-Part A*, 17 (4): 508–513.
- [96] Goedkoop M. and Spriensma R., 2000. The Eco-Indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report, PRé Consultants bv, Amersfoort, The Netherlands.
- [97] Golany B. and Kress M., 1993. A multicriteria evaluation of methods for obtaining weights from ratio-scale matrices. *European Journal of Operational Research*, 69 (2): 210–220.

- [98] Gotzel C., Weidling J., Heisig G. and Inderfurth K., 1999. Product return and recovery concepts of companies in Germany. Preprint Nr. 31, Otto-von-Guericke University of Magdeburg, Magdeburg, Germany.
- [99] Government of Canada, 2006. Corporate Social Responsibility: An implementation guide for Canadian business.
[http://strategis.ic.gc.ca/epic/site/csr-rse.nsf/vwapj/CSR_mar2006.pdf/\\$FILE/CSR_mar2006.pdf](http://strategis.ic.gc.ca/epic/site/csr-rse.nsf/vwapj/CSR_mar2006.pdf/$FILE/CSR_mar2006.pdf)
- [100] Graedel T.A., Allenby B.R. and Comrie P.R., 1995. Matrix approaches to Abridged Life Cycle Assessment. *Environmental Science and Technology*, 29 (3): 134–139.
- [101] Gungor A. and Gupta S.M., 1999. Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36 (4): 811–853.
- [102] Hanna M.D., Newman Rocky W. and Johnson P., 2000. Linking operational and environmental improvement through employee involvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (2): 148–165.
- [103] Hanssen O.J. and Asbjornsen O.A., 1996. Statistical properties of emission data in Life Cycle Assessments. *Journal of Cleaner Production*, 4 (3–4): 149–157.
- [104] Hauschild M.Z. and Wenzel H., (eds.), 1998. *Environmental Assessment of products*, Vol. 2, Scientific background. Chapman & Hall, London, UK.
- [105] Hauschild M.Z. and Potting J., 2004. Spatial differentiation in Life Cycle Impact Assessment – the EDIP2003 methodology. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, Denmark.
- [106] Hay R.L., Stavins R.N. and Vietor R.H.K., (eds.), 2005. *Environmental protection and the Social Responsibility of firms: Perspectives from Law, Economics and Business*. Resources for the Future, Washington DC, USA.
- [107] Heijungs R., Guinée J.B., Huppes G., Lamkreijer R.M., Udo de Haes H.A., Wegener Sleeswijk A., Ansems A.M.M., Eggels P.G., van Duin R. and de Goede H.P., 1992. *Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide (Part 1) and Backgrounds (Part 2)*. Prepared by Leiden Centre for Environmental Studies (CML), TNO and B&G, Leiden, The Netherlands.
- [108] Heintz B. and Baisnée P.F., 1992. System boundaries. Report from Life Cycle Assessment SETAC–Europe workshop, December 2–3, 1991, Leiden, The Netherlands.
- [109] Heiskanen E., 2002. The institutional logic of life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production*, 10 (5): 427–437.
- [110] Hellweg S., 2001. Time- and site-dependent life cycle assessment of thermal waste treatment processes. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (1): 46.
- [111] Hellweg S., Hofstetter T. and Hungerbühler K., 2003. Discounting and the environment – Should current impacts be weighted differently than impacts harming future generations? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (1): 8–18.

- [112] Hofstetter P., 2002. The value debate: Ecodesign in a global context – Are there differences in global values and do they matter? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (2): 62–63.
- [113] Holdren J.P. and Ehrlich P.R., 1974. Human population and the global environment. *American Scientist*, 62 (3): 282–292.
- [114] Holdsworth L., 2002. Sustainable development and local government. *Chartered Accountants Journal of New Zealand*, 81 (8): 20–24.
- [115] Holmberg J. and Robèrt K.-H., 2000. Backcasting From non-overlapping principles – A framework for Strategic Planning. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 7 (4): 291–308.
- [116] Huijbregts M.A.J., 1998. Application of uncertainty and variability in LCA: Part I. A general framework for the analysis of uncertainty and variability in Life Cycle Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (5): 273–280.
- [117] Huijbregts M.A.J., 1998. Application of uncertainty and variability in LCA: Part II. Dealing with parameter uncertainty and uncertainty due to choices in Life Cycle Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (6): 343–351.
- [118] Hundal M.S., 1994. DFE: current status and challenges for the future. *Proceedings of the ASME Design for Manufacturability Conference*, March 14–17, 1994, Chicago, USA.
- [119] Hunkeler D., 2003. Selective multinationality: How Environmental Management helps high-tech SMEs identify high-growth, low-risk markets. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (1): 51–54.
- [120] Hunkeler D., Clift R., Davis G., Ehrenfeld J., Forster R., Jolliet O., Knoepfel I., Luterbacher U., Russel D. and Biswas G., 1998. Ecometrics. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (4): 184–190.
- [121] Hunkeler D., Yasui I. and Yamamoto R., 1998. LCA in Japan – Policy and progress. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (3): 124–130.
- [122] Hunkeler D. and Vanakari E., 2000. EcoDesign and LCA: survey of current uses of environmental attributes in product and process development. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (3): 145–151.
- [123] Hunkeler D., Saur K., Rebitzer G., Finkbeiner M., Schmidt W.-P., Jensen A.A., Stranddorf H.K. and Christiansen K., 2004. *Life Cycle Management*. SETAC Press, Pensacola, USA.
- [124] Hunt R.G., Boguski T.K., Weitz K. and Sharma A., 1998. Case studies examining LCA streamlining techniques. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (1): 36–42.
- [125] Hutton Barron F., 1992. Selecting a best multiattribute alternative with partial information about attribute weights. *Acta Psychologica*, 80 (1–3): 91–103.
- [126] Hutton Barron F. and Barrett B.E., 1996. Decision quality using Ranked Attribute Weights. *Management Science*, 42 (11): 1515–1523.

- [127] International Institute for Sustainable Development, 2000. Annual Report 1999–2000. Winnipeg, Canada.
- [128] International Institute for Sustainable Development, 2007. The Sustainable Development timeline. Winnipeg, Canada.
http://www.iisd.org/pdf/2007/sd_timeline_2007.pdf
- [129] International Organization for Standardization, 1998. ISO 14041: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and Scope Definition and Inventory Analysis. ISO, Geneva, Switzerland.
- [130] International Organization for Standardization, 1999. ISO 14031: Environmental Management – Environmental performance evaluation – Guidelines. ISO, Geneva, Switzerland.
- [131] International Organization for Standardization, 2000. ISO 14042: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. ISO, Geneva, Switzerland.
- [132] International Organization for Standardization, 2000. ISO 14043: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Interpretation. ISO, Geneva, Switzerland.
- [133] International Organization for Standardization, 2002. ISO/TR 14048: Environmental Management – Life Cycle Assessment – data documentation format. ISO, Geneva, Switzerland.
- [134] International Organization for Standardization, 2002. ISO/TR 14062: Environmental Management – integrating environmental aspects into product design. ISO, Geneva, Switzerland.
- [135] International Organization for Standardization, 2006. ISO 14040: Environmental Management – Life Cycle Assessment – principles and framework. ISO, Geneva, Switzerland.
- [136] International Organization for Standardization, 2006. ISO 14044: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and guidelines. ISO, Geneva, Switzerland.
- [137] Itsubo N. and Inaba A., 2003. A new LCIA method: LIME has been completed. International Journal of Life Cycle Assessment, 8 (5): 305.
- [138] Jalal K.F. and Rogers P.P. 2002. Measuring environmental performance in Asia. Ecological Indicators, 2 (1–2): 39–59.
- [139] Jasch C., 2000. Environmental performance evaluation and indicators. Journal of Cleaner Production, 8 (1): 79–88.
- [140] Jönbrink A.K., Wolf-Wats C., Erixon M., Olsson P. and Wallén E., 2000. LCA software survey. IVL Swedish Environmental Research Institute Report, Stockholm, Sweden.
- [141] Karacapilidis N.I. and Papadias D., 2001. Computer supported argumentation and Collaborative Decision Making: The HERMES system. Information Systems, 26 (4): 259–277.

- [142] Karacapilidis N.I., Adamides E. and Pappis C.P., 2004. An IS framework to support the Collaborative Design of Supply Chains. In M. Negoita, R.J. Howlett and L.C. Jain, (eds.), 'Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Proceedings of the 8th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES 2004), Wellington, New Zealand, September 20–25, 2004', Springer, Berlin, Germany.
- [143] Karacapilidis N.I., Pappis C.P. and Tsoufias G.T., 2005. Collaborative elaboration and use of environmental principles: A computer-supported framework. Proceedings of the International Conference on Operations Research Applications in Infrastructure Development, December 27–29, 2005, Bangalore, India.
- [144] Karacapilidis N.I., Pappis C.P. and Tsoufias G.T., 2007. A web-based Collaborative Decision-Making tool for Life Cycle Interpretation. In S. Takata and Y. Umeda, (eds.), 'Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses – Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Waseda University, Tokyo, Japan, June 11th–13th, 2007', Springer, Berlin, Germany.
- [145] Kitazawa S. and Sarkis J., 2000. The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (2): 225–248.
- [146] Klassen R.D. and Angell L.C., 1998. An international comparison of Environmental Management in operations: the impact of manufacturing flexibility in the U.S. and Germany. *Journal of Operations Management*, 16 (2–3): 177–194.
- [147] Kleindorfer P.R. and Snir E.M., 2001. Environmental information in Supply-Chain Design and Coordination. In D.J. Richards, B.R. Allenby and W.D. Compton, (eds.), 'Information Systems and the Environment', National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington DC, USA.
- [148] Kleindorfer P., Singhal K. and Van Wassenhove L.N., 2005. Sustainable Operations Management. *Production and Operations Management*, 14 (4): 482–492.
- [149] Kobayashi O., Teulon H., Osset P. and Morita Y., 1998. Life Cycle Analysis of a complex product, application of ISO 14040 to a complete car. Proceedings of the Society of Automotive Engineers Total Life Cycle Conference and Exposition, December 1–3, 1998, Graz, Austria.
- [150] Korhonen J., 2000. Industrial Ecosystem – Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System. Ph.D. Thesis, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland.
- [151] Krikke H.R., Pappis C.P., Tsoufias G.T. and Bloemhof-Ruwaard J., 2002. Extended design principles for Closed Loop Supply Chains: optimising economic, logistic and environmental performance. In A. Klose, M.G. Speranza, L.N. Van Wassenhove, (eds.), 'Quantitative approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management', Springer, Berlin, Germany.

- [152] Lamberton G. 2000. Accounting for Sustainable Development – A case study of city farm. *Critical Perspectives on Accounting*, 11 (5): 583–605.
- [153] Lamberton G., 2005. Sustainability accounting – a brief history and conceptual framework. *Accounting Forum*, 29 (1): 7–26.
- [154] Lee K.-M. 1999. A weighting method for the Korean Eco-indicator. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (3): 161–164.
- [155] Life-Cycle Initiative, 2003. International Life Cycle Partnership of the United Nations Environment Program (UNEP) and the Society of Environmental Toxicology & Chemistry (SETAC). Paris, France.
<http://lcinitiative.unep.fr/includes/file.asp?site=lcinit&file=62BA62B4-ECCB-44D3-B8E0-91C6C5A1C3F7>
- [156] Lindfors L.G., Christiansen K., Hoffman L., Virtanen Y., Juntilla V., Hanssen O.J., Ronning A., Ekvall T. and Finnveden G., 1995. Nordic guidelines on Life-Cycle Assessment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark.
- [157] Lippiatt B.C. and Boyles A.S., 2001. Using BEES to select cost-effective green products. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (2): 76–80.
- [158] Livingston J., 1994. Sustainability and the future. In D. Bell, R. Keil and G. Wekerle, (eds.), 'Human society and the natural world: Perspectives on sustainable futures', York University, Toronto, Canada.
- [159] Lockett A., Moon J. and Visser W., 2006. Corporate Social Responsibility in Management research: Focus, nature, salience and sources of influence. *Journal of Management Studies*, 43 (1): 115–136.
- [160] Louis S. and Wendel A., 1998. Life Cycle Assessment and design-experience from Volvo Car Corporation. Proceedings of the Society of Automotive Engineers International Congress and Exposition, February 23–26, 1998, Detroit, USA.
- [161] Louis S. and Wendel A., 1999. Environmental priority strategies in design. *Automotive Engineering International*, 107 (1): 57–60.
- [162] Malkina-Pykh I.G. 2000. From data and theory to environmental models and indices formation. *Ecological Modelling*, 130 (1–3): 67–77.
- [163] Malmö Declaration, 2000. Malmö Ministerial Declaration. Adopted by the Global Ministerial Environment Forum – 6th Special Session of the Governing Council of the United Nations Environment Programme, 5th plenary meeting, May 31, 2000, Malmö, Sweden.
<http://www.unep.org/malmo/malmo2.pdf>
- [164] Maslennikova I. and Foley D., 2000. Xerox's approach to sustainability. *Interfaces*, 30 (3): 226–233.
- [165] Matthews V. and Fink P., 1993. Database generation for olefin feedstocks and plastics. *Journal of Cleaner Production*, 1 (3–4): 173–180.

- [166] Maurice B., Frischknecht R., Coehlo-Schwirtz V. and Hungerbühler K., 2000. Uncertainty Analysis in Life Cycle Inventory. Application to the production of electricity with French coal power plants. *Journal of Cleaner Production*, 8 (2): 95–108.
- [167] McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J. and White K.S., (eds.), 2001. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [168] McDougall F., White P., Franke M. and Hindle P., 2001. *Integrated solid waste management – a Life Cycle Inventory*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- [169] Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. and Behrens III W.W., 1972. *The limits to growth*. Signet, New York, USA.
- [170] Meier M., 1997. Eco-efficiency evaluation of waste gas purification systems in the chemical industry. In W. Klöpffer and O. Hutzinger, (eds.), 'LCA Documents Vol 2', Ecoinforma Press, Bayreuth, Germany.
- [171] Middleton N., O'Keefe P. and Moyo S., 1993. *Tears of the crocodile: From Rio to reality in the developing world*. Pluto Press, London, UK.
- [172] Miettinen P. and Hämäläinen R.P., 1997. How to benefit from Decision Analysis in environmental Life Cycle Assessment (LCA). *European Journal of Operational Research*, 102 (2): 279–294.
- [173] Mintcheva V., 2005. Indicators for environmental policy integration in the food Supply Chain (the case of the tomato ketchup Supply Chain and the Integrated Product Policy). *Journal of Cleaner Production*, 13 (7): 717–731.
- [174] Montabon F., Meinyk S.A., Sroufe R. and Calantone R.J., 2000. ISO 14000: Assessing its perceived impact on corporate performance. *The Journal of Supply Chain Management*, 36 (2): 4–16.
- [175] Montanari R., 2004. Environmental efficiency analysis for enel thermo-power plants. *Journal of Cleaner Production*, 12 (4): 403–414.
- [176] Morrow D. and Rondinelli D., 2002. Adopting Corporate Environmental Management Systems: Motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification. *European Management Journal*, 20 (2): 159–171.
- [177] Munda G., 1995. *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment*. Springer Telos, Heidelberg, Germany.
- [178] Nagel C. and Meyer P., 1999. Caught between ecology and economy: end-of-life aspects of Environmentally Conscious Manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 36 (4): 781–792.
- [179] Nakamura S. and Kondo Y., 2006. A waste input-output Life-Cycle Cost Analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances. *Ecological Economics*, 57 (3): 494–506.

- [180] Narasimhan R. and Carter J.R., 1998. Environmental Supply Chain Management. Research Monograph, Center for Advanced Purchasing Studies, Arizona State University, Tempe, USA.
- [181] Narens L. and Luce R.D., 1986. Measurement: The theory of numerical assignments. *Psychological Bulletin*, 99 (2): 166–180.
- [182] Narita N., Nakahara Y., Morimoto M., Aoki R. and Suda S., (Japan Environmental Management Association for Industry – JEMAI), 2003. The LCA Data Library – A result of national LCA Project in Japan. Presented in InLCA/LCM 2003 Conference, September 22–25, 2003, Seattle, USA.
- [183] Niemeijer D., 2002. Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5 (2): 91–103.
- [184] Nigge K.M., 2000. Life Cycle Assessment of natural gas vehicles: development and application of site-dependent impact indicators. Springer, Berlin, Germany.
- [185] Noh J. and Lee K.-M., 2003. Application of Multiattribute Decision-Making Methods for the determination of Relative Significance Factor of Impact Categories. *Environmental Management*, 31 (5): 633–641.
- [186] Norris G.A. and O'Dwyer B., 2004. Motivating socially responsive Decision Making: the operation of management controls in a socially responsive organisation. *The British Accounting Review*, 36 (2): 173–196.
- [187] Ohio Manufacturers' Association, 1991–1992. Ohio Manufacturers' Association case studies in Team Excellence – The award for Team Excellence in manufacturing sponsored by the Ohio Manufacturers' Association. Ohio, USA.
- [188] Olsthoorn X., Tyteca D., Wehrmeyer W. and Wagner M., 2001. Environmental indicators for business: a review of the literature and standardisation methods. *Journal of Cleaner Production*, 9 (5): 453–463.
- [189] Pappis C.P., Daniel S.E. and Tsoufias G.T., 2004. LCA for evaluating end-of-life options of spent products. In R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth and L.N. van Wassenhove, (eds.), 'Reverse Logistics', Springer, Berlin, Germany.
- [190] Pappis C.P., Rachaniotis N.P. and Tsoufias G.T., 2005. Recovery and re-use of containers within Blue Container Line (BCL) S.A. In S.D.P. Flapper, J.A.E.E. van Nunen and L.N. van Wassenhove, (eds.), 'Managing Closed-Loop Supply Chains', Springer, Berlin, Germany.
- [191] Pappis C.P. and Tsoufias G.T., 2006. Application of environmental indicators in Supply Chains performance analysis. Proceedings of the 14th International Working Seminar on Production Economics, February 20–24, 2006, Innsbruck, Austria.
- [192] Potting J. and Hauschild M.Z., 1997. Predicted environmental impact and expected occurrence of actual impact: Part 2. Spatial differentiation in Life Cycle Assessment via the site-dependent characterisation of environmental impact from emissions. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2 (4): 209–216.

- [193] Potting J., Schöpp W., Blok K. and Hauschild M.Z., 1998. Comparison of the acidifying impact from emissions with different regional origin in Life-Cycle Assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 61 (1): 155-162.
- [194] Potting J., Schöpp W., Blok K. and Hauschild M.Z., 1998. Site-dependent Life-Cycle Impact Assessment of acidification. *Journal of Industrial Ecology*, 2 (2): 63-87.
- [195] Quella F. and Schmidt W.-P., 2003. Integrating environmental aspects into product design and development – the new ISO TR 14062. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (2): 113-114.
- [196] Rao P., 2002. Greening the supply chain: a new initiative in South East Asia. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (6): 632-655.
- [197] Rao P., 2005. The greening of suppliers – in the South East Asian context. *Journal of Cleaner Production*, 13 (9): 935-945.
- [198] Rao P., la O' Castillo O., Intal P.S. Jr and Sajid A., 2006. Environmental indicators for Small and Medium Enterprises in the Philippines: An empirical research. *Journal of Cleaner Production*, 14 (5): 505-515.
- [199] Raynolds M., Roydon F. and Checkel D., 2000. The relative mass-energy-economic (RMEE) method for system boundary selection: part 1. A means to systematically and quantitatively select LCA boundaries. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (1): 37-46.
- [200] Raynolds M., Roydon F. and Checkel D., 2000. The relative mass-energy-economic (RMEE) method for system boundary selection: part 2. Selecting the boundary cut-off parameter and its relationship to overall uncertainty. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (2): 96-104.
- [201] RDC-Environment and PIRA International, 2003. Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC, final consolidated report. Brussels, Belgium.
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/packaging/costsbenefits.pdf>
- [202] Rebitzer G., 2005. Enhancing the application efficiency of Life Cycle Assessment for industrial uses. Ph.D. Thesis, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland.
- [203] Rebitzer G. and Fleischer G., 2000. Identifying the environmental impact drivers and tradeoff options in the Life Cycle of automobiles – A software based methodology for the sound restriction of system boundaries. Proceedings of the Society of Automotive Engineers Total Life Cycle Conference and Exposition, April 26-28, 2000, Detroit, USA.
- [204] Rebitzer G., Schiller U. and Schmidt W.-P., 2000. Methode euroMat'98 – Grundprinzipien und Gesamtmethode. In G. Fleischer, (ed.), 'Eco-Design – Effiziente Entwicklung nachhaltiger Produkte mit euroMat', Springer, Berlin, Germany.

- [205] Rebitzer G. and Hunkeler D., 2002. Simplifying Life Cycle Assessment – a comparison of methods. Proceedings of the SETAC Annual Meeting 2002, May 12–16, 2002, Vienna, Austria.
- [206] Rebitzer G., Ekvall T., Frischknecht R., Hunkeler D., Norris G.A., Rydberg T., Schmidt W.-P., Suh S., Weidema B.P. and Pennington D.W., 2004. Life Cycle Assessment – Part 1: Framework, Goal and Scope Definition, Inventory Analysis, and applications. *Environment International*, 30 (5): 701–720.
- [207] Rebitzer G. and Buxmann K., 2005. The role and implementation of LCA within Life Cycle Management at Alcan. *Journal of Cleaner Production*, 13 (13–14): 1327–1335.
- [208] Rehbinder E., 2001. Legalization of eco-balances in Germany. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (3): 177–179.
- [209] Reijnders L., 1998. The factor ‘x’ debate: Setting targets for Eco-efficiency. *Journal of Industrial Ecology*, 2 (1): 13–22.
- [210] Ren X., 2000. Development of environmental performance indicators for textile process and product. *Journal of Cleaner Production*, 8 (6): 473–481.
- [211] Robèrt K.-H., 1991. Educating a Nation: The Natural Step. In *Context*, 28: 10–15.
- [212] Robèrt K.-H., Schmidt-Bleek F., de Lardere J.A, Basile G., Jansen J.L., Kuehr R., Price Thomas P., Suzuki M., Hawken P. and Wackernagel M., 2002. Strategic Sustainable Development – selection, design and synergies of applied tools. *Journal of Cleaner Production*, 10 (3): 197–214.
- [213] Rondinelli D.A. and Berry M.A., 2000. Environmental citizenship in multinational corporations: Social Responsibility and Sustainable Development. *European Management Journal*, 18 (1): 70–84.
- [214] Rondinelli D.A. and Vastag G., 2000. Panacea common sense or just a label? The value of ISO 14001 Environmental Management Systems. *European Management Journal*, 18 (5): 499–510.
- [215] Ros M., 1998. Unsicherheit und Fuzziness in ökologischen Bewertungen – Orientierungen zu einer robusten Praxis der Ökobilanzierung. Ph.D. Thesis, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, Switzerland.
- [216] Rosenbach J. and Lindsay C., 2002. “Greening” electronics product design: a brief summary of government and private initiatives. Office of Solid Waste, Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.
- [217] Royston M.G., 1979. *Pollution prevention pays*. Pergamon, Oxford, UK.
- [218] Saaty T.L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3): 234–281.
- [219] Saaty T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, USA.
- [220] Sarkis J., 1999. *How green is the Supply Chain? Practice and research*. Graduate School of Management, Clark University, Worcester, USA.
- [221] Schaltegger S., Muller K. and Hindrichsen H., 1996. *Corporate Environmental Accounting a con*. Wiley, Chichester, UK.

- [222] Schmidt W.-P., 2001. Strategies for environmentally sustainable products and services. *Corporate Environmental Strategy*, 8 (2): 118–125.
- [223] Schmidt W.-P. and Sullivan J.L., 2002. Weighting in Life Cycle Assessments in a global context. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (1): 5–10.
- [224] Schmitz B., 2002. LCAs in EU infringements so far. Presented in Use of Life Cycle Assessment in policy-making in the context of Directive 94/62/EC Conference, DG Environment/EUROPEAN Workshop, June 20, 2002, Brussels, Belgium.
- [225] Schmitz S. and Paulini I., 1999. Bewertung in Ökobilanzen. Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043. Version '99. UBA-Texte 92/99. Umweltbundesamt, Berlin, Germany.
- [226] Schoner B. and Wedley W.C., 1989. Ambiguous criteria weights in AHP: consequences and solutions. *Decision Sciences*, 20 (3): 462–475.
- [227] Schultink G., 2000. Critical environmental indicators: performance indices and assessment models for Sustainable Rural Development planning. *Ecological Modelling*, 130 (1–3): 47–58.
- [228] Schulze P.C., 2002. I=P/BAT. *Ecological Economics*, 40 (2): 149–150.
- [229] Seppälä J. and Hämäläinen R.P., 2001. On the meaning of distance-to-target weighting method and normalization in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (4): 211–218.
- [230] Seppälä J., Basson L. and Norris G.A., 2001. Decision Analysis frameworks for Life Cycle Impact Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 5 (4): 45–68.
- [231] SETAC and SETAC Foundation for Environmental Education, 1993. A Conceptual framework for Life-Cycle Assessment. SETAC Press, Pensacola, USA.
- [232] SETAC Working Group on Data Availability and Uncertainty in LCA, 1999. Report. Presented in SETAC Europe 9th Annual Meeting, May 25–29, 1999, Leipzig, Germany.
- [233] Seuring S., 2004. Industrial Ecology, Life Cycles, Supply Chains: Differences and interrelations. *Business Strategy and the Environment*, 13 (5): 306–319.
- [234] Shen L.-Y., Lu W.-S., Yao H. and Wu D.-H., 2005. A computer-based scoring method for measuring the environmental performance of construction activities. *Automation in Construction*, 14 (3): 297–309.
- [235] Siracusa G., La Rosa A.D. and Sterlini S.E., 2004. A new methodology to calculate the environmental protection index (E_p). A case study applied to a company producing composite materials. *Journal of Environmental Management*, 73 (4): 275–284.
- [236] Soares S.R., Toffoletto L. and Deschênes L., 2006. Development of weighting factors in the context of LCIA. *Journal of Cleaner Production*, 14 (6–7): 649–660.
- [237] Solgaard A. and de Leeuw B., 2002. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: promoting a Life-Cycle approach. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4): 199–202.

- [238] Sonnemann G.W., Schuhmacher M. and Castells F., 2003. Uncertainty Assessment by a Monte Carlo simulation in a Life Cycle Inventory of electricity produced by a waste incinerator. *Journal of Cleaner Production*, 11 (3): 279–292.
- [239] South Australian Government Inter-Agency Group, 2005. Development of Triple Bottom Line assessment methodologies.
- [240] Steen B., 1999. A systematic approach to environmental strategies in product development (EPS). Version 2000 – General system characteristics. Report from Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- [241] Steen B., 1999. A systematic approach to environmental strategies in product development (EPS). Version 2000 – Models and data of the default methods. Report from Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- [242] Stillwell W.G. and Edwards W., 1979. Rank weighting in multiattribute utility Decision Making: avoiding the pitfalls of equal weights. Technical Report, Los Angeles Social Science Research Institute, University of Southern California, USA.
- [243] Stillwell W.G., Seaver D.A. and Edwards W., 1981. A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility Decision Making. *Organizational Behavior and Human Performance*, 28 (1): 62–77.
- [244] Stranddorf H.K., Hoffmann L. and Schmidt A., 2005. Impact Categories, normalisation and weighting in LCA – Updated on selected EDIP97-data. Environmental news No. 78, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, Denmark.
- [245] Suh S. and Huppel G., 2002. Missing inventory estimation tool using extended input – output analysis. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (3): 134–140.
- [246] Sullivan J.L., Williams R.L., Yester S., Cobas-Flores E., Chubbs S.T., Hentges S.G. and Pomper S.D., 1998. A Life Cycle Inventory of a generic U.S. family sedan – Overview of results, USCAR AMP project. Proceedings of the Society of Automotive Engineers Total Life Cycle Conference and Exposition, December 1–3, 1998, Graz, Austria.
- [247] Székely F. and Knirsch M., 2005. Responsible leadership and Corporate Social Responsibility: Metrics for sustainable performance. *European Management Journal*, 23 (6): 628–647.
- [248] Tam C.M., Tam V.W.Y. and Tsui W.S., 2004. Green construction assessment for Environmental Management in the construction industry of Hong Kong. *International Journal of Project Management*, 22 (7): 563–571.
- [249] Taylor J., 1998. Sustainable Development: Common sense or nonsense on stilts? *The Freeman: Ideas on Liberty*, 48 (9): 545–550.
- [250] The Natural Step, 2000. The Natural Step framework guidebook. Ottawa, Canada. <http://www.naturalstep.ca/articles/TNSFrameworkGuidebook.pdf>

- [251] Theyel G., 2000. Management practices for environmental innovation and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (2): 249–266.
- [252] Thorneloe S.A. and Weitz K.A., 2003. Holistic approach to Environmental Management of municipal solid waste. *Proceedings of the 9th International Waste Management and Landfill Symposium*, October 6–10, 2003, Sardinia, Italy.
- [253] Todd J.A., 1996. Streamlining. In M.A. Curran, (ed.), 'Environmental Life-cycle Assessment', McGraw-Hill, New York, USA.
- [254] Todd J.A. and Curran M.A., 1999. Streamlined Life-Cycle Assessment: A final report from the SETAC North America Streamlined LCA Workgroup. SETAC Press, Pensacola, USA.
- [255] Töpfer K., 2002. Editorial for Int. J. LCA on the launch of the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4): 191.
- [256] Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2001. Application of environmental principles to reverse supply chains. *Proceedings of the 3rd Aegean Conference*, May 19–22, 2001, Tinos, Greece.
- [257] Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Minner S., 2002. An environmental analysis of the Reverse Supply Chain of the SLI batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 36 (2): 135–154.
- [258] Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2003. Analysis of environmental parameters in Closed-Loop Supply Chains design. *Proceedings of the 8th Conference on Environmental Science and Technology*, September 8–10, 2003, Lemnos, Greece.
- [259] Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2006. Environmental principles applicable to Supply Chain design and operation. *Journal of Cleaner Production*, 14 (18): 1593–1602.
- [260] Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Dasaklis T., 2006. Enhancing the contribution of Life Cycle Interpretation to environmental analysis and Decision Making. *Proceedings of the 12th Annual International Sustainable Development Research Conference*, April 6–8, 2006, Hong Kong, Hong Kong.
- [261] Tsoufias G.T., Dasaklis T. and Pappis C.P., 2007. Identifying success factors for Reverse Logistic activities. *Proceedings of the International ECO-X Conference*, May 9–11, 2007, Vienna, Austria.
- [262] Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2008. A model for Supply Chains environmental performance analysis and Decision Making. To appear in *Journal of Cleaner Production*.
- [263] Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Karacapilidis N.I., 2008. Applying web-based Collaborative Decision-Making in Reverse Logistics: the case of mobile phones. To appear in H.-F. Wang, (ed.), 'Web-Based Green Products Life Cycle Management Systems: Reverse Supply Chain Utilization', IGI Global, Hershey, USA.

- [264] Udo de Haes H.A., Jolliet O., Finnveden G., Hauschild M.Z., Krewitt W. and Müller-Wenk R., 1999. Best available practice regarding Impact Categories and category indicators in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (2): 66–74.
- [265] Udo de Haes H.A. and Lindeijer E., 2002. The conceptual structure of Life-Cycle Impact Assessment. In H.A. Udo de Haes, G. Finnveden, M. Goedkoop, M.Z. Hauschild, E. Hertwich, P. Hofstetter, O. Jolliet, W. Klöpffer, W. Krewitt, E. Lindeijer, R. Müller-Wenk, S. Olsen., D.W. Pennington, J. Potting and B. Steen, (eds.), 'Life-cycle impact assessment: striving towards best practice', SETAC Press, Pensacola, USA.
- [266] Udo de Haes H.A., Jolliet O., Norris G.A. and Saur K., 2002. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: background, aims and scope. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4): 192–195.
- [267] Ulgiati S., Raugei M. and Bargigli S., 2006. Overcoming the inadequacy of single-criterion approaches to Life Cycle Assessment. *Ecological Modelling*, 190 (3–4): 432–442.
- [268] United Nations, 2005. 2005 World Summit Outcome. New York, USA.
<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/UN/UNPAN021752.pdf>
- [269] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2001. UNESCO Universal Declaration on Cultural Diversity. Paris, France.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127160m.pdf>
- [270] US EPA, 2000. Framework for Responsible Environmental Decision-Making (FRED): Using Life Cycle Assessment to evaluate preferability of products. Washington DC, USA.
- [271] van den Berg N.W., Huppes G., Lindeijer E.W., van der Vaen B.L. and Wrisberg M.N., 1999. Quality Assessment for LCA. Leiden Centre for Environmental Studies (CML) Report, vol. 152, Leiden, The Netherlands.
- [272] van den Dobbelsteen A. and de Wilde S., 2004. Space use optimisation and sustainability – Environmental Assessment of space use concepts. *Journal of Environmental Management*, 73 (2): 81–89.
- [273] Vandermeulen B., Dewulf W., Duflou J., Ander Å. and Zimmermann T., 2003. The use of performance indicators for Environmental Assessment within the railway business: the RAVEL workbench prototype, a web-based tool. *Journal of Cleaner Production*, 11 (7): 779–785.
- [274] Volkwein S., Gühr R. and Klöpffer W., 1996. The valuation step within LCA – Part II: A formalized method of prioritization by expert panels. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1 (4): 182–192.
- [275] von Weizsäcker E., Lovins A.B. and Hunter Lovins L., 1997. Factor Four: Doubling wealth, halving resource use. Earthscan Publications Ltd, London, UK.
- [276] von Winterfeldt D. and Edwards W., 1986. Decision Analysis and behavioral research. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- [277] Vroonhof J., Schwencke A., Croezen H. and Potjer B., 2002. Legislation using LCA concerning aluminium. CE, Delft, The Netherlands.
http://www.aluminium-futur.com/realisations/Rapport_CE_Delft_LCA_and_Legislation.pdf
- [278] Weidema B.P., 1993. Development of a method for product Life Cycle Assessment with special references to food products (summary). Ph.D. Thesis, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- [279] Weidema B.P., 1998. Multi-user test of the data quality matrix for product Life Cycle Inventory data. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 3 (5): 259–265.
- [280] Weidema B.P., 1999. The SPOLD file format '99.
<http://www.spold.org/publ/SPOLD99.zip>
- [281] Weidema B.P., 2000. Avoiding co-product allocation in Life-Cycle Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 4 (3): 11–33.
- [282] Weidema B.P., 2000. Increasing credibility of LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5 (2): 63–64.
- [283] Weidema B.P., 2003. Market information in LCA. *Environmental Report* vol. 862. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, Denmark.
- [284] Weidema B.P. and Wesnæs M.S., 1996. Data quality management for Life Cycle Inventories – an example of using data quality indicators. *Journal of Cleaner Production*, 4 (3–4): 167–174.
- [285] Weidema B.P., Frees N. and Nielsen A.M., 1999. Marginal production technologies for Life Cycle Inventories. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 4 (1): 48–56.
- [286] Wenzel H., Hauschild M.Z. and Alting L., (eds.), 1997. *Environmental Assessment of products, Vol. 1, Methodology, tools and case studies in product development*. Chapman & Hall, London, UK.
- [287] Willey D., 2000. *Some hopes and thoughts for the future*. Optimum population Trust, Manchester, UK.
- [288] Wilson R.C., 2001. Ford spreads the word about its EMS success. *Pollution Engineering*, 33 (6): 32–33.
- [289] Wolters T., James P. and Bouman M., 1997. Stepping-stones for Integrated Chain Management in the firm. *Business Strategy and the Environment*, 6 (3): 121–132.
- [290] World Business Council for Sustainable Development and United Nations Environmental Programme, 1998. *Cleaner Production and Eco-efficiency*.
<http://www.wbcasd.org/DocRoot/R2R11IWwjO2GLIAjpiLU/cleanereco.pdf>
- [291] World Business Council for Sustainable Development, 2006. *From challenge to opportunity: The role of business in tomorrow's society*. Geneva, Switzerland.
<http://www.wbcasd.org/includes/getTarget.asp?type=d&id=MTgyMTQ>
- [292] World Commission on Environment and Development, 1987. *Our common future*. Oxford University Press, Oxford, USA.

- [293] Wrisberg N., Udo de Haes H.A., Triebswetter U., Eder P. and Clift R., (eds.), 2002. Analytical tools for Environmental Design and Management in a systems perspective. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- [294] Zsidisin G.A. and Siferd S.P., 2001. Environmental Purchasing: a framework for theory development. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7 (1): 61–73.
- [295] Βεργίτση Κ, 2000. Η αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα των γυάλινων φιαλών της 3Ε. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [296] Δανιήλ Σ., 2002. Ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και εφαρμογές στο σχεδιασμό εφοδιαστικών αλυσίδων. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [297] Δεσπότης Δ., 2002. Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων.
[http://dsslab.cs.unipi.gr/education/Post%20Craduate%20Courses/Decision%20Analysis/DSS%20Lecture%20Notes%20\(AHP\).pdf](http://dsslab.cs.unipi.gr/education/Post%20Craduate%20Courses/Decision%20Analysis/DSS%20Lecture%20Notes%20(AHP).pdf)

ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- [298] http://ec.europa.eu/environment/emas/registration/index_en.htm
- [299] <http://www.aluminium.org>
- [300] <http://www.apme.org>
- [301] <http://www.ceres.org>
- [302] <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess>
- [303] <http://www.fefco.org>
- [304] http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- [305] <http://www.idis2.com>
- [306] <http://www.ipcc.ch>
- [307] <http://www.iso.org>
- [308] <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/ssp/index.html>
- [309] <http://www.naturalstep.org>
- [310] <http://www.naturalstep.org.nz>
- [311] <http://www.nidi.org>
- [312] <http://www.toyota.com/prius/index.html>
- [313] <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/sdissues.htm>
- [314] <http://www.wbcds.org>
- [315] <http://www.wharington.com.au>
- [316] <http://www.worldsteel.org>

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Σημείωση: Με έντονη γραφή επισημαίνονται οι συντομεύσεις και τα ακρωνύμια που χρησιμοποιήθηκαν στη διατριβή.

Απόδοση όρων από την ελληνική στην αγγλική

Αειφόρος Ανάπτυξη	Sustainable Development
Αέρια του θερμοκηπίου	Greenhouse gases
Ακέραιος προγραμματισμός	Integer programming
Αλυσίδα αιτιότητας	Causality chain
Ανάλυση Έκθεσης	Exposure Analysis
Ανάλυση Εξέργειας	Exergy Analysis
Ανάλυση Επίδρασης	Effect Analysis
Ανάλυση Κόστους-Οφέλους	Cost-Benefit Analysis (CBA)
Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) ΑΚΖ Διαδικασιών ΑΚΖ Εισροών - Εκροών Λεπτομερής ΑΚΖ Περιγραφική ΑΚΖ Συνοπτική ΑΚΖ Τροποποιητική ΑΚΖ	Life Cycle Assessment (LCA) Process - LCA Input - Output LCA Detailed LCA Attributional LCA Streamlined LCA Consequential LCA
Ανάλυση Ροών Υλικών/Ουσιών (ΑΡΥ/ΑΡΟ)	Material/Substance Flow Analysis (MFA/SFA)
Αναλυτική Απογραφή	Inventory Analysis
Αναλυτική Δικτυακή Ανάλυση	Analytical Network Process (ANP)
Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΙΔ)	Analytical Hierarchy Process (AHP)
Ανάπτυξη Νέων Προϊόντων	New-Product Development
Ανασχεδιασμός Επιχειρησιακών Διαδικασιών	Business Process Reengineering
Ανοιχτός βρόχος	Open-loop
Ανταγωνισμός με Βάση το Χρόνο	Time-based Competition
Αντίστροφη Εφοδιαστική	Reverse Logistics
Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα	Reverse Supply Chain
Από τη γέννηση ως το θάνατο	From cradle to grave
Απόσταση από το στόχο	Distance-to-target
Αραχνοειδές γράφημα	Radar chart
Αρχές Valdez	Valdez Principles
Αρχή 'ο ρυπαίνων πληρώνει'	Polluter pays principle
Ασαφείς Τριγωνικοί Αριθμοί	Triangular Fuzzy Numbers

Ασαφή σύνολα	Fuzzy sets
Ασαφής λογική	Fuzzy logic
Βιομηχανική Οικολογία	Industrial Ecology
Γενική μορφή μοντελοποίησης	Site-generic modeling
Γραφείο Βιομηχανίας και Περιβάλλοντος του Περιβαλλοντικού Προγράμματος του ΟΗΕ	UN Environmental Programme - Industry and Environment Office (UNEP-IE)
Δεδομένα διαδικασιών	Process data
Δεδομένα επιπτώσεων	Impact data
Δεδομένα προτιμήσεων	Preference data
Δείκτες Περιβαλλοντικής Απόδοσης (ΔΠΑ)	Environmental Performance Indicators
Δείκτες ποιότητας δεδομένων	Data quality indicators
Δείκτης Περιθωρίου Βελτίωσης	Improvement Margin Index
Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος	Acidification
Δημιουργία φωτοχημικού νέφους	Photochemical oxidant formation
Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
Διαχείριση Κινδύνου	Risk Management
Διαχείριση Κύκλου Ζωής	Life Cycle Management (LCM)
Διεθνές Γραφείο Εργασίας (ΔΓΕ)	International Labour Organization (ILO)
Διεθνές Ινστιτούτο για την Αειφόρο Ανάπτυξη	International Institute for Sustainable Development
Διεθνές Συμβούλιο Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη	World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)
Διεθνές Ταμείο για την Άγρια Φύση	World Wildlife Fund (WWF)
Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης	International Union for the Conservation of Nature
Διεθνής Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη	World Commission on Environment and Development
Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ΔΟΤ)	International Organization of Standardization (ISO)
Διεξοδικός έλεγχος	Screening
Διεύθυνση Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ	UN Division for Sustainable Development
Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα	Extended Supply Chain
Εισροή Υλικών ανά Λειτουργική Μονάδα (ΕΥΛΜ)	Material Input Per unit Service (MIPS)
Έκθεση Stern για τα Οικονομικά Ζητήματα της Κλιματικής Αλλαγής	Stern Review on the Economics of Climate Change

Εκπαιδευτικός, Επιστημονικός και Πολιτιστικός Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών	UN Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
Εκτίμηση Βελτιώσεων	Improvement Assessment
Εκτίμηση Επιπτώσεων	Impact Assessment
Εκτίμηση Περιβαλλοντικού Κινδύνου (ΕΠΚ)	Environmental Risk Assessment (ERA)
Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ)	Environmental Impact Assessment (EIA)
Ένωση των Περιβαλλοντικά Υπεύθυνων Οικονομιών	Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES)
Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα	Stratospheric ozone depletion
Εξάντληση φυσικών πόρων	Depletion of natural resources
Εξωτερική ανάθεση εργασιών	Outsourcing
Επιπτώσεις, Προσαρμογή και Ευπάθεια	Impacts, Adaptation and Vulnerability
Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας	Impacts on the working environment
Ερμηνεία	Interpretation
Εταιρεία για την Προώθηση της Ανάπτυξης της ΑΚΖ	Society for the Promotion of LCA Development (SPOLD)
Εταιρεία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας	Society of Environmental Toxicology and Chemistry's (SETAC)
Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη (ΕΚΕ)	Corporate Social Responsibility (CSR)
Ευτροφισμός	Eutrophication
Εφοδιαστική Αλυσίδα	Supply Chain
Ισοδύναμη εκπομπή/άτομο/έτος	Person-equivalent (PE)
Καθαρότερη Παραγωγή	Cleaner Production
Καθοριστικά σημεία	Hot spots
Καμπύλες μάθησης	Learning curves
Κανόνες αποκοπής (οριζόντιοι και κάθετοι)	Cut-off rules (vertical and horizontal)
Κανονικοποίηση	Normalization
Κανονιστική προσέγγιση	Prescriptive approach
Κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας της ΑΚΖ	Checklist of Life Cycle Interpretation
Καταμερισμένη ευθύνη	Shared responsibility
Κατάσταση του περιβάλλοντος ως αποδέκτη	State of the receiving environment
Κατηγορίες επιπτώσεων	Impact categories
Κλειστός βρόχος	Closed-loop
Κλιματική αλλαγή	Climate change

Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου	Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)
Κύρια Εφοδιαστική Αλυσίδα	Forward Supply Chain
Λειτουργική μονάδα	Functional unit
Λεπτομερής μορφή μοντελοποίησης	Site-specific modeling
Λέσχη της Ρώμης	Club of Rome
Μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων με βάση τις άμεσες επιπτώσεις	Problem-oriented Impact Assessment methods (mid points)
Μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων με βάση τις προκληθείσες βλάβες	Damage-oriented Impact Assessment methods (end points)
Μέθοδοι κατάταξης	Rank ordering methods
Μέσο Σταθμισμένο Περιθώριο Βελτίωσης	Mean Weighted Improvement Margin
Μετριασμός της Κλιματικής Αλλαγής	Mitigation of Climate Change
Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί (ΜΚΟ)	Non Governmental Organizations (NGO)
Μοναδιαία διαδικασία	Unit process
Μορφή μοντελοποίησης εξαρτώμενη από την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή	Site-dependant modeling
Μπαταρίες μολύβδου-οξέος	Lead-acid batteries
Νεοσύστατες Επιχειρήσεις	Start-ups
Οικοαποδοτικότητα	Eco-efficiency
Οικολογική σήμανση	Eco-labeling
Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας	Integrated Chain Management (ICM)
Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντος	Integrated Product Policy (IPP)
Ομαδοποίηση	Grouping
Οξεία οικοτοξικότητα υδάτων	Ecotoxicity water acute
Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ)	Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
Οργανωτική Αναδιάρθρωση	Organizational Transformation
Όρια του συστήματος	System boundaries
Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός	World Meteorological Organization (WMO)
Παράγοντας Χ	Factor X
Πεδία προστασίας	Areas of protection (AoPs)
Περιβαλλοντική απόδοση	Environmental performance
Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του ΟΗΕ	UN Environment Programme (UNEP)
Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Βιομηχανικών Προϊόντων	Environmental Design of Industrial Products (EDIP)
Περιγραφική προσέγγιση	Descriptive approach
Περιορισμός ασυμβατότητας	Incompatibility constraint
Περιορισμός κόστους	Cost constraint

Πλαίσιο Εργασίας για την Αποτίμηση της Αειφορίας	Sustainability Assessment Framework
Πολιτικές ελέγχου παγίων	Asset control policies
Πολυκριτηριακή ανάλυση	Multicriteria analysis
Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Green or Environmental Supply Chain Management (GSCM or ESCM)
Πρόβλημα του σακιδίου	Knapsack problem
Πρόγραμμα Καθαρότερης Παραγωγής	Cleaner Production Programme
Προθυμία πληρωμής	Willingness-to-pay
Προϊόντα τέλους κύκλου ζωής	End-of-life products
Προσδιορισμός του στόχου και της έκτασης της μελέτης	Goal and scope definition
Προσέγγιση τύπου πάνελ	Panel approach
Πρωτοβουλία του Κύκλου Ζωής	Life Cycle Initiative
Στάθμιση	Weighting
Σταθμισμένη ισοδύναμη εκπομπή/άτομο/έτος	Weighted person-equivalent (weighted PE)
Στρατηγική Παγκόσμιας Προστασίας	World Conservation Strategy
Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ)	Strategic Environmental Assessment (SEA)
Συνεργατική Λήψη Αποφάσεων	Collaborative Decision Making (CDM)
Σύνθεση	Aggregation
Συντελεστές βαρύτητας	Weighting factors
Σύστημα Άμεσης Ανταπόκρισης	Just in Time
Σύστημα Περιβαλλοντικής Διοίκησης	Environmental Management System (EMS)
Σύστημα προϊόντος	Product system
Συστημική Δυναμική	System Dynamics
Τα Δεδομένα των Φυσικών Επιστημών	The Physical Science Basis
Ταξινόμηση	Classification
Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα/υδάτων/εδάφους	Human toxicity via air/water/soil
Τρία Ουσιώδη Στοιχεία	Triple Bottom Line
Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας	Environmental Protection Agency (EPA)
Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Global warming
Φέρουσα ικανότητα	Carrying capacity
Φυσικό Βήμα	Natural Step
Χαρακτηρισμός	Characterization
Χοάνη	Funnel
Χρηματική εκτίμηση	Monetary evaluation

Χρόνια οικοτοξικότητα υδάτων/εδάφους	Ecotoxicity water/soil chronic
Χωρική διαφοροποίηση	Spatial differentiation
χωρίς απόδοση	Rank Order Centroid (ROC)
χωρίς απόδοση	Rank Reciprocal (RR)
χωρίς απόδοση	Rank Sum (RS)

Απόδοση όρων από την αγγλική στην ελληνική

Acidification	Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος
Aggregation	Σύνθεση
Analytical Hierarchy Process (AHP)	Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΙΔ)
Analytical Network Process (ANP)	Αναλυτική Δικτυακή Ανάλυση
Areas of protection (AoPs)	Πεδία προστασίας
Asset control policies	Πολιτικές ελέγχου παγίων
Business Process Reengineering	Ανασχεδιασμός Επιχειρησιακών Διαδικασιών
Carrying capacity	Φέρουσα ικανότητα
Causality chain	Αλυσίδα αιτιότητας
Characterization	Χαρακτηρισμός
Checklist of Life Cycle Interpretation	Κατάλογος ελέγχου της Ερμηνείας της ΑΚΖ
Classification	Ταξινόμηση
Cleaner Production	Καθαρότερη Παραγωγή
Cleaner Production Programme	Πρόγραμμα Καθαρότερης Παραγωγής
Climate change	Κλιματική αλλαγή
Closed-loop	Κλειστός βρόχος
Club of Rome	Λέσχη της Ρώμης
Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES)	Ένωση των Περιβαλλοντικά Υπεύθυνων Οικονομιών
Collaborative Decision Making (CDM)	Συνεργατική Λήψη Αποφάσεων
Corporate Social Responsibility (CSR)	Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη (ΕΚΕ)
Cost constraint	Περιορισμός κόστους
Cost-Benefit Analysis (CBA)	Ανάλυση Κόστους-Οφέλους
Cut-off rules (vertical and horizontal)	Κανόνες αποκοπής (οριζόντιοι και κάθετοι)
Damage-oriented Impact Assessment methods (end points)	Μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων με βάση τις προκληθείσες βλάβες
Data quality indicators	Δείκτες ποιότητας δεδομένων
Depletion of natural resources	Εξάντληση φυσικών πόρων
Descriptive approach	Περιγραφική προσέγγιση

Distance-to-target	Απόσταση από το στόχο
Eco-efficiency	Οικοαποδοτικότητα
Eco-labeling	Οικολογική σήμανση
Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)	Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου
Ecotoxicity water acute	Οξεία οικότοξικότητα υδάτων
Ecotoxicity water/soil chronic	Χρόνια οικότοξικότητα υδάτων/εδάφους
Effect Analysis	Ανάλυση Επίδρασης
End-of-life products	Προϊόντα τέλους κύκλου ζωής
Environmental Design of Industrial Products (EDIP)	Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Βιομηχανικών Προϊόντων
Environmental Impact Assessment (EIA)	Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ)
Environmental Management System (EMS)	Σύστημα Περιβαλλοντικής Διοίκησης
Environmental performance	Περιβαλλοντική απόδοση
Environmental Performance Indicators	Δείκτες Περιβαλλοντικής Απόδοσης (ΔΠΑ)
Environmental Protection Agency (EPA)	Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας
Environmental Risk Assessment (ERA)	Εκτίμηση Περιβαλλοντικού Κινδύνου (ΕΠΚ)
Eutrophication	Ευτροφισμός
Exergy Analysis	Ανάλυση Εξέργειας
Exposure Analysis	Ανάλυση Έκθεσης
Extended Supply Chain	Διευρυμένη Εφοδιαστική Αλυσίδα
Factor X	Παράγοντας X
Forward Supply Chain	Κύρια Εφοδιαστική Αλυσίδα
From cradle to grave	Από τη γέννηση ως το θάνατο
Functional unit	Λειτουργική μονάδα
Funnel	Χοάνη
Fuzzy logic	Ασαφής λογική
Fuzzy sets	Ασαφή σύνολα
Global warming	Φαινόμενο του θερμοκηπίου
Goal and scope definition	Προσδιορισμός του στόχου και της έκτασης της μελέτης
Green or Environmental Supply Chain Management (GSCM or ESCM)	Πράσινη ή Περιβαλλοντική Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας
Greenhouse gases	Αέρια του θερμοκηπίου
Grouping	Ομαδοποίηση
Hot spots	Καθοριστικά σημεία
Human toxicity via air/water/soil	Τοξικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία μέσω αέρα/υδάτων/εδάφους

Impact Assessment	Εκτίμηση Επιπτώσεων
Impact categories	Κατηγορίες επιπτώσεων
Impact data	Δεδομένα επιπτώσεων
Impacts, Adaptation and Vulnerability	Επιπτώσεις, Προσαρμογή και Ευπάθεια
Impacts on the working environment	Επιπτώσεις στο περιβάλλον εργασίας
Improvement Assessment	Εκτίμηση Βελτιώσεων
Improvement Margin Index	Δείκτης Περιθωρίου Βελτίωσης
Incompatibility constraint	Περιορισμός ασυμβατότητας
Industrial Ecology	Βιομηχανική Οικολογία
Integer programming	Ακέραιος προγραμματισμός
Integrated Chain Management (ICM)	Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αλυσίδας
Integrated Product Policy (IPP)	Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντος
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος
International Institute for Sustainable Development	Διεθνές Ινστιτούτο για την Αειφόρο Ανάπτυξη
International Labour Organization (ILO)	Διεθνές Γραφείο Εργασίας (ΔΓΕ)
International Organization of Standardization (ISO)	Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ΔΟΤ)
International Union for the Conservation of Nature	Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης
Interpretation	Ερμηνεία
Inventory Analysis	Αναλυτική Απογραφή
Just in Time	Σύστημα Άμεσης Ανταπόκρισης
Knapsack problem	Πρόβλημα του σακιδίου
Lead-acid batteries	Μπαταρίες μολύβδου-οξέος
Learning curves	Καμπύλες μάθησης
Life Cycle Assessment (LCA) Attributional LCA Consequential LCA Detailed LCA Input - Output LCA Process - LCA Streamlined LCA	Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) Περιγραφική ΑΚΖ Τροποποιητική ΑΚΖ Λεπτομερής ΑΚΖ ΑΚΖ Εισροών - Εκροών ΑΚΖ Διαδικασιών Συνοπτική ΑΚΖ
Life Cycle Initiative	Πρωτοβουλία του Κύκλου Ζωής
Life Cycle Management (LCM)	Διαχείριση Κύκλου Ζωής
Material Input Per unit Service (MIPS)	Εισροή Υλικών ανά Λειτουργική Μονάδα (ΕΥΛΜ)
Material/Substance Flow Analysis (MFA/SFA)	Ανάλυση Ροών Υλικών/Ουσιών (ΑΡΥ/ΑΡΟ)

Mean Weighted Improvement Margin	Μέσο Σταθμισμένο Περιθώριο Βελτίωσης
Mitigation of Climate Change	Μετριασμός της Κλιματικής Αλλαγής
Monetary evaluation	Χρηματική εκτίμηση
Multicriteria analysis	Πολυκριτηριακή ανάλυση
Natural Step	Φυσικό Βήμα
New-Product Development	Ανάπτυξη Νέων Προϊόντων
Non Governmental Organizations (NGO)	Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί (ΜΚΟ)
Normalization	Κανονικοποίηση
Open-loop	Ανοιχτός βρόχος
Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ)
Organizational Transformation	Οργανωτική Αναδιάρθρωση
Outsourcing	Εξωτερική ανάθεση εργασιών
Panel approach	Προσέγγιση τύπου πάνελ
Person-equivalent (PE)	Ισοδύναμη εκπομπή/άτομο/έτος
Photochemical oxidant formation	Δημιουργία φωτοχημικού νέφους
Polluter pays principle	Αρχή 'ο ρυπαίνων πληρώνει'
Preference data	Δεδομένα προτιμήσεων
Prescriptive approach	Κανονιστική προσέγγιση
Problem-oriented Impact Assessment methods (mid points)	Μέθοδοι Εκτίμησης Επιπτώσεων με βάση τις άμεσες επιπτώσεις
Process data	Δεδομένα διαδικασιών
Product system	Σύστημα προϊόντος
Radar chart	Αραχνοειδές γράφημα
Rank Order Centroid (ROC)	***χωρίς απόδοση***
Rank ordering methods	Μέθοδοι κατάταξης
Rank Reciprocal (RR)	***χωρίς απόδοση***
Rank Sum (RS)	***χωρίς απόδοση***
Reverse Logistics	Αντίστροφη Εφοδιαστική
Reverse Supply Chain	Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα
Risk Management	Διαχείριση Κινδύνου
Screening	Διεξοδικός έλεγχος
Shared responsibility	Καταμερισμένη ευθύνη
Site-dependant modeling	Μορφή μοντελοποίησης εξαρτώμενη από την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή
Site-generic modeling	Γενική μορφή μοντελοποίησης
Site-specific modeling	Λεπτομερής μορφή μοντελοποίησης
Society for the Promotion of LCA Development (SPOLD)	Εταιρεία για την Προώθηση της Ανάπτυξης της AKZ

Society of Environmental Toxicology and Chemistry's (SETAC)	Εταιρεία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας
Spatial differentiation	Χωρική διαφοροποίηση
Start-ups	Νεοσύστατες Επιχειρήσεις
State of the receiving environment	Κατάσταση του περιβάλλοντος ως αποδέκτη
Stern Review on the Economics of Climate Change	Έκθεση Stern για τα Οικονομικά Ζητήματα της Κλιματικής Αλλαγής
Strategic Environmental Assessment (SEA)	Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ)
Stratospheric ozone depletion	Εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα
Supply Chain	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Sustainability Assessment Framework	Πλαίσιο Εργασίας για την Αποτίμηση της Αειφορίας
Sustainable Development	Αειφόρος Ανάπτυξη
System boundaries	Όρια του συστήματος
System Dynamics	Συστημική Δυναμική
The Physical Science Basis	Τα Δεδομένα των Φυσικών Επιστημών
Time-based Competition	Ανταγωνισμός με Βάση το Χρόνο
Triangular Fuzzy Numbers	Ασαφείς Τριγωνικοί Αριθμοί
Triple Bottom Line	Τρία Ουσιώδη Στοιχεία
UN Division for Sustainable Development	Διεύθυνση Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ
UN Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)	Εκπαιδευτικός, Επιστημονικός και Πολιτιστικός Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών
UN Environment Programme (UNEP)	Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του ΟΗΕ
UN Environmental Programme - Industry and Environment Office (UNEP-IE)	Γραφείο Βιομηχανίας και Περιβάλλοντος του Περιβαλλοντικού Προγράμματος του ΟΗΕ
Unit process	Μοναδιαία διαδικασία
Valdez Principles	Αρχές Valdez
Weighted person-equivalent (weighted PE)	Σταθμισμένη ισοδύναμη εκπομπή/άτομο/έτος
Weighting	Στάθμιση
Weighting factors	Συντελεστές βαρύτητας
Willingness-to-pay	Προθυμία πληρωμής
World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)	Διεθνές Συμβούλιο Επιχειρήσεων για την Αειφόρο Ανάπτυξη

World Commission on Environment and Development	Διεθνής Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη
World Conservation Strategy	Στρατηγική Παγκόσμιας Προστασίας
World Meteorological Organization (WMO)	Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός
World Wildlife Fund (WWF)	Διεθνές Ταμείο για την Αγρια Φύση

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά

- 1.1. Tsoufhas G.T. and Pappis C.P., 2008. A model for Supply Chains environmental performance analysis and Decision Making. To appear in Journal of Cleaner Production.
- 1.2. Tsoufhas G.T. and Pappis C.P., 2006. Environmental principles applicable to Supply Chain design and operation. Journal of Cleaner Production, 14 (18): 1593–1602.
- 1.3. Daniel S.E., Tsoufhas G.T., Pappis C.P. and Rachaniotis N.P., 2004. Aggregating and evaluating the results of different Environmental Impact Assessment methods. Ecological Indicators, 4 (2): 125–138.
- 1.4. Tsoufhas G.T., Pappis C.P. and Minner S., 2002. An environmental analysis of the Reverse Supply Chain of the SLI batteries. Resources, Conservation and Recycling, 36 (2): 135–154.

Δημοσιεύσεις σε βιβλία

- 2.1. Tsoufhas G.T., Pappis C.P. and Karacapilidis N.I., 2008. Applying web-based Collaborative Decision-Making in Reverse Logistics: the case of mobile phones. To appear in H.-F. Wang, (ed.), 'Web-Based Green Products Life Cycle Management Systems: Reverse Supply Chain Utilization', IGI Global, Hershey, USA.
- 2.2. Karacapilidis N.I., Pappis C.P. and Tsoufhas G.T., 2007. A web-based Collaborative Decision-Making tool for Life Cycle Interpretation. In S. Takata and Y. Umeda, (eds.), 'Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses – Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Waseda University, Tokyo, Japan, June 11th–13th, 2007', Springer, Berlin, Germany.
- 2.3. Pappis C.P., Rachaniotis N.P. and Tsoufhas G.T., 2005. Recovery and reuse of maritime containers: the Blue Container Line case. In S.D.P. Flapper, J.A.E.E. van Nunen and L.N. van Wassenhove, (eds.), 'Managing Closed-Loop Supply Chains', Springer, Berlin, Germany.
- 2.4. Pappis C.P., Daniel S.E. and Tsoufhas G.T., 2004. LCA for evaluating end-of-life options of spent products. In R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth and L.N. van Wassenhove, (eds.), 'Reverse Logistics', Springer, Berlin, Germany.
- 2.5. Krikke H.R., Pappis C.P., Tsoufhas G.T. and Bloemhof-Ruwaard J., 2002. Extended design principles for Closed Loop Supply Chains: optimising economic, logistic and environmental performance. In A. Klose, M.G. Speranza, L.N. Van Wassenhove, (eds.), 'Quantitative approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management', Springer, Berlin, Germany. Also referred as Krikke H.R., Pappis C.P., Tsoufhas G.T. and

Bloemhof–Ruwaard J., 2001. Design Principles for Closed Loop Supply Chains. ERIM Report Series Reference No. ERS–2001–62–LIS, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands.

Δημοσιεύσεις σε πρακτικά συνεδρίων

- 3.1. Dasaklis T., Tsoulfas G.T. and Pappis C.P., 2007. Synthesis of environmental and economic criteria for the appraisal of alternative Supply Chains scenarios: a case study. Proceedings of the 1st International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE), June 24–28, 2007, Skiathos, Greece.
- 3.2. Tsoulfas G.T., Dasaklis T. and Pappis C.P., 2007. Identifying success factors for Reverse Logistic activities. Proceedings of the International ECO-X Conference, May 9–11, 2007, Vienna, Austria.
- 3.3. Tsoulfas G.T., Pappis C.P. and Dasaklis T., 2006. Enhancing the contribution of Life Cycle Interpretation to environmental analysis and Decision Making. Proceedings of the 12th Annual International Sustainable Development Research Conference, April 6–8, 2006, Hong Kong, Hong Kong.
- 3.4. Pappis C.P. and Tsoulfas G.T., 2006. Application of environmental indicators in Supply Chains performance analysis. Proceedings of the 14th International Working Seminar on Production Economics, February 20–24, 2006, Innsbruck, Austria.
- 3.5. Karacapilidis N.I., Pappis C.P. and Tsoulfas G.T., 2005. Collaborative elaboration and use of environmental principles: A computer–supported framework. Proceedings of the International Conference on Operations Research Applications in Infrastructure Development, December 27–29, 2005, Bangalore, India.
- 3.6. Tsoulfas G.T. and Pappis C.P., 2003. Analysis of environmental parameters in Closed–Loop Supply Chains design. Proceedings of the 8th Conference on Environmental Science and Technology, September 8–10, 2003, Lemnos, Greece.
- 3.7. Tsoulfas G.T. and Pappis C.P., 2001. Application of environmental principles to reverse supply chains. Proceedings of the 3rd Aegean Conference, May 19–22, 2001, Tinos, Greece.

Ανακοινώσεις σε συνέδρια

- 4.1. Daniel S.E., Pappis C.P. and Tsoulfas G.T., 2007. A comparative analysis of different versions of the EDIP Life Cycle Impact Assessment method. EURO XXII Conference, July 8–11, 2007, Prague, Czech Republic.

- 4.2. Dasaklis T., Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2007. Assessing elements affecting Reverse Logistics operation and success. EURO XXII Conference, July 8–11, 2007, Prague, Czech Republic.
- 4.3. Pappis C.P., Tsoufias G.T. and Dasaklis T., 2007. Supply Chains performance analysis using environmental indicators: a case study. AIRO Winter 2007 Conference, February 5–9, 2007, Cortina d'Ampezzo, Dolomites, Italy.
- 4.4. Pappis C.P., Tsoufias G.T. and Dasaklis T., 2006. Assessing alternative Reverse Logistics policies for the recovery of used mobile phones. EURO XXI Conference, July 2–5, 2006, Reykjavik, Iceland.
- 4.5. Rachaniotis N.P., Dasaklis T., Pappis C.P. and Tsoufias G.T., 2006. Environmental Assessment of re-assembling policies: The case of personal computers. EURO XXI Conference, July 2–5, 2006, Reykjavik, Iceland.
- 4.6. Rachaniotis N.P., Pappis C.P., Tsoufias G.T. and Inderfurth K., 2004. Optimizing the performance value of computers with deteriorating components. EURO XX Conference, July 4–7, 2004, Rhodes, Greece.
- 4.7. Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2003. Indicators for the environmental appraisal of Closed-Loop Supply Chains. AIRO Conference, September 2–5, 2003, Venezia, Italy.
- 4.8. Tsoufias G.T., Daniel S.E. and Pappis C.P., 2003. Environmental analysis of SLI batteries: Life Cycle Interpretation. EURO 2003 Conference, July 6–10, 2003, Istanbul, Turkey.
- 4.9. Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Daniel S.E., 2002. Assessment parameters for the measurement of the environmental performance of Supply Chains. IFORS 2002 Conference, July 8–12, 2002, Edinburgh, Scotland.
- 4.10. Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Daniel S.E., 2002. The use of Decision-Making tools in the Interpretation phase of Life Cycle Analysis of Extended Supply Chains. IFORS 2002 Conference, July 8–12, 2002, Edinburgh, Scotland.
- 4.11. Tsoufias G.T. and Pappis C.P., 2001. Towards an integrated model for the assessment of the environmental performance of products. 4th REVLOG Summer Workshop, September 14–17, 2001, Costa da Caparica, Portugal.
- 4.12. Maniatis A., Pappis C.P. and Tsoufias G.T., 2001. Reverse Logistics applications in e-commerce. EURO 2001 Conference, July 9–11, 2001, Rotterdam, The Netherlands.
- 4.13. Tsoufias G.T., Daniel S.E., Pappis C.P. and Rachaniotis N.P., 2001. Aggregating and evaluating the results of different Environmental Impact Assessment methods. EURO 2001 Conference, July 9–11, 2001, Rotterdam, The Netherlands.
- 4.14. Tsoufias G.T., Pappis C.P. and Minner S., 2000. A sector analysis of batteries: the perspective of Reverse Logistics. 3rd REVLOG Summer Workshop, August 28–September 2, 2000, Lutherstadt Wittenberg, Germany.

Άλλες επιστημονικές δημοσιεύσεις

- 5.1. Pappis C.P., Rachaniotis N.P. and Tsoufias G.T., 2003. Scheduling jobs with deteriorating processing times and decreasing values. Βραβευθείσα έρευνα με υποτροφία από το Κέντρο Ερευνών Πανεπιστημίου Πειραιώς.

