

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Κατεύθυνση: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβάλλοντος

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Με Θέμα:

*Ανάλυση Κύκλου Ζωής δοχείων ελαιολάδου*

*και*

*Ανθρακικό Αποτύπωμα κατά την μεταφορά τους.*

Επιβλέπων Καθηγητής: Καραλέκας Δημήτριος

Συγγραφή και Επιμέλεια: Μακρής Ιωάννης

Πειραιάς, 2018

## *Ευχαριστίες*

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω εγκάρδια τον επιβλέποντα καθηγητή του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά, Δρ. Καραλέκα Δημήτριο, για την πολύτιμη βοήθειά και συνεχή καθοδήγησή του από την αρχή της ανάθεσης του θέματος προς εμέ και σε όλη την διάρκεια της έρευνας μέχρι την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θερμές ευχαριστίες προς όλα τα μέλη της επιτροπής που με την επιμέλειά τους τεκμηρίωσαν την εργασία μου.

Στην συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους εκπροσώπους των εταιρειών που με βοήθησαν στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών, χρήσιμων για την μελέτη και την έρευνά μου, καθώς και όλους όσους με βοήθησαν με την πείρα τους και τις σπουδές τους στην ολοκλήρωση της προσπάθειάς μου.

Τέλος, αν και γνωρίζω ότι τα λόγια είναι περιττά, θα ήθελα να εκφράσω ξεχωριστά στους δικούς μου ανθρώπους την ευγνωμοσύνη μου.

Θέλω να πω ένα «ταπεινό» ευχαριστώ, στους γονείς μου για την αμέριστη βοήθειά τους και την ηθική συμπαράσταση όλο αυτό το διάστημα ώστε να εκπληρώσω έναν ακόμη στόχο στην ζωή μου, στην αδερφή μου, πηγή θετικής ενέργειας και αισιοδοξίας και στην σύντροφό μου για την άντληση πνευματικής δύναμης.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας με ειδίκευση στην Διαχείριση Ενέργειας και Περιβάλλοντος.

Σκοπός της εν λόγω εργασίας είναι η αξιολόγηση και η αποτύπωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του ανθρακικού αποτυπώματος με την σύγκριση δοχείων ελαιολάδου πλαστικού μπουκαλιού ενός λίτρου, γυάλινου μπουκαλιού ενός λίτρου και μεταλλικού δοχείου τριών λίτρων και των επιμέρους υλικών συσκευασίας κατά την διαδικασία της μεταφοράς τους.

Η σύγκριση των περιβαλλοντικών αποδόσεων των δοχείων μεταφοράς ελαιολάδου γίνεται με την χρήση της μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής μέσω της οποίας θα αναλυθούν επιπλέον τα στάδια παραγωγής, κατασκευής και μεταφοράς των δοχείων μεταφοράς ελαιολάδου.

Αρχικά, στο θεωρητικό μέρος αναλύονται διάφορες έννοιες οι οποίες καθορίζουν τα τελευταία χρόνια τα παγκόσμια θεσμικά και νομικά πλαίσια σχετικά με το περιβάλλον και οδηγούν την ανθρώπινη κοινωνία να αξιολογεί και να υπολογίζει το περιβαλλοντικό αντίκτυπο κάθε διαδικασίας της. Στα δύο πρώτα κεφάλαια αναλύονται οι έννοιες της Βιώσιμης Ανάπτυξης, όντας η βάση για την περιβαλλοντική συνείδηση, και της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, επισημαίνοντας την σημασία της συσκευασίας για τα προϊόντα και τον καθοριστικό της ρόλο στην Εφοδιαστική Αλυσίδα. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται το αποτέλεσμα των δύο παραπάνω εννοιών το οποίο είναι η Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα και οι εφαρμογές αυτής στα πλαίσια των διεργασιών και των διαδικασιών καθ' όλη την πορεία της ζωής των προϊόντων. Κατόπιν, παρουσιάζεται στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής με την οποία γίνεται εκτίμηση των επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής των προϊόντων και στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύεται ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος ( εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ) με το οποίο καταδεικνύεται η περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων.

Στην συνέχεια ακολουθεί το πρακτικό μέρος, αρχής γενομένης από την μελέτη περίπτωσης όπου στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πραγματικά δεδομένα των 3 τριών διαφορετικών περιπτώσεων δοχείων εμφιάλωσης ελαιολάδου μίας εταιρείας εξαγωγής ελαιολάδου για τα οποία θα αποτυπωθούν οι επιπτώσεις του Κύκλου Ζωής τους και τα 4 σενάρια μεταφοράς προς διαφορετικούς τελικούς προορισμούς εξαγωγής από εταιρεία μεταφοράς προϊόντων μέσω των οποίων θα γίνει η ποσοτικοποίηση του ανθρακικού αποτυπώματος.

Τέλος στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο, η επεξεργασία των δεδομένων και η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα πραγματοποιήθηκαν με την χρήση λογισμικών προγραμμάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης όπως είναι το SimaPro και το CES – Edupack, αντίστοιχα.

Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα των παραπάνω αποτελεσμάτων.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	2
Περίληψη .....	3
Ευρετήριο Εικόνων .....	6
Ευρετήριο Πινάκων.....	7
Ευρετήριο Διαγραμμάτων .....	7
Συντομογραφίες .....	8
Κεφάλαιο 1. Βιώσιμη ή Αειφόρος Ανάπτυξη – Sustainable Development .....	9
1.1. Εισαγωγή.....	9
1.2. Ιστορική Αναδρομή.....	10
1.3. Ορισμός και σημασία της Βιώσιμης ή Αειφόρου Ανάπτυξης.....	11
1.4. Οι βασικοί πυλώνες της Βιώσιμης Ανάπτυξης .....	14
1.5. Βιώσιμη Ανάπτυξη και Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	16
Κεφάλαιο 2. Εφοδιαστική Αλυσίδα – Logistics .....	17
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	17
2.2 Έννοια Εφοδιαστικής Αλυσίδας - Supply Chain Management ( SCM ) .....	19
2.3. Ορισμός της έννοιας Logistics .....	21
2.4. Βασικές λειτουργίες των Logistics.....	23
2.5. Ο ρόλος της συσκευασίας .....	25
Κεφάλαιο 3. Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα – Green Supply Chain Management (GSCM).....	28
3.1. Ιστορική εξέλιξη.....	28
3.2. Ορισμός Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας ( Green Supply Chain Management - GSCM)....	30
3.3. Βασικοί τομείς της Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	32
3.3.1. Πράσινο Προϊόν – Green Product.....	32
3.3.1.1. Πράσινος Σχεδιασμός Προϊόντος – Green Design.....	32
3.3.1.2. Πράσινη Παραγωγή – Green Manufacturing .....	33
3.3.2. Πράσινες Μεταφορές και Διανομή – Green Distribution & Transport.....	34

3.3.3. Πράσινη Αποθήκη – Green Warehousing.....	35
3.3.4. Αντίστροφα Logistics (Reserved Logistics).....	36
Κεφάλαιο 4. Ανάλυση Κύκλου Ζωής – Life Cycle Assessment.....	38
4.1. Εισαγωγή.....	38
4.2. Ορισμοί Ανάλυσης Κύκλου Ζωής .....	39
4.3. Ιστορική Αναδρομή Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	40
4.4. Διεθνή Πρότυπα ISO.....	42
4.5. Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	44
4.5.1. Προσδιορισμός σκοπού και αντικείμενου μελέτης .....	45
4.5.2. Απογραφή των δεδομένων .....	46
4.5.3. Εκτίμηση Επιπτώσεων .....	48
4.5.4 Εκτίμηση των βελτιώσεων .....	50
Κεφάλαιο 5. Ανθρακικό Αποτύπωμα – Carbon Footprinting.....	51
5.1. Ορισμός Ανθρακικού Αποτυπώματος.....	51
5.2. Πρότυπο Μέτρησης Ανθρακικού Αποτυπώματος .....	54
5.3. Τρόποι Υπολογισμού Ανθρακικού Αποτυπώματος .....	55
5.4. Μεταφορά και Ανθρακικό Αποτύπωμα .....	57
Κεφάλαιο 6. Μελέτη Περίπτωσης.....	59
6.1. Σκοπός και αντικείμενο μελέτης.....	59
6.2. Πηγές συλλογής αριθμητικών δεδομένων .....	60
6.3. Περιπτώσεις μελέτης.....	60
6.3.1. Τεχνικά στοιχεία δοχείων λαδιού μελέτης .....	60
6.3.2. Δεδομένα σχετικά με την μεταφορά των δοχείων ελαιολάδου .....	64
6.4. Λογισμικό SimaPro .....	67
6.4.1. Απογραφή δεδομένων .....	67
6.4.2. Δομή μεθόδων αξιολόγησης επιπτώσεων στο SimaPro.....	67
6.4.3. Μέθοδος Αξιολόγησης Eco-Indicator 99H .....	69
A. Κατηγοριοποίηση ζημιών - Eco-Indicator 99 .....	69

B. Κατηγοριοποίηση επιπτώσεων – Eco-Indicator 99 .....	70
6.4.4. Μέθοδος Αξιολόγησης CML .....	71
6.4.5. Μοντελοποίηση λογισμικού SimaPro 7.1 .....	72
6.5. Περιγραφή Λογισμικού EduPack.....	80
6.5.1. Μοντελοποίηση λογισμικού CES-EduPack.....	80
7. Αποτελέσματα.....	82
7.1 Αποτελέσματα λογισμικού SimaPro .....	82
7.2. Αποτελέσματα λογισμικού EduPack.....	87
7.2.1. Συλλογή αποτελεσμάτων λογισμικού EduPack .....	88
7.2.2. Αποτελέσματα και αξιολόγηση αποτελεσμάτων λογισμικού EduPack. ....	90
8. Συμπεράσματα – Εκτίμηση Βελτιώσεων .....	102
Βιβλιογραφία.....	105

## **Ευρετήριο Εικόνων**

Εικόνα 1: Στόχοι της Agenda 2030 .....	14
Εικόνα 2: Πυλώνες Βιώσιμης Ανάπτυξης.....	15
Εικόνα 3: Παράδειγμα σταδίων συσκευασίας.....	27
Εικόνα 4: Χαρακτηριστικό παράδειγμα των σταδίων συσκευασίας .....	27
Εικόνα 5: Ιστορική εξέλιξη των Logistics.....	29
Εικόνα 6: Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	39
Εικόνα 7: Κύριες διεργασίες που αποτελούν την πορεία ενός προϊόντος .....	40
Εικόνα 8: Ιστορική εξέλιξη της μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	42
Εικόνα 9: Πρότυπα ISO με περιβαλλοντικούς άξονες ( 2η στήλη ISO σχετικά με την AKZ ).....	43
Εικόνα 10: Εξέλιξη ISO 14040-044:2006 .....	44
Εικόνα 11: Φάσεις μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	45
Εικόνα 12: Ενδεικτικές εισροές και εκροές ενός συστήματος ανάλυσης προϊόντος.....	47
Εικόνα 13: Ανθρακικό Αποτύπωμα .....	51
Εικόνα 14: Πεδία εφαρμογής Greenhouse Gas Protocol Emissions .....	52
Εικόνα 15: Ιστορική και μελλοντική εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο.....	53
Εικόνα 16: Τα 5 βήματα για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος.....	57
Εικόνα 17: Σύγκριση μέσων μεταφοράς βάσει των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.....	58

Εικόνα 18: Καρτέλα δημιουργίας νέου project στο λογισμικό SimaPro.....	73
Εικόνα 19: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία δοχείου (Inventory-Processes).....	73
Εικόνα 20: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία καπακιού ανά δοχείου (Inventory-Processes).....	74
Εικόνα 21: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία χαρτοκιβωτίου (Inventory-Processes).....	74
Εικόνα 22: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία προστατευτικού καλύμματος (Inventory-Processes).....	75
Εικόνα 23: Καρτέλες οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών 1ου σταδίου συσκευασίας για τις 3 περιπτώσεις δοχείων ( περιλαμβ. φιάλη και καπάκι / Inventory-Product Stages).....	76
Εικόνα 24: Καρτέλες οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών 2ου σταδίου συσκευασίας για τις 3 περιπτώσεις δοχείων ( περιλαμβ. χαρτοκιβώτιο / Inventory-Product Stages).....	78
Εικόνα 25: Καρτέλα οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών του 3ου σταδίου συσκευασίας. ( περιλαμβ. προστατευτικό κάλυμμα / Inventory-ProductStages).....	78
Εικόνα 26: Καρτέλα τελικής συναρμολόγησης των 3 σταδίων συσκευασίας ανά φιάλη περίπτωσης (Assembly).....	79

## **Ευρετήριο Πινάκων**

Πίνακας 1: Τεχνικά χαρακτηριστικά δοχείων ελαιολάδου.....	62
Πίνακας 2: Ποσότητα υλικού συσκευασίας ανά δοχείο περίπτωσης.....	63
Πίνακας 3: Ποσότητα προϊόντων ανά περίπτωση δοχείου για διανομή μίας διαδρομής.....	64
Πίνακας 4: Σενάρια μεταφορών προς τελικούς προορισμούς.....	66
Πίνακας 5: Ποσοστά ανά κατηγορίας επιπτώσεων για πλαστικό & γυάλινο μπουκάλι ενός λίτρου.....	86
Πίνακας 6: Κατηγορίες επιπτώσεων GWP 100 & Energy Resources.....	87
Πίνακας 7: Πίνακας αποτελεσμάτων καταναλισκόμενης ενέργειας βάσει των 4 σεναρίων μεταφοράς μέσω λογισμικού EduPack.....	89
Πίνακας 8: Πίνακας αποτελεσμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO <sub>2</sub> βάσει των 4 σεναρίων μεταφοράς μέσω λογισμικού EduPack.....	90
Πίνακας 9: Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μέσο μεταφοράς ( 3ο σενάριο μεταφοράς ).....	100

## **Ευρετήριο Διαγραμμάτων**

Διάγραμμα 1: Ποσοστό παγκόσμιων ατμοσφαιρικών εκπομπών για το 2016 ανά τομέα.....	57
Διάγραμμα 2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας πλαστικού μπουκαλιού ελαιολάδου 1 λίτρου.....	82
Διάγραμμα 3: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας γυάλινου μπουκαλιού ελαιολάδου 1 λίτρου.....	83
Διάγραμμα 4: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας μεταλλικού δοχείου ελαιολάδου 3 λίτρων.....	84

Διάγραμμα 5: Συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των 3 διαφορετικών φιαλών ελαιολάδου ως μελέτη περίπτωσης .....	85
Διάγραμμα 6: Σεν.1, Σεν.2, Σεν.3, Σεν.4 - Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη καταναλισκόμενης ενέργειας ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε φιάλη εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.....	92
Διάγραμμα 7: Σεν.1, Σεν.2, Σεν.3, Σεν.4 - Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε φιάλη εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.....	95
Διάγραμμα 8: Αξιολόγηση συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (MJ) ανά σενάρια μεταφοράς & είδος φιάλης.....	96
Διάγραμμα 9: Αξιολόγηση συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) ανά σενάρια μεταφοράς & είδος φιάλης.....	97
Διάγραμμα 10: Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μέσο μεταφοράς κατά μέσο όρο .....	100
Διάγραμμα 11: Ποσοστό ανθρακικού αποτυπώματος ανά μέσο μεταφοράς στην παρούσα μελέτη περίπτωσης ( 3ο σενάριο μεταφοράς ) .....	101

## Συντομογραφίες

<b>Συντομογραφίες</b>	<b>Ερμηνείες</b>
UNEP	United Nations Environment Programme
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
WCN	World Conservation Union
WCED	World Commission on Environment and Development
S.D.	Sustainable Development
S.C.	Supply Chain
G.S.C.	Green Supply Chain
L.C.A.	Life Cycle Assessment
SE.T.A.C.	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
R.E.P.A.	Resource and Environmental Profile Analysis
I.S.O.	International Organization for Standardization
D.E.A.T.	Department of Environmental Affairs and Tourism
W.R.I.	World Resources Institute
W.B.C.S.D.	World Business Council For Sustainable Development
G.H.G.P.	Greenhouse Gas Protocol
D.E.F.R.A.	Department for Environment, Food & Rural Affairs (UK)
B.S.I.	British Standard Institution
I.M.O.	International Maritime Organization
CO <sub>2</sub>	Διοξείδιο του Άνθρακα
G.W.P.	Global Warming Potential
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals



# **Κεφάλαιο 1. Βιώσιμη ή Αειφόρος Ανάπτυξη – Sustainable Development**

## **1.1. Εισαγωγή**

Η βιομηχανική επανάσταση ήταν η αρχή για να αλλάξουν ριζικά οι ισορροπίες μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος. Η ραγδαία τεχνολογική και οικονομική εξέλιξη άλλαξε τόσο γρήγορα τον τρόπο ζωής του μέσου ανθρώπου χωρίς να του αφήνει περιθώριο να αξιολογήσει την μεγάλη αρνητική παρέμβασή του στο περιβάλλον.

Μετά την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης η πληθυσμιακή ανάπτυξη και συσσώρευση των ανθρώπων σε περιορισμένη έκταση δημιούργησε εκτεταμένα περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία συνεπάγονται την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος (οικοσυστήματα). Έτσι η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σε συνδυασμό με την εξέλιξη σε τεχνολογικό και οικονομικό επίπεδο οδήγησαν σε μια συνεχή αυξανόμενη ζήτηση αγαθών και υπηρεσιών από τους καταναλωτές. Ειδικότερα με την παγκοσμιοποίηση, οι απαιτήσεις των καταναλωτών για την παροχή ποιοτικών και οικονομικών αγαθών και υπηρεσιών για τις κατοικίες τους και η άμεση ανταπόκριση των βιομηχανιών-επιχειρήσεων για να ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες μεταφράζονται σε ανάπτυξη και τελειοποίηση των διαδικασιών των εφοδιαστικών αλυσίδων και αμβλύνοντας τις χιλιομετρικές αποστάσεις (μέσα μεταφοράς), αλλά με μεγάλο περιβαλλοντικό κόστος. Η παραγωγή, η μεταφορά, η αποθήκευση και η κατανάλωση αγαθών αποτέλεσαν τις αιτίες για την δημιουργία τεράστιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αναφορικά τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία έχουν αναδειχθεί έως και σήμερα είναι η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση νερού-εδάφους-αέρα, η καταστροφή των οικοσυστημάτων, η εξάντληση των φυσικών πόρων και η παραγωγή-διάθεση των αποβλήτων.

Έτσι έγινε άμεσα κατανοητό ότι ήταν λανθασμένη η άποψη πως το φυσικό περιβάλλον είναι μία ανεξέλεγκτη πηγή απορρόφησης αποβλήτων και αντικατάστασής τους με την παραγωγή πρώτων υλών.

Τα τελευταία χρόνια έγινε κατανοητό και χαίρει παγκόσμιας αποδοχής ότι ο μοναδικός δρόμος για την ύπαρξη και την συνέχεια της ανθρωπότητας είναι η προστασία του περιβάλλοντος μέσω της βιώσιμης ανάπτυξης. Η Βιώσιμη Ανάπτυξη έγινε επιτακτική η εφαρμογή σε επίπεδο επιχειρήσεων και συγκεκριμένα στα στάδια της εφοδιαστικής τους

αλυσίδας αφού κάποια από αυτά συντελούν σε μεγάλο ποσοστό στην εμφάνιση περιβαλλοντικών προβλημάτων.

## 1.2. Ιστορική Αναδρομή

Η νομική και πολιτική υπόσταση της προστασίας του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία μέχρι τότε δεν μπορούσε να εφαρμοστεί σε ένα μεγάλο φάσμα διαδικασιών, διαμορφώθηκε στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Σε αυτό συνέβαλαν διάφορες ρυθμιστικές αρχές με διεθνείς συμβάσεις και πρότυπα τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα να οριστεί η βιώσιμη ανάπτυξη και αυτό συμπεριελάμβανε την παρακολούθηση των επιχειρήσεων για τις περιβαλλοντικές αλλά και οικονομικές τους επιδόσεις ( Μαλινδρέτος, 2015).

Η οικουμενική αποδοχή των περιβαλλοντικών προβλημάτων οδήγησε στην πραγματοποίηση της Διάσκεψης του 1972 από τον Ο.Η.Ε., στην Στοκχόλμη, για το περιβάλλον του ανθρώπου αφού είναι και το πρώτο Παγκόσμιο Συνέδριο όπου αφιερώνεται στα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αποτελεί αφετηρία για την συλλογική δράση για την προστασία του περιβάλλοντος αφού ένα από τα αποτελέσματα είναι η δημιουργία του Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών ( UNEP ). ( BacDorin Paul, 2008)

Από το 1970 έως και το 1990 συνάπτονται διεθνείς Συμβάσεις όπου δείχνουν ότι η ανάπτυξη με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος είχε εγκαθιδρυθεί στην πολιτική ατζέντα. Αναφορικά έχουμε τις εξής:

**Σύμβαση των Παρισίων ( 1972 ) :** Προστασία Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς.

**Σύμβαση της Ουάσινγκτον ( 1973 ) :** Προστασία των απειλούμενων ειδών πανίδας και χλωρίδας.

**Σύμβαση της Βαρκελώνης ( 1976 ) :** Προστασία της Μεσογείου.

**Σύμβαση της Βιέννης (1985):** Προστασία της Στοιβάδας του Όζοντος.

**Σύμβασης της Βασιλείας (1989):** Έλεγχος για την διακίνηση και διάθεση επικίνδυνων αποβλήτων.

(Wikipedia)

Έτσι εμφανίζεται ο ορισμός της Βιώσιμης ή Αειφόρου Ανάπτυξης από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη με το **Παγκόσμιο Συνέδριο του 1992 στο**

**Ρίο ντε Τζανέιρο** όπου καθορίζονται οι βασικοί πυλώνες εφαρμογής της Βιώσιμης Ανάπτυξης όπως θα δούμε παρακάτω.

Τέλος, από την δεκαετία του '90 έως και σήμερα, με διάφορα πρωτόκολλα και συνόδους καθορίστηκαν θεσμικά και νομικά πλαίσια για συντονισμένη δράση τόσο σε τοπικό – διεθνές επίπεδο, όσο και σε επίπεδο καταναλωτών και επιχειρήσεων, για τον έλεγχο των εκπομπών ρυπογόνων αερίων. Ενδεικτικά:

**Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ ( 1987 )** : Περιορισμός και εξάλειψη ουσιών-αερίων που προσβάλλουν την Στοιβάδα του όζοντος

**Πρωτόκολλο του Κιότο ( 1997 )** : Μείωση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων.

**Σύνοδος του Γιοχάνεσμπουργκ (2002):** Σχέδιο Εφαρμογής για την Αειφόρο Ανάπτυξη

**Τροποποίηση της Ντόχα ( 2012 )** : Επέκταση του Πρωτόκολλου του Κιότο.

**Σύνοδος Κορυφής Ενωμένων Εθνών - Νέα Υόρκη ( 2015 )** : Agenda 2030

**Συμφωνία των Παρισίων: ( 2015 )** : Σταθεροποίηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη.

(Gazala Habib, 2016)

### **1.3. Ορισμός και σημασία της Βιώσιμης ή Αειφόρου Ανάπτυξης**

Το 1980, η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση των Φυσικών Πόρων (International Union for the Conservation of Natural Resources, IUCN) δημοσίευσε την Παγκόσμια Στρατηγική Διατήρησης (World Conservation Strategy, WCS), η οποία αποτέλεσε τον προάγγελο της έννοιας της βιώσιμης ανάπτυξης (IUCN, 2008).

Η βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη, που ονομάζεται επίσης και συνεχής ή διαρκής ή εντατική ή αποδοτική ανάπτυξη, ορίστηκε για πρώτη φορά το 1987 στη Παγκόσμια Επιτροπή για το περιβάλλον και την ανάπτυξη από την GroHarlem Brundtland, η οποία ήταν τότε πρωθυπουργός της Νορβηγίας. Στην τελική έκθεση της επιτροπής με τίτλο «Το Κοινό μας Μέλλον-Our Common Future», που ονομάστηκε επίσης και έκθεση Brundtland, η βιώσιμη ανάπτυξη ορίστηκε ως ( Mebratu, 1998):

*«Η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να δεσμεύει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες».*

Ωστόσο, στόχος της αειφόρου ανάπτυξης δεν είναι αποκλειστικά η εξασφάλιση του μέλλοντος θυσιάζοντας την ευμάρεια του παρόντος, αλλά η παράλληλη ορθολογική χρήση των υπαρχόντων πόρων και η ευημερία της παρούσας γενιάς. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development, WCED), ο ορισμός της Βιώσιμης Ανάπτυξης στηρίζεται δύο βασικές ιδέες (National Assembly for Wales, 2015):

- ✚ Την ιδέα των αναγκών και ουσιαστικά των ζωτικής σημασίας αναγκών των φτωχών του πλανήτη, η κάλυψη των οποίων πρέπει να αποτελεί βασική προτεραιότητα.
- ✚ Την ιδέα των ορίων που επιβάλλονται από την υπάρχουσα τεχνολογική γνώση και μορφή κοινωνικής οργάνωσης και από τις δυνατότητες που μας παρέχει το φυσικό περιβάλλον για την ικανοποίηση των τωρινών και μελλοντικών αναγκών. (WCED, 1987).

Η επιτροπή εργάστηκε στην ενοποίηση του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης. Ουσιαστικά ανέπτυξε τον ισχυρισμό ότι το περιβάλλον είναι ο χώρος στον οποίο ζούμε και επομένως πραγματική ανάπτυξη δεν νοείται χωρίς βελτίωση του χώρου αυτού. Η πρωτοβουλία της WCS κορυφώθηκε με την έγκριση του Παγκόσμιου Καταστατικού Χάρτη για την Φύση (World Charter for Nature). Ο Χάρτης δήλωσε ότι «η ανθρωπότητα είναι ένα μέρος της φύσης και η ζωή εξαρτάται από την αδιάλειπτη λειτουργία των φυσικών συστημάτων» (Μουσιόπουλος, 2015).

Σημαντικός σταθμός στην ωρίμανση της αρχής της Βιώσιμης Ανάπτυξης ήταν η **Συνδιάσκεψη του Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992** όπου έγινε για πρώτη φορά συντονισμένη προσπάθεια, καθορίστηκε η αναγκαιότητα μίας βιώσιμης ανάπτυξης και τέθηκαν στόχοι σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Πάνω από 100 ηγέτες χωρών δεσμεύτηκαν να λάβουν μέτρα και να εφαρμόσουν πολιτική διεξόδου από την περιβαλλοντική κρίση, όπως αυτή περιγράφονταν στο κείμενο που προσυπέγραψαν, το οποίο έμεινε γνωστό ως «Agenda 21». Η Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη υπήρξε η κορύφωση της πρώιμης συζήτησης για την Βιώσιμη Ανάπτυξη με συνιστώσες όπως, μεταβολή των προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής, την οριοθέτηση της ολοκληρωμένης προσέγγισης των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πυλώνων και την υποχρέωση λήψης μέτρων, με την σύμπραξη κρατών, οργανώσεων και κοινωνικών ομάδων, για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων

( φαινόμενο του θερμοκηπίου, βιοποικιλότητα κ.α.) Είναι χαρακτηριστική η έκφραση «Αρμονία με τη φύση» η οποία ήρθε στο προσκήνιο με την πρώτη αρχή της Διακήρυξης του Ρίο: «Οι άνθρωποι βρίσκονται στο επίκεντρο των ανησυχιών για την αειφόρο ανάπτυξη. Δικαιούνται μια υγιή και παραγωγική ζωή σε αρμονία με τη φύση»

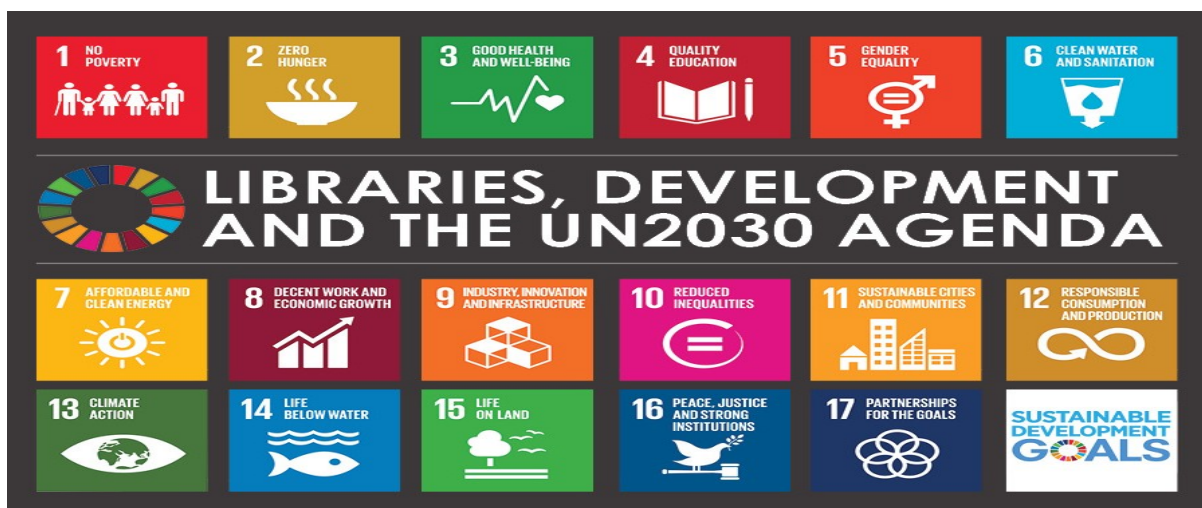
Δέκα χρόνια αργότερα από τη διάσκεψη του Ρίο, το 2002, πραγματοποιήθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ η Παγκόσμια Διάσκεψη η οποία μερικές φορές αναφέρεται ως Σύνοδος Κορυφής για τη Γη 2002, κατά την οποία συμφωνήθηκε επίσης το Σχέδιο Εφαρμογής της Παγκόσμιας Διάσκεψης Κορυφής για την Αειφόρο Ανάπτυξη, επιβεβαιώνοντας ότι η αειφόρος ανάπτυξη είναι κεντρικό ζήτημα στη διεθνή ατζέντα (WSSD, 2002).

Έτσι, η Παγκόσμια Διάσκεψη για την Αειφόρο Ανάπτυξη (UNCSD) το 2012 - που αναφέρεται επίσης ως «Ρίο +20» ή «Rio 20» χαρακτηρίστηκε ως «η πιο συμμετοχική Διάσκεψη στην ιστορία» και αποτέλεσε «μια παγκόσμια έκφραση της δημοκρατίας» (United Nations, 2012). Η Διάσκεψη επιδίωκε τρεις στόχους: την εξασφάλιση ανανεωμένης πολιτικής δέσμευσης για την αειφόρο ανάπτυξη, την αξιολόγηση της προόδου και κενά στην εφαρμογή των δεσμεύσεων και την αντιμετώπιση νέων και αναδυόμενων προκλήσεων. Τα κράτη μέλη συμφώνησαν σε δύο σημαντικά ζητήματα: την πράσινη οικονομία στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και την εξάλειψη της φτώχειας, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο για την αειφόρο ανάπτυξη (Μουσιόπουλος, 2015).

Τέλος, στην Σύνοδο Κορυφής Ηνωμένων Εθνών το 2015, όπου αποτέλεσμά της είναι η Agenda 2030, ώστε να καθοριστεί το χρονοδιάγραμμα των αναπτυξιακών στόχων των οποίων έληξε η ισχύ τους μετά το 2015 ( Rio+20), για την Βιώσιμη Ανάπτυξη μέχρι το 2030.

Η Agenda 2030 ορίζει ένα ισχυρότερο πλαίσιο αναθεώρησης, εφαρμογής και παρακολούθηση για την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση της βιώσιμης ανάπτυξης με ισορροπημένο και ολοκληρωμένο τρόπο.

<https://ec.europa.eu/europeaid/policies/european-development-policy>



Εικόνα 1: Στόχοι της Agenda 2030 / Πηγή: [www.ifla.org/libraries-development](http://www.ifla.org/libraries-development)

Την ίδια περίοδο, καθορίζονται με την Συμφωνία των Παρισίων σημαντικές αποφάσεις για την μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και έτσι να αποφευχθεί η απειλή της επικίνδυνης κλιματικής αλλαγής. ( Agenda, 2030)

#### 1.4. Οι βασικοί πυλώνες της Βιώσιμης Ανάπτυξης

Πλέον είναι αποδεκτό ότι η βιωσιμότητα είναι μία δυναμική διαδικασία η οποία αλλάζει συνεχώς, μεταβάλλεται χρονικά και τοπικά απαιτεί μια αρμονική ταυτόχρονη εξέλιξη και ανάπτυξη των ανθρώπινων συστημάτων και περιβαλλοντικών συστημάτων ή οικοσυστημάτων.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι βασικοί πυλώνες ( Εικόνα 1 ) οι οποίοι αποτελούν το «Τρίγωνο της Βιωσιμότητας» για την Βιώσιμη Ανάπτυξη και με βάση αυτούς οι επιχειρήσεις εναρμονίζονται και προσπαθούν για να επιτύχουν την βιωσιμότητά τους ( Lennart, 2007) :

##### Περιβάλλον

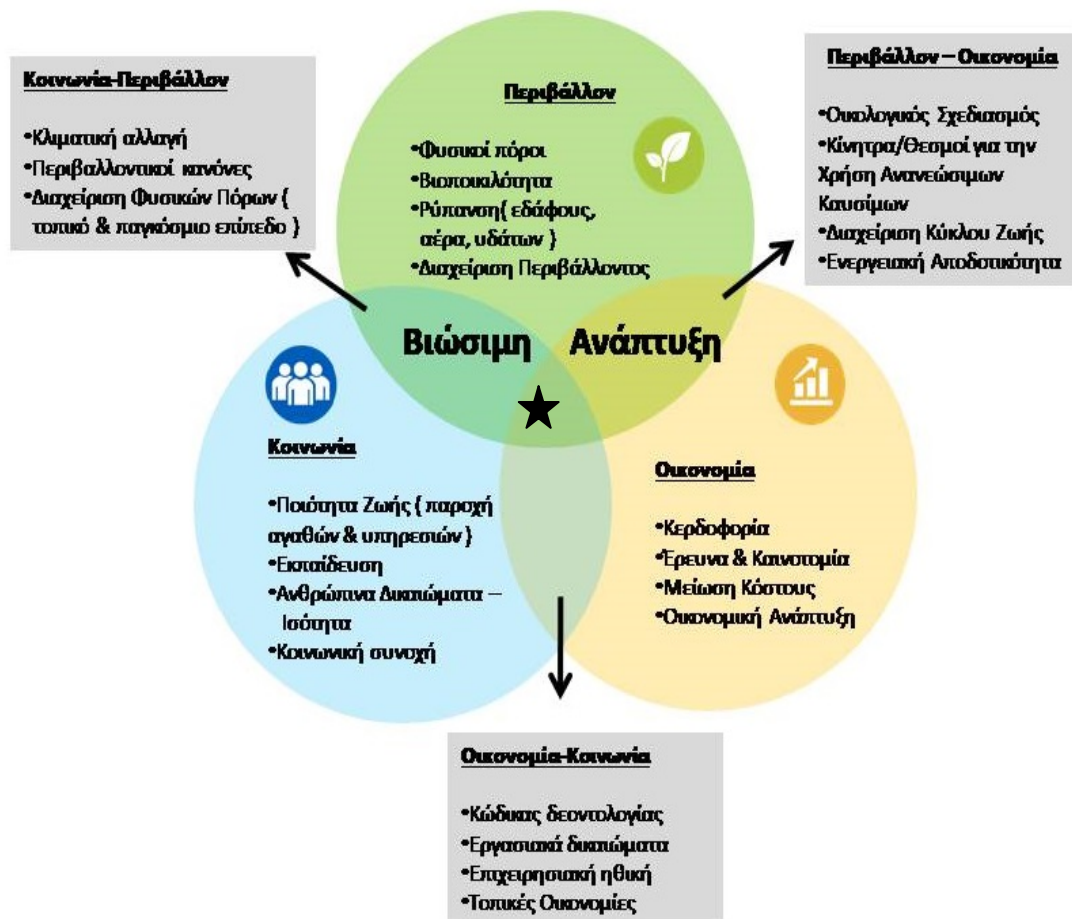
Με έμφαση στη διατήρηση της ικανότητας της γης να ευνοεί τη ζωή σε όλη της την ποικιλία, την τήρηση των ορίων των φυσικών πόρων του πλανήτη και την εξασφάλιση υψηλού επιπέδου όσον αφορά στην προστασία και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Αναπόσπαστο στόχο αποτελούν η πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η προώθηση αειφόρων προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής, ώστε να αποσυνδεθεί η οικονομική μεγέθυνση από την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

## Κοινωνία

Με έμφαση στην «προώθηση μιας δημοκρατικής, υγιούς, ασφαλούς και δίκαιης κοινωνίας, που βασίζεται στην κοινωνική ένταξη και τη συνοχή, σέβεται τα θεμελιώδη δικαιώματα και την πολιτιστική ποικιλομορφία, διασφαλίζει την ισότητα ανδρών και γυναικών και καταπολεμά κάθε μορφή διάκρισης».

## Οικονομία

Με έμφαση στην «προώθηση μιας ακμάζουσας, καινοτόμου, πλούσιας σε γνώσεις, ανταγωνιστικής και οικολογικά αποτελεσματικής οικονομίας, που εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο ζωής, πλήρη απασχόληση και ποιότητα της εργασίας σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση».



Εικόνα 2: Πυλώνες Βιώσιμης Ανάπτυξης

## 1.5. Βιώσιμη Ανάπτυξη και Εφοδιαστική Αλυσίδα

Σε μία εποχή όπου οι απαιτήσεις της κοινωνίας έχουν μεγιστοποιηθεί σε τεράστιο βαθμό λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού, της ταχείας τεχνο-οικονομικής ανάπτυξης και της παγκοσμιοποίησης, με αποτέλεσμα την αλόγιστη κατανάλωση αγαθών. Έτσι οι επιχειρήσεις για να ικανοποιήσουν άμεσα τις ανάγκες των καταναλωτών, εφάρμοσαν τις εφοδιαστικές αλυσίδες ώστε να μειώσουν το κόστος απόκτησης πρώτων υλών, να αυξήσουν και να επιταχύνουν τις ροές των αγαθών ανά τον κόσμο και να μεγιστοποιήσουν το κέρδος του τους χωρίς να υπολογίζουν τις περιβαλλοντικές συνέπειες. Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγή, η μεταφορά και η κατανάλωση των αγαθών συγκαταλέγονται στις βασικές αιτίες για την δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων .όπως είναι η ανεξέλεγκτη παραγωγή αποβλήτων ( στάδιο παραγωγής ) και η εκπομπή επιβλαβών ουσιών – σωματιδίων ( στάδιο μεταφοράς ).

Οι επιχειρήσεις κατανοώντας το περιβαλλοντικό πρόβλημα προσπαθούν να συνδυάσουν την βιωσιμότητα και την διαχείριση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας. Συγκεκριμένα, σχετικά με τις βιώσιμες εφοδιαστικές αλυσίδες έχει διατυπωθεί ο εξής ορισμός:

*«Η διαχείριση βιώσιμων αλυσίδων εφοδιασμού αφορά στη δημιουργία συντονισμένων αλυσίδων εφοδιασμού μέσω της εθελοντικής ένταξης οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων μέσω κύριων διεπιχειρησιακών επιχειρηματικών συστημάτων, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την αποδοτική και αποτελεσματική διαχείριση των ροών υλικών, πληροφοριών, και κεφαλαίων που σχετίζονται με την προμήθεια, την παραγωγή και τη διανομή προϊόντων ή υπηρεσιών, προκειμένου να υπάρχει ανταπόκριση στις απαιτήσεις των εταίρων και βελτίωση της κερδοφορίας, της ανταγωνιστικότητας και της συνεκτικότητας του οργανισμού σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα» ( Ahi & Searcy, 2013).*

Έτσι έρχεται η ώρα που οι βιώσιμες εφοδιαστικές αλυσίδες να τείνουν να ταυτιστούν ουσιαστικά με τις πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες λόγω ότι ο βασικός τους άξονας είναι το περιβάλλον και η διαδικασία καλύπτει όλες τις φάσεις της ζωής ενός προϊόντος( όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο ) και είναι εφικτό να υπολογιστεί η περιβαλλοντική επίδοση κάθε σταδίου της εφοδιαστικής αλυσίδας.



## Κεφάλαιο 2. Εφοδιαστική Αλυσίδα – Logistics

### 2.1 Ιστορική Αναδρομή

Ανατρέχοντας στο παρελθόν διακρίνονται συστήματα Εφοδιαστικής Αλυσίδας τα οποία εφαρμόζονται σε διάφορες χρονικές στιγμές κατά το πέρασμα των χρόνων, αρχής γενομένης από την εποχή του Ηροδότου, με τον όρο Λογιστικά. Πιο συγκεκριμένα, τα συστήματα Εφοδιαστικής Αλυσίδας κάνουν την εμφάνισή τους στις πολεμικές προετοιμασίες των Περσών οι οποίοι διακρίνονταν για την εφοδιαστική και λογιστική υποστήριξη των εκστρατειών τους. Σχετικό παράδειγμα είναι η προετοιμασία για την εκστρατεία του Ξέρξη κατά των Ελλήνων, με την εφαρμογή του «σχεδίου εισβολής», το οποίο περιελάμβανε την κατασκευή μεγάλων αποθηκών στα Θρακικά και Μακεδονικά παράλια, με σκοπό την μεταφορά και την συγκέντρωση εφοδίων και τροφίμων για τον στρατό και τα ζώα (Καραδημητρίου, 2015).

Ως πρώτος «Logistician» αναφέρεται από τον Engels D.W. (1978), ο Μέγας Αλέξανδρος, ο οποίος εφάρμοσε στρατηγικές και μεθόδους βασισμένες στα logistics για τον σωστό και συνεχή εφοδιασμό των στρατευμάτων της εκστρατείας του και της αυτοκρατορίας του.

Αξιοσημείωτο είναι, ότι η ανάπτυξη των πολιτισμών των αρχαίων Ελλήνων, των Αιγυπτίων, των Φοινίκων και των Ρωμαίων, ως κέντρα πολιτισμού γραμμάτων και εμπορίου, είχε ως βάση την ανάπτυξη της εφοδιαστικής αλυσίδας – μεταφορικού συστήματος, καθώς αποτελεί σημαντική προϋπόθεση των Logistics (Russell T. Scott, 1979).

Η ετυμολογία της έννοιας Εφοδιαστικής Αλυσίδας/Logistics προέρχεται από τον ελληνικό όρο «λόγος», που σημαίνει λογική, με την έννοια της εκλογίκευσης και σκοπό την επίτευξη ορισμένων συγκεκριμένων στόχων. Κατά πολλούς, η χρήση του όρου «Λογιστική» εφαρμόζεται πρώτη φορά από τον αυτοκράτορα του Βυζαντίου «Λέοντα τον Σοφό» για τον εφοδιασμό και συντήρηση του στρατού στα πέρατα της αυτοκρατορίας ( Μαλινδρέτος ).

Στον πορεία της ανθρωπότητας, πολλές εκβάσεις μαχών κρίθηκαν και θεωρήθηκαν ως αποτέλεσμα σωστής εφαρμογής της παραπάνω έννοιας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η ήττα των Βρετανών στον Αμερικανικό Πόλεμο Ανεξαρτησίας αφού ο πολυάριθμος στρατός των ηττημένων τροφοδοτούνταν ( τρόφιμα και πολεμοφόδια ) μόνο από την «μακρινή»

Βρετανία, πράγμα που κατέστη ανεπαρκές και χρονοβόρο για τα στρατεύματα. (Bowler R.A.,1975)

Η καθοριστική ήττα του Γερμανού Στρατηγού Ρόμελ στο αφρικανικό μέτωπο από τους Συμμάχους, ο οποίος άλλαξε και την ροή του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, μπορεί να θεωρηθεί ως δεξιοτεχνικής και κακής εφαρμογής από τους 2 εχθρούς. Ο ίδιος ο Ρόμελ έχει αναφέρει : *«Η πρώτη και βασική προϋπόθεση για να καταφέρει ένας στρατός να αντιμετωπίσει την πίεση της μάχης είναι τα επαρκή αποθέματα. Στην πραγματικότητα η μάχη δίνεται και κρίνεται από τους φροντιστές, προτού καν πέσει ο πρώτος πυροβολισμός»*. (Κορέα Ασάνα, 2009 )

Έτσι μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και ειδικότερα την δεκαετία του '50, η λέξη « Logistics» έγινε γνωστή στην στρατιωτική ορολογία της άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών και σιγά σιγά τα logistics έγιναν απαραίτητο εργαλείο για τα στρατιωτικά επιτελεία όλου του κόσμου με την εφαρμογή τους στην μετακίνηση του εξοπλισμού και του εφοδιασμού των στρατευμάτων.

Βέβαια, τα logistics δεν παρέμειναν μόνο στα στενά όρια της χρήσης του στρατού, αλλά κατά τις δεκαετίες '70 και '80 εισάγονται στην καθημερινή πραγματικότητα. Η μεγάλη ζήτηση αγαθών και υπηρεσιών λόγω της αύξησης του πληθυσμού οδηγούν τις επιχειρήσεις να εφαρμόσουν μηχανισμούς logistics ώστε να ανταποκριθούν στην αύξηση της παραγωγικής ικανότητας, στην ταχύτερη απόκτηση πρώτων υλών και να ενσωματωθούν στον κόσμο των νέων τεχνολογιών. Κοινή συνιστάμενη ο συντονισμός και η εξυπηρέτηση των σημείων παραγωγής και κατανάλωσης, ανεξαρτήτως γεωγραφικής ή χρονικής απόστασης.

Έτσι στην δεκαετία του '90, λόγω της παγκοσμιοποίησης και της ραγδαίας τεχνολογικής διάδοσης πληροφοριών, πολλές επιχειρήσεις στρέφονται προς την διαχείριση ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας (προμηθειών, παραγωγής, μεταφοράς και διανομής των προϊόντων ) και δίνεται η δυνατότητα σε μεγάλες εταιρείες, όπως η Dell και η Hewlett-Packard να λειτουργήσουν με επιτυχία μία σειρά συνεργατικών εφοδιαστικών δικτύων στα οποία κάθε εξειδικευμένος συνεργάτης επικεντρωνόταν μόνο σε μερικές βασικές στρατηγικές δραστηριότητες.

Φτάνοντας στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, οι συντελούμενες αλλαγές στο επιχειρησιακό περιβάλλον, ο συνεχής και αυξανόμενος ανταγωνισμός ανά τον κόσμο, για βέλτιστη χρήση φυσικών πόρων,

η παραγωγή προϊόντων, ο βέλτιστος τρόπος διάθεσής του, η άμεσα και τέλεια παραγωγική συνεργασία μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών και η άμεση ικανοποίηση του καταναλωτή δείχνει ότι η εφαρμογή πλαισίου Logistics είναι επιβεβλημένη για τις επιχειρήσεις στον αδιάκοπο «στίβο» για ελαχιστοποίηση του κόστους και άμεση διάθεση των προϊόντων-υπηρεσιών τους.

## **2.2 Έννοια Εφοδιαστικής Αλυσίδας - Supply Chain Management ( SCM )**

Ο ορισμός « Εφοδιαστική Αλυσίδα » επινοήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '70. Ο Burnbury ( 1975 ) χρησιμοποίησε τον όρο της « εφοδιαστικής αλυσίδας » για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας προς τον τελικό καταναλωτή ( Fortes, 2009).

Στην συνέχεια, ως ευρύτερα γνωστό ορισμό λαμβάνουμε υπόψη μας αυτόν του Quinn( 1977 ): Η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες και τις διαδικασίες που σχετίζονται με τον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών, την διανομή και την εξυπηρέτηση πελατών που εκτελούνται από δύο ή περισσότερες επιχειρήσεις με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη.

Ακόμη ένας ορισμός είναι ο εξής:

Beamon (1998): Μια αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να οριστεί ως μια ολοκληρωμένη διαδικασία στην οποία διάφοροι επιχειρηματικοί φορείς (δηλ. Προμηθευτές, κατασκευαστές, διανομείς και λιανοπωλητές) συνεργάζονται για να: (1) αποκτήσουν πρώτες ύλες, (2) μετατρέπουν αυτές τις πρώτες ύλες σε συγκεκριμένα τελικά προϊόντα και (3) να παραδώσει αυτά τα τελικά προϊόντα στους λιανοπωλητές.

Άρα η Εφοδιαστική Αλυσίδα μπορεί να γίνει αντιληπτή ως μία γραμμική απεικόνιση η οποία αποτελείται από ένα πολύπλοκο και δαιδαλώδες σύστημα γεωγραφικών διάσπαρτων εγκαταστάσεων μεταξύ των οποίων διακινούνται και ανταλλάσσονται πληροφορίες, υπηρεσίες, προϊόντα και χρηματικά κεφάλαια.

Αντικειμενικός λοιπόν σκοπός αποτελεί η αύξηση της συνολικής κερδοφορίας κατά μήκος της αλυσίδας, η οποία και συνεπάγεται την αύξηση της κερδοφορίας όλων των εταίρων της. Αυτό επιτυγχάνεται με την έγκαιρη κατανόηση και ικανοποίηση των πελατειακών αναγκών και με την προσφορά προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας και ανταγωνιστικού κόστους.

Όπως, αναφέραμε και παραπάνω, στον 21<sup>ο</sup> αιώνα είναι μεγάλος ο ρυθμός των μεταβολών στο επιχειρησιακό περιβάλλον. Η παγκοσμιοποίηση η οποία συνεπάγεται επιχειρησιακές συνεργασίες και εξάπλωση των πολυεθνικών εταιρειών, η ανάπτυξης της τεχνολογίας πληροφοριών ισούται με την τεράστια πτώση του κόστους των πληροφοριών και η αναζήτηση για την ελαχιστοποίηση του κόστους απόκτησης πρώτων υλών και διανομής των προϊόντων οδηγούν τις επιχειρήσεις να ρίξουν το βάρος στην διαχείριση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας.

Η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας ενοποιεί και ολοκληρώνει τον σχεδιασμό και τη διαχείριση όλων των ενεργειών-δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τις διαδικασίες προμήθειας, την παραγωγή-μεταποίηση και όλες τις δραστηριότητες της διανομής. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνει το συντονισμό και τη συνεργασία με όλους τους εταίρους του καναλιού εφοδιασμού, πού μπορεί να είναι προμηθευτές, μεσάζοντες, εταιρείες παροχής υπηρεσιών Third Party Logistics (3PL) και πελάτες. Κατ' ουσία, η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας ενοποιεί και ολοκληρώνει το σχεδιασμό, τις προμήθειες, την παραγωγή, την αποθήκευση, τη μεταφορά και τις πωλήσεις τόσο μέσα στις επιχειρήσεις όσο και μεταξύ αυτών. ( Οικονομόπουλος Γεώργιος, 2011)

Ο βασικός στόχος και σκοπός εφαρμογής των Logistics είναι να επιτυγχάνεται σε όλο το εύρος της αλυσίδας η αύξηση της κερδοφορίας των εταίρων της, να υπάρχει ποιοτική και χρονική ικανοποίηση στις ανάγκες των πελατών και να ανταποκρίνονται στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον του ανταγωνισμού στην σημερινή εποχή

Ορισμοί οι οποίοι έχουν διατυπωθεί και είναι αποδεκτοί:

Mentzer. et al. (2001): Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο συστηματικός και στρατηγικός συντονισμός των παραδοσιακών επιχειρηματικών λειτουργιών και τακτικών μέσα στην επιχείρηση και μεταξύ των επιχειρήσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας, για λόγους βελτίωσης της μακροπρόθεσμης απόδοσης των μεμονωμένων επιχειρήσεων και της εφοδιαστικής αλυσίδας ως σύνολο.

La Londe and Masters (1994): Η στρατηγική της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει δύο ή περισσότερες επιχειρήσεις σε μια αλυσίδα εφοδιασμού που συνάπτουν μακροπρόθεσμη συμφωνία, αναπτύσσονται εμπιστοσύνη και όροι δέσμευσης μεταξύ τους και οι

δραστηριότητες της εφοδιαστικής προϋποθέτουν με την ανταλλαγή δεδομένων ζήτησης και πωλήσεων.

Lambert (2000) : Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η ενσωμάτωση βασικών επιχειρηματικών διαδικασιών από τον τελικό χρήστη μέσω πρωτοτύπων προμηθευτών, ο οποίος παρέχει προϊόντα, υπηρεσίες και πληροφορίες που προσθέτουν αξία στους πελάτες και άλλους ενδιαφερόμενους.

Stevens (1989) : Ο στόχος της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού είναι ο συγχρονισμός των απαιτήσεων του πελάτη με τη ροή των υλικών από τους προμηθευτές προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των αντιφατικών στόχων της υψηλής εξυπηρέτησης πελατών, της χαμηλής διαχείρισης αποθεμάτων και του χαμηλού κόστους μονάδας . "

### **2.3. Ορισμός της έννοιας Logistics**

Προσπαθώντας, να καθοριστεί η λέξη « Logistics » διαπιστώνεται ότι με το πέρασμα των χρόνων και ανάλογα την χρήση της λέξης υπάρχουν πολλοί ορισμοί. Η ετυμολογία του όρου Logistics προέρχεται από το ελληνικό επίθετο λογιστικός και δηλώνει την ικανότητα του «υπολογίζεин», ενώ μία ακόμη εκδοχή είναι η προέλευσή του από το γαλλικό ρήμα *lager* που σημαίνει τοποθετώ. Ωστόσο, ο όρος χρησιμοποιήθηκε και τις δύο εκδοχές ώστε να προσδιορίσει την αναγκαιότητα σχεδιασμού και ανεφοδιασμού στρατιωτικών βάσεων.

Για την έννοια των Logistics έχουν δοθεί πληθώρα ορισμών επίσης:

A.Shaw (1915) : Τα Logistics είναι σαν μια λειτουργία υποστήριξης στο χώρο του marketing και της παραγωγής με βασικά στοιχεία την μεταφορά και την αποθήκευση των πρώτων υλών και τελικών αγαθών. Είναι παράδοξο ότι χρειάστηκε να περάσει σχεδόν ένας αιώνας για να γίνουν ευρύτατα αποδεκτές οι βασικές αρχές διαχείρισης των Logistics.

Logistics είναι η διαχείριση όλων των δραστηριοτήτων που διευκολύνουν την κυκλοφορία και τον συντονισμό της προσφοράς και της ζήτησης στην δημιουργία χρησιμότητας χρόνου και τόπου ( Heskett, 1973 )

Logistics είναι η τέχνη και η επιστήμη της διαχείρισης και του ελέγχου της ροής αγαθών, ενέργειας, πληροφοριών και άλλων πόρων. ( Wikipedia )

Logistics είναι η μετάβαση-τοποθέτηση του πόρου στον σωστό χρόνο, στο σωστό μέρος, με το σωστό κόστος, με τη σωστή ποιότητα. (Chartered Institute of Logistics and Transport (UK), 2005)

Ως κοινά αποδεκτός ορισμός για τα Logistics δίνεται από την CLM (Council of Logistics Management): Η ολοκλήρωση δύο ή και περισσότερων δραστηριοτήτων με σκοπό το σχεδιασμό, την εφαρμογή και τον έλεγχο της αποδοτικής ροής των πρώτων υλών, προϊόντων υπό κατασκευή και τελικών προϊόντων από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης με σκοπό την πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του πελάτη, ορίζεται ως Logistics. (CLM, 1986)

Ένας ακόμη ορισμός που έχει δοθεί για την έννοια των Logistics από τον Καθηγητή Martin Christopher ορίζει ως Logistics, τη διαδικασία της στρατηγικής διαχείρισης της κυκλοφορίας και της αποθήκευσης των υλικών, εξαρτημάτων και τελικών αποθεμάτων από τους προμηθευτές, μέσω της επιχείρησης και στους πελάτες. (Christopher M., 2007)

Βέβαια, πολλές φορές οι παραπάνω ορισμοί αναφέρονται ως ίδιες έννοιες δημιουργώντας αρκετές αντιθέσεις στον ακαδημαϊκό και επιχειρηματικό κόσμο.

Τα Logistics βρίσκουν εφαρμογή σε δύο κυρίως πεδία:

1. Το πρώτο πεδίο είναι η επιχείρηση, η οποία πρέπει να οργανώσει την εισροή, την εσωτερική διακίνηση και την εκροή υλικών και προϊόντων κατά τέτοιον τρόπο, έτσι ώστε να εξασφαλίζει την μέγιστη ικανοποίηση των πελατών της.
2. Το δεύτερο πεδίο είναι η εφοδιαστική αλυσίδα, η οποία αποτελείται από όλες εκείνες τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς που είναι απαραίτητοι έτσι ώστε ένα προϊόν, από πρώτες ύλες να καταλήξει στον τελικό πελάτη. Η αποτελεσματική οργάνωση και διοίκηση της ροής προϊόντων και πληροφοριών σε αυτήν την αλυσίδα αποτελεί επιτακτική ανάγκη σε μία παγκοσμιοποιημένη και ψηφιακή οικονομία, όπου ο ανταγωνισμός από ατομικός ( επιχείρηση εναντίον επιχείρηση ) γίνεται συλλογικός εφοδιαστική αλυσίδα εναντίον εφοδιαστικής αλυσίδας ).

Σύμφωνα με το « The Logistics Handbook » του 2011, οι διαφορές μεταξύ της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και των Logistics αναφέρονται και θεωρούνται οι δραστηριότητες Logistics ως λειτουργική συνιστώσα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει το

συντονισμό και τη συνεργασία με τους εταίρους των καναλιών, οι οποίοι μπορεί να είναι παγκόσμιοι κατασκευαστές, προμηθευτές, μεσάζοντες, τρίτοι φορείς παροχής υπηρεσιών και πελάτες και κατ' επέκταση ενσωματώνει τη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης εντός και μεταξύ των εταιρειών, με στόχο το κερδοφόρο αποτέλεσμα για όλους τους κρίκους της αλυσίδας. Από την άλλη, βάσει του Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), τα Logistics θεωρούνται ως τμήμα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας σχεδιάζοντας και υλοποιώντας αποτελεσματικά το πεδίο της προμήθειας, της διαχείρισης αποθεμάτων, της μεταφοράς, της διαχείρισης του στόλου, της συλλογής και αναφοράς δεδομένων και πληροφοριών από το σημείο προέλευσης έως το σημείο κατανάλωσης προκειμένου να ικανοποιηθεί η απαίτηση των πελατών. Η εφαρμογή των logistics περιλαμβάνει τον συντονισμό και τη συνεργασία προσωπικού, επιπέδων και λειτουργιών σε κάθε κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας. ( The Logistics Handbook, 2011).

#### **2.4. Βασικές λειτουργίες των Logistics**

Ένα σύστημα Logistics μπορεί να σχεδιαστεί από κάθε επιχείρηση με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τις ανάγκες και τη μορφή της. Παρόλα αυτά, οι εργασίες-λειτουργίες που πρέπει να διεκπεραιώνει το τμήμα Logistics είναι συγκεκριμένες και είναι οι εξής (Μπινιώρης Σ. , 2004):

**Αγορές-Προμήθειες:** Ο όρος αυτός αναφέρεται στην απόκτηση προϊόντων (με οποιοδήποτε νόμιμο τρόπο) ή υπηρεσιών από τρίτους, από προμηθευτές, από πηγές εκτός της επιχείρησης τα οποία μπορεί να ενσωματωθούν στο τελικό προϊόν. Π.χ. πρώτες ύλες, υλικά συσκευασίας και βοηθητικών υλών, καύσιμα κ.τ.λ.. Οι ποσότητες αγοράς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών που ορίζει η επιχείρηση. Επίσης, οι τιμές δεν αποτελούν πλέον το κύριο κριτήριο που καθορίζει τις αγορές αλλά απαιτείται συνεργασία προμηθευτών , βιομηχανίας και αγοραστών.

**Διαχείριση αποθεμάτων:** Η σημασία των αποθεμάτων για μια επιχείρηση είναι σημαντική γιατί συμβάλει στην ομαλή και οικονομική λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας . Οι επιχειρήσεις καλούνται να διαθέσουν αποθέματα για να μπορούν να ανταποκρίνονται άμεσα εξυπηρετώντας τη ζήτηση. Η επένδυση που απαιτείται για τα αποθέματα επιβάλει προσοχή στον προγραμματισμό των αναγκών και στον έλεγχο αποθεμάτων. Ο στόχος της διαχείρισης αποθεμάτων είναι διττός αφενός θα πρέπει να εξασφαλίζεται το βέλτιστο επίπεδο αποθεμάτων , με βάση την δεδομένη εξυπηρέτηση της

ζήτησης και αφετέρου δε θα πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω μιας αποθεματικής πολιτική η συνολική ελαχιστοποίηση του κόστους του συστήματος Logistics.

**Μεταφορά:** Η εύρεση του βέλτιστου τρόπου μεταφοράς περιλαμβάνει την επιλογή των κατάλληλων μέσων μεταφοράς, αν τα μέσα αυτά θα είναι ιδιόκτητα ή όχι και στην περίπτωση που δεν είναι ποιος είναι το καταλληλότερο μέσο μεταφοράς. Σημαντική είναι η χρονική διάρκεια, ώστε τα προϊόντα να παραδοθούν ακριβώς στην ώρα που επιθυμεί ο πελάτης-επιχείρηση χωρίς καθυστέρηση.

**Αποθήκευση:** Η διαδικασία της αποθήκευσης, όπως και των προηγούμενων τεσσάρων είναι πολύ σημαντική . Η ανάγκη της αποθήκευσης και της δημιουργίας αποθηκευτικών χώρων έγκειται στην εξασφάλιση της συνεχούς ροής των προϊόντων , στην εξασφάλιση της ομαλής ροής και διακίνησης των προϊόντων , από την παραγωγή ως την κατανάλωση. Ως αποθήκες ορίζονται χώροι μικροί ή μεγάλοι στους οποίους, τοποθετούνται προϊόντα προς φύλαξη. Είναι μέρη ασφαλή , τόσο από τις καιρικές συνθήκες, όσο και από κλοπές κα άλλες απώλειες. Τα προϊόντα φυλάγονται στις αποθήκες μέχρι να ζητηθούν για να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή, στην κατανάλωση και την μεταπώληση.

**Διανομή:** Όπως και η μεταφορά, έτσι και η διανομή αναφέρονται στη μεταφορά από τις αποθήκες ή τις εγκαταστάσεις μιας επιχείρησης στους πελάτες. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι οι μεταφορές αναφέρονται στη διακίνηση λίγων αριθμών σε μεγάλες ποσότητες και σε μικρό αριθμό πελατών, ενώ οι διανομές αναφέρονται σε διακίνηση πολλών προϊόντων σε μικρές ποσότητες και μεγάλο αριθμό πελατών.

**Πληροφόρηση:** Οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν, τόσο την εύκολη επικοινωνία των απομακρυσμένων εγκαταστάσεων, όσο και τη δημιουργία βάσεων δεδομένων, που επιτρέπουν τη καταγραφή και τον έλεγχο των αποθεμάτων και των διανομών. ( Σαρτζετάκη Κ., 2013)



Πηγή: [www.lotusil.com](http://www.lotusil.com)



## 2.5. Ο ρόλος της συσκευασίας

Η έννοια της συσκευασίας γεννήθηκε μέσα από την ανάγκη του ανθρώπου να συγκεντρώνει και να προστατεύει τα αγαθά του. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η έννοια της συσκευασίας συναντάται από την αρχαιότητα, με την μορφή φύλλων φυτών, δέρμα ζώων, πήλινων αγγείων και καλάθιων, με σκοπό την αποθήκευση και την μεταφορά των αγαθών. Μελέτες αναφέρουν ότι το χαρτί, με τη μορφή πάπυρου, χρησιμοποιείται για πρώτη φορά, ως υλικό συσκευασίας, κατά το 1053π.Χ.. Ο πάπυρος χρησιμοποιείται από τους Πέρσες για την συσκευασία μπαχαρικών και μυρωδικών στο Κάιρο (Diana Twede, (2005) “The Origins of Paper Based Packaging”). Μέσα στο πέρασμα του χρόνου ο ρόλος της και η μορφή της συσκευασίας αλλάζει και εξελίσσεται έως την σημερινή της μορφή, ώστε να καλύψει τις νέες ανάγκες και απαιτήσεις τόσο του ανθρώπου, όσο και των επιχειρήσεων και των παγκοσμιοποιημένων αγορών.

Μέχρι σήμερα έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για την συσκευασία. Οι πιο διαδεδομένοι από αυτούς είναι οι ακόλουθοι:

“Η συσκευασία είναι ένα συντονισμένο σύστημα προετοιμασίας προϊόντων για τη μεταφορά, τη διανομή, την αποθήκευση, το λιανικό εμπόριο και την τελική χρήση. Επίσης ορίζεται το μέσο διασφάλισης της ασφαλούς παράδοσης στον τελικό καταναλωτή σε υγιή κατάσταση με το ελάχιστο κόστος ενώ παράλληλα μεγιστοποιεί τις πωλήσεις (και επομένως τα κέρδη).” (Paine, FA. (1981) “ Fundamentals of Packaging”)

“Όλα τα προϊόντα που κατασκευάζονται από οποιαδήποτε υλικά οποιασδήποτε φύσης πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση, την προστασία, το χειρισμό, την παράδοση και την παρουσίαση των εμπορευμάτων, από τις πρώτες ύλες μέχρι τα μεταποιημένα προϊόντα, από τον παραγωγό έως τον χρήστη ή τον καταναλωτή. Τα "μη επιστρεφόμενα" είδη που χρησιμοποιούνται για τους ίδιους σκοπούς θεωρούνται επίσης ως συσκευασίες..” (European Parliament and Council Directive 94/62/EC, 1994)

Από τους παραπάνω ορισμούς γίνεται σαφές ότι η συσκευασία δεν είναι απλά ένα αντικείμενο ή ένα υλικό, αλλά ένα σύστημα που αλληλεπιδρά με τον χρήστη αυτού καθώς επίσης και με το περιβάλλον του και εξυπηρετεί βασικές λειτουργίες για το ίδιο το περιεχόμενο. Είναι ένα συνεχώς εξελισσόμενο σύστημα που ακολουθεί τις επιταγές και τάσης της εποχής, που βελτιώνεται συνεχώς με την βοήθεια της τεχνολογίας ώστε να επιτυγχάνεται

η μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα και απόδοση κατά την διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του προϊόντος που περιέχει.

Η συσκευασία, για να μπορέσει να εξυπηρετήσει τις παραπάνω λειτουργίες, έχει αναπτυχθεί σε τρία επίπεδα (Καραδημητρίου, 2015):

#### ***Πρωτογενής συσκευασία:***

Είναι η συσκευασία που περιέχει το προϊόν. Ο κύριος σκοπός της πρωτογενούς συσκευασίας είναι να καταστήσει το προϊόν προσιτό και ελκυστικό στον πελάτη, καθώς επίσης να το προστατεύει και να διατηρεί τις ιδιότητες του. Ο καταναλωτής θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να το εντοπίζει εύκολα και να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το προϊόν. Όσον αφορά τις υλικοτεχνικές απαιτήσεις που δημιουργούνται για την πρωτογενή συσκευασία, είναι ότι θα πρέπει να καταστεί εύκολη την τακτοποίηση και την τοποθέτηση του προϊόντος στο χώρο, όπως π.χ. στα ράφια. Επιπλέον, απαιτείται να κάνει εύκολη τη χρήση της συσκευασίας από τον καταναλωτή κατά το άνοιγμα, το κλείσιμο και την ανακύκλωσή του. Τέλος, από την πλευρά των επιχειρήσεων, θα πρέπει η πρωτογενής συσκευασία να διευκολύνει την παραγωγή και να συμβάλει στην μείωση του συνολικού κόστους του προϊόντος (Saghir, M. (2004) “The Concept of Packaging Logistics”).

#### ***Δευτερογενής συσκευασία:***

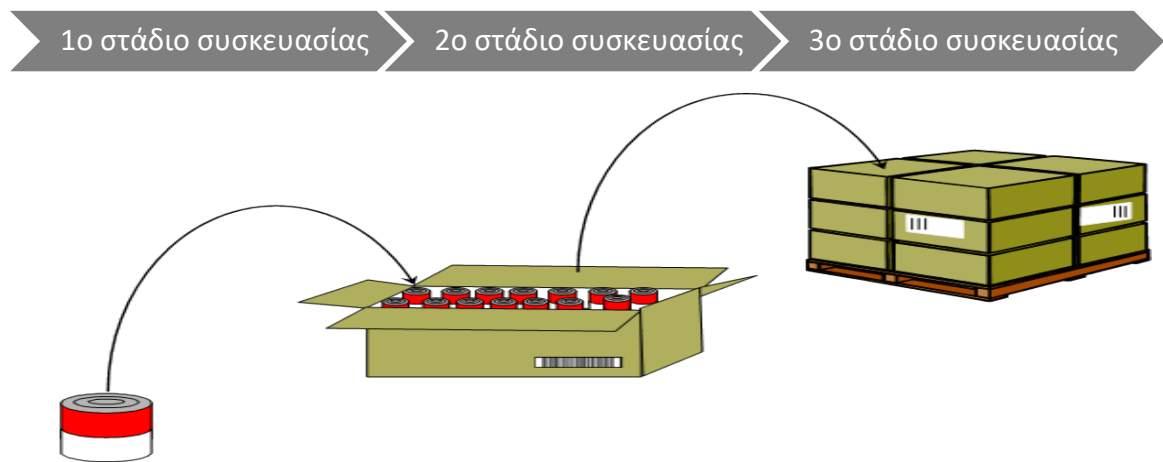
Η δευτερεύουσα συσκευασία είναι μια συσκευασία που περιέχει αρκετές πρωτογενείς συσκευασίες και μια από τις κύριες λειτουργίες της είναι να διευκολύνει τον χειρισμό των προϊόντων στο σημείο πώλησης. Άλλος ένας σκοπός της δευτερογενούς συσκευασίας είναι να προστατεύσει και να συγκεντρώνει μαζί πολλές μονάδες πρωτογενούς συσκευασίας μέχρι το σημείο πώλησης. Μια άλλη επιθυμητή λειτουργία, κυρίως από τους λιανοπωλητές, είναι η δυνατότητα της τοποθέτησης της δευτερογενούς συσκευασίας απευθείας στα ράφια των καταστημάτων, έτσι ώστε να αποφεύγεται η από συσκευασία της δευτερογενούς συσκευασίας και η τοποθέτηση κάθε αντικειμένου ξεχωριστά στο ράφι. Ως εκ τούτου, είναι επιθυμητή η δευτερογενής συσκευασία να πληρεί τις απαιτήσεις του λιανεμπορίου (Bowersox J.D. & Closs D.J. & Cooper M.B. (2002) “Supply Chain Logistics Management”).

#### ***Τριτογενής συσκευασία:***

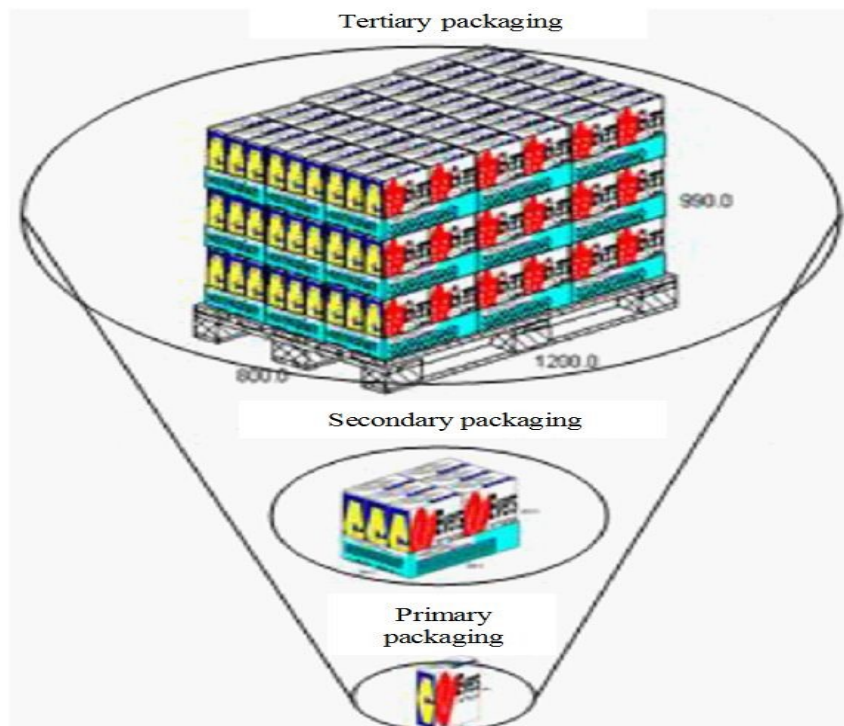
Τριτογενής συσκευασία ονομάζεται συνήθως η συσκευασία μεταφοράς. Είναι κάθε είδους συσκευασία σε μεγαλύτερο περιέκτη όπως για παράδειγμα η παλέτα η οποία περιέχει 16

χαρτοκιβώτια και χρησιμοποιείται για την ασφαλέστερη και ευκολότερη μεταφορά και αποθήκευση των προϊόντων. Κατά τον σχεδιασμό της τριτογενούς συσκευασίας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, μεταξύ άλλων παραγόντων, η ευαισθησία των προϊόντων, οι συνθήκες φύλαξής του, τα μέσα μεταφοράς και ο προορισμός. Η τριτογενής συσκευασία πρέπει επίσης να προσαρμόζεται στο μέσο φόρτωσης που επιλέγεται. Τέλος, άλλος ένας σκοπός της τριτογενούς συσκευασίας είναι να διευκολύνει το χειρισμό και την παροχή σταθερότητας (Saghir, M. (2004) “The Concept of Packaging Logistics”).

Στις εικόνες 2 και 3 παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα συσκευασιών:



Εικόνα 3: Παράδειγμα σταδίων συσκευασίας



Εικόνα 4: Χαρακτηριστικό παράδειγμα των σταδίων συσκευασίας / Πηγή: <http://www.opentextbooks.org.hk>

## **Κεφάλαιο 3. Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα – Green Supply Chain Management (GSCM)**

### **3.1. Ιστορική εξέλιξη**

Ξεκινώντας μία σύντομη αναδρομή στο παρελθόν και επικαλούμενοι τον ισχυρισμό των Murphy και Poist ( 1995 ) διακρίνεται ότι πριν την δεκαετία του '60, υπήρχε σχετικά μικρή ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση αφού πολλοί πίστευαν ότι η ικανότητα του περιβάλλοντος να απορροφά απόβλητα και να αντικαθιστά πρώτες ύλες ήταν αιωνίως δεδομένη. ( Τσακαλίδου, 20014). Αλλά στα μέσα της ίδιας δεκαετίας οι αρχικοί προβληματισμοί , ειδικότερα των καταναλωτών, για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εμπορευματικών μεταφορών μπαίνουν στο «στόχαστρο» των ερευνητών.

Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι επιχειρήσεις άρχισαν να εκδηλώνουν ενδιαφέρον για την μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις δραστηριότητες των Logistics( Srivastava, 2007).

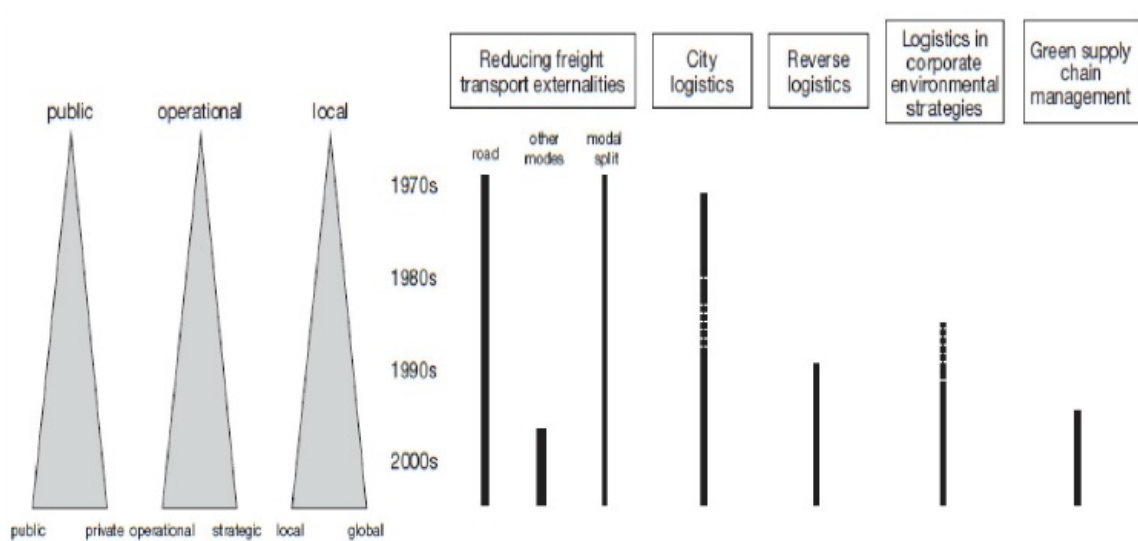
Η χρονολογική έρευνα και εξέλιξη των πράσινων Logistics υπολογίζεται την τελευταία τεσσαρακονταετία, συνεπαγόμενη από αποτελέσματα πολλών διαφορετικών αξόνων μελέτης και διαφόρων τάσεων καθορισμού του πλαισίου της έρευνας όπως απεικονίζονται στο σχήμα και αναλύονται παρακάτω. ( McKinnon, 2010 ).

Οι άξονες ομαδοποιούνται σε 5 μεγάλες κατηγορίες:

- Μείωση εξωγενών παραγόντων εμπορευματικών μεταφορών
- Αστικά Logistics
- Αντίστροφα Logistics
- Εταιρικές περιβαλλοντικές στρατηγικές προς τα Logistics
- Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα

Οι τρεις γενικές τάσεις ( Εικόνα 5 ) που καθορίζουν και τροποποιούν το πλαίσιο και τον στόχο της έρευνας κάθε φορά είναι:

- 1. Δημόσιο προς ιδιωτικό:** Μεγάλο μέρος της πρώτης έρευνας εξήχθη από δημόσια πολιτική ατζέντα αφού νέες κοινωνικές ομάδες περιβαλλοντικής πίεσης άρχισαν να ασκούν πιέσεις για κυβερνητική παρέμβαση ώστε μετριαστούν οι καταστροφικές επιπτώσεις της μεταφοράς των εμπορευμάτων. Ακόμα, οι δημόσιες υπηρεσίες επιδίωξαν να κατανοήσουν το πρόβλημα και να βρουν μέσα αντιμετώπισής του ενώ με το πέρασμα του χρόνου αυτό το ενδιαφέρον ενισχύθηκε από την συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στην έρευνα της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδα και στην διατύπωση περιβαλλοντικών στρατηγικών.
- 2. Επιχειρησιακή-στρατηγική:** Μια δεύτερη γενική τάση ήταν η διεύρυνση επιχειρησιακής δέσμευσης για εφαρμογή των green logistics, με την υιοθέτηση επιχειρησιακών αλλαγών και ενσωμάτωσης περιβαλλοντικών αρχών στον στρατηγικό σχεδιασμό.
- 3. Τοπική - παγκόσμια:** Στα μέσα της δεκαετίας του '60 η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των Logistics εστιάζονταν σε τοπικό επίπεδο όπως η τοπική ρύπανση, ο θόρυβος, τα ατυχήματα και η οπτική όχληση, ενώ δεν γινόταν καμία αναφορά στις παγκόσμιες ατμοσφαιρικές επιπτώσεις. Ενώ, από τα μέσα της δεκαετίας του '70, με την συχνή εμφάνιση όξινης βροχής (από τις εκπομπές θείου), με την καταστροφή του στρώματος του όζοντος (που προκαλείται κυρίως από τους χλωροφθοράνθρακες) και την αλλαγή των κλιματικών-ατμοσφαιρικών συνθηκών, η επίδραση των Logistics στα παραπάνω γίνεται κύριο θέμα αντιμετώπισης σε παγκόσμιο επίπεδο. (McKinnon, 2010)



Εικόνα 5: Ιστορική εξέλιξη των Logistics / Πηγή: McKinnon, 2010

### 3.2. Ορισμός Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας ( Green Supply Chain Management - GSCM)

Τα τελευταία χρόνια είναι πλέον ολοφάνερη η αυξανόμενη δημόσια και κυβερνητική ανησυχία για το περιβάλλον αφού η πίεση έχει αυξηθεί στις επιχειρήσεις για να μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους συνέπειες των λειτουργιών των Logistics οι οποίες ποικίλουν σχετικά με το εύρος των εξωγενών παραγόντων που δέχονται τις αρνητικές επιπτώσεις αυτών των συνεπειών. Τις προηγούμενες δεκαετίες η βιομηχανία των μεταφορών και των διανομών εμπορευμάτων δεν λάμβανε υπόψη της θέματα τα οποία είχαν να κάνουν με την μόλυνση του περιβάλλοντος, με την κυκλοφοριακή συμφόρηση, την κατασπατάληση των φυσικών πόρων και την τεράστια αρνητική συμβολή της στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Έτσι οι παγκόσμιες αγορές, όπως είχαμε προαναφέρει οδηγήθηκαν ώστε να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν βιώσιμες εφοδιαστικές αλυσίδες – πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες με σκοπό την αύξηση του κόστους των συμβαλλόμενων μερών αλλά με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος.



**Η Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα είναι μια διαδικασία που έχει σαν στόχο να ελαχιστοποιήσει την οικολογική επιρροή ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας. Καλύπτει όλες τις φάσεις της ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξη των πρώτων υλών, το σχεδιασμό των προϊόντων, την διανομή τους μέχρι και την τελική τους χρήση από τους καταναλωτές και την διάθεσή τους στο τέλος του κύκλου ζωής τους (Fortes, 2009).**

Η ενσωμάτωση της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να εξοικονομήσει πόρους, να μειώσει τα απόβλητα και να αυξήσει την παραγωγικότητα της επιχείρησης.

Συνεπώς, η ανάγκη του ανθρώπου για ένα καθαρότερο περιβάλλον με καλύτερες συνθήκες διαβίωσης καθώς και η διογκούμενη απαίτηση για έλεγχο των τρόπων με τους οποίους οι παγκοσμιοποιημένες εφοδιαστικές αλυσίδες επιδρούν στο περιβάλλον συντέλεσαν στη δημιουργία του κλάδου της **Πράσινης Εφοδιαστικής**, γνωστής ως **Green Logistics**. Για τον λόγο αυτό η Πράσινη Εφοδιαστική ενσωματώνει την περιβαλλοντική συνείδηση στις μεταφορές, στη διαχείριση των επικίνδυνων φορτίων και των επιστρεφόμενων αγαθών, στη

χρήση της κατάλληλης συσκευασίας, στην κατανάλωση της ενέργειας και στη χρήση των φυσικών πόρων ([www.greenlogistics.org](http://www.greenlogistics.org)).

Τα Green Logistics είναι όπως γίνεται κατανοητό μία σχετικά νέα έννοια και έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς διάφοροι ορισμοί στην τρέχουσα βιβλιογραφία, κάποιιοι από τους οποίους παρατίθενται παρακάτω ( από Τσακαλίδου, 2014) & ( από Younis, 2016):

«Green Logistics είναι ένα περιβαλλοντικά υπεύθυνο σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει όχι μόνο την εκτέλεση όλων των «προς τα μπρος» διαδικασιών Logistics ( απόκτηση πρώτων υλών, παραγωγή, συσκευασία, και αποστολή των προϊόντων ) αλλά επίσης και την αντίστροφη διαδικασία της λήψης και της απόθεσης των αποβλήτων» (H.J.Wu & S. Dunn, 1995).

Green Supply Chain Management είναι η πρακτική της παρακολούθησης και βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεων της αλυσίδας εφοδιασμού. Godfrey (1998).

Green Supply Chain Management είναι το σύνολο των πολιτικών SCM που ακολουθούνται, οι ενέργειες που αναλαμβάνονται και οι σχέσεις που διαμορφώνονται απαντώντας σε ανησυχίες σχετικά με το φυσικό περιβάλλον όσον αφορά την σχεδιασμός, απόκτηση, παραγωγή, διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση και διάθεση του τα αγαθά και τις υπηρεσίες της επιχείρησης. Zsidisin and Siferd (2001)

«Green Logistics περιγράφονται ως ένα σύστημα logistics συμβατό, φιλικό και αποδοτικό με το περιβάλλον» Jean-Paul Rodriguez, Brian Slack & Claude Comtois, 2006.

Green Supply Chain Management προσθέτει στο SCM "πράσινη" συνιστώσα, συμπεριλαμβανομένης της πράσινης παραγωγής, πράσινου σχεδιασμού, πράσινη βιομηχανία, αντίστροφη διαχείριση αποβλήτων και τελική διαχείριση αποβλήτων. Srivastava (2007)

«Green Logistics ορίζονται ως Πράσινη Εφοδιαστική που ασχολείται με την παραγωγή και την διανομή των αγαθών με βιώσιμο τρόπο, λαμβανομένων υπόψη των περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραγόντων» (Sbihi & Englese, 2007)

Green Supply Chain Management είναι η ενσωμάτωση τόσο του περιβάλλοντος όσο και του SCM και αποτελεί αποδεδειγμένο τρόπο να μειωθούν οι επιπτώσεις μιας επιχείρησης στο περιβάλλον, βελτιώνοντας παράλληλα τις επιχειρήσεις. Torielli et al. (2011)

«Green Logistics, τα οποία αποκαλούνται και ecological logistics ( Οικολογικά logistics ), είναι η διαδικασία της κατανόησης του οικολογικού αντίκτυπου του κλάδου των Logistics» American Reverse Logistics Executive Council (ARLEC).

### **3.3. Βασικοί τομείς της Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας**

Οι εταιρείες έχουν ως σκοπό να προβούν στην ανάπτυξη οικολογικών προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής ποιότητας με ελαχιστοποιημένη την χρήση επικίνδυνων υλικών, την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας και την ανακύκλωση – επαναχρησιμοποίηση των υλικών επενδύουν σε «πράσινες» στρατηγικές και επανασχεδιάζουν την εφοδιαστική τους αλυσίδα.

Το πεδίο δράση της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας καλύπτει κάθε πτυχή στο εύρος των Logistics και ταξινομούνται στις παρακάτω 4 βασικές κατηγορίες ( Vlachos & Mallidis, 2010):

- Πράσινο Προϊόν – Green Product
- Πράσινη Μεταφορά και Διανομή – Green Distribution & Transport
- Πράσινη Αποθήκευση – Green Warehousing
- Αντίστροφα Logistics – Reverse Logistics

#### **3.3.1. Πράσινο Προϊόν – Green Product**

Το συγκεκριμένο πεδίο αποτελείται από 2 υποκατηγορίες οι οποίες σχετίζονται με τον σχεδιασμό του πράσινο προϊόντος και της πράσινης παραγωγής.

##### **3.3.1.1. Πράσινος Σχεδιασμός Προϊόντος – Green Design**

Οι περιβαλλοντικές αποφάσεις θα πρέπει να ληφθούν στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού του προϊόντος για να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους. Πιο συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός αυτός περιλαμβάνει προϊόντα τα οποία:

- κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμα ή ανακατασκευασμένα υλικά,
- μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακατασκευαστούν,



- διαθέτουν φιλική συσκευασία προς το περιβάλλον,
- δημιουργούνται από οργανικά υλικά,
- προσδιορίζουν τη βέλτιστη παραγωγική διαδικασία (ακολουθία ενεργειών με το ελάχιστο περιβαλλοντικό κόστος).

Πολλές επιχειρήσεις επανασχέδιασαν τις γραμμές παραγωγής τους, ενσωματώνοντας πράσινα χαρακτηριστικά στα προϊόντα τους.

#### **Παράδειγμα:**

- Η εταιρεία Mc Donald's χρησιμοποίησε φιλικά προς το περιβάλλον υλικά για να κατασκευάσει καλαμάκια για τα αναψυκτικά που διαθέτει και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώσει τα στερεά απόβλητά της κατά 1.000.000 λίβρες ετησίως (Grove et al.,1996).
- Η Sony χρησιμοποιώντας ανακυκλώσιμα υλικά είτε από την εξωτερική συσκευασία είτε από τα εσωτερικά εξαρτήματα των προϊόντων της, κατάφερε να μειώσει τη χρήση νέων πόρων και να παράγει τηλεοράσεις από πλαστικό που έχει ανακυκλωθεί από τα ίδια της τα προϊόντα ( Μαλινδρέτος, 2015).

#### **3.3.1.2. Πράσινη Παραγωγή – Green Manufacturing**

Οι διαδικασίες παραγωγής περιλαμβάνουν μετασχηματισμούς του προϊόντος από την πρώτη ύλη στο τελικό προϊόν. Αυτές οι διεργασίες δημιουργούν απόβλητα σε μορφές εκπομπής υπολειμμάτων προϊόντων (για παράδειγμα: μεταλλικές ρωγμές και τσιπς σε μηχανουργικές κατεργασίες). Η πράσινη κατασκευή στοχεύει στη μείωση των δυσμενών επιπτώσεων της παραγωγικής διαδικασίας και ως εκ τούτου την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και των αποβλήτων. (Kumar, et.al, 2015)

Περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογιών αποσκοπώντας στη μείωση της ενέργειας και των αποβλήτων και αφορά:

- στη βελτίωση της παραγωγής: μείωση των βλαβερών εκπομπών της παραγωγής, τοξικών προϊόντων και της παραγωγής των αποβλήτων.
- στη μείωση της κατανάλωσης: μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, των πρώτων υλών και των αποβλήτων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εταιρεία Sony. Χρησιμοποιεί ένα λογισμικό διαχείρισης δεδομένων προϊόντος ( Product Management Software) το οποίο διαθέτει ως επιλογή τον

πράσινο σχεδιασμό του προϊόντος και αποσκοπεί στην εξάλειψη των μη επιθυμητών τυπικών αποκλίσεων του προϊόντος της που δημιουργούνται από τον ακατάλληλο συνδυασμό των συστατικών της. Έτσι καταφέρνει να μειώσει τον αριθμό των ελαττωματικών προϊόντων της και τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά την διαδικασία της παραγωγής της ( Vlachos & Mallidis, 2010).

### 3.3.2. Πράσινες Μεταφορές και Διανομή – Green Distribution & Transport

Πράσινες μεταφορές και διανομή περιλαμβάνουν:

- (i) το σχεδιασμό πράσινων δικτύων
- (ii) τη χρησιμοποίηση στόλων και εξοπλισμού μεταφοράς αποδοτικών ως προς το καύσιμο καθώς και την εφαρμογή βελτιωμένης αεροδυναμικής στα οχήματα.

**Παράδειγμα:** Η εταιρεία Walmart προμηθεύτηκε υβριδικά φορτηγά ντίζελ-ηλεκτρικά και ψυγεία για την μεταφορά προϊόντων τα οποία απαιτούσαν λιγότερη ενέργεια για ψύξη και ο κινητήρας θα μπορούσε να απενεργοποιηθεί όταν σταματήσει το όχημα, με αποτέλεσμα τεχνολογικά προηγμένη καύση και συνεπώς μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

- (iii) την αύξηση των ποσοστών χρησιμοποίησης των οχημάτων και τη μείωση των κενών επιστροφής

**Παράδειγμα:** Η εταιρείας Exel LTD λειτουργεί ένα κέντρο λιανικής ενοποίησης ως κοινός χώρος αποθήκευσης για καταστήματα που βρίσκονται στο αεροδρόμιο του Heathrow, με αποτέλεσμα να μειώσει τον αριθμό των οχημάτων παράδοσης που επισκέπτονται τον αερολιμένα κατά 75% και να αυξηθεί το ποσοστό φόρτωσης του οχήματος στο 90%.

- (iv) την εφαρμογή προγραμμάτων δρομολόγησης και προγραμματισμού των οχημάτων το οποίο απαιτεί την μείωση των περιττών διαδρομών που μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της κατανάλωσης του καυσίμου και κατ' επέκταση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

**Παράδειγμα:**

- Ο προγραμματισμός διαδρομής σε ένα σημείο με κυκλοφοριακή συμφόρηση προγραμματίζεται ώρα με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
  - Τα σούπερ μάρκετ των αλυσίδων Tesko και J Sainsbury σκοπεύουν να μειώσουν τις εκπομπές τους από τις μεταφορές για μια κατηγορία προϊόντων κατά 50% σε πέντε χρόνια και 5% σε τρία χρόνια μέσω της εφαρμογής του οχήματος δρομολόγησης λογισμικού.
- (v) την αποδοτική οδήγηση.

**Παράδειγμα:** Τα προγράμματα εκπαίδευσης οδηγών έχουν δείξει ότι βελτιώνουν την απόδοση καυσίμου κατά 8-10%. Μέχρι σήμερα 7000 οδηγοί έλαβαν εκπαίδευση στο πλαίσιο των κυβερνήσεων του Ηνωμένου Βασιλείου για ασφαλή οδήγηση και αποδοτικότητα του καυσίμου (SAFED).

(Vlachos & Mallidis, 2010)

Η πράσινη μεταφορά εμπορευμάτων περιλαμβάνει και τις τέσσερις γραμμές μεταφοράς, μεταξύ των οποίων τη μεταφορά από τους κατασκευαστές προς τους λιανοπωλητές, τη μεταφορά από τους κατασκευαστές προς τους λιανοπωλητές μέσω εφοδιαστικής με τρίτους, τη μεταφορά από τους λιανοπωλητές στον τελικό καταναλωτή και τη μεταφορά από τους λιανοπωλητές στους καταναλωτές μέσω εφοδιαστικής τρίτων. Οι κατασκευαστές και οι έμποροι λιανικής και η εφοδιαστική τρίτων συνήθως συνάπτουν συμφωνία για τον συντονισμό από κοινού της διεργασίας εφοδιαστικής για την ολοκλήρωση της μεταφοράς. (Xuezhong, et. Al, 2011)

### **3.3.3. Πράσινη Αποθήκη – Green Warehousing**

Η πράσινη αποθήκη ή αλλιώς ένα κέντρο διανομής προϊόντων ενσωματώνει πρακτικές που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποθηκών οι οποίες για την λειτουργία τους καταναλώνουν μεγάλα ποσοστά ενέργειας σε όλη την πορεία των διαδικασιών τους.

Σύμφωνα με τους Baker και Marchant (2015), το πλαίσιο προς την αειφορία ενός κέντρου διανομής προϊόντων αποτελείται από τα εξής στάδια:

#### **Ενεργειακά αποδοτική αποθήκη**

Αυτό επιτυγχάνεται ικανοποιώντας τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και εστιάζοντας στην μείωση του κόστους. Σε αυτό περιλαμβάνονται πρακτικές μέθοδοι όπως η διατήρηση της θερμοκρασίας στους χώρους αποθήκευσης των προϊόντων και τους χώρους απασχόλησης των εργαζομένων με την χρήση αισθητήρων, η αυτόματη λειτουργία θυρών εισόδου και εξόδου σε σημεία όπου λειτουργούν συνέχεια και η βελτίωση του φωτισμού.

#### **Αποθήκη χαμηλής εκπομπής ρύπων και πράσινη ενέργεια**

Για να βελτιωθεί η τρέχουσα ενεργειακή απόδοση και να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στην αποθήκη, γίνεται εστίαση στις άμεσες εκπομπές ρύπων και στην κατανάλωση «πράσινης» ενέργειας. Από την μία πλευρά, η προσοχή επικεντρώνεται στην μεγάλη και

εντατική χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού, για παράδειγμα ανυψωτικά μηχανήματα, όπου αυτό συνεπάγεται μεγάλη χρήση καυσίμου ( π.χ. βενζίνης, υγραέριο ) και κατ' επέκταση αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων και εκπομπή ρύπων. Έτσι κάποια μέτρα τα οποία θα μπορούσαν ληφθούν είναι η χρήση εναλλακτικών ή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για λιγότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση Από την άλλη, σημαντικό κομμάτι το οποίο έχει να κάνει και με την μείωση του κόστους είναι η διαχείριση παλετών και λοιπών συσκευασιών προς επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.

### **Βιώσιμη αποθήκη**

Στις μέρες μας αρκετές μεγάλες εταιρείες όπως η Nike και η Amazon, προάγουν τον ανωτέρω όρο έχοντας ως κύριο σκοπό την υπέρβαση των ελάχιστων περιβαλλοντικών ορίων και προτύπων και πλέον. Δύο πολύ σημαντικές συνιστώσες οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στον ανωτέρω σκοπό είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εναλλακτικές μορφές ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για ίδια χρήση και ο αρχικός βιώσιμος σχεδιασμός και κατασκευή της αποθήκης με υψηλά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και περιβαλλοντικής συνείδησης. (Luu Minh, 2016)

### **3.3.4. Αντίστροφα Logistics (Reserved Logistics)**

Σύμφωνα με τους Dales, Rogers and Ronalds, Tibben-Lemke (1998) Αντίστροφα Logistics ορίζεται:

"Η διαδικασία σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου της αποδοτικής, οικονομικά αποδοτικής ροής πρώτων υλών, του αποθέματος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, των τελικών προϊόντων και των συναφών πληροφοριών από το σημείο κατανάλωσης έως το σημείο προέλευσης με σκοπό την ανάκτηση αξίας ή την κατάλληλη διάθεση. "

Με άλλα λόγια, στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα οι ροές ορίζονται προς την αντίθετη κατεύθυνση, περιλαμβάνοντας ένα σύνολο διαδικασιών που υπόκεινται στη διαχείριση των υποπροϊόντων της βιομηχανίας και επιστρεφόμενων αγαθών από όλους τους κόμβους της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Πιο συγκεκριμένα γίνεται λόγος για τις εξής κατηγορίες:

**Επισκευή (Repair):** Τα επιστρεφόμενα προϊόντα, τα οποία συνήθως έχουν υποστεί βλάβη, επανακτούν την λειτουργικότητά τους αντικαθιστώντας ή επισκευάζοντας τα κατεστραμμένα εξαρτήματα.

**Παράδειγμα:** Κατασκευαστές προϊόντων παγκόσμιας κλάσης όπως η IBM, Phillips έχουν επενδύσει σε μεγάλο βαθμό για να συμμετάσχουν σε αποτελεσματικές εργασίες επισκευής προϊόντων.

**Αναβάθμιση (Refurbishing):** Τα χρησιμοποιούμενα προϊόντα αναβαθμίζονται ποιοτικά, χωρίς να ξεπερνούν τα υψηλά πρότυπα των νέων προϊόντων, αποσυναρμολογώντας τα σε επιμέρους τμήματα και επανασυναρμολογώντας τα σε ένα «ανακαινισμένο» προϊόν.

**Παράδειγμα:** Στρατιωτικά και εμπορικά αεροσκάφη αποτελούν παραδείγματα προϊόντων που έχουν ανακαινιστεί

**Ανακατασκευή(Remanufacturing):** Τα επιστρεφόμενα προϊόντα αποσυναρμολογούνται και εξετάζονται διεξοδικά όλα τα επιμέρους κομμάτια με σκοπό την συναρμολόγηση σε ένα νέο προϊόν ίδιας ή καλύτερης ποιότητας με το καινούργιο προϊόν (π.χ. ανακατασκευή κινητήρα).

**Παράδειγμα:** Η BMW έχει ανακατασκευάσει υψηλά εξαρτήματα όπως κινητήρες για πολλά χρόνια. Αυτά τα εξαρτήματα δοκιμάζονται βάσει αυστηρής ποιότητας προκειμένου να γίνει ένα ανταλλακτικό BMW, το οποίο στη συνέχεια μεταπωλείται με την ίδια ποιότητα και εγγύηση 30-50% φθηνότερα, ελαχιστοποιώντας σημαντικά την ποσότητα των αποβλήτων.

**Διάλυση (Cannibalization):** Τα επιστρεφόμενα προϊόντα αποσυναρμολογούνται επιλεκτικά ώστε να ανακτηθούν ορισμένα χρησιμοποιημένα εξαρτήματα τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ενώ τα υπόλοιπα κομμάτια απορρίπτονται ως άχρηστα ( π.χ. διάλυση πλοίων ή οχημάτων ).

**Ανακύκλωση ( Recycling):** Τα επιστρεφόμενα προϊόντα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή νέων προϊόντων και κομματιών ή σαν πρώτες ύλες στην βιομηχανία( π.χ. ανακύκλωση πλαστικού, χαρτιού κλπ.).

**Επαναχρησιμοποίηση (Reuse):** Το προϊόν ή κάποια συσκευασία επαναχρησιμοποιείται ή μεταπωλείται σε κάποιον άλλον με αποτέλεσμα την ανακατανομή των αγαθών, την μείωση του κόστους διάθεσης των αποβλήτων και την εξοικονόμηση σε υλικά.

**Παράδειγμα:** Η Sony έχει αναπτύξει μία επαναστατική μέθοδος ανακύκλωσης των απορριμμάτων CD που παράγονται κατά την κατασκευή των οπτικών δίσκων. Το ανακτηθέν υλικό στη συνέχεια χρησιμοποιείται σε συστατικά του προϊόντος.

(Vlachos & Mallidis, 2010)

## **Κεφάλαιο 4. Ανάλυση Κύκλου Ζωής – Life Cycle Assessment**

### **4.1. Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια είναι πλέον αντιληπτό ότι η ανθρωπότητα πρέπει να βαδίζει με γνώμονα την Βιώσιμη Ανάπτυξη η οποία προσδιορίζεται και εφαρμόζεται για την προστασία του περιβάλλοντος και την βιωσιμότητα και στοχεύοντας στην ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων στο παρόν και την φυσική παραγωγή τους για τις ανάγκες του μέλλοντος. Η βιώσιμη ανάπτυξη απορρέει από την αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως είναι η εξάντληση φυσικών πόρων και η υπερθέρμανση του πλανήτη και συνεπάγεται τον έντονο προβληματισμό σε πολιτειακό και επιχειρησιακό επίπεδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι βιομηχανίες και οι επιχειρήσεις να προσπαθούν να αξιολογήσουν τις αρνητικές επιδράσεις των δραστηριοτήτων τους στο περιβάλλον και ύστερα να διερευνούν τρόπους και να εφαρμόζουν μεθόδους ώστε να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις, συμμορφωμένες με θεσμοθετημένα νομικά πλαίσια και στρατηγικές για την πρόληψη της ρύπανσης και την εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Ένα εργαλείο που βοηθά στην εκτίμηση, την ποσοτικοποίηση και την σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφόρων προϊόντων και διεργασιών είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής. (Curran, 1996)

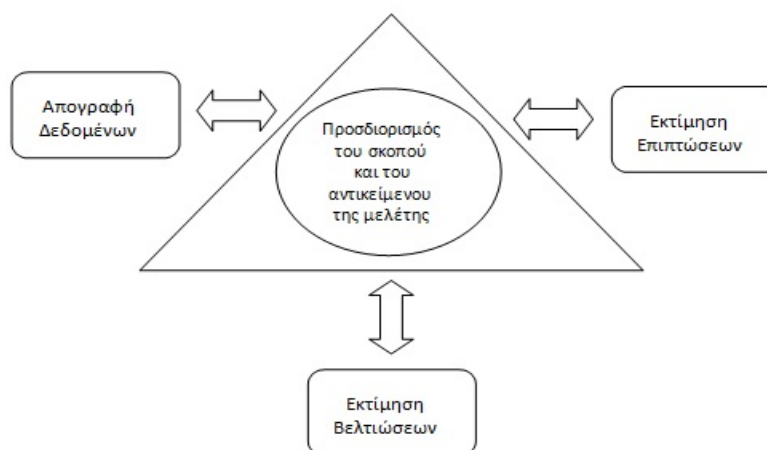
Κάποιες από τις κυριότερες κατηγορίες επιπτώσεων οι οποίες προκαλούνται από τις διεργασίες και τις διαδικασίες που αποτελούν τον Κύκλο Ζωής ενός προϊόντος όπως εξόρυξη πρώτων υλών, υλικά συσκευασίας, μεταφορά, χρήση κ.λπ. αναφέρονται παρακάτω ( αναλυτικά θα αναφέρουμε σε επόμενο κεφάλαιο ), (Μουστάκας, 2011):

- Η αλλαγή κλίματος
- Η μείωση των επιπέδων του όζοντος
- Ο ευτροφισμός
- Η όξυνση
- Οι τοξικολογικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και την ανθρώπινη υγεία
- Μείωση των φυσικών πόρων
- Χρήση νερού
- Χρήση εδάφους

## 4.2. Ορισμοί Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Σύμφωνα με τον SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι «μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων» ( SETAC, 1991).

Ιστορικά, σύμφωνα με την SETAC το πρώτο πλαίσιο της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής προτάθηκε το 1993 και αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια:



**Εικόνα 6: Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής**

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μία προσέγγιση «Cradle-to-grave» (από το λίκνο έως το τάφο) όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία για την αξιολόγηση των βιομηχανικών συστημάτων. Η «Cradle-to-grave» προσέγγιση σημαίνει ότι λαμβάνεται υπόψη όλη η διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, δηλαδή από τη δημιουργία έως την διάθεσή του στους καταναλωτές. Ξεκινά με τη συλλογή των πρώτων υλών από τη γη για τη δημιουργία του προϊόντος και τελειώνει στο σημείο όπου όλα τα υλικά επέστρεψαν στη γη. Ένας τυπικός χαρακτηριστικός κύκλος ζωής προϊόντος που παρουσιάζεται στην διεθνή βιβλιογραφία απεικονίζεται στην εικόνα.

Οι κύριες διεργασίες της πορείας ενός προϊόντος ή αλλιώς τα στάδια για την αναμενόμενη διάρκεια του κύκλου ζωής του φαίνονται παρακάτω( Μουσιόπουλος, 2015):



Εικόνα 7: Κύριες διεργασίες που αποτελούν την πορεία ενός προϊόντος / Πηγή: Μουσιόπουλος κ.α., 2015

### 4.3. Ιστορική Αναδρομή Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Μέχρι να διαδοθεί η σημασία της μελέτης της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και να καθοριστεί ο ορισμός του και η θεσμοθέτηση Διεθνών Προτύπων ISO, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω, πέρασαν 5 δεκαετίες από την πρώτη φορά που παρουσιάστηκε η έννοια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής ως τρόπος εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων προϊόντων.

Η αρχή έγινε δεκαετία του 1960-1970, όπου στις αρχές της δεκαετίας του 1960 άρχισαν οι πρώτες ανησυχίες για την κατανάλωση πρώτων υλών και ενεργειακών πόρων ( Curran, 2006) και αυτό οδήγησε στην πραγματοποίηση και την εκπόνηση των πρώτων μελετών σε Η.Π.Α. και Ευρώπη για την διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης των πτυχών του κύκλου ζωής των προϊόντων ( Hunt, e.t.al., 1992).

Συγκεκριμένα, το 1969, η εταιρεία Coca-Cola πραγματοποιεί την πρώτη εκτεταμένη έρευνα για την Α.Κ.Ζ. για την εύρεση νέων υλικών εμφιάλωσης, με λιγότερες ενεργειακές απώλειες άρα και μείωση της επιβάρυνσης στο περιβάλλον.

Την περίοδο 1970-1980, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης εκείνη την περίοδο, παρατηρήθηκε μεγάλη εξέλιξη στις μεθόδους της Α.Κ.Ζ, εκπονήθηκαν από μεγάλες εταιρείες στις Η.Π.Α. περίπου 15 μελέτες ενώ γενικά υπήρξε μεγάλο ενδιαφέρον για τις Αναλύσεις Κύκλου Ζωής.

Η διαδικασία που εφαρμόστηκε στις Η.Π.Α. για την ποσοτικοποίηση της χρήσης πόρων και των περιβαλλοντικών εκπομπών των προϊόντων έγινε γνωστή ως «Resource and Environmental Profile Analysis – REPA). Την ίδια περίοδο, παρόμοιες μελέτες πραγματοποιήθηκαν και στην Ευρώπη γνωστές και ως έρευνες Οικολογικού Ισοζυγίου (Ecobalances ). (Hunt, e.t.al, 1992).

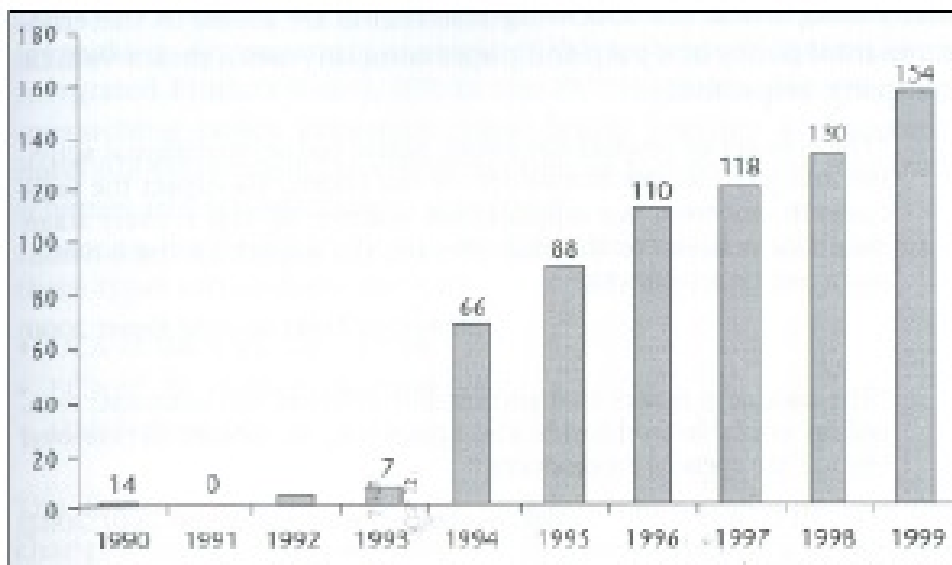


Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 μειώθηκε το ενδιαφέρον για την A.K.Z στις Η.Π.Α., λόγω της εξασθένησης του προβλήματος της πετρελαϊκής κρίσης. Ενώ, την ίδια περίοδο αυξανόταν το ενδιαφέρον στην Ευρώπη με την δημιουργία της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, στρεφόμενη η «Γηραιά Ήπειρος» σε άλλα περιβαλλοντικά ζητήματα όπως η διαχείριση στερεών αποβλήτων. Το 1985 η DGX1 εκπόνησε μελέτη και εξέδωσε κατευθυντήριες γραμμές για τις συσκευασίες υγρών τροφίμων, ενώ το 1988 ο προβληματισμός για τα στερεά απόβλητα ( π.χ. συσκευασίες τροφίμων ) ανάγεται σε παγκόσμιο μείζον ζήτημα και καταστεί την A.K.Z απαραίτητο και σημαντικό εργαλείο για την προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος. (European Environment Agency, 1997)

Στις αρχές '90, με τον όγκο της έρευνας της A.K.Z να έχει ραγδαία αύξηση, και με διάφορους ερευνητές να αλληλοσυγκρούονται στον «βωμό» των διαφορετικών συμπερασμάτων και εκτιμήσεων, ήταν επιβεβλημένη η καθιέρωση της μεθοδολογίας της AKZ. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την έκδοση του κοινού κώδικα από την Εταιρεία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (Society for Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC ) για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των προϊόντων και των βιομηχανικών διαδικασιών ( SETAC 1991, SETAC 1993 ).

Την ίδια δεκαετία, με την πίεση από περιβαλλοντικές οργανώσεις, για την χρήση της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος από τις βιομηχανίες να αυξάνεται αφού δεν υπήρχε ένα συγκεντρωτικό και ενιαίο πλαίσιο, γίνεται η δεύτερη προσπάθεια από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ( ISO ) για την εναρμόνιση και την «οικουμενική» καθιέρωση της A.K.Z. και θεσπίζονται πρότυπα LCA από τον Διεθνή Οργανισμό για Τυποποίηση (ISO). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να αναπτυχθεί η σειρά των προτύπων 14000 series ( 1996 – 2000 ) όπου προσδιοριζόταν η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (DEAT, 2004).

Στην παρακάτω εικόνα 7 φαίνεται ξεκάθαρα η διαδρομή και η ραγδαία εξέλιξη του ενδιαφέροντος για την A.K.Z. βάσει δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων ( Baumann & Tillman, 2004). ( Μαλέκα Δ., 2014)



Εικόνα 8: Ιστορική εξέλιξη της μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής / Πηγή: Baumann & Tillman, 2004

Η μέθοδος Ανάλυσης Κύκλου Ζωής χρησιμοποιείται σήμερα από πολλές εταιρείες, εσωτερικά, ώστε να τους παράσχει τις πληροφορίες που χρειάζονται για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς, στις νομοθετικές πιέσεις και στην έρευνα για την βελτιωμένη ανάπτυξη και τον σχεδιασμό των προϊόντων τους. Βέβαια, πολλές από αυτές τις πληροφορίες διατηρούνται εμπιστευτικές ως μέρος των στρατηγικών και επιχειρηματικών πλάνων των εταιρειών ως «όπλο» στον αυξανόμενο ολοένα ανταγωνιστικό τομέα των αγορών. ( DEAT, 2004)

#### 4.4. Διεθνή Πρότυπα ISO

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization for Standardization -ISO), είναι ένας παγκόσμιος οργανισμός ο οποίος δημιουργεί διεθνή πρότυπα τα οποία συντάσσονται με βάση ένα πλαίσιο κανόνων και αφορούν διάφορα θέματα, ανάμεσα σε αυτά και περιβαλλοντικά ζητήματα - προβλήματα. Το 1996 δημιουργήθηκαν τα πρώτα πρότυπα και πιο συγκεκριμένα, τα ISO 14040-14043 για την ΑΚΖ, που αφορούσαν στις συγκεκριμένες φάσεις της και τα οποία αναθεωρήθηκαν και αντικαταστάθηκαν το 2006 από τα πρότυπα ISO 14040 και ISO14044 (Finkbeiner et al., 2006).

Συγκεκριμένα τα πρότυπα ISO 14040-43 περιέγραφαν τα εξής στάδια που εφαρμόζονταν για την πλήρη διεξαγωγή μιας μελέτης ΑΚΖ (DEAT, 2004) :

- ISO 14040: Γενικές αρχές και οριοθέτηση του συστήματος

- ISO 14041: Καθοδήγηση για τον καθορισμό του στόχου και του πεδίου εφαρμογής και τη διενέργεια απογραφής δεδομένων κύκλου ζωής
- ISO 14042: Οδηγίες για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων
- ISO 14043: Καθοδήγηση σχετικά με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Using Environmental Declarations and Claims	Conducting Life Cycle Assessment (LCA)	Understanding the Standards
<b>ISO 14020</b> General principles or the basis of the development of ISO guidelines and standards on environmental claims and declarations	<b>ISO 14040</b> General principles, framework and requirements for the LCA of products and services	<b>ISO 14050</b> Understanding the terms used in the ISO 14000 series standards
<b>ISO 14021</b> Guidance on the terminology, symbols, and testing and verification methods that should be used for self-declaration of the environmental aspects of products and services	<b>ISO 14041</b> Guidance on determining the goal and scope of a LCA study and for conducting a life cycle inventory	
	<b>ISO 14042</b> Guidance on conducting the LCIA phase of LCA	
<b>ISO 14024</b> Guiding principles and procedures for third party environmental labelling certification programmes.	<b>ISO 14043</b> Guidance on the interpretation of results from a LCA study	
<b>ISO 14025</b> Guidance and procedures on a specialised form of third party environmental labelling certification using quantified product information labels	<b>ISO 14047</b> Provides illustrative examples on how to carry out a LCIA	
	<b>ISO 14048</b> Information on formatting of data to support LCA	
	<b>ISO 14049</b> Examples that illustrate how to apply the guidance in ISO 14041	<b>ISO Guide 64:1997</b> Document helps the writers of product standards to address aspects in those standards

Εικόνα 9: Πρότυπα ISO με περιβαλλοντικούς άξονες ( 2η στήλη ISO σχετικά με την AKZ )

Η δεύτερη έκδοση των προτύπων της AKZ, του ISO, η οποία ισχύει μέχρι και σήμερα είναι η εξής (Finkbeiner et al., 2006):

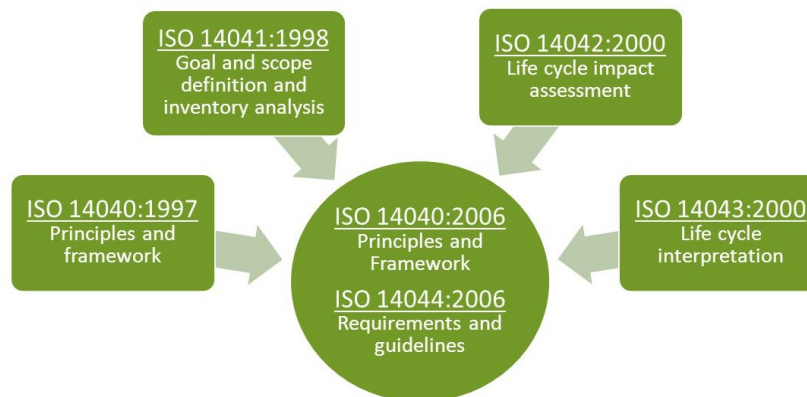
- ISO 14040: Αρχές και Πλαίσιο (Principles and framework).
- ISO 14044: Απαιτήσεις και Κατευθυντήριες Γραμμές (Requirements and Guidelines).

Το νέο πρότυπο ISO 14040 παρέχει μια αναλυτική περιγραφή των αρχών της AKZ και το πλαίσιο στο οποίο είναι κατανοητή και προσιτή, τόσο για τους επαγγελματίες όσο και για το κοινό. Το περιεχόμενο των προτύπων του 1996, όλες δηλαδή οι τεχνικές απαιτήσεις, μεταφέρθηκε στα δύο νέα πρότυπα, καθιστώντας το πρότυπο ISO 14044 το βασικό έγγραφο για την AKZ. Και τα δύο νέα πρότυπα περιλαμβάνουν το ίδιο σύνολο των ορισμών, δηλαδή

οι ορισμοί του προτύπου ISO 14040 επαναλαμβάνονται στο ISO 14044. Ο λόγος είναι ότι οι ιδιώτες - επιχειρήσεις δεν απαιτείται να χρησιμοποιήσουν κάποιο άλλο έγγραφο παρά μόνο το ISO 14044. Κατά την δημιουργία των νέων προτύπων απομακρύνθηκαν ασυνέπειες και λάθη που υπήρχαν στα παλαιότερα και βελτιώθηκε η αναγνωσιμότητά τους και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους. ( Κομνηνός, 2013).

Συγκεκριμένα το ISO 14040:2006 περιγράφει τις αρχές και το πλαίσιο της ΑΚΖ δηλαδή, τον καθορισμό του στόχου και του πεδίου εφαρμογής της, την απογραφή των δεδομένων, την εκτίμηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Επιπλέον ορίζει την υποβολή εκθέσεων και κριτικής της ΑΚΖ, τους περιορισμούς της και τη σχέση μεταξύ των ανωτέρω σταδίων (Finkbeiner et al., 2006).

## ISO LCA Standards Combination

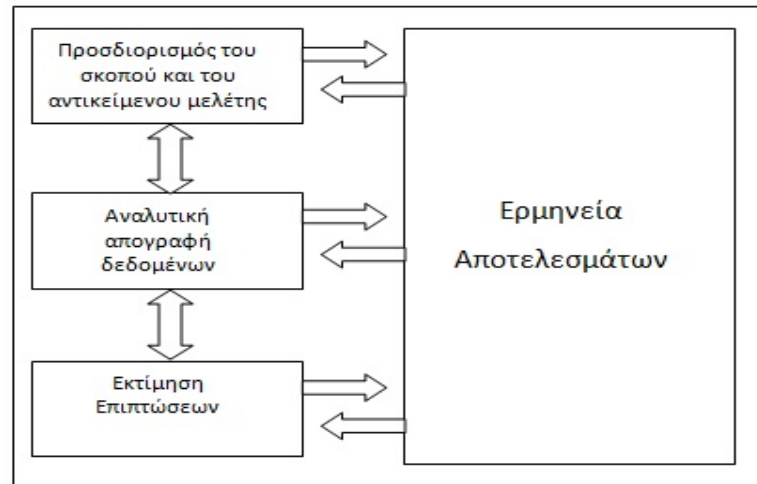


Εικόνα 10: Εξέλιξη ISO 14040-044:2006 / Πηγή: Haselback et.a.l, 2015

### 4.5. Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Από τα παραπάνω είναι κατανοητό ότι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής γίνεται συστηματικά και σταδιακά αφού όλες οι κύριες διεργασίες ενός προϊόντος είναι αλληλοεξαρτώμενες.

Έτσι, σύμφωνα με την σειρά προτύπων του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ISO 14040-14044, η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 11: Φάσεις μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

#### 4.5.1. Προσδιορισμός σκοπού και αντικείμενου μελέτης

Στο αρχικό στάδιο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής πρέπει να προσδιοριστεί ο σκοπός διεξαγωγής της μελέτης, ορίζεται αντικείμενο της, ορίζεται η λειτουργική της μονάδα και καθορίζεται η αξιοποίηση και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της.

Στην αρχή είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ο λόγος διεξαγωγής της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, η προβλεπόμενη και μελλοντική χρήση των αποτελεσμάτων και το κοινό στο οποίο απευθύνεται, ανάλογα με το πόσο λεπτομερειακή ανάλυση επιθυμεί ο χρήστης και το είδος της απόφασης που θα προκύψει από τα αποτελέσματα. Στη συνέχεια αναφέρεται το αντικείμενο της μελέτης, το οποίο καθορίζει τα όρια του συστήματος ( εισροές, εκροές, διαχείριση αποβλήτων, διάρκεια ζωής προϊόντος ) που μελετάται, τους περιορισμούς και τις απαιτήσεις των δεδομένων.

Για τον καθορισμό του αντικείμενου λαμβάνονται υπόψη τα χρονικά και γεωγραφικά όρια της μελέτης και η απαιτούμενη ποιότητα δεδομένων. Τέλος, σημαντικό κομμάτι είναι ορισμός της λειτουργικής μονάδας , η οποία αποτελεί ένα μέτρο απόδοσης του συστήματος που μελετάται και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, δίνοντας τη δυνατότητα σύγκρισης δύο διαφορετικών συστημάτων. Η λειτουργική μονάδα πρέπει να είναι ακριβής, συγκρίσιμη και να κανονικοποιεί τα δεδομένα εισόδου και εξόδου. Ένα παράδειγμα προσδιορισμού μιας λειτουργικής μονάδας είναι «η ποσότητα καθαριστικών που απαιτείται για να καθαριστεί ένα νοικοκυριό». Σε αυτή την περίπτωση, ως λειτουργική μονάδα λαμβάνεται το  $m^2$  και όλα τα μεγέθη ανάγονται σε αυτή.

Περαιτέρω, η χρησιμότητα των αποτελεσμάτων επηρεάζεται από το αν επιλέχθηκε σωστά η λειτουργική μονάδα. Εάν όντως επιλεγθεί σωστά, τα αποτελέσματα θα έχουν πρακτική εφαρμογή.(European Environment Agency, 1997)

#### 4.5.2. Απογραφή των δεδομένων

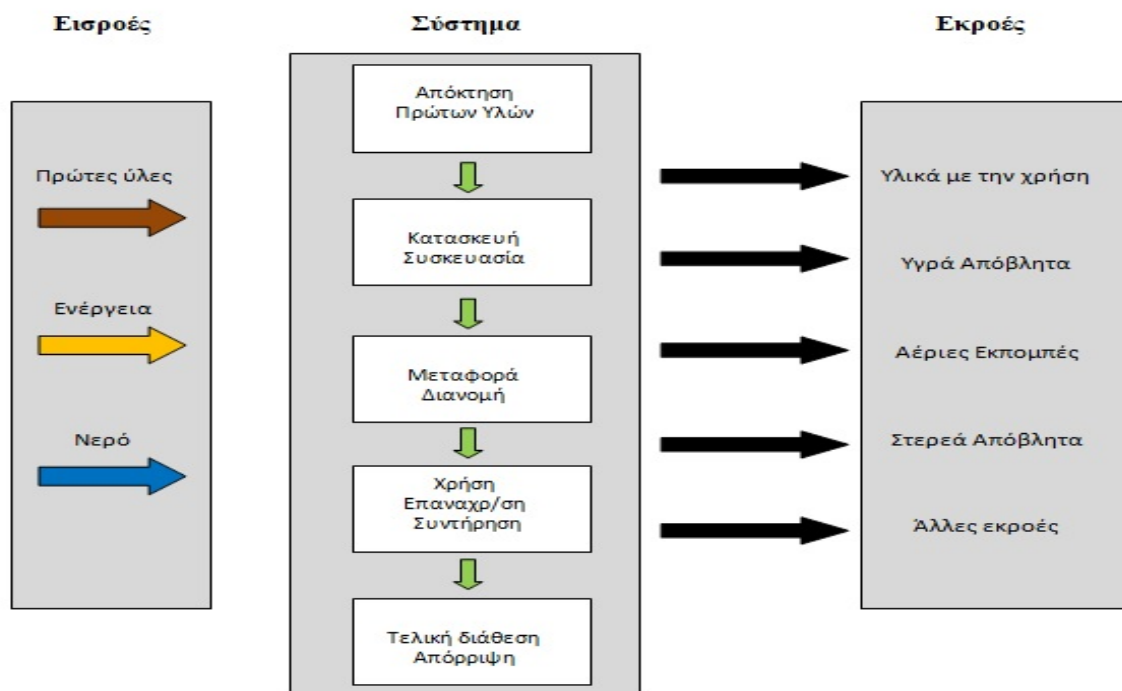
Η ανάλυση της καταγραφής των διαθέσιμων δεδομένων αποτελεί τη δεύτερη φάση της δημιουργίας μιας μελέτης LCA ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας ή μιας δραστηριότητας, η οποία περιλαμβάνει, κυρίως, τα ακόλουθα θέματα (European Environment Agency, 1997):

1. **Συλλογή δεδομένων:** Η ανάλυση της καταγραφής περιλαμβάνει τη συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων δεδομένων για την ποσοτικοποίηση των εισροών και των εκροών ενός συστήματος από διάφορες πηγές.

Οι πηγές των δεδομένων μπορεί να είναι είτε πρωτογενείς (όπως τα δεδομένα ειδικών διαδικασιών που προκύπτουν π.χ. απευθείας από μετρήσεις) είτε δευτερογενείς (όπως δεδομένα που συλλέγονται από αναφορές ή άλλες δημοσιευμένες πηγές). Αυτές οι πηγές προέρχονται από: ( Μουσιόπουλος, 2015)

- βιομηχανικές και κρατικές αναφορές,
- δεδομένα εργαστηριακών δοκιμών,
- βιβλία αναφοράς,
- δημοσιεύσεις και βάσεις δεδομένων,
- λίστες θεσμοθετημένων ορίων,
- συμβούλους και εμπορικούς συνδέσμους,
- παρόμοιες μελέτες AKZ.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα διαγράμματος ροής ενός προϊόντος με τις αντίστοιχες πιθανές εισροές και εκροές απεικονίζεται στην εικόνα 12. Η συλλογή δεδομένων αποτελεί την πλέον επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία κατά τη διεξαγωγή της μελέτης LCA. Συνήθως, είναι απαραίτητη μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων ή κάποιο κατάλληλο λογιστικό πρόγραμμα για την καταγραφή και τη διαχείριση των δεδομένων αυτών.



Εικόνα 12: Ενδεικτικές εισροές και εκροές ενός συστήματος ανάλυσης προϊόντος

2. **Επανακαθορισμός των ορίων του συστήματος:** η αρχική συλλογή των δεδομένων, συνήθως, ακολουθείται από την αναθεώρηση των ορίων του συστήματος.
3. **Αναφορά δεδομένων:** Πρέπει να διεξαχθεί η επικύρωση των δεδομένων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής δεδομένων για τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας των δεδομένων. Η συστηματική επικύρωση δεδομένων μπορεί να επισημάνει περιοχές όπου πρέπει να βελτιωθεί η ποιότητα των δεδομένων ή τα δεδομένα πρέπει να βρίσκονται σε παρόμοιες διαδικασίες ή μονάδες διαδικασίας.
4. **Συσχετισμός δεδομένων:** Τα ποσοτικά δεδομένα εισροής και εκροής πρέπει να οριστούν με βάση την εκάστοτε λειτουργική παραγωγική μονάδα, όπως επίσης και όλες τις διαδικασίες που εφαρμόζονται πριν και μετά από την παραγωγή ενός προϊόντος.
5. **Κατανομή επιπτώσεων:** Μελετώντας την LCA ενός περίπλοκου συστήματος, η εκτίμηση όλων των δυνατών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιμέρους συστατικών του, καθώς και των εκροών εντός των ορίων του μελετώμενου συστήματος μπορεί να

καθίσταται ουσιαστικά αδύνατη, επομένως, θα πρέπει να επιλεγούν οι σημαντικότερες από αυτές.

#### **4.5.3. Εκτίμηση Επιπτώσεων**

Στο τρίτο στάδιο της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής πραγματοποιείται μία ποσοτική και ποιοτική διαδικασία η οποία έχει ως αποτέλεσμα την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την περιβαλλοντική τους σημασία τα οποία απορρέουν από την βάση δεδομένων του προηγούμενου σταδίου απογραφής δεδομένων. Συνοπτικά αναλύονται οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στο οικοσύστημα και στην εξάντληση των φυσικών πόρων.

Τα βασικά στάδια τα οποία ακολουθούνται βήμα – βήμα και συντελείται αυτή η πολύπλοκη διαδικασία ποσοτικοποίησης και σύγκρισης διαφορετικών περιβαλλοντικών μορφών επιπτώσεις από τις διεργασίες που μελετούνται είναι : ταξινόμηση, χαρακτηρισμός, κανονικοποίηση, ομαδοποίηση και στάθμιση.

#### **1<sup>ο</sup> Στάδιο: Ταξινόμηση**

Στο στάδιο της ταξινόμησης επιλέγονται οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οι οποίες κατηγοριοποιούνται βάσει της πορείας τους, του δείκτη επιπτώσεων και του καθορισμού επιπέδου της επίπτωσης. Στην συνέχεια τα δεδομένα από το στάδιο της Απογραφής Δεδομένων ταξινομούνται ανάλογα με τις παραγόμενες επιβλαβείς ουσίες και την συμβολή στο εκάστοτε περιβαλλοντικό πρόβλημα σε κατηγορίες αφού κάποια επιβλαβή ουσία μπορεί να προκαλεί περισσότερες από μία επιπτώσεις.

Οι επιπτώσεις ταξινομούνται σε τρία γενικά «γενικά πεδία προστασίας»:

- η εξάντληση των φυσικών πόρων,
- η ανθρώπινη υγεία,
- η διατήρηση του οικοσυστήματος.

Ενώ κατά τη κατηγοριοποίηση των επιβλαβών ουσιών χρησιμοποιούνται οι παρακάτω κατηγορίες επιπτώσεων:

- φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- καταστροφή του όζοντος,
- ευτροφισμός (οφείλεται σε υγρά απόβλητα και σε αέριες εκπομπές),
- όξινη,
- φωτοχημικό νέφος,



- στερεά απόβλητα,
- φαινόμενα καρκινογένεσης,
- τοξικότητα για τον άνθρωπο,
- τοξικότητα για οικοσυστήματα (υγρά απόβλητα και εκπομπές αερίων ρύπων).

## **2<sup>ο</sup> Στάδιο : Χαρακτηρισμός**

Στο δεύτερο υποχρεωτικό στάδιο γίνεται ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων ώστε να «μεταφραστούν» σε αντιπροσωπευτικούς δείκτες επιπτώσεων και να αθροιστούν σε μία κατηγορία περιβαλλοντικής ή ανθρώπινης επίπτωσης. Αυτό επιτυγχάνεται, πολλαπλασιάζοντας τα διαφορετικά δεδομένα εισροών της απογράφης για κάθε ουσία του συστήματος με τους συντελεστές χαρακτηρισμού ( συντελεστές ισοδυναμίας ) ώστε να αναχθούν σε ισοδύναμες ποσότητες ικανές να συγκριθούν και να αθροιστούν σε ισοδύναμες ποσότητες και να καταγραφούν στο συνολικό αποτέλεσμα κάθε προβλήματος περιβαλλοντικής ή οικολογικής υγείας.

## **3<sup>ο</sup> Στάδιο: Κανονικοποίηση**

Σε αυτό το σημείο, τα αποτελέσματα για κάθε κατηγορία επίπτωσης κανονικοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους και ανάγονται όλα σε μία τιμή αναφοράς. Ενδεικτικά σαν τιμή αναφοράς μπορούμε να αναφέρουμε τα κάτωθι παραδείγματα:

- Συνολική χρήση των φυσικών πόρων ή συνολικές εκπομπές σε μια δεδομένη περιοχή κατά άτομο.
- Συνολική χρήση φυσικών ή ενεργειακών πόρων ή συνολικές εκπομπές σε μία δεδομένη περιοχή σε παγκόσμιο ή περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο.

## **4<sup>ο</sup> Στάδιο : Ομαδοποίηση**

Στη φάση της ομαδοποίησης, οι κατηγορίες επιπτώσεων ομαδοποιούνται ώστε να γίνει πιο εύκολη η ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε συγκεκριμένους τομείς ενδιαφέροντος. Οι 2 πιο πιθανοί τρόποι ομαδοποίησης των στοιχείων είναι:

- Ταξινόμηση βάσει των εκπομπών ( π.χ. εκπομπές στον αέρα και το νερό ) ή την τοποθεσία ( π.χ. παγκόσμιες, περιφερειακές, τοπικές )
- Ταξινόμηση κατά σειρά προτεραιότητας ή κλιμάκωσης ( χαμηλή, μεσαία, υψηλή )

## **5° Στάδιο: Στάθμιση**

Στο στάδιο αυτό γίνεται προσπάθεια να σταθμιστούν κατάλληλα οι διάφορες κατηγορίες των επιπτώσεων ώστε να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, κατά την αξιολόγηση επιδιώκεται σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων, έτσι ώστε να μπορούν να ληφθούν αποφάσεις. Ιεραρχείται η σημασία των κατηγοριών επιπτώσεων, ώστε να μπορεί να συγκριθεί ένα σύστημα που προκαλεί π.χ. αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη με ένα άλλο που προκαλεί όξυνση. Η ιεράρχηση και στη συνέχεια η σύγκριση των κατηγοριών των επιπτώσεων είναι στην ουσία μια διαδικασία αποτίμησης αξιών. Εκφράζει κοινωνικές αξίες και προτιμήσεις. Χρησιμοποιούνται πολλά εργαλεία, που συχνά αναφέρονται ως θεωρητικές τεχνικές λήψης αποφάσεων, προκειμένου να λύσουν το πρόβλημα με μια προσέγγιση όσο το δυνατόν ορθολογική. Αυτό που συμβαίνει είναι να ορίζονται προτεραιότητες με βάση το δημόσιο συμφέρον. Το βέβαιο είναι ότι, όποια μέθοδος και αν υιοθετηθεί, το πεδίο έρευνας στον χώρο αυτό είναι σίγουρα πολύ μεγάλο.

### **4.5.4 Εκτίμηση των βελτιώσεων**

Στο στάδιο της εκτίμησης βελτιώσεων, τα αποτελέσματα της ανάλυσης χρησιμοποιούνται ως βάση για τη λήψη αποφάσεων που θα ωφελήσουν τόσο τη βιομηχανία όσο και το περιβάλλον. Ο SETAC δίνει τον εξής ορισμό για την εκτίμηση των βελτιώσεων: «Η εκτίμηση των βελτιώσεων αποτελεί μια συστηματική αξιολόγηση των αναγκών και δυνατοτήτων για τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών και τις περιβαλλοντικές εκπομπές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων, διεργασιών και δραστηριοτήτων». Η ανάλυση αυτή είναι δυνατό να περιέχει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως αλλαγές στο προϊόν, στη διεργασία και στον σχεδιασμό, στη χρήση των πρώτων υλών, στη χρήση από τον καταναλωτή και στη διαχείριση των απορριμμάτων». (Μουσιόπουλος, 2015)

# Κεφάλαιο 5. Ανθρακικό Αποτύπωμα – Carbon Footprinting

## 5.1. Ορισμός Ανθρακικού Αποτυπώματος

Το ανθρακικό αποτύπωμα είναι η συνολική ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου (GHG) που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από μία μονάδα-άτομο, μια επιχείρηση, μία



Εικόνα 13: Ανθρακικό Αποτύπωμα

δραστηριότητα ή ένα προϊόν, και εκφράζεται ως ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα. Πλέον οι επιχειρήσεις δεν αξιολογούν το ανθρακικό αποτύπωμα, μόνο των δικών τους εκπομπών αερίων, αλλά το υπολογίζουν αθροιστικά σε όλα την διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας του προϊόντος ή της υπηρεσίας.

Ο όρος «αποτύπωμα άνθρακα του προϊόντος» αναφέρεται στις εκπομπές GHG ενός προϊόντος σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του, από τις πρώτες ύλες μέσω της παραγωγής, τη διανομή, την κατανάλωση και την τελική διάθεση ( απόρριψη/ανακύκλωση).

Το αποτύπωμα του άνθρακα περιλαμβάνει τα εξής αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου: διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και οξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες, εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>). (AFD, 2017).

Ενώ όπως φαίνεται και στην εικόνα 14, σύμφωνα με το Greenhouse Gas Protocol, το εύρος του αποτυπώματος άνθρακα ενός οργανισμού-επιχείρησης χωρίζεται επίσης σε τρία στοιχεία. ([www.sustainablebusiness toolkit.com](http://www.sustainablebusiness toolkit.com) & [www.wri.org](http://www.wri.org) )

### Scope 1-Direct (Εκπομπές πεδίου 1):

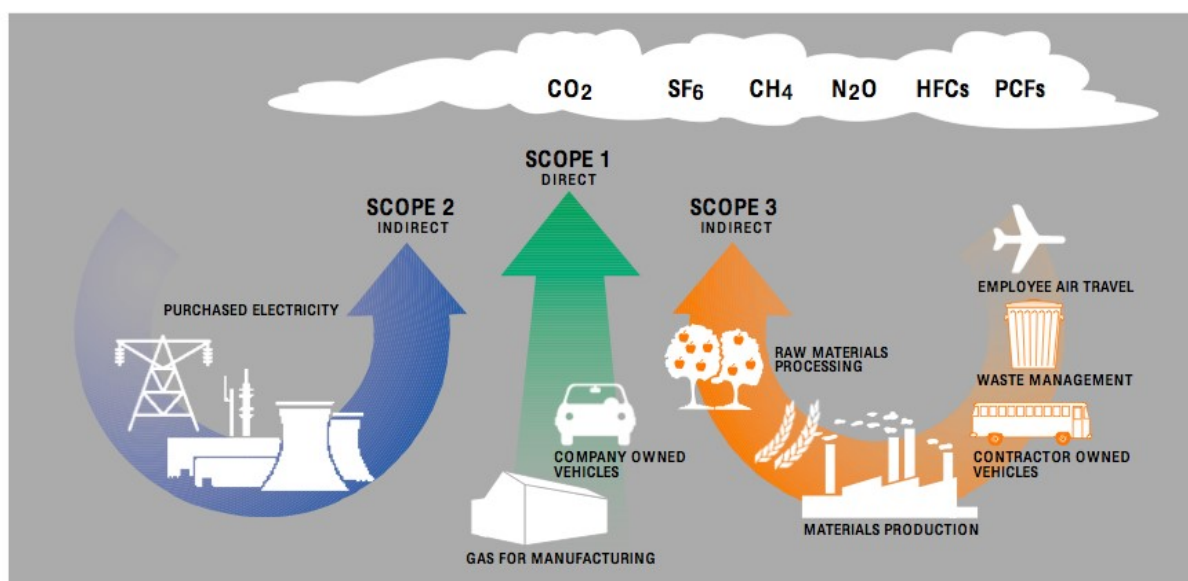
Αυτά καλύπτουν όλες τις άμεσες πηγές εκπομπών. Πρόκειται για εκπομπές από περιουσιακά στοιχεία που ανήκουν είτε στην εταιρεία (π.χ. εκπομπές οχημάτων στόλου από την κατανάλωση καυσίμων) είτε εκπομπές που παράγονται από επιτόπια δραστηριότητα (δηλαδή εκπομπές από την καύση φυσικού αερίου στο λέβητα της εταιρείας)

### Scope 2-Indirect (Εκπομπές πεδίου 2):

Το πεδίο 2 καλύπτει όλες τις έμμεσες εκπομπές ή ειδικότερα τις εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που αγοράστηκε. Αυτό σημαίνει ότι η εταιρεία δεν έχει παράγει πραγματικά τις εκπομπές που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά λόγω της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε φωτιστικά, εξοπλισμό κλπ. Οπότε θεωρείται ως έμμεση υπευθυνότητα για αυτές τις εκπομπές.

### Scope 3-Indirect (Εκπομπές πεδίου 3):

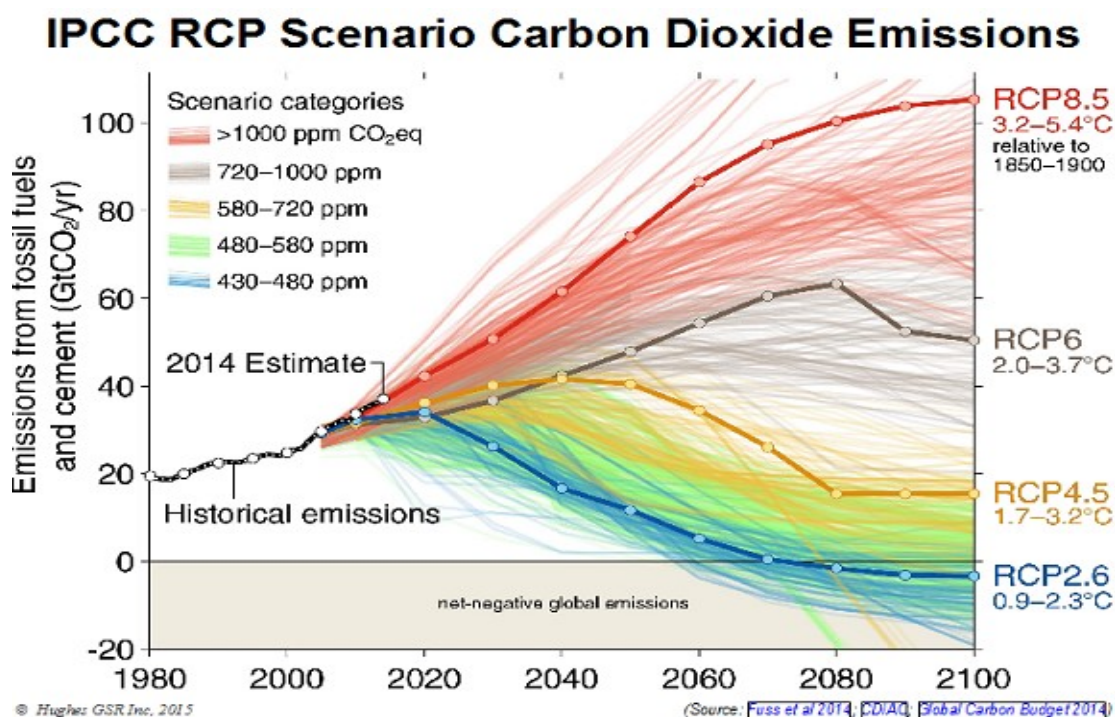
Τέλος, το πεδίο εφαρμογής 3 καλύπτει όλες τις άλλες έμμεσες εκπομπές που δεν οφείλονται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που αγοράστηκε. Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα πηγών εκπομπών, συμπεριλαμβανομένων αποβλήτων, αναλώσιμων, μεταφοράς προσωπικού, εκπομπών αλυσίδας εφοδιασμού, χρήσης υδάτων κ.λπ.



Εικόνα 14: Πεδία εφαρμογής Greenhouse Gas Protocol Emissions / Πηγή: [www.wri.org](http://www.wri.org)

Στη σημερινή εποχή, οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες και η περιβαλλοντική υποβάθμιση και μόλυνση έχουν καταστήσει παγκοσμίως, επιτακτική ανάγκη τον προσδιορισμό, τον έλεγχο και την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προκαλείται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και κατ' επέκταση από τις διεργασίες επιχειρήσεων και βιομηχανιών. Ο παγκόσμιος ρυθμός εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται αρνητικά

με ραγδαίους ρυθμούς με συνέπεια τα σενάρια να είναι δυσοίωνα και να μεταφράζονται σε όλο και μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας στο μέλλον, όπως φαίνεται και ενδεικτικά στην εικόνα 15.



Εικόνα 15: Ιστορική και μελλοντική εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο / Πηγή: Global Carbon Budget, 2014

Βέβαια, μία επιχείρηση η οποία υπολογίζει και δρα για την μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, έχει οφέλη οικονομικής και εμπορικής σημασίας.

Υπολογίζοντας το ανθρακικό αποτύπωμα κατά την διάρκεια της ζωής ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας, οι επιχειρήσεις λαμβάνουν σημαντικά στοιχεία από αυτήν την διαδικασία.

Αρχικά, δίνεται η δυνατότητα στις επιχειρήσεις να αποτυπώσουν τους τρόπους ώστε να επιτύχουν την εξοικονόμηση οικονομικών ή φυσικών πόρων (π.χ. κατανάλωση ενέργειας ή πρώτων υλών) και να μπορούν να εφαρμόσουν στρατηγικούς σχεδιασμούς επενδυτικά ασφαλείς και αποτελεσματικούς, μειώνοντας το κόστος. Επίσης, βοηθάει στην κατανόηση και τον προσδιορισμό των εκπομπών άνθρακα από την εφοδιαστική αλυσίδα ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία των επιχειρήσεων με γνώμονα το περιβάλλον, ικανοποιώντας τα θεσμικά και νομικά πλαίσια, τα οποία έχουν οριστεί ως τρόποι ελέγχου των επιχειρήσεων, για τις εκπομπές άνθρακα. Βέβαια, μία επιχείρηση η οποία υπολογίζει και δρα για την μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος, έχει οφέλη οικονομικής και εμπορικής σημασίας. Έτσι, σημαντικό στοιχείο είναι ότι οι καταναλωτές έχοντας αυξήσει την περιβαλλοντική τους

συνείδηση προτιμούν και επαινούν προϊόντα ή υπηρεσίες όπου επιχειρήσεις που τα παράγουν, προσπαθούν να μειώσουν την επίδρασή τους στο περιβάλλον, με την εφαρμογή περιβαλλοντικών μεθόδων στην παραγωγή, την διάθεση των αποβλήτων και της ενεργειακής εξοικονόμησης.

## **5.2. Πρότυπο Μέτρησης Ανθρακικού Αποτυπώματος**

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, γεννήθηκε η ανάγκη για τον προσδιορισμό ενός κοινού προτύπου μέτρησης του ανθρακικού αποτυπώματος. Έτσι δημιουργήθηκε το 2001 από το World Resources Institute και το World Business Council for Sustainable Development, το Πρωτόκολλο Αερίων του Θερμοκηπίου, γνωστό ως Greenhouse Gas Protocol (GHGP), το οποίο είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο στα χέρια των επιχειρήσεων και των κυβερνήσεων. (CarbonTrust, 2012)

Την ίδια χρονιά, ιδρύεται η ανεξάρτητη εταιρεία CarbonTrust από την Βρετανική κυβέρνηση, η οποία καλείται να ερευνήσει και να ενεργήσει άμεσα προς την εξεύρεση λύσεων για την μείωση των εκπομπών άνθρακα και την εφαρμογή νέων πράσινων τεχνολογιών. Ενώ το 2008, η CarbonTrust και το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Τροφίμων και Αγροτικών θεμάτων ( DEFRA) συμμετέχουν στη χρηματοδότηση για την ανάπτυξη του Προτύπου PAS 2050 «Προδιαγραφές για την αξιολόγηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον κύκλο ζωής των προϊόντων και υπηρεσιών», ένα αυτόνομο Πρότυπο, το οποίο δημοσιεύτηκε από το Βρετανικό Ινστιτούτο Τυποποίησης (BSI) και περιλαμβάνει στοιχεία από κρατικούς, επιχειρησιακούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς.

Όσον αφορά τις εταιρίες και τους οργανισμούς, οι οποίες παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες, το Πρότυπο PAS 2050 προσφέρει τα εξής (PAS 2050, 2008):

- Εσωτερική εκτίμηση των εκπομπών των αερίων σε όλη την διάρκεια ζωής των προϊόντων και των υπηρεσιών.
- Αξιολόγηση εναλλακτικών μεθόδων παραγωγής, μορφών προϊόντων ή ακόμα και προμηθευτών βάσει των επιπτώσεών τους στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Ορισμού δείκτη αναφοράς και σύγκρισης διαφόρων μεθόδων και προγραμμάτων με στόχο την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

- Καθιστά δυνατή την σύγκριση προϊόντων και υπηρεσιών, χρησιμοποιώντας μια κοινή και πρότυπη προσέγγιση του κύκλου ζωής των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου από τα εκάστοτε προϊόντα και υπηρεσίες.
- Υποστήριξη για την υποβολή εκθέσεων σχετικά με την εταιρική ευθύνη.

### 5.3. Τρόποι Υπολογισμού Ανθρακικού Αποτυπώματος

Για τη διαδικασία προσδιορισμού του κύκλου ζωής αποτυπώματος άνθρακα ενός συγκεκριμένου προϊόντος ή υπηρεσίας, το πρωτόκολλο του PAS 2050 απαιτεί την ένταξη και αναγνώριση των παρακάτω:

- Μια καθιερωμένη «λειτουργική μονάδα» (π.χ. ένα επαναχρησιμοποιήσιμο 1 λίτρου πλαστικό μπουκάλι νερό και το καπάκι)
- Ένα από τα δύο σενάρια αξιολόγησης:
  - \* Επιχειρήσεις προς τους καταναλωτές (Business to Consumers - B2C). Περιλαμβάνει τις εκπομπές αερίων που προκύπτουν από την πλήρη διάρκεια ζωής του προϊόντος (γνωστός και ως "cradle-to-grave"),
  - \* Επιχειρήσεις προς επιχειρήσεις (Business to business-B2B). Περιλαμβάνει τις εκπομπές αερίων που ελευθερώνονται έως και συμπεριλαμβανομένου του σημείου όπου το προϊόν φθάνει σε μια νέα οργάνωση ή επιχείρηση (γνωστός και ως "cradle-to-gate").
- Χρήση ενός ισοδύναμου του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>e).

Το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα είναι μια ποσότητα που περιγράφει, για δεδομένο μείγμα και ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου, την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα, η οποία θα μπορούσε να έχει την ίδια δυνατή 35 υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming Potential - QWP), όταν μετράται σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (συνήθως μετράται σε περίοδο 100 χρόνων). Το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα αντανάκλα έτσι μια ροή αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Σύμφωνα με το PAS 2050, τα βασικά βήματα για την μέτρηση του ανθρακικού αποτυπώματος ενός προϊόντος είναι τα εξής πέντε (PAS 2050, 2008):

### **Βήμα 1 – Δημιουργία χάρτη διαδικασιών – Process Map**

Κατάλογος όλων των υλικών, των δραστηριοτήτων και των διαδικασιών που συμβάλλουν σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος.

### **Βήμα 2 – Έλεγχος Ορίων και Καθορισμός Προτεραιοτήτων – Boundaries & Priorities**

Ορισμένες εκπομπές μπορούν να αποκλειστούν, π.χ. καταναλωτικά ταξίδια στα καταστήματα λιανικής πώλησης. Έτσι υπολογίζεται το αποτύπωμα άνθρακα υψηλού και επιτυγχάνεται η εστίαση των δεδομένων σχετικά με τις κύριες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

### **Βήμα 3 - Συλλογή δεδομένων - Data**

Συλλογή δεδομένων από όλους τους παράγοντες που συμβάλλουν στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος. (π.χ. , ποσότητα υλικών, λίτρα καυσίμου που καταναλώνεται ανά μονάδα προϊόντος, κλπ δραστηριότητες). Κατά προτίμηση, χρησιμοποιούνται πρωτογενή δεδομένα βασισμένα σε πραγματικές μετρήσεις ή αρχεία αντί για υπολογισμό κατά προσέγγιση.

### **Βήμα 4 – Υπολογισμός Ανθρακικού Αποτυπώματος - Calculation**

Υπολογίζονται και ανάγονται όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τους συντελεστές τους, σε εκπομπές GHG, δηλαδή, kgCO<sub>2</sub>e ανά μονάδα προϊόντος.

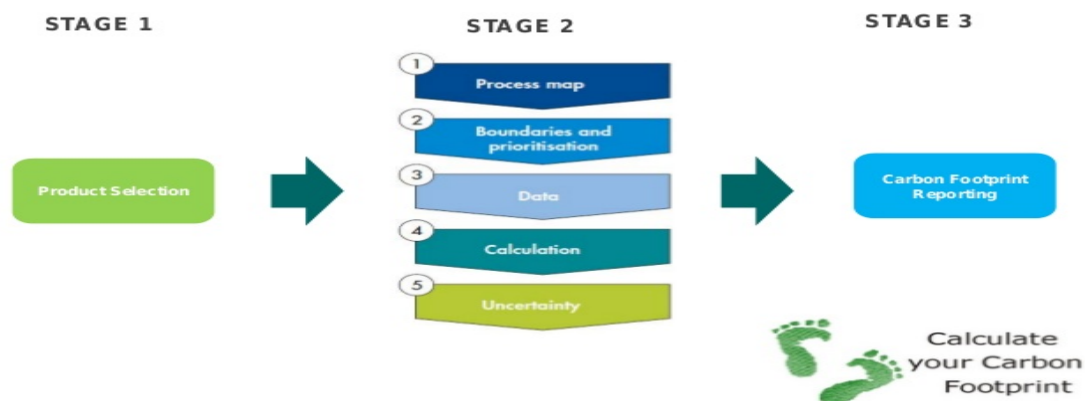
### **Βήμα 5 – Επαλήθευση και Αξιολόγηση του αποτελέσματος – Uncertainty & Carbon Footprint Reporting**

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία:

- Αυτοέλεγχος από την επιχείρηση
- Επαλήθευση ή σύγκριση με άλλο παρόμοιο φορέα, όπως π.χ. άλλη εταιρεία
- Διαπιστευμένο ανεξάρτητο φορέα ή οργανισμό με εξειδίκευση στον υπολογισμό ανθρακικού αποτυπώματος.



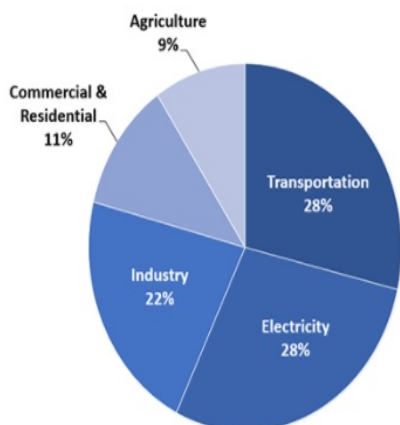
## PAS 2050 Assessment Process



Εικόνα 16: Τα 5 βήματα για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος / Πηγή: PAS 2050, 2008

### 5.4. Μεταφορά και Ανθρακικό Αποτύπωμα

Ο τομέας των μεταφορών είναι γνωστό ότι συμβάλλει με μεγάλο ποσοστό επιβάρυνσης στην αύξηση των εκπομπών ουσιών στην ατμόσφαιρα και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα.



Διάγραμμα 1: Ποσοστό παγκόσμιων ατμοσφαιρικών εκπομπών για το 2016 ανά τομέα / Πηγή : [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

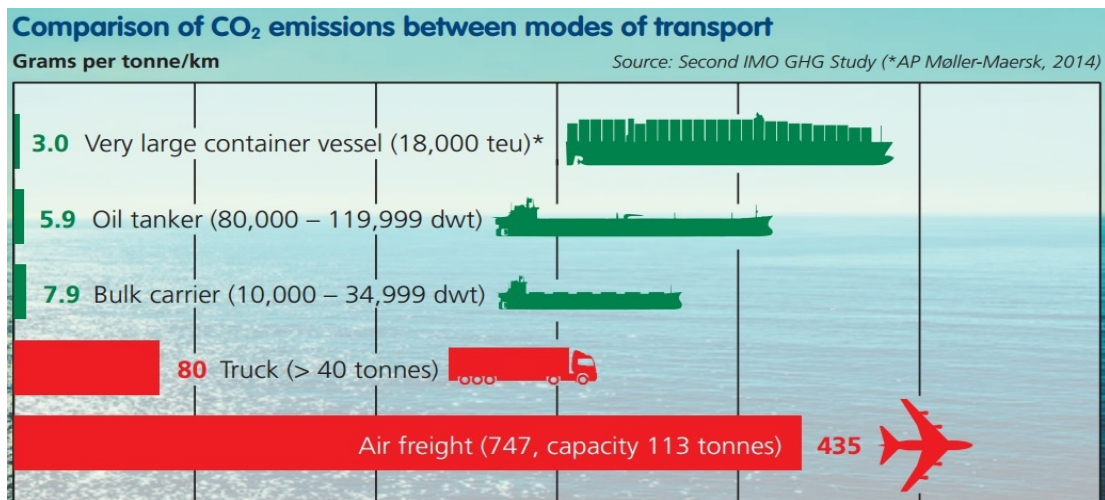
Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην χρήση καυσίμου - πετρελαίου από τα μέσα μεταφοράς για την κίνησή τους. Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω διάγραμμα 1 το οποίο δείχνει την παγκόσμια ετήσια συνεισφορά διάφορων τομέων ( π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, γεωργία, μεταφορές ) στις ατμοσφαιρικές εκπομπές, ο τομέας των μεταφορών βρίσκεται στις πρώτες θέσεις με ποσοστό 28%.

Οπότε γίνεται αντιληπτό πόσο σημαντικό είναι να αξιολογηθεί και να ποσοτικοποιηθεί η συνεισφορά του σταδίου της μεταφοράς των προϊόντων αφού είναι απαραίτητος κρίκος στην ανεμπόδιστη παροχή αγαθών ανά τον κόσμο και ένα αναπόσπαστο κομμάτι της οικονομικής ανάπτυξης ανθρώπων, κοινωνιών και επιχειρήσεων.

Με τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος γίνεται ακόμα δυνατή η αξιολόγηση της επιβάρυνσης βάσει των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μέσο μεταφοράς ώστε οι επιχειρήσεις να μπορούν να δρουν και με γνώμονα την περιβαλλοντική ευθύνη επιλέγοντας τις βέλτιστες επιλογές μεταφοράς των προϊόντων τους, όχι μόνο την πλευρά από οικονομικής πλευράς αλλά και της φιλικότερης επιλογής προς το περιβάλλον.

Βάσει αυτών που αναφέρθησαν θα παρουσιαστεί και στην παρούσα μελέτη το ανθρακικό αποτύπωμα των μέσων μεταφοράς τα οποία χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των φιαλών ελαιολάδου της μελέτης μας μέσω του λογισμικού EduPack.

Στην εικόνα παρουσιάζεται η επιβάρυνση ανά μέσο μεταφοράς σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (I.M.O.)



Εικόνα 17: Σύγκριση μέσων μεταφοράς βάσει των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα / Πηγή: <http://www.shortsea.gr>

## Κεφάλαιο 6. Μελέτη Περίπτωσης

### 6.1. Σκοπός και αντικείμενο μελέτης

Η μελέτη η οποία θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα διεξαχθεί σε δύο φάσεις χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά λογισμικά προγράμματα ώστε να παρουσιαστούν, να εξεταστούν και να αξιολογηθούν από περιβαλλοντική σκοπιά η μεταφορά τριών διαφορετικών ειδών υλικού δοχείων ελαιολάδου με την μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής έως το στάδιο της μεταφοράς.

Αντικείμενο της μελέτης είναι τρία δοχεία ελαιολάδου διαφορετικού υλικού τα οποία διακινούνται σε διάφορους προορισμούς ανά τον κόσμο.

Τα τρία δοχεία διαφορετικού υλικού οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα μελέτη είναι οι εξής:

- Πλαστικό μπουκάλι ελαιολάδου ενός λίτρου ( 1l. )
- Γυάλινο μπουκάλι ελαιολάδου ενός λίτρου( 1l. )
- Μεταλλικό δοχείο –τενεκές ελαιολάδου τριών λίτρων( 3l. )

Σκοπός σε πρώτη φάση είναι, με αρχή τα τρία δοχεία να μελετηθούν επίσης και τα υλικά συσκευασίας για τα οποία έχουμε στοιχεία και συμπεριλαμβάνονται και ολοκληρώνουν τα στάδια της συσκευασίας μέχρι και την φόρτωση στην παλέτα όπως είναι καπάκι, χαρτοκιβώτιο και άλλος τύπος συσκευασίας (π.χ. προστατευτικό κάλυμμα παλέτας ). Κάθε υλικό συσκευασίας λαμβάνει διαφορετική ποσοστιαία θέση για κάθε μία από τις κατηγορίες επιπτώσεων λόγω της φύσης των υλικών, του κύκλου ζωής τους και του όγκου τους ως μέρος της συσκευασίας. Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής για την παραγωγή και κατασκευή των δοχείων θα μελετηθεί εισάγοντας τα δεδομένα που λάβαμε από την εταιρεία και θα πραγματοποιηθεί με την βοήθεια του λογισμικού SimaPro 7.1.

Στην συνέχεια, στόχος είναι η παρουσίαση αποτελεσμάτων των σεναρίων μεταφοράς εντός – εκτός Ευρώπης και εντός Ελλάδας, ώστε να γίνει προσέγγιση των ενεργειακών απαιτήσεων και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην διάρκεια του Κύκλου Ζωής των 3 περιπτώσεων δοχείων και των υλικών συσκευασίας που αναφέρθηκαν παραπάνω. Κάθε υλικό

συσκευασίας παρουσιάζει διαφορετικά ποσά καταναλισκόμενης ενέργειας και συμβάλει με διαφορετικό ποσό στο ανθρακικό αποτύπωμα του ελαιολάδου το οποίο διακινείται στην μελέτη μας, λόγω της φύσης των υλικών, του κύκλου ζωής τους και του όγκου τους ως μέρος της συσκευασίας. Ως εκ τούτου, εξετάζοντας τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για την συνολική μεταφορά των τριών δοχείων, συνυπολογίζοντας και τα υπόλοιπα υλικά συσκευασίας, θα παρουσιαστεί η καθοριστικότητα της διανυόμενης απόστασης και του όγκου της συσκευασίας στην αύξηση του ανθρακικού αποτυπώματος. Έτσι, χρησιμοποιώντας το λογισμικό πρόγραμμα CES-EduPack 2008 μπορούμε να αποδώσουμε την περιβαλλοντική επιβάρυνση του σταδίου μεταφοράς.

## **6.2. Πηγές συλλογής αριθμητικών δεδομένων**

Η συλλογή των αριθμητικών δεδομένων και των πληροφοριών για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης έγινε από δύο εταιρείες οι οποίες προσφέρθηκαν να βοηθήσουν στην έρευνα κατόπιν σχετικών ερωτήσεων με την μορφή εγγράφου προς κάποιον υπεύθυνο της εταιρείας ή προσωπικής συνέντευξης. Λόγω προστασίας του απορρήτου των εταιρειών, δεν θα γίνει καμία αναφορά σε ονομασία εμπορεύματος, σε επωνυμίες εργοστασίων, αποθηκών και τελικών παραληπτών.

Σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δοχείων εμφιάλωσης ελαιολάδου και την ενδεικτική ποσότητα μεταφοράς αυτών ανήκουν σε μία εταιρεία εμφιάλωσης και τυποποίησης ελαιολάδου η οποία εδρεύει στην Πελοπόννησο .

Ενώ, τα δεδομένα και οι πληροφορίες όσον αφορά τα σημεία προορισμού και τον τρόπο μεταφοράς προέρχονται από μία εταιρεία η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο των μεταφορών και ειδικότερα στις μεταφορές δια θαλάσσης, και αναλαμβάνει, με ασφάλεια, αξιοπιστία και υπευθυνότητα την μεταφορά του εμπορεύματος εντός και εκτός Ευρώπης.

## **6.3. Περιπτώσεις μελέτης**

### **6.3.1. Τεχνικά στοιχεία δοχείων λαδιού μελέτης**

### **Πλαστικό μπουκάλι ελαιολάδου ενός λίτρου ( 1l. )**

Τα πλαστικά είναι πολυμερή τα οποία διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες βάσει των οργανικών ενώσεων και των διαφόρων πρόσθετων ουσιών τις οποίες περιλαμβάνουν ώστε να κατασκευαστούν. Τα πλαστικά είναι το νεότερο υλικό συσκευασίας τροφίμων και τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει τεράστια ζήτηση λόγω των πολλαπλών θετικών ιδιοτήτων του ως υλικό και ως κόστος παραγωγής.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το 1<sup>ο</sup> δοχείο εμφιάλωσης λαδιού είναι ένα πλαστικό μπουκάλι λαδιού ενός λίτρου και το πλαστικό του καπάκι. Το μπουκάλι είναι από πλαστικό κατηγορίας πολυτερεφθαλικού αιθυλεστέρα ( PET ), το οποίο PET θεωρείται από τα κορυφαία σε ζήτηση υλικά συσκευασίας τροφίμων τα τελευταία χρόνια ( 10% αύξηση στη χρήση κάθε χρόνο ), λόγω μερικών από τους παρακάτω λόγους, όπως η ευκολία στην μορφοποίησή του, των μηχανικών ιδιοτήτων του ( σκληρότητα, ανθεκτικότητα ), ανθεκτικότητα στις συνθήκες του περιβάλλοντος και κατά συνέπεια αδρανές σε μεγάλος εύρος θερμοκρασιών. Ενώ, το καπάκι του εν λόγω πλαστικού μπουκαλιού, είναι κατηγορίας πολυαιθυλενίου ( PE ) το οποίο PE έχει το μεγαλύτερο ποσοστό σε χρήση για την συσκευασία τροφίμων από όλα τα πλαστικά.



### **Γυάλινο μπουκάλι ελαιολάδου ενός λίτρου ( 1l. )**

Το γυαλί είναι υλικό στερεό και άμορφο και ορίζεται ως ανόργανο προϊόν τήξης, χωρίς να παρουσιάζει κρυσταλλική δομή πριν ψυχθεί. Λόγω της μη κρυσταλλικότητάς του, ο όρος «ύαλος» (γυαλί) ή «ααλώδης» έχει επεκταθεί σημαίνοντας όλα τα άμορφα στερεά. Η χρησιμοποίηση του γυαλιού ως υλικού συσκευασίας αναπτύχθηκε στους αρχαίους χρόνους κυρίως στην Αίγυπτο και σε άλλες Μεσογειακές χώρες και συνεχίζει μέχρι σήμερα να είναι στις βασικότερες επιλογές για την συσκευασία τροφίμων και ποτών. Ως υλικό είναι χημικά και βιολογικά αδρανές, δεν συγκρατεί κανένα συστατικό και καθαρίζεται εύκολα, ενώ δεν αντιδρά με υδατικά διαλύματα ή έλαια και λίπη, κι έτσι δεν αλλοιώνει τη σύσταση των τροφίμων και τη γεύση ή την οσμή τους. Ακόμα, του ότι είναι διάφανο δίνει την δυνατότητα στον καταναλωτή να ελέγξει το περιεχόμενό του.



Στην δεύτερη περίπτωση, το 2<sup>ο</sup> δοχείο εμφιάλωσης λαδιού είναι ένα γυάλινο μπουκάλι λαδιού ενός λίτρου και το καπάκι, το οποίο αποτελείται το εξωτερικό μέρος του από αλουμίνιο και το εσωτερικό του μέρος από πλαστικό κατηγορίας PE.

### **Μεταλλικό δοχείο –τενεκές ελαιολάδου τριών λίτρων ( 3λ. )**

Διάφορα μέταλλα έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς για να φτιαχτούν δοχεία συσκευασίας λαδιού. Πλέον, τα πιο διαδεδομένα είναι τα δοχεία από λευκοσίδηρο, ο οποίος είναι κατά βάση συνδυασμός χάλυβα και κασσίτερου. Πλεονεκτήματα των αλουμινένιων δοχείων είναι η αυξημένη σκληρότητά του υλικού, η αντοχή στην διάβρωση και η εξασφάλιση πλήρης στεγανότητας στην διεύδυση φωτός και υγρασίας αν οι φιάλες σφραγιστούν ερμητικά.



Στην τρίτη περίπτωση, το 3<sup>ο</sup> δοχείο εμφιάλωσης λαδιού είναι μεταλλικό δοχείο – τενεκές τριών λίτρων και το πλαστικό καπάκι, κατηγορίας PE.

Τα τεχνικά στοιχεία των τριών περιπτώσεων μελέτης ήτοι των τριών δοχείων ελαιολάδου παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1:

**Πίνακας 1: Τεχνικά χαρακτηριστικά δοχείων ελαιολάδου**

<b>ΔΟΧΕΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ</b>		
<b>ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1 ΛΙΤΡΟΥ</b>		
<b>ΔΟΧΕΙΟ</b> <b>Υλικό: PET</b>	Μήκος ( εκατοστά )	0
	Πλάτος-Διάμετρος ( εκατοστά )	8,2
	Ύψος ( εκατοστά )	27,7
	Βάρος φιάλης ( κιλά )	0,040
<b>ΚΑΠΑΚΙ</b> <b>Υλικό: PE</b>	Διάμετρος ( εκατοστά )	2,17
	Ύψος ( εκατοστά )	2,05
	Βάρος ( κιλά )	0,004
<b>ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1 ΛΙΤΡΟΥ</b>		
<b>ΔΟΧΕΙΟ</b>	Μήκος ( εκατοστά )	7,4
	Πλάτος-Διάμετρος ( εκατοστά )	7,4
	Ύψος ( εκατοστά )	30,8

	Βάρος φιάλης ( κιλά )	0,560
<b>ΚΑΠΑΚΙ</b> <b>Υλικό: PE</b>	Διάμετρος ( εκατοστά )	3,15
	Ύψος (εκατοστά)	2,42
	Βάρος ( κιλά )	0,0048
<b>ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3 ΛΙΤΡΩΝ</b>		
<b>ΔΟΧΕΙΟ</b>	Μήκος ( εκατοστά )	14,7
	Πλάτος-Διάμετρος ( εκατοστά )	9
	Ύψος ( εκατοστά )	26,2
	Βάρος φιάλης ( κιλά )	0,282
<b>ΚΑΠΑΚΙ</b> <b>Υλικό: PE</b>	Διάμετρος (εκατοστά )	3,2
	Ύψος ( εκατοστά )	2
	Βάρος ( κιλά )	0,007

Όπως προαναφέρθηκε, τα στοιχεία τα οποία θα εισαχθούν στο σύστημα για την ανάλυση του κύκλου ζωής θα περιλαμβάνουν την ποσότητα μάζας κάθε είδους υλικού συσκευασίας το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια των τριών σταδίων συσκευασίας. Αυτό σημαίνει ότι λαμβάνεται υπόψη την μάζα του υλικού του δοχείου ( πλαστικό, γυαλί, μεταλλικό ), την μάζα του χαρτοκιβωτίου ( χαρτί ), και την μάζα του προστατευτικού καλύμματος ( πλαστικό πολυμερές ) ως μονάδα.

Λαμβάνεται υπόψη μας ότι δεν συμπεριλαμβάνονται στα δεδομένα τα οποία έχουμε, τα ακριβή στοιχεία της παλέτας και ότι δεν υπάρχουν διαχωριστικά μεταξύ των επιπέδων της παλέτας.

Τα δεδομένα τα οποία θα εισαχθούν στο πρόγραμμα SimaPro φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 2:

**Πίνακας 2: Ποσότητα υλικού συσκευασίας ανά δοχείο περίπτωσης  
( Δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό SimaPro )**

<b>ΥΛΙΚΑ</b>	<b>ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1 Lt</b>	<b>ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1 Lt</b>	<b>ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3 Lt</b>
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ	0,340	0,348	0,307
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΓΥΑΛΙΟΥ	-	0,560	-
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΜΕΤΑΛΛΟΥ	-	-	0,282
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΧΑΡΤΙΟΥ	0,286	-	-

### 6.3.2. Δεδομένα σχετικά με την μεταφορά των δοχείων ελαιολάδου

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η μελέτη και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από το στάδιο της μεταφοράς των δοχείων ελαιολάδου βασίστηκε στα στοιχεία εξαγωγής ελαιολάδου σε διάφορες χώρες του εξωτερικού τα οποία δόθηκαν από δύο εταιρείες.

Από την πρώτη εταιρεία, εκτός από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δοχείων δόθηκαν και στοιχεία σχετικά με την διανομή συγκεκριμένης ποσότητας φιαλών-καπακιών, χαρτοκιβωτίων και προστατευτικών για μία διαδρομή από το σημείο φόρτωσης του εμπορεύματος έως τον τελικό προορισμό.

Τα στοιχεία τα οποία θα εισαχθούν στο πρόγραμμα CES-EduPack παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3:

**Πίνακας 3: Ποσότητα προϊόντων ανά περίπτωση δοχείου για διανομή μίας διαδρομής ( Δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό EduPack)**

<b>ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ 1 λίτρου</b>			
<b>A/A</b>	<b>Είδος ανά στάδιο συσκευασίας</b>	<b>Αριθμός Τεμαχίων (τμχ)</b>	<b>Συνολικός όγκος (kg)</b>
<b>1ο Στάδιο</b>	Δοχείο	12600	504
	Καπάκι	12600	50,4
<b>2ο Στάδιο</b>	Χαρτοκιβώτιο	1050	300,3
<b>3ο Στάδιο</b>	Προστατευτικό Κάλυμμα	21	6,3
<b>ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ 1 λίτρου</b>			
<b>A/A</b>	<b>Είδος ανά στάδιο συσκευασίας</b>	<b>Αριθμός Τεμαχίων (τμχ)</b>	<b>Συνολικός όγκος (kg)</b>
<b>1ο Στάδιο</b>	Δοχείο	12480	6989
	Καπάκι	12480	59,9
<b>2ο Στάδιο</b>	Χαρτοκιβώτιο	1040	374,4
<b>3ο Στάδιο</b>	Προστατευτικό Κάλυμμα	26	7,8
<b>ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΔΟΧΕΙΟ - ΤΕΝΕΚΕΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ 3 λίτρων</b>			
<b>A/A</b>	<b>Είδος ανά στάδιο συσκευασίας</b>	<b>Αριθμός Τεμαχίων (τμχ)</b>	<b>Συνολικός όγκος (kg)</b>
<b>1ο Στάδιο</b>	Δοχείο	6400	1806
	Καπάκι	6400	44,8
<b>2ο Στάδιο</b>	Χαρτοκιβώτιο	1600	348,8
<b>3ο Στάδιο</b>	Προστατευτικό Κάλυμμα	23	6,9



## **Τόπος Φόρτωσης – Σημείο εκκίνησης**

Ως τόπος φόρτωσης ορίζεται το σημείο εκκίνησης όπου γίνεται η έναρξη της διαδρομής και άρα η αποθήκη της εταιρείας από όπου ξεκινάνε όλα τα δρομολόγια προς τον τελικό παραλήπτη. Στην μελέτη μας, το εργοστάσιο της εταιρείας όπου εμφανίζονται τα δοχεία ελαιολάδου εδρεύει στην Καλαμάτα, άρα αυτό θα είναι η αφετηρία όλων των διαδρομών των σεναρίων.

## **Τόπος Προορισμού – Τελικός προορισμός**

Ως τόπος προορισμού στην μελέτη, ορίζεται το τελικό σημείο όπου παραδίδεται το εμπόρευμα το οποίο είναι η κεντρική αποθήκη πριν διανεμηθεί στα εκάστοτε σημεία λιανικής πώλησης ή εστίασης. Λαμβάνεται υπόψη ότι, ο τελικός προορισμός είναι η αποθήκη στην οποία συγκεντρώνεται το συνολικό εμπόρευμα, εκτός του εκάστοτε λιμανιού.

## **Στοιχεία διαδρομών και αποστάσεων**

Ο υπολογισμός των χιλιομετρικών αποστάσεων μεταξύ του σημείου φόρτωσης και των διαφόρων σημείων τελικών προορισμών βάσει των σεναρίων μεταφοράς έγινε μέσω εφαρμογών όπως το Google Maps. Για την μεταφορά των εμπορευμάτων διά θαλάσσης, λόγω του ότι οι αποστάσεις εκφράζονται σε ναυτικά μίλια, έγινε αναπροσαρμογή τους σε χιλιόμετρα σύμφωνα με την επίσημη αντιστοιχία 1 ναυτικό μίλι = 1,85 χιλιόμετρα.

Στην συνέχεια έγιναν κάποιες παραδοχές και υποθέσεις ώστε να οριοθετηθεί περισσότερο το πεδίο μελέτης για να είναι δυνατή η εισαγωγή των δεδομένων στα προγράμματα τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε και η εξαγωγή συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, θέσαμε ως παραδοχή ότι οι οδικές-ηπειρωτικές διαδρομές των σεναρίων μεταφοράς γίνονται με την χρήση φορτηγού μεικτού βάρους 32t και σε ένα σενάριο με τραίνο. Στην συνέχεια, ορίστηκε ως αρχή των μεταφορών δια θαλάσσης προς χώρες του εξωτερικού, το λιμάνι του Πειραιά, υπολογίζοντας την απόσταση μέχρι το τελικό λιμάνι και κατόπιν προστέθηκε η απόσταση της αποθήκης ( τελικός προορισμός ) από το εκάστοτε τελικό λιμάνι.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία αποτυπώνονται στον παρακάτω Πίνακα 4.

**Πίνακας 4: Σενάρια μεταφορών προς τελικούς προορισμούς  
( Δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό EduPack )**

<b>ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΣ</b>				
<b>1<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	<b>Διαδρομές</b>	<b>Σημεία Διαδρομών</b>	<b>Τρόπος Μεταφοράς</b>	<b>Χιλιομετρικές Αποστάσεις (χλμ)</b>
	<b>1η διαδρομή</b>	Καλαμάτα - Λιμάνι Πειραιά	Φορτηγό 32t ( by truck )	238
	<b>2η διαδρομή</b>	Λιμάνι Πειραιά - Λιμάνι Felixtowe	Πλοίο ( Sea freight )	5.939
	<b>3η διαδρομή</b>	Λιμάνι Felixtowe - Wembley	Φορτηγό 32t ( by truck )	162,5
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			6.339,5
<b>2<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	<b>Διαδρομές</b>	<b>Σημεία Διαδρομών</b>	<b>Τρόπος Μεταφοράς</b>	<b>Χιλιομετρικές Αποστάσεις (χλμ)</b>
	<b>1η διαδρομή</b>	Καλαμάτα - Λιμάνι Πειραιά	Φορτηγό 32t ( by truck )	238
	<b>2η διαδρομή</b>	Λιμάνι Πειραιά - Λιμάνι Oslo	Πλοίο ( Sea freight )	7.300
	<b>3η διαδρομή</b>	Λιμάνι Oslo - Center of Oslo	Φορτηγό 32t ( by truck )	2,5
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			7.540,5
<b>3<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	<b>Διαδρομές</b>	<b>Σημεία Διαδρομών</b>	<b>Τρόπος Μεταφοράς</b>	<b>Χιλιομετρικές Αποστάσεις (χλμ)</b>
	<b>1η διαδρομή</b>	Καλαμάτα - Λιμάνι Πειραιά	Φορτηγό 32t ( by truck )	238
	<b>2η διαδρομή</b>	Λιμάνι Πειραιά - Λιμάνι New Jersey	Πλοίο ( Sea freight )	9.635
	<b>3η διαδρομή</b>	Λιμάνι New Jersey - Chicago	Τραίνο ( Rail Freight )	1.272
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			11.145
<b>4<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	<b>Διαδρομές</b>	<b>Σημεία Διαδρομών</b>	<b>Τρόπος Μεταφοράς</b>	<b>Χιλιομετρικές Αποστάσεις (χλμ)</b>
	<b>1η διαδρομή</b>	Καλαμάτα - Λιμάνι Πειραιά	Φορτηγό 32t ( by truck )	238
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			238

## 6.4.ΛογισμικόSimaPro

### 6.4.1.Απογραφή δεδομένων

Το πακέτο του SimaPro περιλαμβάνει τις βάσεις δεδομένων που αναφέρονται παρακάτω. Οι βάσεις δεδομένων έχουν στοιχεία από ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών διεργασιών που καλύπτουν γεωγραφικά δεδομένα από την Ευρώπη και Βόρεια Αμερική. Οι βάσεις που περιλαμβάνονται είναι (Pre, 2016):

- BUWAL 250: Περιλαμβάνει τις εκπομπές από την παραγωγή πρώτων υλών, την παραγωγή ενέργειας, τις ημιεπεξεργασίες, μεταφορές, διαδικασία παραγωγής των υλικών και επεξεργασία των αποβλήτων και η περιγραφή του συστήματος βασίζεται στην κατανάλωση υλικών συσκευασίας. Είναι βάση δεδομένων που συγκροτήθηκε από το Ελβετικό Υπουργείο Περιβάλλοντος.
- DanishInput-OutputDatabase 99: Βασίζεται σε στοιχεία της Δανίας σχετικά με 4 τομείς προϊόντων ( γεωργία/τρόφιμα, ηλεκτρονικά είδη, λιανικό εμπόριο, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα )
- Ecoinvent v1: Επικεντρώνεται στην Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και σχετικές διαδικασίες όπως τη μεταφορά και επεξεργασία αποβλήτων.
- ETH - ESU 96: Οι πίνακες απογραφής περιλαμβάνουν τις εκπομπές από την εκχύλιση πρωτογενούς ενέργειας, τη διύλιση και την παράδοση, τα ορυκτά εξόρυξη πόρων, παραγωγή πρώτων υλών, παραγωγή ημιεπεξεργασιών, βοηθητικές και εργασίες υλικών, παροχή υπηρεσιών μεταφοράς και επεξεργασίας αποβλήτων, κατασκευή υποδομών και υποδομών μετατροπή και μετάδοση ενέργειας. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται μερικές φορές για να προσεγγίσουν μια μέση ευρωπαϊκή κατάσταση
- Franklin USA 98: Δεδομένα από τη Βόρεια Αμερική για την κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή, μεταφορά και χρήση ενός προϊόντος.
- Industry data: Δεδομένα από διάφορες ενώσεις κλάδων της βιομηχανίας.
- IDEMAT 2001: Υλικά εφαρμοσμένης μηχανικής όπως μέταλλα, κράματα, πλαστικά, ξύλο, ενέργεια, μεταφορά.
- US Input Output database: Βάση δεδομένων εισόδου και εξόδου σχετικά με το σύνολο της οικονομίας των ΗΠΑ.

### 6.4.2. Δομή μεθόδων αξιολόγησης επιπτώσεων στο SimaPro

Οι κυριότερες μέθοδοι εκτίμησης επιπτώσεων που περιέχονται στο SimaPro είναι (Pre, 2016)::

Eco-Indicator 99

Eco-Indicator 95

CML 92

CML 2 baseline 2000

EDIP/UMIP

EPS 2000

Ecopoints 97

Η βασική δομή των μεθόδων εκτίμησης επιπτώσεων στο SimaPro είναι (Pre, 2016)::

### **1) Χαρακτηρισμός**

Οι ουσίες που συμβάλλουν σε μια κατηγορία επιπτώσεων πολλαπλασιάζονται με έναν παράγοντα χαρακτηρισμού που εκφράζει τη σχετική συμβολή της ουσίας. Για παράδειγμα, ο συντελεστής χαρακτηρισμού του CO<sub>2</sub> στην κατηγορία επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος μπορεί να είναι ίσος με 1, ενώ ο παράγοντας χαρακτηρισμού του μεθανίου μπορεί να είναι 25. Αυτό σημαίνει ότι η απελευθέρωση 1 κιλών μεθανίου προκαλεί την ίδια ποσότητα κλιματικής αλλαγής με 25 κιλά CO<sub>2</sub>.

### **2) Αξιολόγηση ζημιών**

Σκοπός της αξιολόγησης ζημιών είναι να συνδυάσουν ορισμένους δείκτες κατηγορίας επιπτώσεων σε μια κατηγορία ζημιών (που ονομάζεται επίσης περιοχή προστασίας). Στο βήμα αξιολόγησης ζημιών, μπορούν να προστεθούν δείκτες επιπτώσεων με κοινή μονάδα. Για παράδειγμα, στη μέθοδο Eco-Indicator 99, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων που αναφέρονται στην ανθρώπινη υγεία εκφράζονται σε DALY (έτη ζωής καθορισμένων αναπηριών). Σε αυτή τη μέθοδο τα DALYs που προκαλούνται από καρκινογόνες ουσίες μπορούν να προστεθούν στα DALY που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος.

### **3) Κανονικοποίηση**

Πολλές μέθοδοι επιτρέπουν την σύγκριση των αποτελεσμάτων δείκτη κατηγορίας πρόσκρουσης με μια τιμή αναφοράς (ή κανονική). Αυτό σημαίνει ότι η κατηγορία κρούσης διαιρείται με την αναφορά. Μια συνήθης αναφορά είναι το μέσο ετήσιο περιβαλλοντικό φορτίο σε μια χώρα ή μια ήπειρο, διαιρούμενο με τον αριθμό των κατοίκων. Ωστόσο, η αναφορά μπορεί να επιλεγεί ελεύθερα. Θα μπορούσατε επίσης να επιλέξετε το περιβαλλοντικό φορτίο του φωτισμού ενός λαμπτήρα 60W για μία ώρα, 100 χιλιόμετρα μεταφοράς με αυτοκίνητο ή 1 λίτρο γάλακτος.. Στο SimaPro υπάρχουν συχνά διαθέσιμα εναλλακτικά σύνολα ομαλοποίησης. Μετά την εξομάλυνση, όλες οι ενδείξεις κατηγορίας επιπτώσεων έχουν την ίδια μονάδα, γεγονός που καθιστά ευκολότερη τη σύγκρισή τους. Η

κανονικοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί τόσο για τα αποτελέσματα χαρακτηρισμού όσο και για την αξιολόγηση των ζημιών.

#### **4) Στάθμιση**

Ορισμένες μέθοδοι επιτρέπουν τη στάθμιση σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα των δεικτών κατηγορίας επίπτωσης (ή ζημιάς) πολλαπλασιάζονται με συντελεστές στάθμισης και προστίθενται για να δημιουργηθεί μια συνολική ή μοναδική βαθμολογία.

#### **5) Αποτέλεσμα**

Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται γίνεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων ως προς τον εντοπισμό των δεδομένων που συμβάλουν ανά κατηγορία επιπτώσεων, την ακρίβεια των αποτελεσμάτων και επίτευξη του στόχου της μελέτης. Έτσι, μπορεί να γίνει η εκτίμηση των βελτιώσεων ώστε να γίνει πιο συστηματική η αξιολόγηση και αποτύπωση λύσεων και μεθόδων για την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

### **6.4.3. Μέθοδος Αξιολόγησης Eco-Indicator 99H**

Η μέθοδος Eco-indicator 99 είναι ο διάδοχος του Eco-Indicator 95 και ως μέθοδος προσανατολισμένη στις ζημιές (damage-oriented method) βασίζεται στο στάδιο της στάθμισης και τον υπολογισμό των βαρών των συντελεστών. Η Eco-Indicator 99 αποτελεί ένα δείκτη (single indicator) ο οποίος εκφράζει τη συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας για ολόκληρο τον κύκλο ζωής του. Αυτή η μεθοδολογία βασίζεται κυρίως στη μεθοδολογία που διατυπώνεται στο διεθνές πρότυπο ISO 14042. Έτσι υπολογίζεται μια συνολική βαθμολογία για τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ταυτόχρονα, δεδομένα για τις συνηθέστερες διεργασίες και προϊόντα έχουν συλλέγει εκ των προτέρων και βρίσκονται στις βάσεις δεδομένων του εργαλείου.

#### **A. Κατηγοριοποίηση ζημιών - Eco-Indicator 99**

Στην Eco-indicator 99 οι κατηγορίες επιπτώσεων βασίζονται με βάση τον διαχωρισμό της ζημιάς στις εξής τρεις κατηγορίες:

- 1. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Human Health):** περιλαμβάνονται ασθένειες και η διάρκεια τους, έτη ζωής που χάνονται λόγω περιβαλλοντικών επιπτώσεων κλπ.
- 2. Ποιότητα του Οικοσυστήματος (Ecosystem Quality):** περιλαμβάνονται επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα κ.α.

3. **Πόροι (Resources):** περιλαμβάνεται η εξάντληση πρωτογενών πόρων καθώς επίσης και γεωργικής ή μη γης.

## **B. Κατηγοριοποίηση επιπτώσεων – Eco-Indicator 99**

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται για τις εξής κατηγορίες επιπτώσεων:

### **Εκπομπές**

#### **Καρκινογόνες ουσίες (Carcinogens)**

Οι καρκινογόνες επιδράσεις οφείλονται σε εκπομπές καρκινογόνων ουσιών στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Οι ζημιές εκφράζονται σε έτη ζωής (DALY) / kg εκπομπής προσαρμοσμένα στην αναπηρία.

#### **Αναπνευστικά προβλήματα λόγω εκπομπής οργανικών ουσιών (Resp. Organics)**

Αναπνευστικά αποτελέσματα που προκύπτουν από το καλοκαιρινό νέφος, λόγω εκπομπών οργανικών ουσιών στον αέρα, προκαλώντας αναπνευστικά αποτελέσματα. Οι ζημιές εκφράζονται σε έτη ζωής ζωής (DALY) / kg εκπομπής προσαρμοσμένα στην αναπηρία.

#### **Αναπνευστικά προβλήματα λόγω εκπομπής ανόργανων ουσιών (Resp. Inorganics)**

Αναπνευστικές επιδράσεις που προκύπτουν από τη ρύπανση του χειμώνα από εκπομπές σκόνης, οξειδίων του θείου και του αζώτου στον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι ζημιές εκφράζονται σε έτη ζωής (DALY) / kg εκπομπής προσαρμοσμένα στην αναπηρία.

#### **Κλιματική αλλαγή (Climate Change)**

Ζημιές, εκφρασμένες σε εκπομπές DALY / kg, που οφείλονται σε αύξηση των ασθενειών και του θανάτου που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος.

#### **Επίδραση ραδιενεργούς ακτινοβολίας (Radiation)**

Ζημιά, εκφρασμένη σε εκπομπές DALY / kg, που προκύπτουν από ραδιενεργό ακτινοβολία

#### **Υποβάθμιση της στριβάδας του όζοντος (Ozone layer)**

Ζημιά, εκφρασμένη σε εκπομπές DALY / kg, λόγω της αυξημένης υπερϊώδους ακτινοβολίας ως αποτέλεσμα της εκπομπής ουσιών που καταστρέφουν τη στριβάδα του όζοντος στον αέρα.

#### **Οικοτοξικότητα (Ecotoxicity)**

Βλάβη στην ποιότητα του οικοσυστήματος, ως αποτέλεσμα της εκπομπής οικοτοξικών ουσιών στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Η βλάβη εκφράζεται σε (PAF) \* m<sup>2</sup> \* έτος / kg.

#### **Όξινη / Ευτροφισμός (Acidification/Eutrophication)**

Βλάβη στην ποιότητα του οικοσυστήματος, ως αποτέλεσμα της εκπομπής όξινων ουσιών στον αέρα. Οι ζημιές εκφράζονται σε εκπομπές (PDF) \* m<sup>2</sup> \* έτος / kg.

### **Χρήση γης (Land use)**

Η χρήση γης (σε ανθρωπογενή συστήματα) έχει αντίκτυπο στην ποικιλία των ειδών. Με βάση παρατηρήσεις πεδίου, αναπτύσσεται μια κλίμακα που εκφράζει την ποικιλομορφία των ειδών ανά τύπο χρήσης γης. Η ποικιλότητα των ειδών εξαρτάται από τον τύπο της χρήσης γης και το μέγεθος της περιοχής. Τόσο οι περιφερειακές επιδράσεις όσο και οι τοπικές επιπτώσεις λαμβάνονται υπόψη στην κατηγορία επιπτώσεων:

Ζημία ως αποτέλεσμα είτε μετατροπής γης είτε κατοχής γης. Η βλάβη εκφράζεται σε (PDF) \*  $m^2 \cdot \text{έτος} / m^2$  ή  $m^2 a$ .

#### **Εξάντληση πόρων (Resources)**

Η ανθρωπότητα αποκομίζει πάντα τους καλύτερους πόρους πρώτα, αφήνοντας τους πόρους χαμηλότερης ποιότητας για μελλοντική εξαγωγή, με συνέπεια αυτή η μελλοντική προσπάθεια να γίνει υπό μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις για την εξόρυξη των υπόλοιπων πόρων. Αυτή η επιπλέον προσπάθεια εκφράζεται ως "πλεονάζουσα ενέργεια".

#### **Μεταλλεύματα (Minerals)**

Η πλεονάζουσα ενέργεια ανά kg ορυκτών ή μεταλλευμάτων, ως αποτέλεσμα της μείωσης των βαθμών μεταλλεύματος.

#### **Ορυκτά καύσιμα (Fossil fuels)**

Πλεόνασμα ενέργειας ανά εκχύλιση MJ, kg ή  $m^3$  ορυκτών καυσίμων, ως αποτέλεσμα πόρων χαμηλότερης ποιότητας.

\*Από την μέθοδο Eco-Indicator 95 θα εξεταστεί η κατηγορία χρήσης ενεργειακών πόρων (Energy Resources) για κάθε ένα από τα τρία δοχεία περίπτωσης.

### **6.4.4. Μέθοδος Αξιολόγησης CML**

Το 2001, μια ομάδα επιστημόνων υπό την καθοδήγηση της CML (Κέντρο Περιβαλλοντικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου του Leiden) πρότεινε ένα σύνολο κατηγοριών επιπτώσεων και μεθόδων χαρακτηρισμού για το βήμα της εκτίμησης επιπτώσεων. Έτσι δημιουργήθηκε η CML η οποία ως βάση δεδομένων περιλαμβάνει παράγοντες χαρακτηρισμού για την εκτίμηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής η κανονικοποίηση είναι διαθέσιμη αλλά δεν υπάρχει το στάδιο της στάθμισης

Υπάρχουν δύο εκδόσεις αυτής της μεθόδου που είναι διαθέσιμες στο SimaPro 8: έκδοση «βασικής γραμμής» με 10 κατηγορίες επιπτώσεων. και μια εκτεταμένη έκδοση με «όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων» συμπεριλαμβανομένων άλλων κατηγοριών επιπτώσεων καθώς και παραλλαγές υφιστάμενων κατηγοριών επιπτώσεων, π.χ. για διαφορετικά χρονικά πλαίσια.

Παρακάτω φαίνονται οι ονομασίες των κατηγοριών των επιπτώσεων για τις 2 εκδόσεις.

Οι κύριες κατηγορίες είναι:

#### **Εξάντληση των αβιοτικών πόρων**

Αυτή η κατηγορία επιπτώσεων αφορά την προστασία της ανθρώπινης ευημερίας, της υγείας του ανθρώπου και της υγείας των οικοσυστημάτων. Αυτός ο δείκτης κατηγορίας επιπτώσεων σχετίζεται με την εξόρυξη ορυκτών και ορυκτών καυσίμων λόγω των εισροών στο σύστημα. Για κάθε εξόρυξη ορυκτών και ορυκτών καυσίμων (kg ισοδύναμων αντιμονίου / kg εκχύλισης) καθορίζεται ο συντελεστής αβιοτικής εξάντλησης (ADF) με βάση τα αποθέματα συγκέντρωσης και το ρυθμό αποσυσώρευσης. Το γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής αυτού του δείκτη είναι σε παγκόσμια κλίμακα.

#### **Αλλαγή του κλίματος – Αύξησης της θερμοκρασίας**

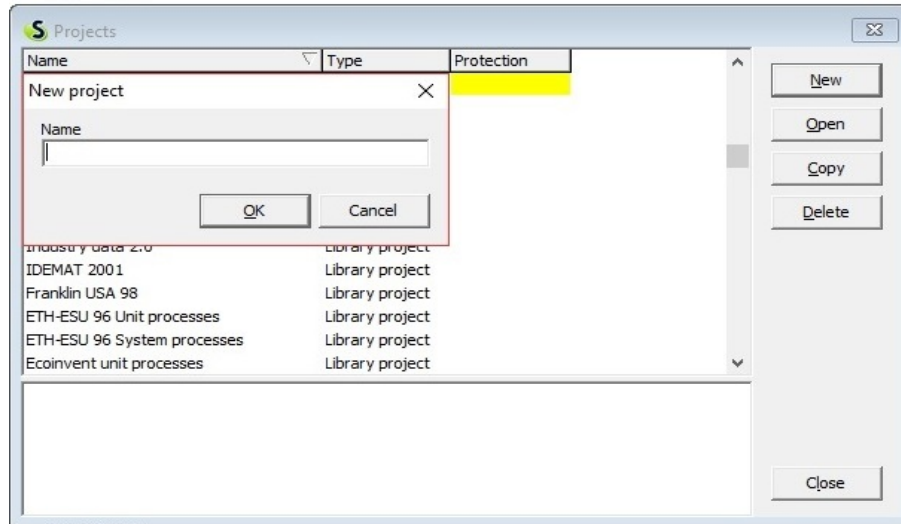
Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του οικοσυστήματος, στην ανθρώπινη υγεία και στην καλή διαβίωση των υλικών. Οι κλιματικές αλλαγές σχετίζονται με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στον αέρα. Το μοντέλο χαρακτηρισμού όπως αναπτύχθηκε από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) επιλέγεται για την ανάπτυξη παραγόντων χαρακτηρισμού. Οι συντελεστές εκφράζονται ως δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη για χρονικό ορίζοντα 100 ετών (GWP100), σε kg διοξειδίου του άνθρακα / kg εκπομπής. Το γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής αυτού του δείκτη είναι σε παγκόσμια κλίμακα. Θα εξεταστεί στην παρούσα διπλωματική μέσω του λογισμικού SimaPro 7.1 για κάθε ένα από τα τρία δοχεία περίπτωσης.

#### **6.4.5. Μοντελοποίηση λογισμικού SimaPro 7.1**

Βάσει του βιβλίου οδηγού του λογισμικού SimaPro 7.1, «SimaPro 7.1, Tutorial, 2017», ακολουθεί η μοντελοποίηση της τρέχουσας μελέτης.

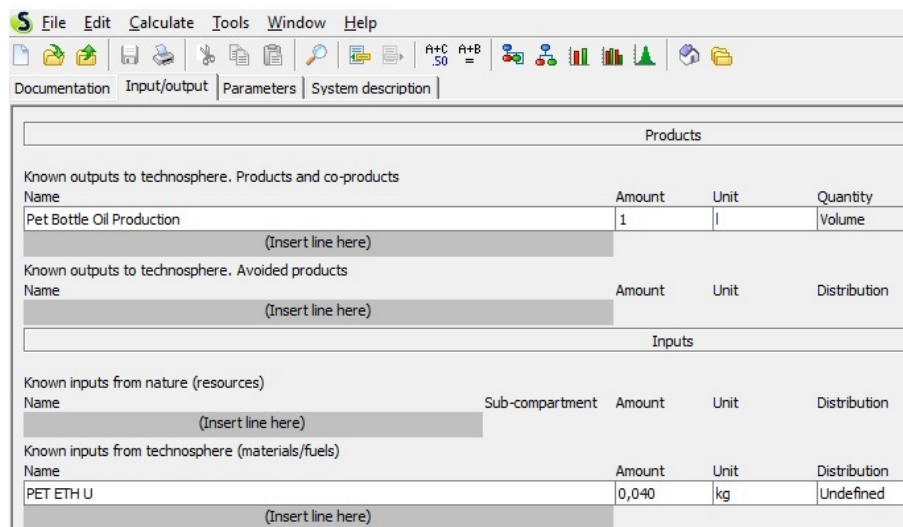
Αρχικά, δημιουργήθηκε ένα νέο project ( Εικόνα 16 ) με όνομα BottlesOil 2018 και επιλέχθηκαν οι βιβλιοθήκες δεδομένων ( Libraries ) και οι απαιτήσεις του δείκτη DQI (Data Quality Indicator) που προσδιορίζουν την ποιότητα των εισαχθέντων δεδομένων.





Εικόνα 18: Καρτέλα δημιουργίας νέου project στο λογισμικό SimaPro

Στην συνέχεια, στην αριστερή στήλη, κατηγορία **Inventory – Processes** (Εικόνα 17) ώστε να εισάγουμε τα αντίστοιχα δεδομένα πρώτων υλών τα οποία χρειάζονται ώστε να παραχθεί ένα πλαστικό μπουκάλι ελαιολάδου, ένας γυάλινο μπουκάλι ελαιολάδου και ένα μεταλλικό δοχείο – τενεκές ελαιολάδου.



Εικόνα 19: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία δοχείου (Inventory-Processes).

Με τον ίδιο τρόπο εισάγονται τα δεδομένα για την παραγωγή του αντίστοιχου καπακιού του κάθε φιάλη ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία των υλικών του πρώτου σταδίου συσκευασίας, δοχείο – καπάκι (Εικόνα 18).

Products				
Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name	Amount	Unit	Quantity	
Cap Pet Bottle Oil Production	1	kg	Mass	
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name	Amount	Unit	Distribution	
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (materials/fuels)				
Name	Amount	Unit	Distribution	
LDPE ETH U	0,004	kg	Undefined	
(Insert line here)				

Εικόνα 20: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία καπακιού ανά δοχείου (Inventory-Processes).

Στην συνέχεια, προχωρώντας στο δεύτερο στάδιο συσκευασίας χρησιμοποιείται αντίστοιχα δεδομένα ώστε να κατασκευαστεί ένα χαρτοκιβώτιο, το οποίο θα περιλαμβάνει συγκεκριμένο αριθμό δοχείων για το κάθε ένα από τα τρία διαφορετικά υλικά παραγωγής τους πριν την τελική τοποθέτησή τους στην παλέτα (Εικόνα 19).

Products				
Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name	Amount	Unit		
Paper Pet Bottle	1	kg		
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name	Amount	Unit		
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (materials/fuels)				
Name	Amount	Unit		
Packaging carton ETH U	0,286	kg		
(Insert line here)				

Εικόνα 21: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία χαρτοκιβωτίου (Inventory-Processes).

Τέλος, στο τρίτο στάδιο συσκευασίας, φορτώνοντας το τελικό εμπόρευμα σε μία (1) παλέτα, υπολογίζεται το πλαστικό κάλυμμα το οποίο τοποθετείται και καλύπτει την παλέτα για επιπλέον προστασία του φορτωμένου εμπορεύματος(Εικόνα 20).

Products			
Known outputs to technosphere. Products and co-products			
Name	Amount	Unit	
TOP SHEET	1	kg	
(Insert line here)			
Known outputs to technosphere. Avoided products			
Name	Amount	Unit	
(Insert line here)			
Inputs			
Known inputs from nature (resources)			
Name	Sub-compartment	Amount	Unit
(Insert line here)			
Known inputs from technosphere (materials/fuels)			
Name	Amount	Unit	
LDPE ETH U	0,300	kg	
(Insert line here)			

Εικόνα 22: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό SimaPro για την δημιουργία προστατευτικού καλύμματος (Inventory-Processes).


Το τελευταίο στάδιο πριν από την ανάλυση των δεδομένων στο λογισμικό SimaPro, ήταν η συμπλήρωση της καρτέλας που αφορά εν γένει τις φάσεις του τελικού εμπορεύματος, όπου στην περίπτωσή μας υπολογίζεται μία παλέτα πλήρως φορτωμένη και έτοιμη προς διανομή, με την αντίστοιχη ποσότητα φιαλών κάθε περίπτωσης.

Μεταβαίνοντας στην καρτέλα **Inventory - Product Stages**, οι διεργασίες που φτιάχτηκαν προηγουμένως, οριοθετούνται ως στάδια πακεταρίσματος του εμπορεύματος-ελαιόλαδου ώστε να ενοποιηθούν τα δεδομένα των τριών σταδίων πακεταρίσματος στην τελική συναρμολόγηση για κάθε μία από τις τρεις περιπτώσεις ξεχωριστά.

Αρχικά, ετοιμάζεται το πρώτο στάδιο πακεταρίσματος του εμπορεύματος όπου είναι η παραγωγή ενός δοχείου ελαιολάδου ανά περίπτωση υλικού ( πλαστικό, γυάλινο, αλουμίνιο ) μαζί με το αντίστοιχο καπάκι του δοχείου και τα οποία παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες.

**S** Edit assembly product stage 'Pet Bottle Oil Assembly'

Input/output | Parameters

Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Cap Pet Bottle Oil Production	1	kg
Pet Bottle Oil Production	1	l
(Insert line here)		

**S** Edit assembly product stage 'Glass Bottle Oil Assembly'

Input/output | Parameters

Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Cap Glass Production	1	kg
Glass Bottle Oil Production	1	l
(Insert line here)		

**S** Edit assembly product stage 'Alumin. Bottle Oil Assembly'

Input/output | Parameters

Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Cap Aluminium Production	1	kg
Aluminium Tin Oil Production	3	l


Εικόνα 23: Καρτέλες οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών 1ου σταδίου συσκευασίας για τις 3 περιπτώσεις δοχείων ( περιλαμβ. φιάλη και καπάκι / Inventory-Product Stages)

Στην συνέχεια, παρουσιάζεται με τον ίδιο ανωτέρω τρόπο και το δεύτερο στάδιο συσκευασίας του εμπορεύματος, όπου ο αντίστοιχος αριθμός δοχείων ανά υλικό περιέχονται μέσα σε ένα χαρτοκιβώτιο το οποίο θα τοποθετηθεί πάνω στην παλέτα και φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

**S** Edit assembly product stage 'Cardboard for Pet Bottle'

Input/output | Parameters

Name: Cardboard for Pet Bottle

Image: 


Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Paper Pet Bottle	1	kg
(Insert line here)		

**S** Edit assembly product stage 'Cardboard for Glass Bottle'

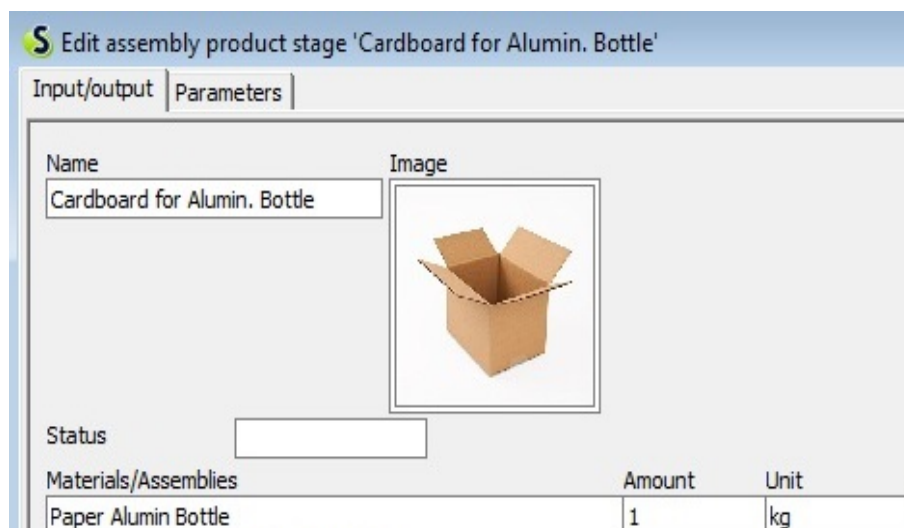
Input/output | Parameters

Name: Cardboard for Glass Bottle

Image: 

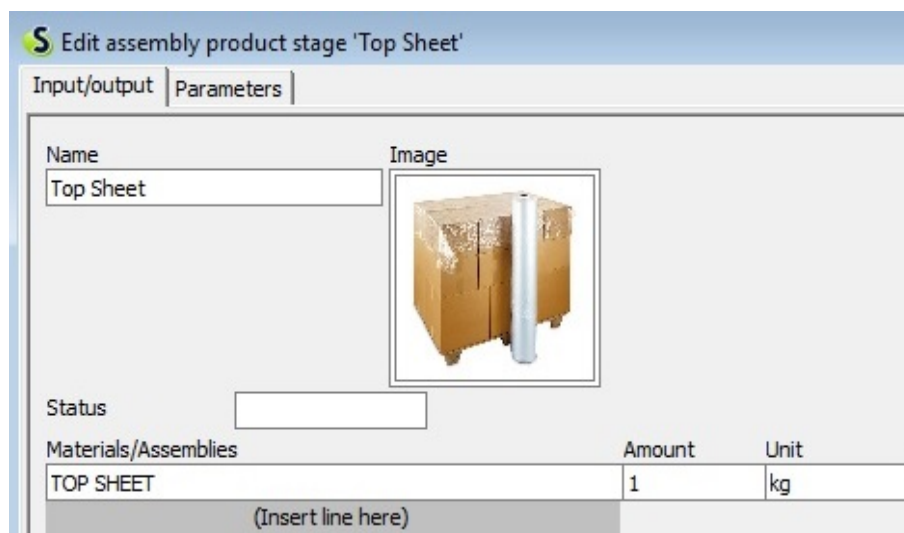
Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Paper Glass Bottle	1	kg
(Insert line here)		



Εικόνα 24: Καρτέλες οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών 2ου σταδίου συσκευασίας για τις 3 περιπτώσεις δοχείων ( περιλαμβ. χαρτοκιβώτιο / Inventory-Product Stages)

Τέλος, στο τρίτο στάδιο συσκευασίας, έχοντας γίνει η φόρτωση των αναλογούντων χαρτοκιβωτίων σε μία παλέτα, υπολογίζεται το προστατευτικό κάλυμμα το οποίο τοποθετείται στο τέλος για επιπλέον ασφάλεια και προστασία του συνόλου, ήτοι εμπορεύματος και παλέτας.



Εικόνα 25: Καρτέλα οριοθέτησης των προηγούμενων διεργασιών του 3ου σταδίου συσκευασίας. ( περιλαμβ. προστατευτικό κάλυμμα / Inventory-ProductStages)

Η τελική συναρμολόγηση ( **Assembly** ) εφαρμόστηκε, ενοποιώντας τα ανωτέρω στάδια συσκευασίας ξεχωριστά για κάθε περίπτωση υλικού, έχοντας ως δεδομένο τον συνολικό αριθμό δοχείων οι οποίοι φορτώνονται σε μία παλέτα και κάνοντας έτσι δυνατή την σύγκριση μεταξύ αυτών.

Οι τελικές συναρμολογήσεις έλαβαν τις αντίστοιχες ονομασίες όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες.

**S** Edit assembly product stage 'Pet Bottle Oil Packaging'

Input/output | Parameters

Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Pet Bottle Oil Assembly	600	p
Cardboard for Pet Bottle	50	p
Top Sheet	1	p
(Insert line here)		

**S** Edit assembly product stage 'Glass Bottle Oil Packaging'

Input/output | Parameters


Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Glass Bottle Oil Assembly	480	p
Cardboard for Glass Bottle	40	p
Top Sheet	1	p
(Insert line here)		

**S** Edit assembly product stage 'Alumin. Bottle Oil Packaging'

Input/output | Parameters

Name:  Image: 

Status:

Materials/Assemblies	Amount	Unit
Alumin. Bottle Oil Assembly	280	p
Cardboard for Alumin. Bottle	70	p
Top Sheet	1	p

Εικόνα 26: Καρτέλα τελικής συναρμολόγησης των 3 σταδίων συσκευασίας ανά φιάλη περίπτωσης (Assembly).

Σε αυτό το σημείο, έχοντας ολοκληρώσει την τελική συναρμολόγηση ( Assembly ) των επιμέρους διεργασιών ακολουθούνται τα ίδια βήματα και για τις τρεις περιπτώσεις μελέτης μας ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα των τριών δοχείων εφαρμόζοντας τους δείκτες αξιολόγησης τους οποίους προαναφέραμε, Eco-Indicator 99, Eco-Indicator-95 και CMLBaseline 200.

Σε επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τα οποία θα εξαχθούν από τους ανωτέρω δείκτες αξιολόγησης και θα είναι δυνατή πλέον η σύγκρισή τους και η αποτύπωση συμπερασμάτων.

## 6.5. Περιγραφή Λογισμικού EduPack



Το λογισμικό CES EduPack είναι ένα πρόγραμμα το οποίο δημιουργήθηκε το 2005 από την εταιρεία Granta και χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο από την επιστημονική κοινότητα για ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς σκοπούς. Η ολοκληρωμένη και εμπειριστατωμένη βάση δεδομένων του δίνει την δυνατότητα για υπολογισμούς σχετικά με τα ποσά ενέργειας που καταναλώνονται και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

### 6.5.1. Μοντελοποίηση λογισμικού CES-EduPack

Ως δεδομένα της μοντελοποίησης η οποία θα παρουσιαστεί παρακάτω, λαμβάνουμε ως αρχή ότι η φόρτωση των φιαλών για την διανομή τους θα γίνει σε παλέτα για ένα δρομολόγιο διανομής. Αυτό συνεπάγεται ότι έχουν υπολογιστεί για κάθε σενάριο μεταφοράς και βάσει τον αριθμό παλετών που φορτώνονται σε ένα φορτηγό μικτού βάρους 32 τόνων, ο αριθμός των φιαλών κάθε διαφορετικού υλικού, λαμβάνοντας υπόψη και τα αντίστοιχα καπάκια τους, τα οποία διανέμονται με ένα δρομολόγιο, ο αριθμός των χαρτοκιβωτίων και ο συνολικός αριθμός των προστατευτικών καλυμμάτων-μεμβρανών των παλετών. Τα δεδομένα τα οποία καταχωρήθηκαν στο EduPack φαίνονται στον παραπάνω πίνακα.

Εκκινώντας το λογισμικό EduPack 2008, στην αρχή επιλέγεται το μέγεθος της βάσης δεδομένων, στην περίπτωση μας το **Level 3-Advanced** ( εκτεταμένο εύρος δεδομένων ), ώστε να υπάρχει πληθώρα από στοιχεία και δεδομένα πρωτογενών υλικών από τα οποία κατασκευάζονται τα είδη που έχουμε ανά στάδιο συσκευασίας.



Κατόπιν αυτού, από την επιλογή **Tools – EcoAudit**, ανοίγεται μία καρτέλα EcoAuditProject. Στην υποκαρτέλα **Product Definition**, προσδιορίζεται το προϊόν το οποίο θα αξιολογηθεί και παίρνει το όνομα της υποκαρτέλας ( **Product Name** ). Στην περίπτωση μας, λόγω του ότι θα μελετηθούν 4 διαφορετικά σενάρια προορισμών διανομής του εμπορεύματος, ως όνομα ονομάζεται με το αντίστοιχο δοχείο και τον αριθμό του σεναρίου προορισμού.

Εν συνεχεία, θα συμπληρωθεί το **πεδίο 1 ( Material and manufacture )** εισάγοντας για κάθε είδος συσκευασίας το πρωτογενές υλικό του και τα αριθμητικά δεδομένα του Πίνακα 3.

Ύστερα, συμπληρώνεται το **πεδίο 2 ( Transport )** στο οποίο εισάγονται τα δεδομένα του Πίνακα 4 σχετικά με την αφετηρία του εμπορεύματος, τις επιμέρους διαδρομές, τις χιλιομετρικές αποστάσεις και τα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούνται καθ' όλη την μεταφορά του εμπορεύματος από την αφετηρία μέχρι τον τελικό προορισμό του.

Τα παραπάνω βήματα φαίνονται στην εικόνα.

**Βιβλιοθήκη υλικών στοιχείων**

**EcoAuditProject**

**Πεδίο 1**

**Πεδίο 2**

Component name	Material
Bottle	PET (unfilled, amorphous)
Cap	PE (Low/Medium Density, Branched Homopolym)
Cardboard	Paper (Cellulose Based)
Top Sheet-Film	PE (Low/Medium Density, Branched Homopolym)
*	

Stage name	Transport type	Distance (km)
Kalamata-Piraeus	32 tonne truck	238
Piraeus-Felixtowe	Sea freight	5939
Felixtowe-Wembley	32 tonne truck	162.5
*		

**Εικόνα 27: Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων λογισμικού EduPack**

Έχοντας ολοκληρώσει τα παραπάνω βήματα είμαστε σε θέση, για κάθε διαφορετικό δοχείο και για κάθε σενάριο διανομής, να υπολογιστεί η καταναλισκόμενη ενέργεια και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής του εμπορεύματος, πράγμα που επιτρέπει τον εντοπισμό του σταδίου που επιδεικνύει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

## 7. Αποτελέσματα

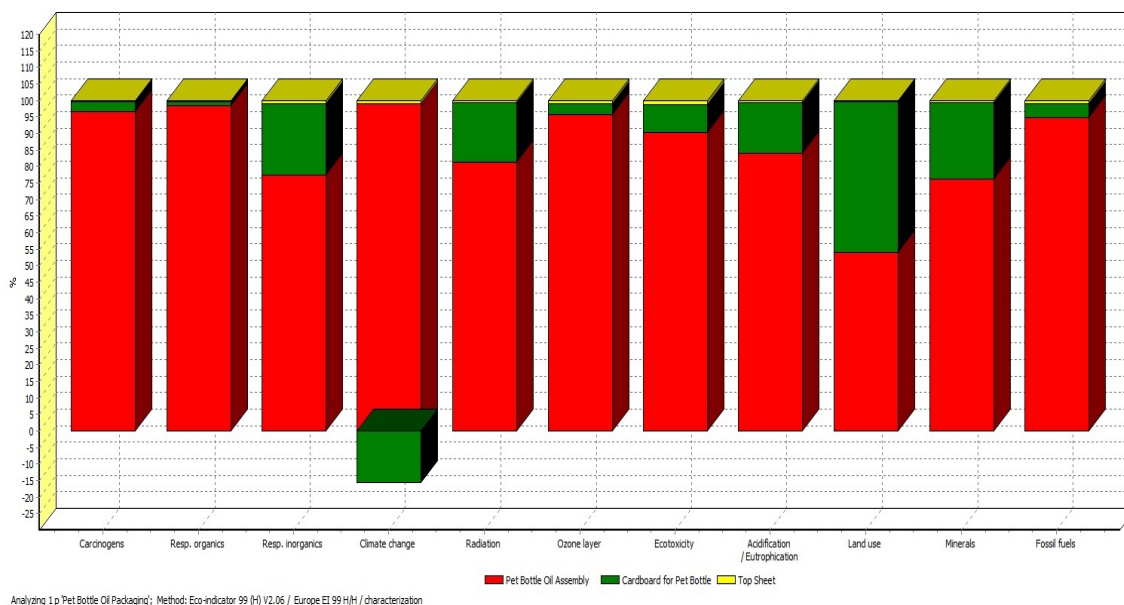
### 7.1 Αποτελέσματα λογισμικού SimaPro

Τα αποτελέσματα της εκτίμησης των επιπτώσεων αφορούν το στάδιο της εξόρυξης και της κατασκευής των 3 διαφορετικών δοχείων ελαιολάδου, πριν εμφιαλωθούν και προωθηθούν στα επόμενα στάδια συσκευασίας, σύμφωνα με τα όρια και τις παραδοχές του συστήματος όπου έχουμε ορίσει παραπάνω.

Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ανά είδος διαφορετικού υλικού δοχείου μέχρι το τελευταίο στάδιο συσκευασίας του εμπορεύματος ( στην περίπτωση μας ελαιόλαδο ) και την φόρτωση του στην παλέτα. Πιο συγκεκριμένα, θα παρατεθούν τα διαγράμματα τα οποία θα παρουσιάζουν την ποσοστιαία συνεισφορά του κάθε υλικού πρώτης ύλης ανά στάδιο συσκευασίας, ήτοι του πολυαιθυλενίου, του κυματοειδούς χαρτιού, του γυαλιού και του αλουμινίου, η οποία θα καταγραφεί για κάθε κατηγορία επιπτώσεων βάσει των δεδομένων.

Τέλος, θα απεικονιστεί διαγραμματικά η σύγκριση μεταξύ των 3 περιπτώσεων δοχείων ελαιολάδου ανά κατηγορία επιπτώσεων και θα παρουσιαστεί σε πίνακα η ποσοστιαία συνεισφορά των ανωτέρω σχετικά με το δυναμικό της υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP 100) και την εξάντληση φυσικών πόρων – ενέργεια κατά την εξόρυξη και κατεργασία πρώτων υλών.

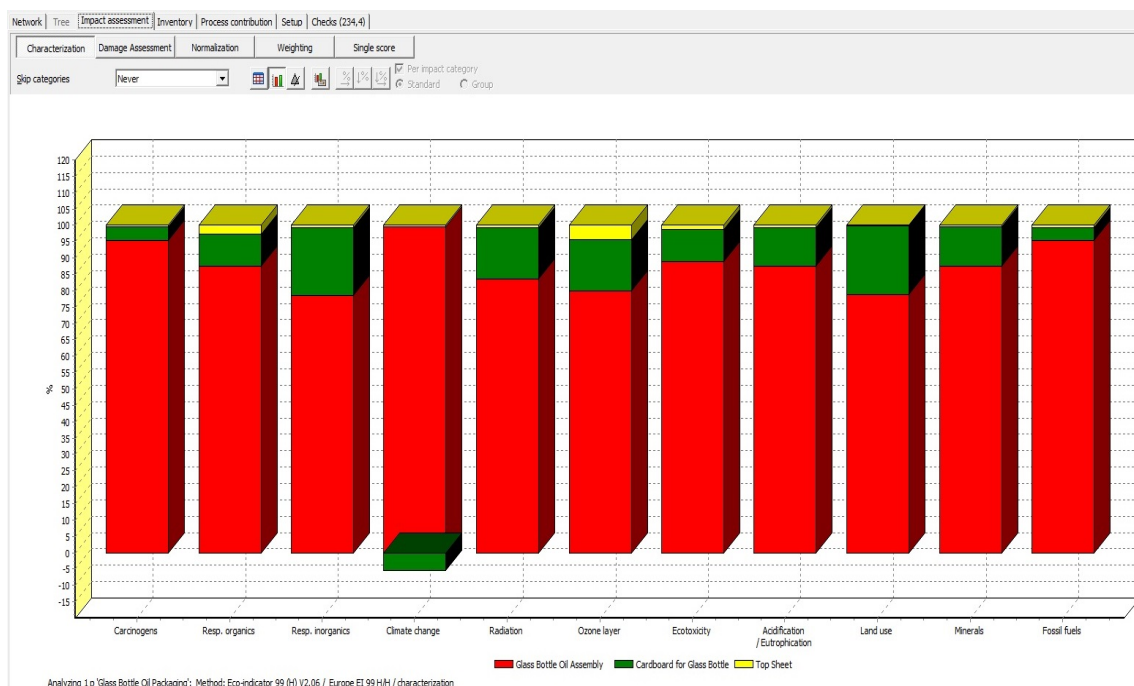
#### 1<sup>η</sup> Περίπτωση – Πλαστικό μπουκάλι ελαιολάδου 1 λίτρου.



**Διάγραμμα 2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας πλαστικού μπουκαλιού ελαιολάδου 1 λίτρου**

Αρχικά, είναι εμφανές ότι το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων επιβαρύνεται κυρίως από την κατεργασία του πολυαιθυλενίου ( κόκκινο χρώμα ) για την κατασκευή του πλαστικού μπουκαλιού και του καπακιού σε ποσοστό άνω του 50% και σε πολλές περιπτώσεις αγγίζει πολύ υψηλά ποσοστά. Αναλυτικότερα , η διαδικασία παραγωγής του πλαστικού μπουκαλιού ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στα φαινόμενα καρκινογένεσης, στην εκπομπή οργανικών ουσιών οι οποίες ευθύνονται για αναπνευστικά προβλήματα, στην καταστροφή της στρεπτόβιας του όζοντος και στην εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού σε ποσοστό της τάξεως άνω του 90%. Από την άλλη, φαίνεται ότι η χρήση κυματοειδούς χαρτιού για την κατασκευή χαρτοκιβωτίων έχει πολύ μικρότερη συμβολή στις κατηγορίες των επιπτώσεων αν και σε κάποιες φαίνεται το ποσοστό ελαφρώς αυξημένο. Ειδικότερα παρουσιάζεται αυξημένο περιβαλλοντικό φορτίο όσον αφορά στη χρήση γης ( ποσοστό 50 % ) σε κατηγορίες όπως η εκπομπή ανόργανων ουσιών ( ποσοστό 50 % ), η απώλεια και η χαμηλή ποιότητα μεταλλεύματος και ορυκτών καυσίμων( ποσοστό 25 % ), η εκπομπή ραδιενεργούς ακτινοβολίας ( ποσοστό 20 % ) και το φαινόμενο του ευτροφισμού( ποσοστό 20 % ). Αξιοπρόσεκτο είναι, ότι παρατηρείται θετική συνεισφορά( ποσοστό 20% ) στην κατηγορία της κλιματικής αλλαγής λόγω του ότι ένα σημαντικό μέρος του συγκεκριμένου υλικού προέρχεται από κάποια διαδικασία ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Τέλος, η διεργασία της κατασκευής του προστατευτικού πλαστικού καλύμματος παρουσιάζεται ως αμελητέα σε σύγκριση με τις άλλες δύο κατηγορίες.

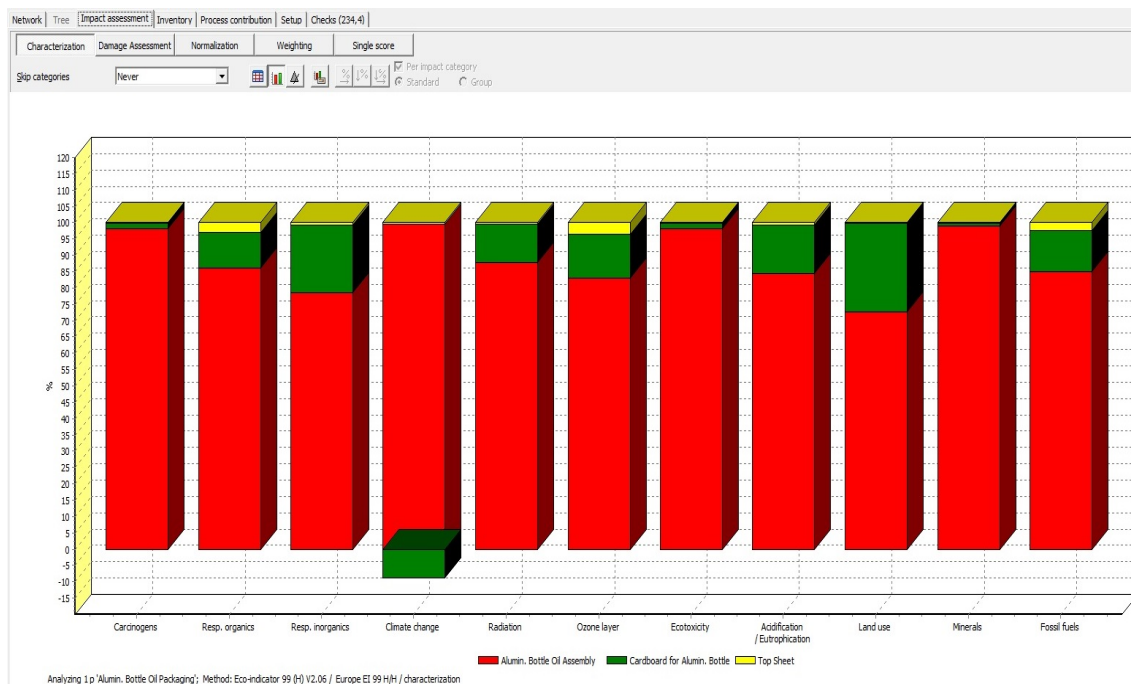
## 2<sup>η</sup> Περίπτωση – Γυάλινο μπουκάλι ελαιολάδου 1 λίτρου.



**Διάγραμμα 3: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας γυάλινου μπουκαλιού ελαιολάδου 1 λίτρου**

Ομοίως, παρατηρείται και για την δεύτερη περίπτωση, ότι η διαδικασία παραγωγής γυάλινου μπουκαλιού εμφανίζει σημαντικότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων η ποσοστιαία συνεισφορά της διαδικασίας παραγωγής του γυάλινου μπουκαλιού είναι άνω του 80 %. Συγχρόνως, παρατηρούμε ότι η διαδικασία παραγωγής του χαρτοκιβωτίου έχει πολύ μικρότερη συνεισφορά σχετικά με αυτή του γυάλινου μπουκαλιού. Πιο αναλυτικά, παρατηρείται ότι το περιβαλλοντικό φορτίο του χαρτοκιβωτίου όσον αφορά την εκπομπή οργανικών ουσιών, την τρύπα του όζοντος και την χρήση γης κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα της τάξεως από 15% έως 25%. Ενώ λίγο μικρότερη είναι η συνεισφορά σε κατηγορίες όπως η εκπομπή ραδιενεργούς ακτινοβολίας, η οικοτοξικότητα, η εκπομπή ανόργανων ουσιών και η απώλεια μεταλλεύματος και ορυκτών καυσίμων όπου φαίνεται ένα ποσοστό από 10% έως 15%. Παράλληλα, όπως και στην πρώτη περίπτωση του πλαστικού μπουκαλιού, έχουμε την θετική συνεισφορά ( ποσοστό 5% ) στην κατηγορία της κλιματικής αλλαγής λόγω του ότι ένα μέρος του συγκεκριμένου υλικού προέρχεται από κάποια διαδικασία ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Τέλος, η διεργασία της κατασκευής του προστατευτικού πλαστικού καλύμματος θεωρείται αμελητέα συνεισφορά όπως και στην πρώτη περίπτωση.

### 3<sup>η</sup> Περίπτωση – Αλουμινένιο δοχείο ελαιολάδου 3 λίτρων.

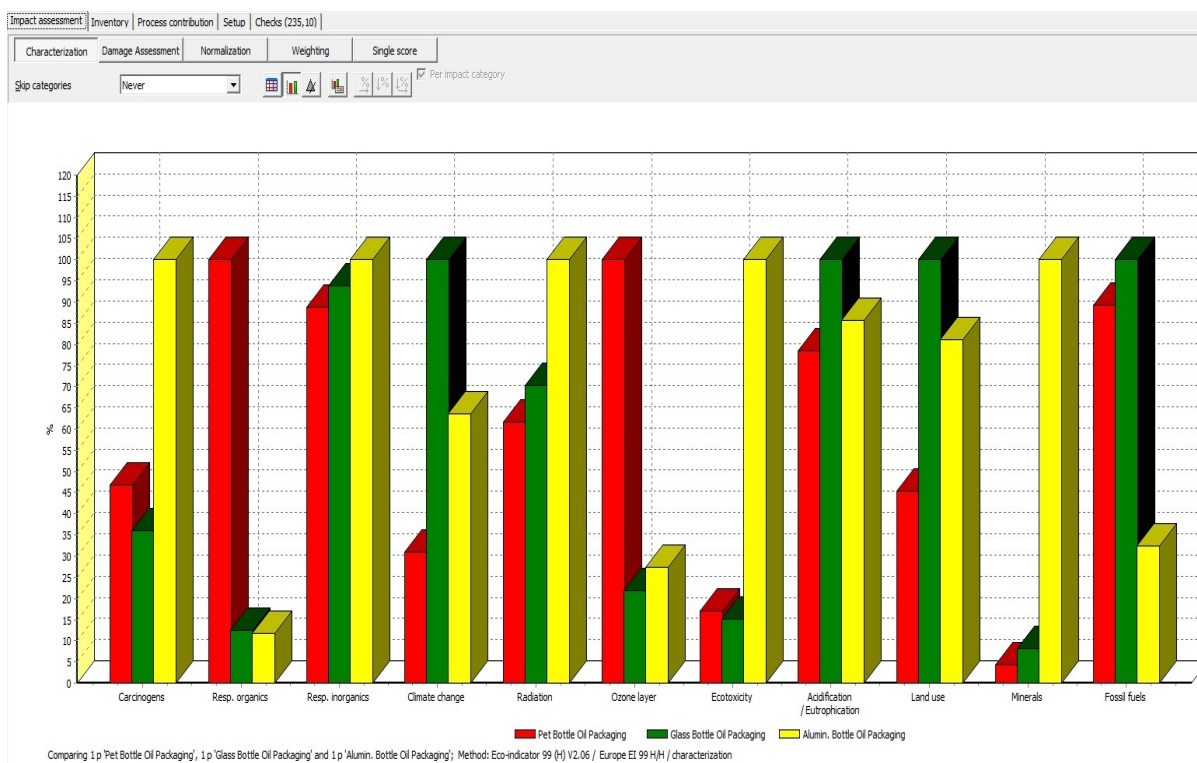


**Διάγραμμα 4: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά στάδιο συσκευασίας μεταλλικού δοχείου ελαιολάδου 3 λίτρων.**

Τέλος, το παραπάνω διάγραμμα περιγράφει την εκτίμηση των επιπτώσεων και για την τρίτη περίπτωση στην οποία φαίνεται ανάλογη συνεισφορά της παραγωγής του αλουμινένιου δοχείου όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις. Σε ανάλογη κατάσταση το ποσοστό της επιβάρυνσης του χαρτοκιβωτίου επιδρά στο σύνολο των επιπτώσεων με ποσοστά τα οποία κυμαίνονται από 10 % έως 25% εκτός από την κατηγορία της κλιματικής αλλαγής όπου φαίνεται επίσης η θετική συνεισφορά της τάξεως του 10%.

### Συγκριτική περιβαλλοντική αξιολόγηση περιπτώσεων

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των 3 διαφορετικών περιπτώσεων δοχείων ελαιολάδου σαν συνολική ποσότητα η οποία τοποθετείται σε μία παλέτα ώστε να μεταφερθεί στον τελικό προορισμό της βάσει της δυνατότητας σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δίνεται από το λογισμικό SimaPro. Η κόκκινη στήλη αναφέρεται στην 1<sup>η</sup> περίπτωση – Πλαστικό μπουκάλι 1 λίτρου, η πράσινη στην 2<sup>η</sup> περίπτωση – Γυάλινο μπουκάλι 1 λίτρου και 3<sup>η</sup> περίπτωση – Αλουμινένιο δοχείο 3 λίτρων.



**Διάγραμμα 5: Συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των 3 διαφορετικών φιαλών ελαιολάδου ως μελέτη περίπτωσης.**

Παρατηρώντας το διάγραμμα 5 σύγκρισης των τριών περιπτώσεων προκύπτει ότι η παραγωγή του αλουμινένιου δοχείου οδηγεί σε μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιδράσεις. Ο

Κύκλος Ζωής του αλουμινένιου δοχείου το οποίο είναι μεγαλύτερου όγκου ( 3 λίτρα ) σε σχέση με τα άλλα 2 δοχεία, επιβαρύνει το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων φτάνοντας να αγγίζει ποσοστά άνω του 85% μέχρι και 100%, εκτός των εκπομπών οργανικών ουσιών, της κλιματικής αλλαγής και την απώλεια των ορυκτών καυσίμων.

Στις άλλες 2 περιπτώσεις λόγω του ότι υπάρχει εναλλαγή στην ποσοστιαία συνεισφορά τους στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καταγράφονται αναλυτικότερα στον παρακάτω πίνακα ώστε να μπορέσουμε να βγάλουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα.

**Πίνακας 5: Ποσοστά ανά κατηγορία επιπτώσεων για πλαστικό & γυάλινο μπουκάλι ενός λίτρου**

Κατηγορία Επιπτώσεων	Πλαστικό μπουκάλι 1 λίτρου	Γυάλινο μπουκάλι 1 λίτρου
<b>Φαινόμενα καρκινογένεσης</b>	47 %	37 %
<b>Εκπομπή οργανικών ουσιών</b>	100 %	13 %
<b>Εκπομπή ανόργανων ουσιών</b>	89 %	98 %
<b>Κλιματική αλλαγή</b>	30 %	100 %
<b>Εκπομπή ραδιενεργούς ακτινοβολία</b>	62 %	91 %
<b>Καταστροφή στοιβάδας του όζοντος</b>	100 %	22 %
<b>Οικοτοξικότητα</b>	16 %	15 %
<b>Δημιουργία Όξινου περιβάλλοντος/ Ευτροφισμός</b>	75 %	100 %
<b>Χρήση γης</b>	41 %	100 %
<b>Εξόρυξη μεταλλευμάτων</b>	4 %	8 %
<b>Εξόρυξη ορυκτών καυσίμων</b>	88 %	100 %

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 5 οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των ποσοστών των 2 δοχείων είναι στις εξής κατηγορίες:

Εκπομπή οργανικών ουσιών

Κλιματική αλλαγή

Καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος,

Εκπομπή ραδιενεργούς ακτινοβολίας

Δημιουργία όξινου περιβάλλοντος / Ευτροφισμού

Χρήση γης

Οι παραπάνω διαφορές οφείλονται στις διαδικασίες οι οποίες συνδέονται με το στάδιο της κατασκευής των μπουκαλιών και την δυνατότητα ανακύκλωσης του υλικού τους. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 5 και τον Πίνακα 5 αποτυπώνεται ότι η περίπτωση του πλαστικού

μπουκαλιού έχει ελαφρώς καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση από ότι η περίπτωση του γυάλινου μπουκαλιού.

### **Global Warming (GWP 100) & Energy Resources**

Τέλος, στον Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σύμφωνα με την επίδραση του κάθε δοχείου συν του στελέχους του καπακιού ( δεν συμπεριλαμβάνεται άλλο υλικό συσκευασίας ) στο δυναμικό της υπερθέρμανσης του πλανήτη και των ενεργειακών πόρων.

**Πίνακας 6: Κατηγορίες επιπτώσεων GWP 100 & Energy Resources**

<b>Global Warming (GWP 100) &amp; Energy Resources</b>				
<b>Δείκτης Αξιολόγησης</b>	<b>Κατηγορία Επιπτώσεων και Μον. Μέτρησης</b>	<b>Πλαστικό Μπουκάλι</b>	<b>Γυάλινο Μπουκάλι</b>	<b>Μεταλλικό Δοχείο</b>
<b>CML 2 baseline 200</b>	Global Warming (GWP 100) Kg CO2 eq	0,163	0,605	0,665
<b>Eco-Indicator 95</b>	Energy Resources MJ LHV	5,02	8,28	11,3

Σε συνέχεια, και των παραπάνω αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι το μεταλλικό δοχείο παρουσιάζει λίγο μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση από το γυάλινο μπουκάλι, ενώ το πλαστικό μπουκάλι αποτυπώνεται ως πιο φιλικό στο περιβάλλον σε σχέση με τα άλλα 2 δοχεία.

## **7.2. Αποτελέσματα λογισμικού EduPack**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, η εξαγωγή των αποτελεσμάτων αφορά την κατανάλωση της ενέργειας και την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, γίνεται ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής του προϊόντος λαμβάνοντας υπόψη και τα υλικά συνολικής συσκευασίας ( μπουκάλι, καπάκι, χαρτοκιβώτιο, προστατευτικό κάλυμμα ), πράγμα που επιτρέπει τον εντοπισμό του σταδίου που επιδεικνύει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Στο συγκεκριμένο λογισμικό θα εισαχθούν δεδομένα όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο τα οποία σχετίζονται με το στάδιο της μεταφοράς των δοχείων ελαιολάδου και λαμβάνοντας υπόψη τα 4 διαφορετικά σενάρια του τελικού προορισμού. Τα αποτελέσματα θα συλλεχθούν και θα παρουσιαστούν συνολικά σε 2 πίνακες όπου ο πρώτος θα αναφέρεται

στην εξαγωγή αποτελεσμάτων καταναλισκόμενης ενέργειας και ο δεύτερος στις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Στην συνέχεια, από την συλλογή των αποτελεσμάτων σε αυτούς τους πίνακες θα εξαχθούν διαγράμματα ώστε να είναι πιο εύκολο να γίνει η απεικόνιση των συγκρίσεων και η κατανόηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Τα διαγράμματα θα απεικονίζουν τα εξής:

- ✚ Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη καταναλισκόμενης ενέργειας ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.
- ✚ Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.
- ✚ Αξιολόγηση συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (MJ) και συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά σενάρια μεταφοράς & είδος δοχείου.
- ✚ Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης όσον αφορά το ανθρακικό αποτύπωμα κάθε υλικού συσκευασίας βάσει του χειρότερου σεναρίου μεταφοράς από τα 4 ως προς την περιβαλλοντική επιβάρυνση.
- ✚ Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης όσον αφορά το ανθρακικό αποτύπωμα βάσει των συνδυασμών των μέσων μεταφορών που χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση των φιαλών από το σημείο φόρτωσης μέχρι τον τελικό προορισμό βάσει του χειρότερου σεναρίου μεταφοράς από τα 4 ως προς την περιβαλλοντική επιβάρυνση.

### **7.2.1. Συλλογή αποτελεσμάτων λογισμικού EduPack**

Ο πρώτος πίνακας ( Πίνακας 7 ) παρουσιάζει τον δείκτη καταναλισκόμενης ενέργειας ανά σενάριο μεταφοράς και κάθε στάδιο του Κύκλου Ζωής για καθεμία διαφορετική περίπτωση δοχείου.



Πίνακας 7: Πίνακας αποτελεσμάτων καταναλισκόμενης ενέργειας βάσει των 4 σεναρίων μεταφοράς μέσω λογισμικού EduPack.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ EDUPACK 1							
ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ			Στάδια Κύκλου Ζωής				
Σενάρια Μεταφοράς	Είδος Περιέκτη	Δείκτες Αξιολόγησης	Εξόρυξη (Material)	Κατασκευή (Manufacture)	Μεταφορά (Transport)	Χρήση (Use)	Σύνολο
Σενάριο 1	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	49.000	5.200	98.000	0	152.200
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	130.000	62.000	840.000	0	1.032.000
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	76.000	1.300	250.000	0	327.300
Σενάριο 2	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	49.000	5.200	110.000	0	164.200
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	130.000	62.000	950.000	0	1.142.000
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	76.000	1.300	280.000	0	357.300
Σενάριο 3	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	49.000	5.200	180.000	0	234.200
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	130.000	62.000	1.500.000	0	1.692.000
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	76.000	1.300	450.000	0	527.300
Σενάριο 4	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	49.000	5.200	9.400	0	63.600
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	130.000	62.000	81.000	0	273.000
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Καταναλισκόμενη Ενέργεια ( MJ )	76.000	1.300	24.000	0	101.300

Ο δεύτερος πίνακας ( Πίνακας 8 ) παρουσιάζει τον δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά σενάριο μεταφοράς και κάθε στάδιο του Κύκλου Ζωής για καθεμία διαφορετική περίπτωση δοχείου.

Πίνακας 8: Πίνακας αποτελεσμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> βάσει των 4 σεναρίων μεταφοράς μέσω λογισμικού EduPack.

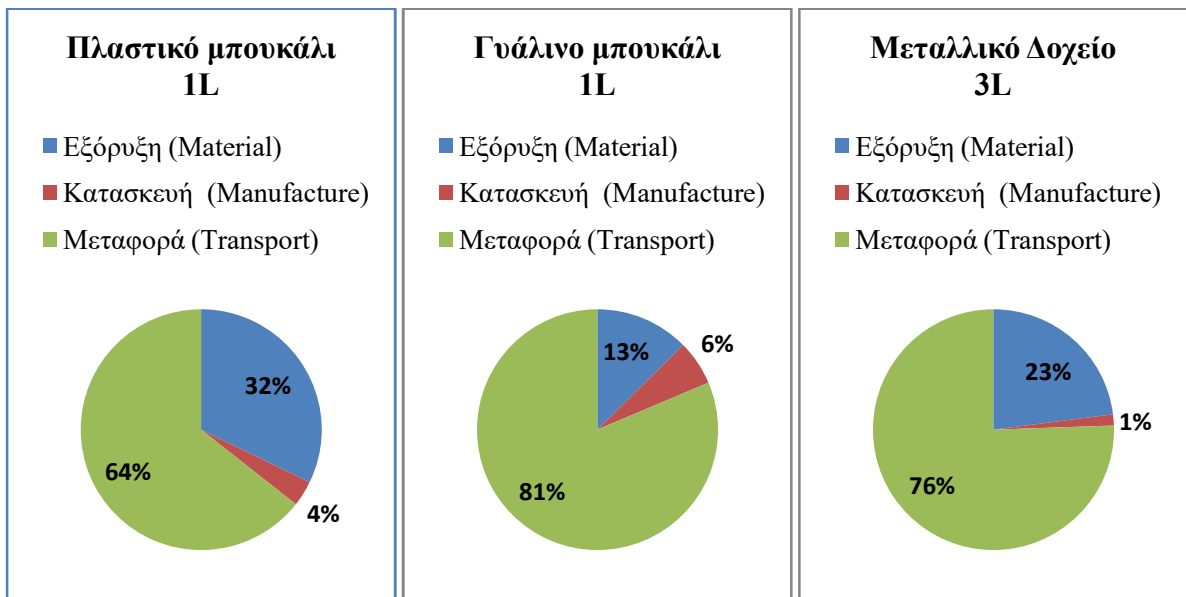
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ EDUPACK 2							
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO <sub>2</sub>			Στάδια Κύκλου Ζωής				
Σενάρια Μεταφοράς	Είδος Περιέκτη	Δείκτες Αξιολόγησης	Εξόρυξη (Material)	Κατασκευή (Manufacture)	Μεταφορά (Transport)	Χρήση (Use)	Σύνολο
Σενάριο 1	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	1.400	410	68.000	0	69.810
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	7.300	5.000	580.000	0	592.300
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	3.800	86	170.000	0	173.886
Σενάριο 2	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	1.400	410	76.000	0	77.810
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	7.300	5.000	660.000	0	672.300
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	3.800	86	190.000	0	193.886
Σενάριο 3	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	1.400	410	120.000	0	121.810
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	7.300	5.000	1.100.000	0	1.112.300
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	3.800	86	310.000	0	313.886
Σενάριο 4	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	1.400	410	6.800	0	8.610
	ΓΥΑΛΙΝΟ ΜΠΟΥΚΑΛΙ 1L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	7.300	5.000	58.000	0	70.300
	ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΔΟΧΕΙΟ 3L	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg)	3.800	86	17.000	0	20.886

### 7.2.2. Αποτελέσματα και αξιολόγηση αποτελεσμάτων λογισμικού EduPack.

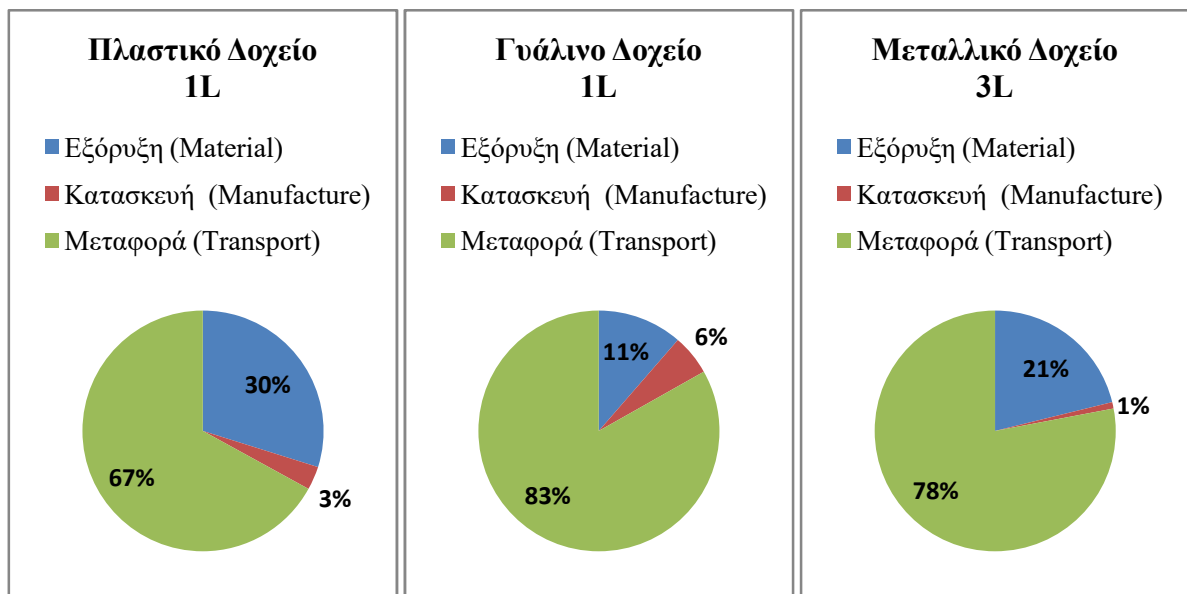
Στην συνέχεια παρουσιάζονται με την σειρά τα διαγράμματα και αξιολόγηση των εξαχθέντων στοιχείων των παραπάνω πινάκων από το πρόγραμμα όπως αναφέραμε στην εισαγωγή του κεφαλαίου.

- Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη καταναλισκόμενης ενέργειας ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.

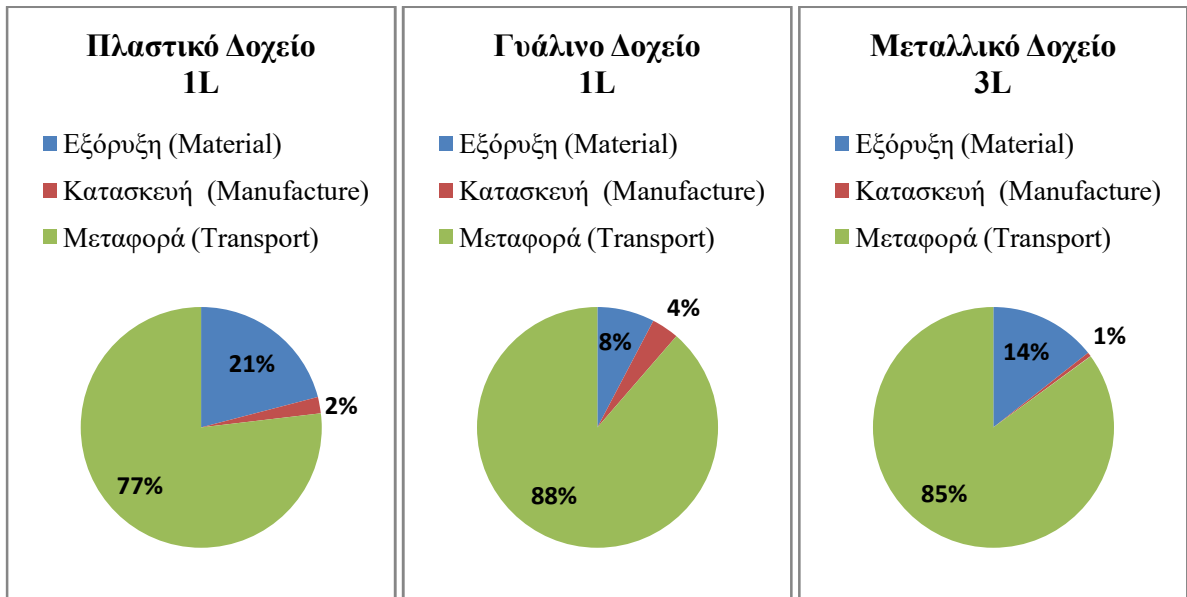
### Σενάριο 1



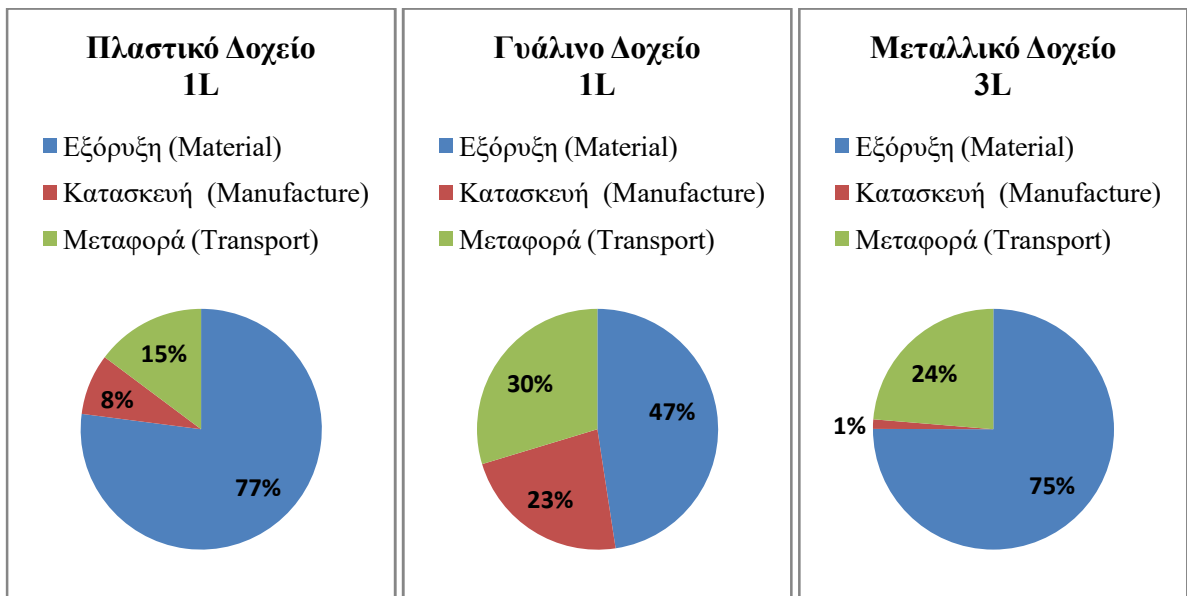
### Σενάριο 2



### Σενάριο 3



### Σενάριο 4



Διάγραμμα 6: Σεν.1, Σεν.2, Σεν.3, Σεν.4 - Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη καταναλισκόμενης ενέργειας ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.

Είναι εμφανές ότι στο 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> σενάριο, η περιβαλλοντική επιβάρυνση λόγω της καταναλισκόμενης ενέργειας οφείλεται κατά πολύ μεγάλο βαθμό στο στάδιο της μεταφοράς ενώ το στάδιο της εξόρυξης πρώτων υλών και της κατασκευής των δοχείων δεν έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο. Αυτό οφείλεται λόγω του ότι πρέπει να καλυφθούν μεγάλες

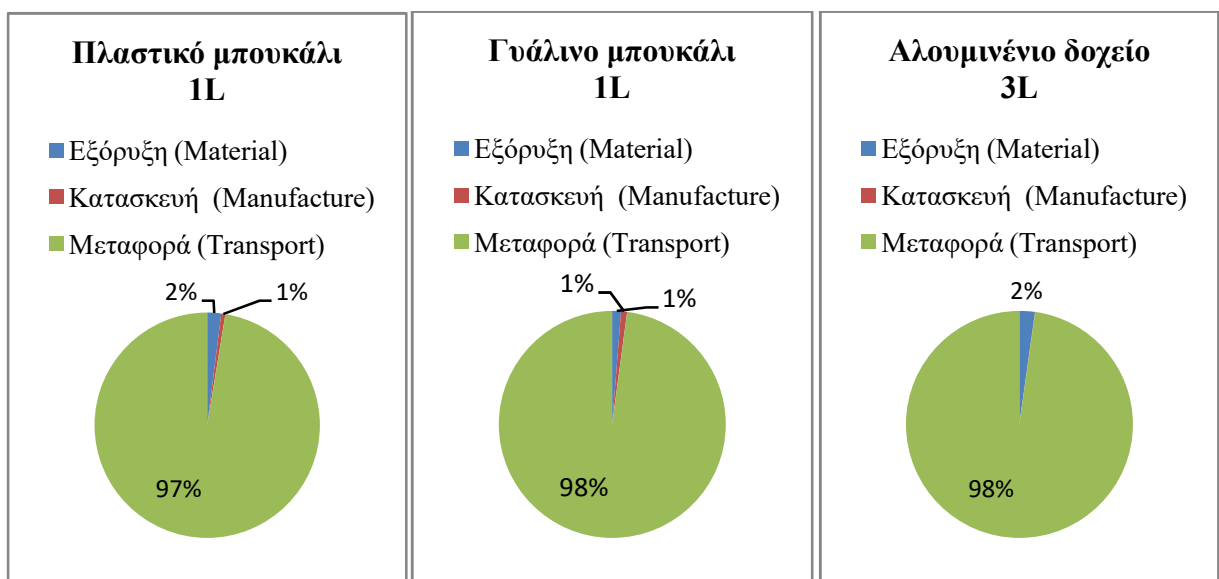
χιλιομετρικές αποστάσεις από το σημείο της φόρτωσης των εμπορευμάτων μέχρι το τελικό σημείο προορισμού. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για να μετακινηθεί η συγκεκριμένη ποσότητα φορτίου είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι η ενέργεια που χρειάζεται ώστε να ολοκληρωθούν οι εξορυκτικές και κατασκευαστικές διεργασίες των άλλων 2 σταδίων Κύκλου Ζωής.

Αντίθετα, στο 4<sup>ο</sup> σενάριο είναι εμφανής η δραματική εναλλαγή ανά στάδιο Κύκλου Ζωής αφού το στάδιο της εξόρυξης έχει πρωταρχικό ρόλο στην περιβαλλοντική επιβάρυνση και αυτό οφείλεται ότι δεν καταναλώνονται υψηλά επίπεδα ενέργειας στο στάδιο της μεταφοράς λόγω ότι είναι πολύ μικρότερη η διανυόμενη απόσταση μέχρι τον τελικό προορισμό.

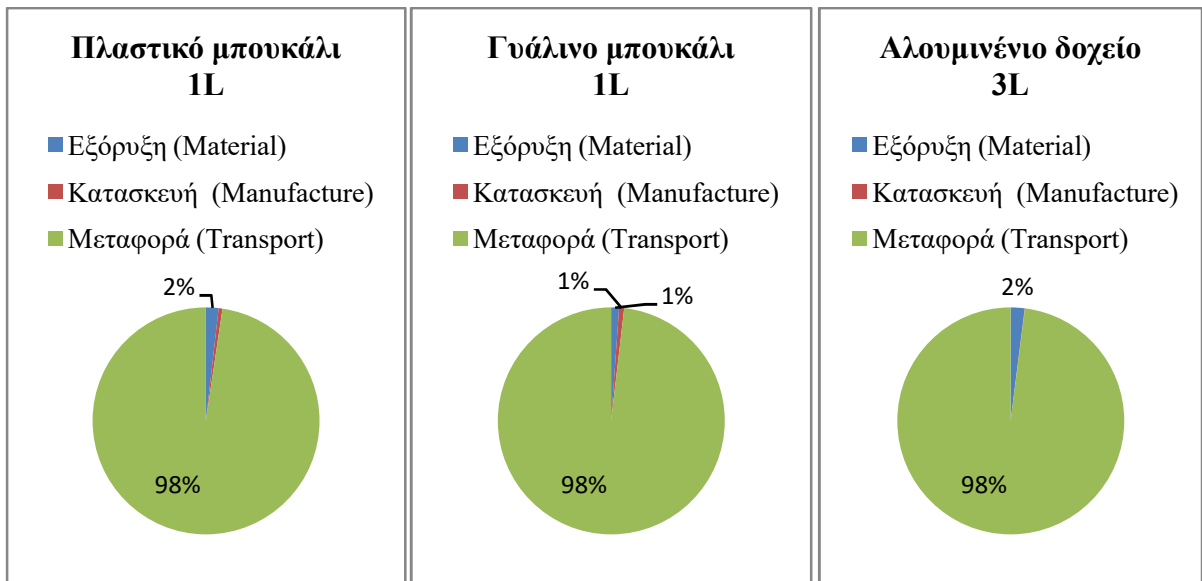
Επίσης, μπορεί να διαπιστωθεί ότι τα επίπεδα καταναλισκόμενης ενέργειας στα στάδια Κύκλου Ζωής του γυάλινου μπουκαλιού είναι μεγαλύτερα από εκείνα του πλαστικού μπουκαλιού και του αλουμινένιου δοχείου. Μπορεί να δοθεί η εξήγηση ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις αυξάνονται όσο αυξάνεται το βάρος του δοχείου αφού το γυάλινο μπουκάλι είναι βαρύτερο από ότι οι άλλες 2 περιπτώσεις διαφορετικού υλικού. Ακόμη, σε σχέση με το αλουμίνιο μπορεί να ειπωθεί βάσει προηγούμενων στοιχείων ότι διακινούνται περισσότερα μπουκάλια γυάλινου τύπου αντί δοχείων αλουμινένιου τύπου λόγω του όγκου και των διαστάσεων του δεύτερου.

- Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.

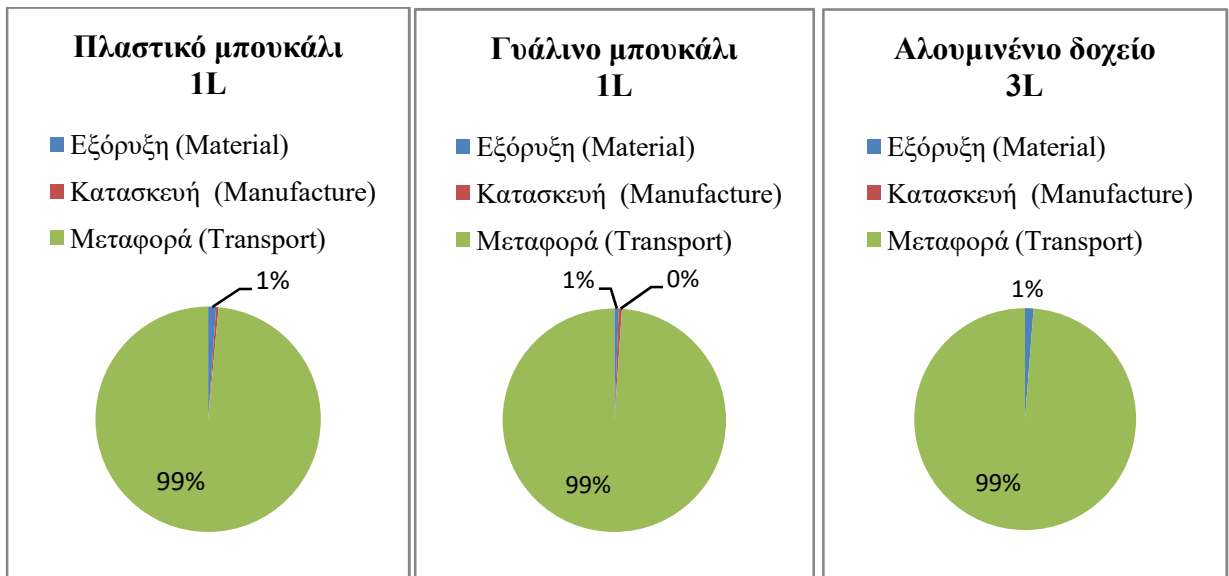
### Σενάριο 1



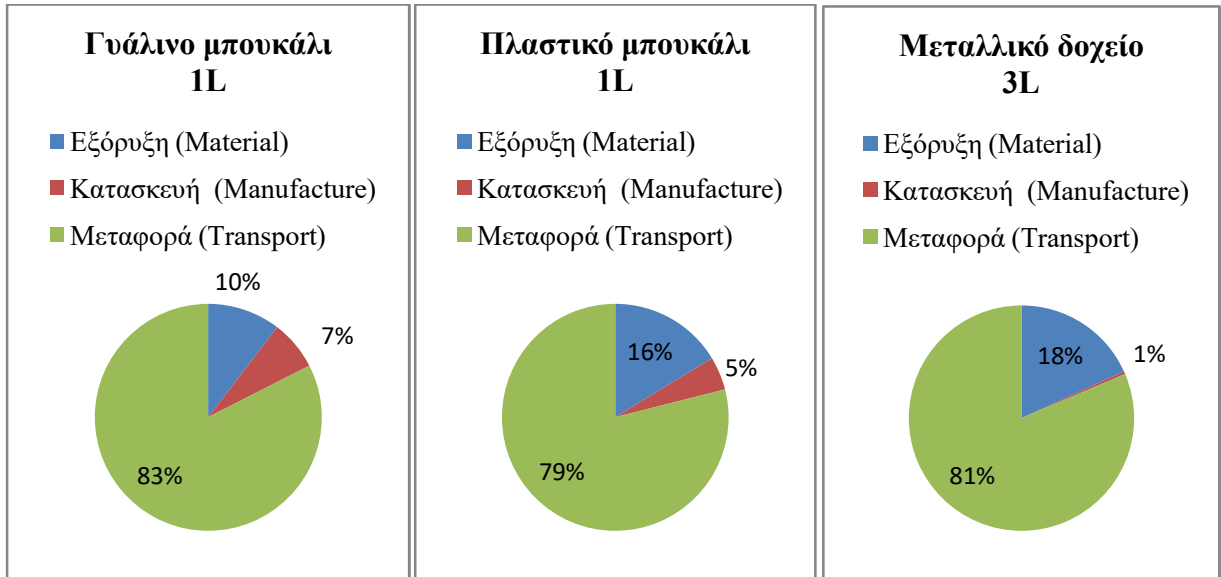
## Σενάριο 2



## Σενάριο 3



## Σενάριο 4

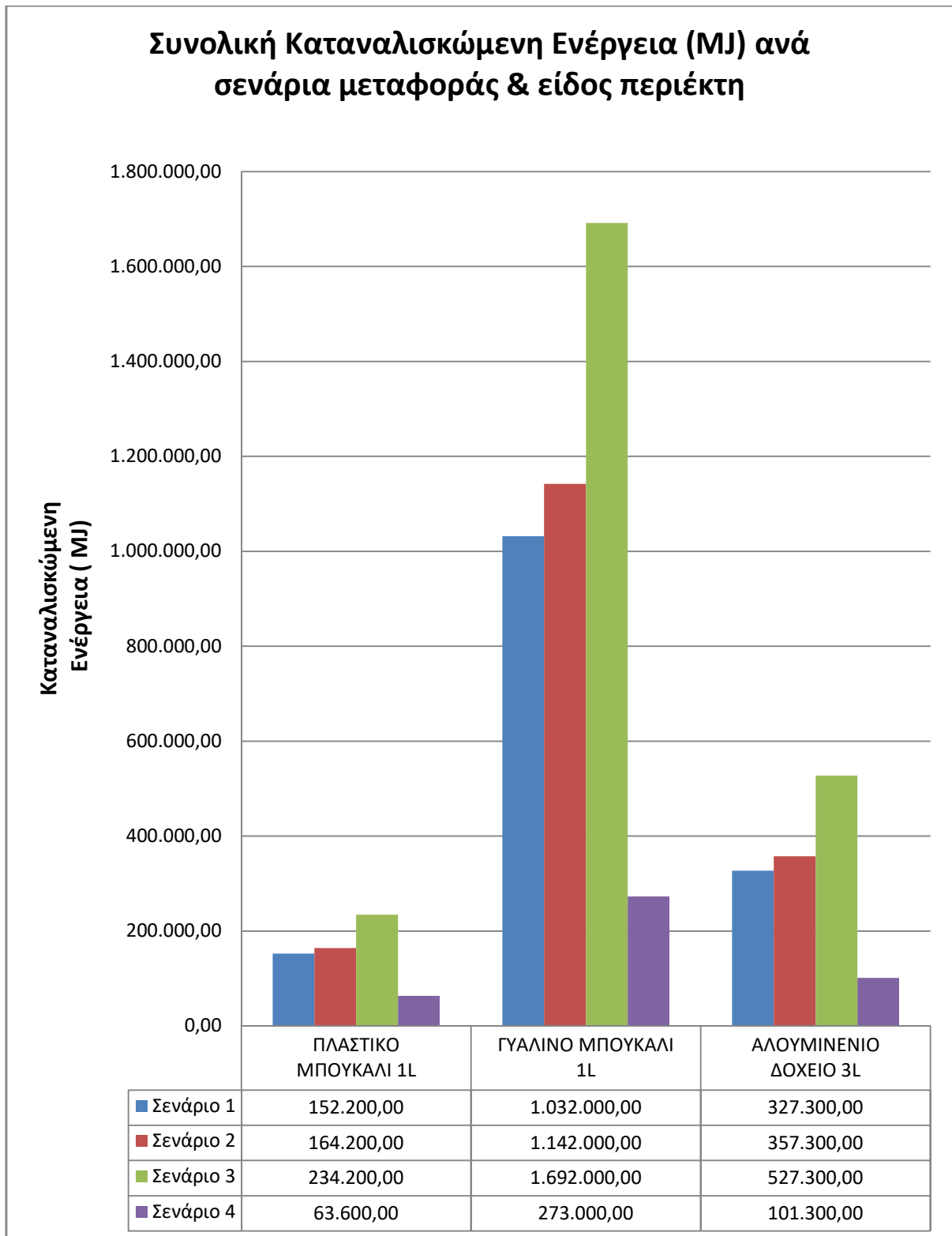


**Διάγραμμα 7: Σεν.1, Σεν.2, Σεν.3, Σεν.4 - Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάσει του δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο του Κύκλου Ζωής για κάθε δοχείο εξετάζοντας τα 4 σενάρια μεταφοράς.**

Είναι εμφανές ότι τα συμπεράσματα από τα διαγράμματα για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα ταυτίζονται στην πλειοψηφία τους με εκείνα για την καταναλισκόμενη ενέργεια. Το στάδιο της μεταφοράς έχει αρνητικό πρωταγωνιστικό ρόλο στην περιβαλλοντική επιβάρυνση αφού είναι αρκετά μεγάλη η διαφορά με το στάδιο της εξόρυξης πρώτων υλών και της κατασκευής. Ειδικά, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το στάδιο της κατασκευής θεωρείται ως αμελητέα ποσά λόγω της μεγάλης διαφοράς με εκείνα από το στάδιο της μεταφοράς.

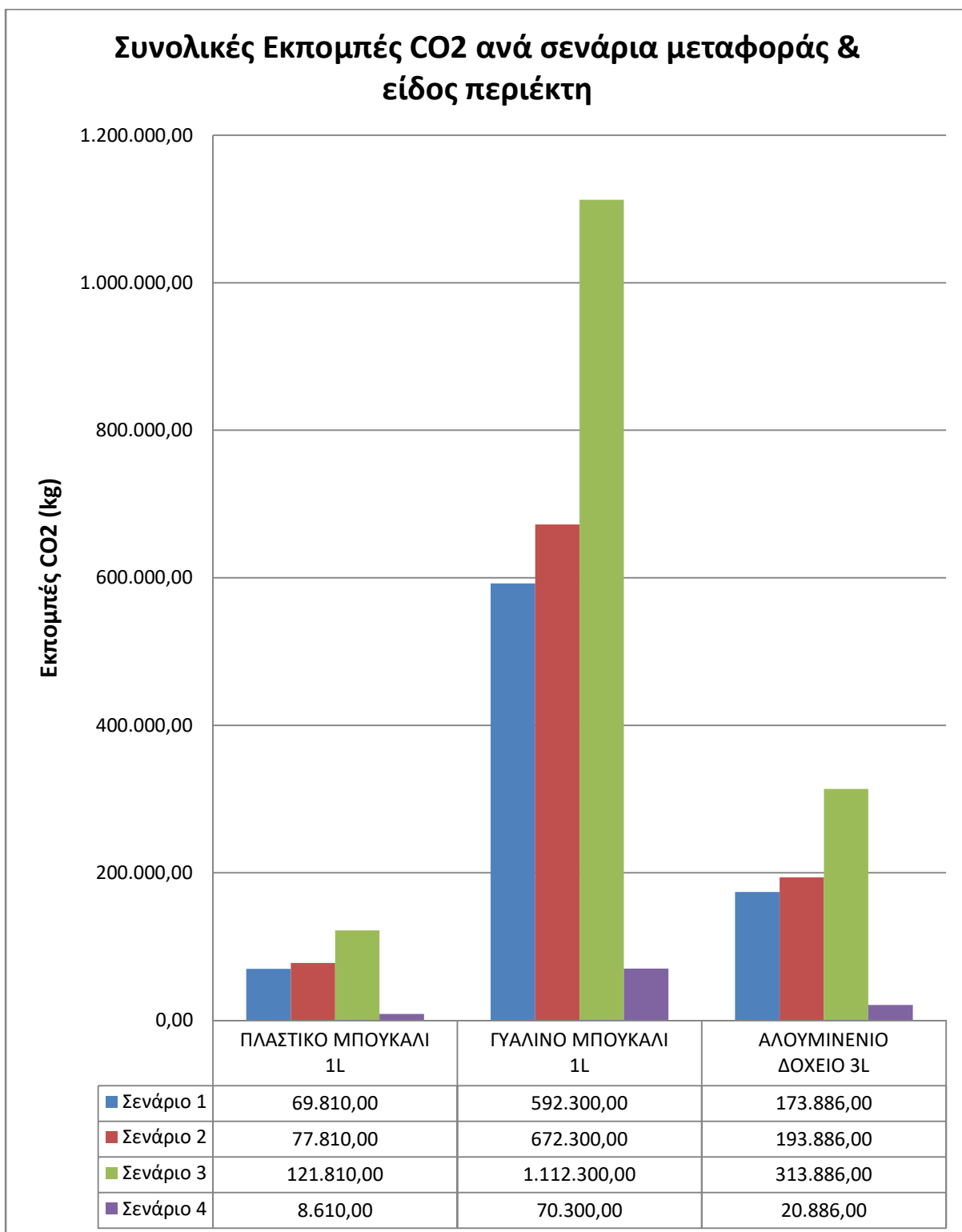
Σημαντικό είναι να αναφερθεί η διαφορά των αποτελεσμάτων του 4<sup>ου</sup> σεναρίου για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με αυτά της καταναλισκόμενης ενέργειας. Λόγω της μικρότερης χιλιομετρικής απόστασης, παρατηρείται ότι υπάρχει συμβολή στον δείκτη του διοξειδίου του άνθρακα από τα στάδια της εξόρυξης και της κατασκευής αλλά παρόλα αυτά το στάδιο της μεταφοράς παραμένει ως κυρίαρχο ποσοστό.

Αξιολόγηση συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (MJ) και συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά σενάρια μεταφοράς & είδος δοχείου.



Διάγραμμα 8: Αξιολόγηση συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (MJ) ανά σενάρια μεταφοράς & είδος φιάλης.





Διάγραμμα 9: Αξιολόγηση συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO2) ανά σενάρια μεταφοράς & είδος φιάλης.

Συνοψίζοντας, τα διαγράμματα των παραγράφων 7.2.1. και 7.2.2, απεικονίζεται η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια και οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά σενάριο μεταφοράς για κάθε δοχείο. Είναι εμφανές ότι στην μελέτη περίπτωσης μας, το χειρότερο

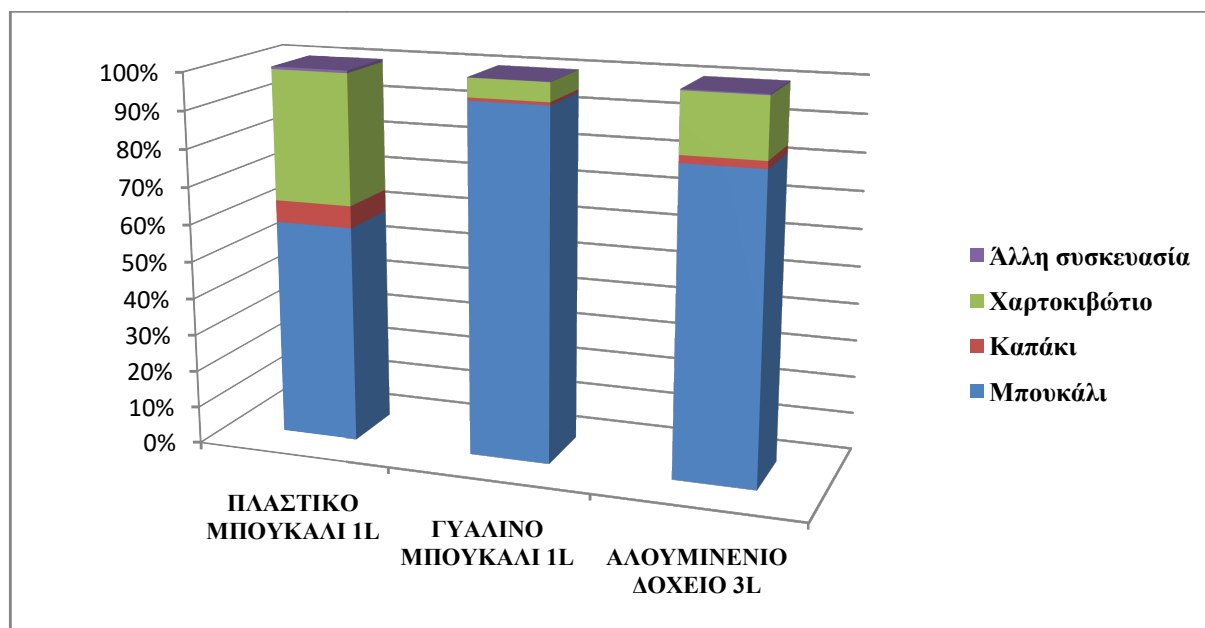
σενάριο μεταφοράς είναι το 3<sup>ο</sup> αφού σε αυτό παρουσιάζονται τα μεγαλύτερα ποσοστά επιβαρύνσεων και για τους 2 δείκτες οι οποίοι εξετάζονται. Αυτό οφείλεται στην ενέργεια η οποία καταναλώνεται από τα μέσα μεταφοράς ( στην περίπτωση μας φορτηγό, πλοίο, τρένο ) ώστε να καλυφθεί η μεγάλη χιλιομετρική απόσταση από το σημείο της φόρτωσης έως το σημείο τελικού προορισμού. Έτσι, μπορεί να ειπωθεί ότι το ανθρακικό αποτύπωμα του 3<sup>ου</sup> σεναρίου μεταφοράς είναι πιο αυξημένο και κατ' επέκταση πιο επιζήμιο συγκριτικά με τα υπόλοιπα σενάρια μεταφοράς.

Σε αντίθεση, με το σενάριο 4 όπου η χιλιομετρική απόσταση είναι μικρή με συνέπεια το συνολικό ποσοστό της περιβαλλοντικής επίδρασης και για τους δύο δείκτες να επιμερίζεται πιο ομαλά μεταξύ του σταδίου της εξόρυξης των πρώτων υλών, της κατασκευής των φιαλών ελαιολάδου και της μεταφοράς τους.

Επί προσθέτως, μπορεί ναδειχθεί ότι η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια και οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των σταδίων του Κύκλου Ζωής των γυάλινων μπουκαλιών ενός λίτρου και τα υλικά συσκευασίας αυτών παρουσιάζονται με υψηλότερες τιμές ως βαθμό περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από ότι των άλλων περιπτώσεων λόγω ότι είναι βαρύτερα από ότι τα πλαστικά μπουκάλια και διακινούνται αριθμητικά παραπάνω από τα αλουμινένια δοχεία και ίσως οφείλεται στην διαδικασία που ακολουθείται για την κατασκευή τους. Άρα, το ανθρακικό αποτύπωμα του γυάλινου μπουκαλιού στην μελέτη περίπτωσηή μας φαίνεται ότι υπερτερεί με αρνητικό τρόπο έναντι των άλλων δύο δοχείων.

**🚦 Σύγκριση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης όσον αφορά το ανθρακικό αποτύπωμα κάθε υλικού συσκευασίας βάσει του χειρότερου σεναρίου μεταφοράς από τα 4 ως προς την περιβαλλοντική επιβάρυνση.**

Για να προσδιοριστεί και να γίνει μία ασφαλή και πιο άμεση αποτύπωση του ανθρακικού αποτυπώματος μεταξύ των υλικών συσκευασίας στην παρούσα μελέτη, λαμβάνεται υπόψη το σενάριο μεταφοράς-τελικού προορισμού, το 3<sup>ο</sup> σενάριο, με τις περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>.



Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι και για τις τρεις περιπτώσεις δοχείων το μεγαλύτερο ποσοστιαίο ανθρακικό αποτύπωμα από τα υλικά συσκευασίας το κατέχουν οι διαδικασίες παραγωγής του μπουκαλιού ( μπλε χρώμα ). Στην συνέχεια, ακολουθεί το χαρτοκιβώτιο λόγω του όγκου του ενώ τα υπόλοιπα υλικά συσκευασίας θεωρείται ως αμελητέο το ποσοστό τους.

**✚ Σύγκριση και αξιολόγηση του ανθρακικού αποτυπώματος βάσει των συνδυασμών των μέσων μεταφορών που χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση των δοχείων από το σημείο φόρτωσης μέχρι τον τελικό προορισμό βάσει του χειρότερου σεναρίου μεταφοράς από τα 4 ως προς την περιβαλλοντική επιβάρυνση.**

Όπως και παραπάνω, λαμβάνεται υπόψη μας το σενάριο μεταφοράς-τελικού προορισμού, το 3<sup>ο</sup> σενάριο, με τις περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο συγκεκριμένο σενάριο χρησιμοποιούνται 3 διαφορετικά μέσα μεταφοράς , φορτηγό, πλοίο και τραίνο. Από το σημείο φόρτωσης ( αφετηρία) γίνεται η μεταφορά με φορτηγό 32 τόνων μέχρι το λιμάνι του Πειραιά, από εκεί υπολογίζουμε την απόσταση δια θαλάσσης μέχρι το λιμάνι του Νιου Τζέρσεϊ όπου με τραίνο μεταφέρεται στην κεντρική αποθήκη (τελικός προορισμός) για να διανεμηθεί.

Λόγω του ότι τα στοιχεία σχετικά με την ποσοστιαία συνεισφορά των μέσων μεταφορών είναι ίδια και για τις 3 περιπτώσεις δοχείων παρουσιάζεται ο πίνακας του πλαστικού μπουκαλιού για το 3<sup>ο</sup> σενάριο μεταφοράς.

Βέβαια, υπάρχει η πιθανότητα κάποιων αποκλίσεων στα αποτελέσματα λόγω της μη πλήρωσης 100% του φορτηγού ή της συμφόρτωσης του φορτηγού ή του πλοίου με άλλα είδη.

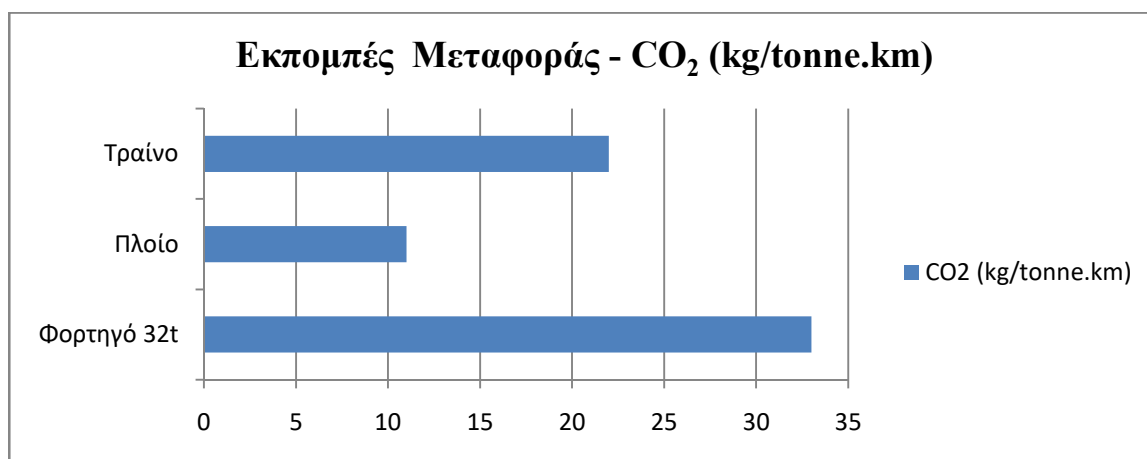
Πίνακας 9: Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά μέσο μεταφοράς ( 3ο σενάριο μεταφοράς )

Transport Type	Transport CO <sub>2</sub> (kg/tonne.km)	Distance (km)	CO <sub>2</sub> (kg)	%
32 tonne truck	33	2.4e+02	6.8e+03	5.5
Sea freight	11	9.6e+03	9.1e+04	74.7
Rail freight	22	1.3e+03	2.4e+04	19.7
		1.1e+04	1.2e+05	100

Πρωτίστως, είναι πολύ ενδιαφέρον να αναφερθεί βιβλιογραφικά ότι η θαλάσσια μεταφορά έχει την λιγότερη εκπομπή CO<sub>2</sub> ( 11 kg/tonne.km), ακολουθεί η μεταφορά μέσω σιδηροδρομικής γραμμής ( 22 kg/tonne.km) και τέλος η ηπειρωτική μεταφορά με φορτηγό 32t ( 33 kg/tonne.km). Την τελευταία δεκαετία έχει μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα πλοία, αφού έχουν σημειωθεί σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση του κινητήρα και στο σχεδιασμό του κύτους, ενώ και η χρήση πλοίων με μεγαλύτερη χωρητικότητα μεταφοράς φορτίων οδήγησε σε μείωση των εκπομπών και αύξηση της αποδοτικότητας των καυσίμων.

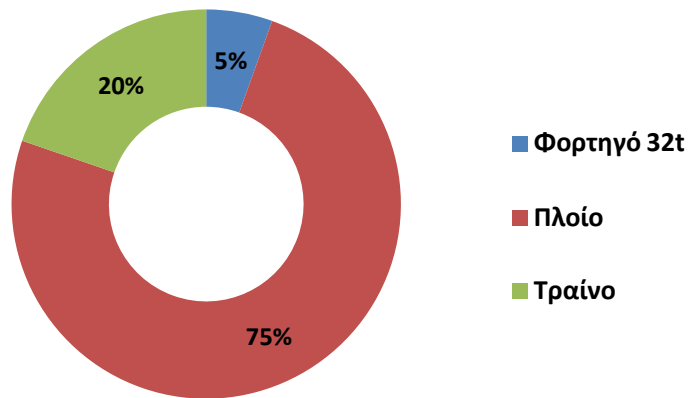
Βέβαια, στην περίπτωση μας η θαλάσσια μεταφορά καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό των εκπομπών CO<sub>2</sub> λόγω του ότι καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της διανυόμενης απόστασης μέχρι τον τελικό προορισμό. Αν η συγκεκριμένη απόσταση καλυπτόταν από φορτηγό, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα ήταν πολύ υψηλότερες.

Τα συμπεράσματα παρουσιάζονται και διαγραμματικά ώστε να φανεί εικονικά η διαφορά και ο καθοριστικός ρόλος των χιλιομετρικών αποστάσεων και πως θα πρέπει να επιλέγεται η βέλτιστη χρήση των μέσων μεταφοράς.



Διάγραμμα 10: Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά μέσο μεταφοράς κατά μέσο όρο

**Ποσοστό επιβάρυνσης μέσου μεταφοράς στην παρούσα μελέτη περίπτωσης**



Διάγραμμα 11: Ποσοστό ανθρακικού αποτυπώματος ανά μέσο μεταφοράς στην παρούσα μελέτη περίπτωσης ( 3ο σενάριο μεταφοράς )

## 8. Συμπεράσματα – Εκτίμηση Βελτιώσεων

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρθηκαν έννοιες οι οποίες σε συνδυασμό μεταξύ τους αποτελούν και θα πρέπει να αποτελούν και στο μέλλον τον ακρογωνιαίο λίθο για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης η οποία πλέον έχει αναχθεί σε μείζον ζήτημα παγκόσμιας εμβέλειας.

Αρχικά, αναλύεται η έννοιας Βιώσιμης Ανάπτυξης η οποία θεμελιώνεται από τρεις αλληλοεξαρτώμενες έννοιες, την κοινωνική ανάπτυξη, την οικονομική ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος ώστε να επιτευχθεί οικουμενική ισότητα μεταξύ τωρινών και μελλοντικών γενεών.

Η μέχρι σήμερα εξέλιξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και η συνεχώς αυξανόμενη χρήση προϊόντων καταστούν τις επιχειρήσεις και τον τομέα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας ως πεδίο εφαρμογής της Βιώσιμης Ανάπτυξης και ειδικότερα στον ρόλο της συσκευασίας προϊόντων και της μεταφοράς. Αυτό συνεπάγεται την εμφάνιση του ορισμού της Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας όπου επαναπροσδιορίζονται στόχοι και στρατηγικές σύμφωνα με την περιβαλλοντική ευθύνη, ξεφεύγει από τα στενά όρια της επιχείρησης και αγγίζει προμηθευτές και καταναλωτές.

Καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και εξεύρεση εφαρμογών στην Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα είναι η χρήση μεθόδων περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως η Ανάλυση Κύκλου Ζωής του προϊόντος.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής χρησιμεύει ώστε να εντοπιστούν τα στάδια του κύκλου ζωής ή οι επιμέρους συσκευασίες που επιβαρύνουν την απόδοση του προϊόντος, τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την εκτίμηση τρόπων βελτίωσής του. Σε αυτό συμβάλλει επίσης και ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος κάθε προϊόντος ποσοτικοποιείται και γίνεται ακόμα πιο διακριτή η επίδραση των συμβαλλομένων μερών και σταδίων του σε όλο το εφοδιαστικό σύστημα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μέσω της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και την χρήση του λογισμικού προγράμματος SimaPro, μελετήθηκαν τρία διαφορετικά δοχεία ελαιολάδου ώστε να φανεί ο καθοριστικός ρόλος του πρωτογενούς υλικού κάθε δοχείου αλλά και των επιμέρους συσκευασιών ώστε να φορτωθούν σε παλέτα για την μεταφορά τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι πολλές φορές ο όγκος του προϊόντος, για παράδειγμα το μεταλλικό δοχείο 3 λίτρων, συμβάλει αρνητικά στα ποσοστά περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, το γυαλί ως

υλικό παρουσιάζει την χειρότερη περιβαλλοντική απόδοση σχετικά με επιδράσεις περιβαλλοντικής υποβάθμισης και της κλιματικής αλλαγής ενώ το πλαστικό επιβαρύνει ως προς την εκπομπή αέριων ουσιών και την αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων λόγω της προέλευσης της πρώτης ύλης του. Ενώ, από την άλλη το στάδιο της παραγωγής του εκάστοτε διαφορετικού δοχείου εμφιάλωσης ελαιολάδου έχει μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε σύγκριση με του χαρτοκιβωτίου ή άλλης συσκευασίας η οποία προστίθεται ώστε να ολοκληρωθεί η φόρτωση της παλέτας. Είναι φανερό, ότι ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος ποικίλει ανάλογα με το υλικό της συσκευασίας και του όγκου της.

Στην συνέχεια, με την χρήση του λογισμικού προγράμματος CES-EduPack, εξετάστηκε η περιβαλλοντική απόδοση του σταδίου της μεταφοράς των ανωτέρω δοχείων με την εφαρμογή 4 διαφορετικών σεναρίων μεταφοράς. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η αύξηση των χιλιομετρικών αποστάσεων δύναται να εκτοξεύσουν το ποσοστό περιβαλλοντικής επιβάρυνσης λόγω των μεγάλων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την χρήση των καυσίμων των μέσων μεταφοράς. Ακόμα, αυτό φαίνεται και από την διαφορά του περιβαλλοντικού αντίκτυπου μεταξύ των μέσων μεταφοράς των επιμέρους διαδρομών της διανομής των προϊόντων μέχρι τον τελικό προορισμό τους. Το μεγαλύτερο ανθρακικό αποτύπωμα παρουσιάζει το 3<sup>ο</sup> σενάριο μεταφοράς λόγω της μεγάλης χιλιομετρικής απόστασης που πρέπει να καλυφθεί. Όσον αφορά τα μέσα μεταφοράς είναι γνωστό, ότι η θαλάσσια μεταφορά είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον αντί της ηπειρωτικής. Αλλά στην παρούσα μελέτη είναι αξιοσημείωτο ότι πολύ μεγάλο ποσοστό των αποστάσεων γίνεται δια θαλάσσης και γι' αυτό το ανθρακικό αποτύπωμα της θαλάσσιας μεταφοράς είναι μεγαλύτερο από ότι αυτό της ηπειρωτικής ( φορτηγό ) στην περίπτωση μας.

Βάσει των παραπάνω αποτελεσμάτων μπορούν να προταθούν ιδέες και τρόποι βελτίωσης του περιβαλλοντικού αντίκτυπου αφού είναι πλέον δεδομένη η άρρηκτη σχέση μεταξύ προμήθειας, παραγωγής και μεταφοράς της συσκευασίας. Οι επιχειρήσεις μπορούν να στραφούν σε «πράσινες» λύσεις οι οποίες θα ελαχιστοποιούν την περιβαλλοντική επιβάρυνση της συσκευασίας και του τρόπου μεταφοράς και θα ενισχύουν την ευαισθητοποίηση του καταναλωτή, ελκύοντάς τον προς την αγορά του προϊόντος τους..

Ως προς την συσκευασία, οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιούν υλικά πιο φιλικά προς το περιβάλλον, για παράδειγμα ανακυκλώσιμα, να εφαρμόζονται οι αρχές οικολογικού σχεδιασμού προϊόντων και συσκευασιών, να υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ή να κατασκευάζονται από οργανικά υλικά και κατ' επέκταση να ορίζονται ως βιοδιασπώμενα στην τελική τους απόθεση.

Από την άλλη, το στάδιο της μεταφοράς μπορεί αλλάξει το περιβαλλοντικό του προφίλ θετικά, εφαρμόζοντας οι επιχειρήσεις πράσινες πρακτικές μεταφοράς και διανομής. Αναφορικά, μπορεί να γίνει «πράσινος» σχεδιασμός δικτύων ο οποίος να περιλαμβάνει την βέλτιστη επιλογή δρομολογίων, την μετατόπιση του εμπορευματικού φορτίου από τις αεροπορικές και οδικές μεταφορές στις θαλάσσιες και σιδηροδρομικές μεταφορές φιλικότερες προς το περιβάλλον, στην ενεργειακή εξέλιξη του στόλου μεταφοράς ( ειδικότερα βαρέων οχημάτων ) με υβριδικά οχήματα ή νέας τεχνολογίας κινητήρες που ελαχιστοποιούν την εκπομπή ρύπων και την εκπαίδευση των οδηγών σχετικά με την οικολογική οδήγηση.

Εν κατακλείδι, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η περιβαλλοντική συνείδηση και υπευθυνότητα ενταγμένη στους περισσότερους τομείς και φάσεις του προσωπικού, κοινωνικού και επιχειρηματικού γίνεσθαι εναρμονίζεται με την κερδοφορία και την μείωση του κόστους ώστε το επιθυμητό αποτέλεσμα να είναι η εκτενής παρακολούθηση των ανωτέρω διαδικασιών ( π.χ. παραγωγή συσκευασίας, μεταφορά ) για την συνεχή διερεύνηση βελτιώσεων και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



## Βιβλιογραφία

- 1) Ahi, P.; Searcy, C., 2013. A Comparative Literature Analysis Of Definitions For Green And Sustainable Supply Chain Management. *Journal Of Cleaner Production*.
- 2) Bâc Dorin Paul, 2008, A history of the concept of sustainable development: Literature review , University of Oradea, Faculty of Economics.
- 3) Baumann, H., and Tillman, A., (2004), «The Hitchhiker’s Guide to LCA: An orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application»,
- 4) Benita M. Beamon, 1998, Supply chain design and analysis: Models and methods, *Int. J. Production Economics* 55
- 5) Bowersox, J.D. & Closs, D.J. & Cooper, M.B. (2002), “ Supply Chain Logistics Management”, p 410
- 6) Bowler R.A., *Logistics and the failure of the British Army in America 1775-1783*, Princeton University Press,1975)
- 7) C.Cooper Martha, M. Lambert Douglas, 2000, *Issues in Supply Chain Management*, *Industrial Marketing Management* 29, 65–83
- 8) Carbon Trust, 2012, *Carbon Footprinting-The next step to reducing your emissions*, Management Guide, UK
- 9) Chen Xuezhong, Jiang Linlin, Wang Chengbo, 2011, *Business Process Analysis and Implementation Strategies of Greening Logistics in Appliances Retail Industry*, *Energy Procedia*, 5, 332–336
- 10) Christopher M. 2007. *Logistics και Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα
- 11) Council of Logistics Management, *What’s It All About?*, 1986, Oak Brook, Illinois.
- 12) Curran M. Ann, 2006, “Life Cycle Assessment: Principles and Practice”, National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio
- 13) Curran, M.A. (ed) (1996) *Environmental Life Cycle Assessment*. ISBN 0-07-015063-
- 14) Department of Environmental Affairs and Tourism, 2004, *Life Cycle Assessment, Integrated Environmental Management Information Series 9*, Pretoria  
*Environmental Profile Analysis: A Life Cycle Environmental Assessment for Products and Procedures*, ENVIRON IMPACT ASSESS REV 1992: 245-269.
- 15) Fortes Jamal, 2009, *Green Supply Chain Management: A literature review*, Otago Management Graduate Review
- 16) Gazala Habib, 2016 *International Environmental Agreements* ,
- 17) Godfrey, R. (1998) “Ethical purchasing: developing the supply chain beyond the environmental”, in Russel, T. (Ed.), *Greener Purchasing: Opportunities and Innovations*, Greenleaf Publishing, Sheffield, pp. 244-251.
- 18) *Guide to PAS 2050-How to assess the carbon footprinting of goods and services*, 2008, BSI British Standards, DEFRA, Carbon Trust, UK.
- 19) Hellström, D., and Saghir, M. (2006), “Packaging and Logistics interactions in retail supply chains. *Packaging Technology and Science – An International Journal*”, pp. 197-216
- 20) Heskett, J L, Glaskowsky, N and Ivie, R M (1973) *Business Logistics*, Ronald, New York
- 21) Hunt G. Robert, Sellers D. Jere, Franklin E. William, 1992, *Resource and*
- 22) International Union for Conservation of Nature and Natural Resources., et al., *World conservation strategy : living resource conservation for sustainable development*. 1980, Gland, Switzerland
- 23) John T. Mentzer et. All, 2001, *Defining supply chain management*, *Journal of Business Logistics*
- 24) La Londe, Bernard J. and James M. Masters (1994), “Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*

- 25) Lennart Y. Ljungberg, Materials selection and design for development of sustainable products, 2007, Department of Technology and Society (Integrated Product Development), Sweden 466–479
- 26) Mallidis I., Vlachos D., 2010, A Framework for Green Supply Chain Management, Department of Mechanical Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, Katerini
- 27) Mckinnon A. et. All, 2010, Green Logistics-Improving the environmental sustainability of logistics, The Chartered Institute of Logistics and Transport (UK), Kogan Page Limited
- 28) Mebratu Desta, 1998, Sustainability and sustainable development: Historical and conceptual review, International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University.
- 29) Minh Luu , 2016, Developing the implementation of green warehousing at IKEA Finland, Programme in International Business, Hagga-Helia, University of Applied Sciences.
- 30) Niraj Kumar, Ravi P. Agrahari, Debjit Roy, 2015, Review of Green Supply Chain Processes , IFAC-PapersOnLine 48-3, 374–381
- 31) Quick guide for sustainable development: History and concepts, 2015, Research Service, National Assembly of Wales
- 32) Rushotn Alan, et. All, 2010, The Handbook of Logistics & Distribution Management, 4<sup>TH</sup> Edition
- 33) Russell T. Scott, 1979, Review of Alexander The Great and the Logistics of the Macedonian Army, by Donald W. Engels, Bryn Mawr College
- 34) Saghir, M. (2004) “The Concept of Packaging Logistics”
- 35) Sbihi A. and Eglese R.W., 2007 Combinatorial optimization and Green Logistics. 4OR: A Quarterly Journal of Operations Research. 5 (2), 99-116.
- 36) SimaPro 7.1 Tutorial, PRé Consultants, Mark Goedkoop, An De Schryver and Michiel Oele, June 2007.
- 37) SimaPro Database Manual – Methods Library, PRé, Various Authors, April 2016, USA
- 38) Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), (1991),«A Technical Framework for Life-cycle Assessment», in: Fava J.A., Denison E., Jones B., Curran M.A., Vigon B., Selke S. and Barnum J. (eds.), SETAC, Washington DC.
- 39) Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), (1993),«Guidelinesfor Life-cycle Assessment: A Code of Practice», in: Consoli F., Allen D., Boustead I.,Fava J., Franklin W., Jensen A., De Oude N., Parrish R., Perriman R., Postlethwaite
- 40) Srivastava, S. (2007) “Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review”, International Journal of Management Reviews, Vol. 9, Iss. 1, pp. 53-80.
- 41) Stevens, Graham C. (1989), “Integrating the Supply Chains,” International Journal of Physical Distribution and Materials Management, Vol. 8, No. 8, pp. 3-8. Studentlitteratur, Sweden.
- 42) The AFD Carbon Footprint Tool for projects-User’s Guide and Methology, 2017, Agence Francaise de Development.
- 43) The Logistics Handbook A Practical Guide for the Supply Chain Management of Health Commodities, 2011, Agency International Development
- 44) Torielli, R, Abrahams, R., Smillie, R. and Voigt, R. (2011) “Using lean methodologies for economically and environmentally sustainable foundries”, China Foundry, Vol. 8 No. 1, pp. 74-88.
- 45) Wikipedia, International Environmental Agreements
- 46) World Commission on Environment and Development., Our common future, 1987, Oxford, New York: Oxford University Press.
- 47) World Summit on Sustainable Development, 2002, Johannesburg Declaration on Sustainable Development, United Nations
- 48) Zsidisin, G. and Siferd, S. (2001) “Environmental purchasing: a framework for theory development”, European Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 7, No. 1, pp. 61-73.
- 49) Καραδημητρίου Παναγιώτα, 2015, Ανθρακικό αποτύπωμα κατά την Διανομή των Φαρμάκων στην Ελλάδα, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς

- 50) Μαλέκα Δήμητρα, 2014, Εκτίμηση Περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την τουριστική μεταφορά και δραστηριότητα σε μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες της Χαλκιδικής με χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- 51) Μαλινδρέτος Γεώργιος, 2015, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών, Αθήνα
- 52) Μουσιόπουλος Ν., Ντζιαχρήστος Λ., Σλίνης, 2015, Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος - Αρχές Αειφορίας, ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ζωγράφου
- 53) Μουστάκας, Ν.Γ., Χρήση ήπιων υπολογιστικών τεχνικών για τη βέλτιστη επιλογή υλικών σε βιώσιμα προϊόντα συσκευασίας, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας. 2011, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- 54) Μπινιώρης Σ., 2004, Εισαγωγή στην διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας, Αθήνα, Πασχαλίδης.
- 55) Οικονομόπουλος Γεώργιος, 2011, Ο ρόλος των Logistics στην επίτευξη των εταιρικών στόχων. Μελέτη σε μία σύγχρονη επιχείρηση, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο.
- 56) Σαρτζετάκη Καλλιόπη, 2013, «Logistics και Εφοδιαστική Αλυσίδα σε μία επιχείρηση»
- 57) Στειακάκης, Ε. & Δριτσάκης, Ν., 2005. Ο ρόλος, τα βασικά χαρακτηριστικά και η εφαρμογή σύγχρονων συστημάτων πληροφορικής και τηλεματικής στο πεδίο των Logistics. Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών, (8), pp.119–142.
- 58) Τσακαλίδου Σοφία, 2014, «Green Logistics: Ο ρόλος τους στην Εξαγωγή Ελαιολάδου»

#### **Ιστοσελίδες Αναζήτησης**

<http://www.grantadesign.com/>.

<https://simapro.com>

<https://www.setac.org/>

<https://www.iso.org/home.html>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=447&language=el-GR>

<https://www.theguardian.com/environment>

<https://ec.europa.eu/europeaid/policies/european-development-policy>

<http://www.wri.org>

<https://www.sustainablebusinessstoolkit.com>

<https://www.sciencedirect.com/>

[www.ifla.org/libraries-development](http://www.ifla.org/libraries-development)