



ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Διπλωματική Εργασία

ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

**Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην παραγωγή και ανακύκλωση των
μέσων μεταφοράς ως νέα στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
Η περίπτωση του τέλους κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών.**

Επιβλέπων: **Γρ. Ι. Τσάλτας**
Ομ. Καθηγητής Διεθνούς Δικαίου
Τμήμα Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Περιφερειακών Σπουδών

Αθήνα, Φεβρουάριος 2018



ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Διπλωματική Εργασία

ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

**Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην παραγωγή και ανακύκλωση των
μέσων μεταφοράς ως νέα στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
Η περίπτωση του τέλους κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών.**

Επιβλέπων: **Γρ. Ι. Τσάλτας**
Ομ. Καθηγητής Διεθνούς Δικαίου
Τμήμα Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Περιφερειακών Σπουδών

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Τετάρτη 21η Φεβρουαρίου 2018.

.....
Γρ. Ι. Τσάλτας

.....
Βασιλική Ι. Καραγεώργου

.....
Ζέφη Δημαδάμα

Αθήνα, Φεβρουάριος 2018

.....

ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

Διπλωματούχος Μηχανολόγος και Αεροναυπηγός Μηχανικός – Πανεπιστήμιο Πατρών

Copyright © ΑΓΓΕΛΟΣ ΧΑΣΙΩΤΗΣ 2018.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All Rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικό ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Παντείου Πανεπιστημίου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβαλλοντική Διακυβέρνηση και Βιώσιμη Ανάπτυξη» του Τμήματος Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Περιφερειακών Σπουδών του Παντείου Πανεπιστημίου Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών. Θα ήθελα επ' αυτού να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές του προγράμματος για την αμέριστη συμπαράσταση και τις γνώσεις που μου προσέφεραν ως φοιτητή, καθώς και πιο συγκεκριμένα, τον επιβλέποντα της διπλωματικής αυτής εργασίας, κύριο Γρηγόριο Τσάλτα, αρχικά για την συνεργασία στο θέμα καθώς και για τις πληροφορίες που μοιράστηκε μαζί μου.

Θα ήθελα, ακόμα να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές μου, και ιδιαιτέρως τους Αιμίλιο, Βανέσσα, Μαρία, Γιώργο, Μαρία, Γιώργο, Γρηγόρη, Νάντια και Κωστή για τις γνώσεις και εμπειρίες που μοιράστηκαν μαζί μου, την υποστήριξη και βοήθεια που μου προσέφεραν στο πλαίσιο τη διπλωματικής εργασίας και όχι μόνο, καθώς και για όλες τις ευχάριστες στιγμές καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία που εργάζομαι, Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ, για την υποστήριξη, την εμπειρία και τις γνώσεις που έλαβα καθ' όλη της διάρκεια της εργασίας μου, όπως και τις πληροφορίες που μου προσέφερε και χρησιμοποιήθηκαν σε καίρια σημεία της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω και να ευχαριστήσω από καρδιάς τους γονείς μου, Γιώργο και Βούλα, τον αδερφό μου Στέφανο και την κοπέλα μου Ειρήνη, για την ψυχολογική υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, καθώς με βοήθησαν να ανταποκριθώ στις υψηλές του απαιτήσεις.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2018

Χασιώτης Άγγελος

Μεταπτυχιακή Εργασία:	Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην παραγωγή και ανακύκλωση των μέσων μεταφοράς ως νέα στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η περίπτωση του τέλους κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών.
Μεταπτυχιακός φοιτητής:	Χασιώτης Άγγελος Μηχανολόγος και Αεροναυπηγός Μηχανικός
Επιβλέπων:	Τσάλτας Ι. Γρηγόριος Καθηγητής Διεθνούς Δικαίου Τμήμα Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Περιφερειακών Σπουδών – Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ακαδημαϊκό Έτος:	2016 – 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζοντας τους 17 στόχους των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και την σημασία της επίτευξη αυτών έθεσε νέες στρατηγικές. Κυρίως λόγω της εξάντλησης των πόρων από το γραμμικό μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης που κυριαρχεί γίνεται σαφές ότι το μοντέλο αυτό δεν μπορεί να συνεχιστεί. Συγκεκριμένα, το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας είναι ένα μοντέλο οικονομίας και παραγωγής το οποίο έχει την τάση της αποκατάστασης και της επαναχρησιμοποίησης από το σχεδιασμό του. Σε μια κυκλική οικονομία, η αξία των προϊόντων και υλών διατηρείται για όσο το δυνατόν περισσότερο, τα απόβλητα και η χρήση των πόρων ελαχιστοποιούνται και οι πόροι διατηρούνται εντός της οικονομίας όταν ένα προϊόν έχει φθάσει στο τέλος του κύκλου ζωής του, για να χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά ώστε να δημιουργηθεί περαιτέρω αξία. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ήδη από τον Ιούλιο 2014 ανακοίνωσε ένα νέο πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη με στόχο την κυκλική οικονομία. Το Δεκέμβριο του 2015 με την ανακοίνωσή της η Επιτροπή ενέκρινε την πρώτη φιλόδοξη δέσμη μέτρων για

την κυκλική οικονομία με στόχο την διευκόλυνση της μετάβασης της Ευρώπης προς μια κυκλική οικονομία που θα ενδυναμώσει τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη. Η πρόληψη στη δημιουργία αποβλήτων καθώς και η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού αποτελούν μέτρα που θα αποφέρουν αποτελέσματα. Η νομοθεσία και οι ρυθμίσεις στη διαχείριση των αποβλήτων μέσω μεταφοράς καθώς και η σύνδεσή τους με την κυκλική οικονομία θα αποτελέσει σημαντικό θέμα συζήτησης στην Ευρωπαϊκή και Παγκόσμια νομοθεσία. Η αεροπορία δεν αποτελεί εξαίρεση και η φιλική προς το περιβάλλον διαχείριση του κύκλου ζωής του αεροσκάφους κερδίζει όλο και μεγαλύτερη προσοχή. Γι' αυτό τον σκοπό, όμως, αποτελεί και βασικό ερώτημα το ποιο είναι το ρυθμιστικό κενό στην παραγωγή αεροσκαφών με τη χρήση μη ανακυκλώσιμων υλικών, αποκτώντας την άμεση σύνδεση με την κυκλική οικονομία, και της ανακύκλωσής τους μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους, καθώς και ποιες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού του κενού.

Λέξεις Κλειδιά

Κυκλική Οικονομία, Ανακύκλωση, Αεροσκάφη, Τέλος Κύκλου Ζωής, Ευθύνη Παραγωγού

Post- Graduate Thesis: **The circular economy policy of producing and recycling of means of transport as a new strategy in European Union. The case study of end-of-life-cycle of commercial aircrafts**

Post Graduate Student: **Chasiotis Angelos**
Mechanical and Aeronautics Engineer

Supervisor: **Grigoris I. Tsaltas**
Professor of International Law
Department of International, European and Area
Studies – Panteion University

Academic Year: **2016 – 2017**

ABSTRACT

The European Union recognizing the 17 goals for Sustainable Development and the importance of achieving them has set new strategies. Mainly because of the exhaustion of resources from the linear model of economic growth prevailing, it becomes clear that this cannot be continued. Circular Economy is an economic and production model that uses restoration and re-use for the products by its design. In circular economy, the value of products and materials is kept for as long as possible, waste and resources use are minimized and resources are kept within the economy when a product has reached the end of its life cycle, to be used again and again to create further value. Since July 2014, the European Commission has communicated a new zero waste programme for Europe aimed towards circular economy. In December 2015, in its Communication, the Commission adopted the first ambitious Circular Economy action plan aiming at facilitating Europe's transition to a Circular economy strengthening sustainable economic growth. Waste prevention as well as Extended producer responsibility are strategies that will deliver results. Legislation and regulations in end of life products such as vehicles and aircrafts and its link to the Circular Economy will be an important topic of discussion in European and global

legislation. Aviation is no exception and the eco-friendly life-cycle management of the end of life aircraft is gaining more and more attention. For this purpose, key questions are the regulatory gap in the production of aircrafts using non-recyclable materials, linking with circular economy fundamentals, recycling them after the end of their life cycle, as well as what the environmental impacts are.

Key Words

Circular Economy, Recycle, Aircrafts, End of Life Cycle, Producer's Responsibility

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	10
ΕΙΚΟΝΕΣ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΠΙΝΑΚΕΣ	13
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΕΙΕΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	16
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1.1. Αντικείμενο Μεταπτυχιακής Εργασίας	17
1.2. Οργάνωση Τόμου	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	24
Η ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΩΣ ΝΕΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	24
2.1. Η έννοια της κυκλικής οικονομίας	25
2.2. Η ιστορία της έννοιας της κυκλικής οικονομίας	29
2.2.1. Πρόσφατες θεωρίες σχετικές με την κυκλική οικονομία.....	33
2.2.1.1. Η φιλοσοφία “Cradle-to-Cradle”	33
2.2.1.2. Regenerative Design: Αναγεννητικός Σχεδιασμός	34
2.2.1.3. Performance Economy: Οικονομία Απόδοσης.....	35
2.2.1.4. Πράσινη Οικονομία	36
2.3. Οι αρχές και η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας παγκοσμίως.....	38
2.4. Το θεωρητικό υπόβαθρο της κυκλικής οικονομίας	46
2.5. Το πολιτικό υπόβαθρο της κυκλικής οικονομίας.....	47
2.6. Σύνοψη για την κυκλική οικονομία: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	48
2.7. Μελλοντικές προοπτικές της κυκλικής οικονομίας	52
2.8. Συμπεράσματα για την κυκλική οικονομία.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	55
Η ΝΕΑ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	55
3.1. Η κυκλική οικονομία στην Ευρωπαϊκή Ένωση	56
3.2. Προσδοκίες για μια ομαλή μετάβαση στην κυκλική οικονομία	59
3.3. Η υπάρχουσα νομοθεσία και η νέα δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής	62
3.3.1. Οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα και οι προτεινόμενες αλλαγές	63

3.3.2.	Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων.....	65
3.3.3.	Οδηγία για τις συσκευασίες.....	67
3.3.4.	Οδηγίες για τα ΟΤΚΖ, τις ηλεκτρικές στήλες και του συσσωρευτές, και τα ΑΗΗΕ 69	
3.4.	Διευρυμένη ευθύνη του Παραγωγού – (EPR).....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο		73
Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ.....		73
4.1.	Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας	74
4.2.	Διαχείριση του προϊόντος	75
4.3.	Αυτοκινητοβιομηχανία.....	77
4.3.1.	Η οδηγία για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους	78
4.4.	Βιομηχανία πλοίων	79
4.4.1.	Η σύμβαση του Hong Kong	80
4.5.	Βιομηχανία αεροσκαφών.....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο		82
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΤΕΛΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ		82
5.1.	Η αυξανόμενη ανάγκη για διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος κύκλου ζωής τους	83
5.2.	Τα κύρια υλικά – απόβλητα των αεροσκαφών μετά το τέλος κύκλου ζωής τους..	86
5.3.	Υπάρχουσες τεχνικές για διαχείριση μετά το τέλος κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών	91
5.3.1.	PAMELA: Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft.....	97
5.3.2.	ARFA - Aircraft Fleet Recycling Association.....	101
5.3.2.1.	Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του Τομέα	101
5.3.2.2.	Η διαπίστευση της AFRA και ο οδηγός BMP	102
5.3.2.3.	Η θέση στην αγορά.....	103
5.3.2.4.	Οι Βασικές πρωτοβουλίες και εταιρικές σχέσεις.....	104
5.4.	Περιβαλλοντικός αντίκτυπος της ανακύκλωσης αεροσκαφών	106
5.5.	Υπάρχουσα κατάσταση σχετικά με νομοθεσία.....	109
5.5.1.	Ανάγκη νομοθετικών και θεσμικών ρυθμίσεων	109
5.6.	Μελλοντικά σχέδια	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο		112
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		116
Βιβλία		117
Άρθρα		118

Ηλεκτρονικός Τύπος.....	125
Αναφορές - Εκθέσεις Οργανισμών.....	126
Πρωτογενείς πηγές.....	129
Ιστοσελίδες.....	131

ΕΙΚΟΝΕΣ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΠΙΝΑΚΕΣ

Εικόνα 1: Η μορφή της κυκλικής οικονομίας	29
Εικόνα 2: Βασικές κατηγορίες της φιλοσοφίας Cradle to Cradle	34
Εικόνα 3: Η αντιπαράθεση της γραμμικής και της κυκλικής οικονομίας	45
Εικόνα 4: Ιεραρχία αποβλήτων	63
Εικόνα 5: Ο κύκλος ζωής ενός αεροσκάφους	83
Εικόνα 6: Ετήσια ανάγκη αεροσκαφών για τα επόμενα 20 χρόνια.	84
Εικόνα 7: Νεκροταφείο αεροσκαφών στο πάρκο Rinal Airpark της Αριζόνα	85
Εικόνα 8: Το αεροσκάφος μετά την αφαίρεση του συστήματος προσγείωσης	87
Εικόνα 9: Το πιλοτήριο μετά την αφαίρεση του αεροηλεκτρονικού εξοπλισμού.....	89
Εικόνα 10: Η εκτεταμένη χρήση σύνθετων υλικών στα Αεροσκάφη Boeing 787.....	90
Εικόνα 11: Η εκτεταμένη χρήση σύνθετων υλικών στα Αεροσκάφη Airbus A350	90
Εικόνα 12: Το αεροσκάφος μετά την απογύμνωση του εσωτερικού του	91
Εικόνα 13: Η διάσπαση του αεροσκάφους με γερανό διάτμησης.....	92
Εικόνα 14: Η αύξηση στη χρήση σύνθετων υλικών στα αεροσκάφη της Airbus.....	94
Εικόνα 15: Επισκόπηση του έργου LIFE PAMELA project	98
Εικόνα 16: Κατά την διαδικασία της αποσυναρμολόγησης στο έργο LIFE PAMELA project	100
Εικόνα 17: PAMELA's 3D approach of handling end-of-life cycle aircrafts	100
 Πίνακας 1: Προτεινόμενοι στόχοι διαχείρισης αποβλήτων.....	68
Πίνακας 2: Εξοικονόμηση ενέργειας από ανακυκλωμένα υλικά σε σύγκριση με την νέα παραγωγή και ποσοστό νέων μετάλλων που παράγονται με τη χρήση ανακτηθέντων μετάλλων.....	106

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΕΙΕΣ

ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΗΗΕ	Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΟΟΣΑ	Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΤΚΖ	Οχήματα στο Τέλος του Κύκλου Ζωής τους
ACARE	Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe
AFRA	Aircraft Fleet Recycling Association Ένωση Ανακύκλωσης Στόλου Αεροσκαφών
BMP	Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials
CCICED	China Council for International Cooperation on Environment and Development
CE	Circular Economy
CFR	Carbon Fiber Remanufacturing
C2C	Cradle – to – Cradle
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company
EEA	European Environment Agency
EC	European Commission
ELV	End of life vehicles
EMF	Ellen Macarthur Foundation
EPR	Extended producer responsibility
EREP	European Resource Efficiency Platform

HKC	Hong Kong Convention
ICAO	International Civil Aviation Organization Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας
IEA	International Energy Agency
IE	Industrial Ecology
IMO	International Maritime Organization
MRF	Material Recovery Facility
OEM	Original equipment manufacturer
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles Διεθνής Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων
PAMELA	Process for Advanced Management of End-of-Life Aircrafts Διαδικασίας για την Προηγμένη Διαχείριση της Λήξης Ζωής των Αεροσκαφών
TARMAC	Tarbes Advanced Recycling and Maintenance Aircraft Company
UNEP	United Nations Environmental Program
WW2	World War 2
3R	Reduction – Reuse - Recycle

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικείμενο Μεταπτυχιακής Εργασίας

Ήδη από το 2015 ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών έθεσε τους 17 στόχους για την Agenda 2030 έχοντας σαν κεντρικό στόχο τη Βιώσιμη Ανάπτυξη¹. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζοντας αμέσως τη σημασία στην επίτευξη αυτών των στόχων για να εξασφαλιστεί η Βιώσιμη Ανάπτυξη, έθεσε τη δική της στρατηγική όπου κεντρικός στόχος είναι να χρησιμοποιούνται οι πόροι με πιο έξυπνο και βιώσιμο τρόπο. Είναι σαφές, ότι το γραμμικό μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης, στο οποίο βασίστηκε ο πλανήτης για πολλά χρόνια κατά το παρελθόν, δεν είναι πλέον κατάλληλο για τις σημερινές ανάγκες των σύγχρονων κοινωνιών σε έναν παγκοσμιοποιημένο κόσμο. Τη στιγμή που η παγκόσμια οικονομία συνεχώς μεταβάλλεται και τα πρώτα σημάδια εξάντλησης των πόρων είναι πλέον γεγονός, η ανάγκη για την εύρεση ενός νέου μοντέλου οικονομίας είναι επιβεβλημένη². Η αναζήτηση για μια ουσιαστικότερη βελτίωση στην αποδοτικότητα των πόρων σε όλη την οικονομία έχει οδηγήσει τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες στο να διερευνήσουν τρόπους για την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ή των συστατικών τους και την αποκατάσταση των πολυτιμότερων υλικών τους, της ενέργειας και της εργασίας³. Η κυκλική οικονομία είναι ένα μοντέλο οικονομίας και παραγωγής το οποίο έχει την τάση της αποκατάστασης και της επαναχρησιμοποίησης από τον σχεδιασμό του. Το οικονομικό όφελος από την μετάβαση σε αυτό το νέο μοντέλο εκτιμάται σε πάνω από ένα τρισεκατομμύριο δολάρια λόγω της εξοικονόμησης των υλικών⁴.

Σε μια κυκλική οικονομία, η αξία των προϊόντων και υλών διατηρείται για όσο το δυνατόν περισσότερο, τα απόβλητα και η χρήση των πόρων

¹ Οι 17 στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Διαθέσιμοι στον ιστότοπο:

https://www.unric.org/el/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=36&Itemid=71 – Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

² European Commission. (2014). *“Report on Critical Raw Materials for the EU, Report of the Ad Hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials”* – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/community/document/critical-raw-materials-eu-report-ad-hoc-working-group-defining-critical-raw> -

Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

³ Τσάλτας Γρ.Ι., Μαυρογένης Στ., Μπούρτζης Τ., Ροδοθεάτος Γ. (Απρίλιος 2017). «Περιβάλλον: Διεθνής Προστασία – Πολιτική – Δίκαιο – Θεσμοί». Εκδ. Ι. Σιδέρης. Αθήνα

⁴ Ellen Macarthur Foundation. (2013). *“Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition”*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

ελαχιστοποιούνται και οι πόροι διατηρούνται εντός της οικονομίας όταν ένα προϊόν έχει φθάσει στο τέλος του κύκλου ζωής του, για να χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά ώστε να δημιουργηθεί περαιτέρω αξία. Το μοντέλο αυτό μπορεί να δημιουργήσει ασφαλείς θέσεις απασχόλησης, να προωθήσει καινοτομίες που προσδίδουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και να παρέχει ένα επίπεδο προστασίας για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Μπορεί επίσης να παρέχει στους καταναλωτές καινοτόμα και μεγαλύτερης διάρκειας προϊόντα, τα οποία παρέχουν εξοικονόμηση χρημάτων και βελτίωση της ποιότητας ζωής⁵.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ήδη από τον Ιούλιο 2014 με την ανακοίνωσή της για την κυκλική οικονομία, με στόχο ένα πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη⁶, προσπάθησε να συγκροτήσει ένα πρώτο ευνοϊκό πλαίσιο άσκησης πολιτικής σε επίπεδο διακυβέρνησης και αρχικού σχεδιασμού. Το Δεκέμβριο του 2015 με την ανακοίνωσή της⁷ η Επιτροπή ενέκρινε την πρώτη φιλόδοξη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία με στόχο την διευκόλυνση της μετάβασης της Ευρώπης προς μια κυκλική οικονομία που θα ενδυναμώσει τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη. Για να διευκολυνθεί η μετάβαση στην πιο κυκλική οικονομία, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε τη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία, η οποία περιλαμβάνει αναθεωρημένες νομοθετικές προτάσεις σχετικά με τα απόβλητα, καθώς και ένα συνολικό σχέδιο δράσης. Οι προτάσεις σχετικά με τα απόβλητα καθορίζουν ένα σαφές και φιλόδοξο μακροπρόθεσμο όραμα για την αύξηση της ανακύκλωσης και τη μείωση της υγειονομικής ταφής, προτείνοντας συγκεκριμένα μέτρα για την αντιμετώπιση των υφιστάμενων εμποδίων όσον αφορά τη βελτίωση της διαχείρισης αποβλήτων και λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορετικές καταστάσεις ανά τα κράτη μέλη. Ενώ μόλις τον Ιανουάριο 2017 η Επιτροπή εξέδωσε την πρώτη

⁵ Ellen Macarthur Foundation. (2013). *"Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition"*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

⁶ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2014), ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη». Βρυξέλλες, 2.7.2014. COM (2014) 398 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398> – Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

⁷ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2015), ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία». Βρυξέλλες, 2.12.2015, COM (2015) 614 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614> – Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

έκθεση της σχετικά με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης της Κυκλικής Οικονομίας (COM 33)⁸.

Η πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων, ο οικολογικός σχεδιασμός, η επαναχρησιμοποίηση, καθώς και παρόμοια μέτρα θα μπορούσαν να αποφέρουν καθαρή εξοικονόμηση 600 δισ. ευρώ ή 8 % του ετήσιου κύκλου εργασιών για τις επιχειρήσεις στην ΕΕ, μειώνοντας παράλληλα τις συνολικές ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 2 έως 4 %⁹. Με τη μετάβαση από την ανακύκλωση στην ανακαίνιση των ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων, όπου τα ποσοστά συλλογής είναι ήδη υψηλά, θα μπορούσαν να εξοικονομηθούν εισροές υλικών μέχρι και 6,4 δισ. ευρώ ετησίως (περίπου 15 % του προϋπολογισμού υλικών) και 140 εκατ. ευρώ σε κόστος ενέργειας και να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 6,3 εκατομμύρια τόνους¹⁰.

Η βελτίωση του σχεδιασμού των προϊόντων είναι βασικός παράγοντας για να διευκολύνεται η ανακύκλωση, ενώ συμβάλει στη δημιουργία προϊόντων που επισκευάζονται ευκολότερα ή είναι πιο ανθεκτικά, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων την προώθηση της καινοτομίας και την παροχή στους καταναλωτές καλύτερων προϊόντων, τα οποία θα είναι λιγότερο δαπανηρά κατά τη χρήση. Συγχρόνως, οι τρέχουσες συνθήκες της αγοράς δεν αρκούν πάντα για να συμβεί αυτό και, ως εκ τούτου, χρειάζονται κίνητρα¹¹.

Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να θεσπίσουν σχέδια ελέγχου έως τα τέλη Ιανουαρίου 2017 που θα καθορίζουν τον ελάχιστο αριθμό επιθεωρήσεων που πρέπει να διεξάγονται. Ενώ πρωτοβουλίες για συγκεκριμένες κατηγορίες

⁸ REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS *on the implementation of the Circular Economy Action Plan* - Brussels, 26.1.2017, COM (2017) 33. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

⁹ Ellen Macarthur Foundation. (2015). "Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe". Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

¹⁰ Ellen Macarthur Foundation. (2014). "Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains" - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

¹¹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή – Δελτίο Τύπου (2015): «Δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία: Ερωτήσεις & απαντήσεις» - Βρυξέλες, 2 Δεκεμβρίου 2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_el.htm - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

αποβλήτων, όπως τα απόβλητα ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού ή τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, βρίσκονται επίσης σε εξέλιξη¹².

Η αύξηση της ανακύκλωσης πλαστικού είναι αναγκαία για τη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία. Σήμερα, η χρήση πλαστικών υλών αυξάνεται, αλλά η αποδοτικότητα της ανακύκλωσης υστερεί. Λιγότερο από το 25 % των πλαστικών αποβλήτων που συλλέγονται ανακυκλώνεται, και περίπου το 50 % καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής¹³. Η καινοτομία στον τομέα αυτό αποτελεί επίσης μια σημαντική πτυχή που μπορεί να συμβάλει στην κυκλική οικονομία με την καλύτερη διατήρηση τροφίμων, τη βελτίωση της ανακυκλωσιμότητας των πλαστικών ή τη μείωση του βάρους των υλικών που χρησιμοποιούνται σε οχήματα, όπως τα εμπορικά αεροσκάφη. Βασικό ερώτημα το οποίο αναλύεται αποτελεί η σημερινή νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση και ανακύκλωση των μέσων μεταφοράς παγκοσμίως και στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και η σύνδεση με την κυκλική οικονομία.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει σαν άμεσο στόχο να υιοθετήσει στρατηγική για τις πλαστικές ύλες στην κυκλική οικονομία, καλύπτοντας ζητήματα όπως ανακυκλωσιμότητα και βιοαποικοδομησιμότητα, παρουσία επικίνδυνων ουσιών σε ορισμένες πλαστικές ύλες, όπως αυτές που συνθέτουν την παραγωγή ενός εμπορικού αεροσκάφους¹⁴.

Η αεροπορία δεν αποτελεί εξαίρεση και η φιλική προς το περιβάλλον διαχείριση του κύκλου ζωής του αεροσκάφους κερδίζει προσοχή, οδηγώντας στον πολλαπλασιασμό των εταιρικών σχέσεων και των βέλτιστων πρακτικών στον τομέα¹⁵. Για τις αερομεταφορές, οι εκτιμήσεις αυτές έχουν μεγαλύτερη σημασία τώρα, καθώς ένας αυξανόμενος αριθμός αεροσκαφών αναμένεται να αποσυρθούν

¹² Περιλαμβάνονται στο σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία.

¹³ European Environmental Agency (2013). No2/2013, EEA Report. *Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste> - Προσπελάστηκε στις 12/11/2017

¹⁴ ¹⁴ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2008). Σχεδιασμός Διαχείρισης αποβλήτων, Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: <http://ec.europa.eu/environment/waste/plans/index.htm> - Προσπελάστηκε στις 12/12/2017

¹⁵ International Civil Aviation Organization (2016). ICAO Environmental Report 2016, “*On Board a sustainable Future*” – Environment Branch of the International Civil Aviation Organization. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/env2016.aspx> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

από τη λειτουργία. Μερικές μελέτες δείχνουν ότι περίπου 17.000 εμπορικά αεροσκάφη θα βρίσκονται στο τέλος του κύκλου ζωής τους μέχρι το 2030¹⁶. Γι' αυτό τον σκοπό, όμως, αποτελεί και βασικό ερώτημα για το ποιο είναι ρυθμιστικό κενό στην παραγωγή αεροσκαφών με τη χρήση μη ανακυκλώσιμων υλικών¹⁷, αποκτώντας την άμεση σύνδεση με την κυκλική οικονομία, και της ανακύκλωσής τους μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους, καθώς και ποιες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού του κενού.

1.2. Οργάνωση Τόμου

Η μεταπτυχιακή εργασία αποτελείται από 6 Κεφάλαια:

- Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η εισαγωγή στο αντικείμενο και τους στόχους της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται τα κεντρικά ερευνητικά ερωτήματα που θα γίνει προσπάθεια να απαντηθούν καθώς και η διάρθρωσή της.

- Κεφάλαιο 2^ο: Η κυκλική οικονομία ως νέο οικονομικό μοντέλο

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η περιγραφή της έννοιας του νέου μοντέλου της κυκλικής οικονομίας και παρουσιάζεται η ιστορία της. Μέσα από αυτή την περιγραφή παρουσιάζονται οι πρόσφατες θεωρίες σχετικά με την κυκλική οικονομία, και το πως αυτές βοήθησαν στην εξέλιξη της έννοιας αυτής όπως η πράσινη οικονομία. Παρουσιάζονται οι βασικές αρχές και η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας παγκοσμίως, ενώ γίνεται λόγος και για το θεωρητικό και πολιτικό της υπόβαθρο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, ενώ γίνεται λόγος για τις μελλοντικές προοπτικές της βάσει βιβλιογραφίας, και τέλος, παρουσιάζονται κάποια σύντομα συμπεράσματα παρατηρώντας άλλα οικονομικά συστήματα και τη μέχρι τώρα βιβλιογραφία.

¹⁶ Boeing (2017). Current Market outlook 2017 – 2036. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/commercial/market/current-market-outlook-2017/> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

¹⁷ Πεντελάκης Σ., Τσερπές Κ. (2016). Μηχανική Συμπεριφορά Υλικών. Εκδ. Τζιόλα. Αθήνα

- **Κεφάλαιο 3^ο: Η νέα στρατηγική της κυκλικής οικονομίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η στρατηγική της κυκλικής οικονομίας που έχει αποφασίσει να ακολουθήσει η ΕΕ. Αρχικά παρουσιάζεται ένα σύντομο ιστορικό με τις εξελίξεις από το 2014 έως και σήμερα με τις αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το θέμα της κυκλικής οικονομίας, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται το πακέτο μέτρων και οι 4 νομοθετικές προτάσεις που τροποποιούν υπάρχουσες νομικές πράξεις για τα απόβλητα, για την υγειονομική ταφή αποβλήτων, για τις συσκευασίες και τα απορρίμμά τους, για τα Οχήματα στο Τέλος του Κύκλου Ζωής τους, τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τέλος για τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού. Στη συνέχεια γίνεται λόγος για τις προσδοκίες για μια ομαλή μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία ενώ παρουσιάζεται η υπάρχουσα νομοθεσία σχετικά με τα απόβλητα καθώς και η νέα δέσμη μέτρων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Τέλος εξηγείται ο τρόπος παρακολούθησης της υλοποίησης του σχεδίου δράσης αυτού.

- **Κεφάλαιο 4^ο: Η νομοθεσία και οι ρυθμίσεις στην ανακύκλωση μέσω μεταφοράς και η σύνδεση με την κυκλική οικονομία**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και αναλύεται ως βασικό ερευνητικό ερώτημα η βασική νομοθεσία και οι ρυθμίσεις που ακολουθούνται στην ανακύκλωση και διαχείριση των μέσων μεταφοράς καθώς και η άμεση σύνδεσή τους με την κυκλική οικονομία. Αρχικά γίνεται αναφορά στην εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, η οποία υποστηρίζεται από τη γενικότερη διαχείριση των προϊόντων. Παρουσιάζονται οι διεθνείς οδηγίες στην αυτοκινητοβιομηχανία καθώς και η οδηγία για τα ΟΤΚΖ, ενώ στη συνέχεια γίνεται λόγος για τη βιομηχανία των πλοίων και τη σύμβαση του Hong Kong (HKC) που εισήγαγε το 2009 ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO). Τέλος γίνεται αναφορά στην βιομηχανία των αεροσκαφών ως εισαγωγή για το επόμενο κεφάλαιο και τη μελέτη της περίπτωση του τέλους κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών.

- **Κεφάλαιο 5ο: Η περίπτωση του τέλους κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών.**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται και αναλύεται το κύριο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας που αφορά τον προσδιορισμό του ρυθμιστικού κενού στην παραγωγή αεροσκαφών με τη χρήση μη ανακυκλώσιμων υλικών καθώς και της ανακύκλωσης των αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής του, και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού του φαινομένου. Αρχικά γίνεται λόγος για την αυξανόμενη ανάγκη για τη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, από στοιχεία που προκύπτουν από τις πρόσφατες εκθέσεις των δυο κολοσσών εταιρειών στην παραγωγή αεροσκαφών, την αμερικάνικη Boeing και την ευρωπαϊκή Airbus. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κύρια υλικά που προκύπτουν ως απόβλητα των αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους, και γίνεται αναφορά στις υπάρχουσες τεχνικές για τη διαχείριση μετά το τέλος του κύκλου ζωής των εμπορικών αεροσκαφών. Αναλύονται οι 2 κυριότερες, η PAMELA και οι διαδικασίες του οργανισμού AFRA, όπου γίνεται συγκεκριμένα λόγος για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος στον συγκεκριμένο τομέα, για την διαπίστευση της AFRA και του οδηγού διαχείρισης BMP, και τέλος η θέση του οργανισμού στην γενικότερη αγορά των εμπορικών αεροσκαφών καθώς και η αναγνώρισή του. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος από την ανακύκλωση των αεροσκαφών, ενώ γίνεται λόγος για την υπάρχουσα κατάσταση σχετικά με την αντίστοιχη νομοθεσία που δείχνει την άμεση ανάγκη για νομοθετικές και θεσμικές ρυθμίσεις. Τέλος παρουσιάζονται κάποια μελλοντικά βήματα και σχέδια από το συμβούλιο συμβούλιο για την έρευνα και καινοτομία για την αεροπλοΐα στην Ευρώπη, την ACARE.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Η ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΩΣ ΝΕΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

“The ultimate physical product of economic life is garbage”

«Το τελικό φυσικό προϊόν της οικονομικής ζωής είναι τα απόβλητα»

- Kenneth E. Boulding, 1970¹⁸

2.1. Η έννοια της κυκλικής οικονομίας

Η σχέση μεταξύ βιομηχανίας και περιβάλλοντος είναι ζωτικής σημασίας για την απόδοση των βιομηχανικών επιχειρήσεων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όμως έχουν αυξητική πίεση στις βιομηχανικές επιχειρήσεις¹⁹.

Κοιτάζοντας πίσω στην αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, η μαζική παραγωγή αγαθών επέτρεψε νέες μεθόδους κατασκευής με αποτέλεσμα προϊόντα με υψηλή διαθεσιμότητα και χαμηλό κόστος. Κατά συνέπεια, λόγω των νέων καταναλωτικών προτύπων και της κλιμακούμενης αύξησης της βιομηχανικής δραστηριότητας, οι εκπομπές στο περιβάλλον, η παραγωγή στερεών αποβλήτων και η υγειονομική ταφή έχουν γίνει όλο και πιο έντονες. Επιπλέον, λόγω του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού και ιδιαίτερα της διογκωμένης μεσαίας τάξης, η ζήτηση για πόρους αναμένεται να αυξηθεί ραγδαία, υποδηλώνοντας την αυξανόμενη κατανάλωση φυσικών πόρων. Δεδομένου ότι οι πόροι του πλανήτη γη είναι περιορισμένοι οι απαιτήσεις της εκθετικής οικονομικής και πληθυσμιακής ανάπτυξης δεν μπορούν να καλυφθούν²⁰. Σε αυτό το σενάριο δε γίνεται μόνο η πρόκληση της περιβαλλοντικής ρύπανσης, αλλά και η πρόκληση της παγκόσμιας έλλειψης πόρων. Αυτές οι συνθήκες αναγκάζουν τη μεταποιητική βιομηχανία να αντιμετωπίσει ταυτόχρονα την πίεση των περιβαλλοντικών κανονισμών, τις προκλήσεις της μεταβλητότητας των τιμών και της διαθεσιμότητας των πόρων καθώς και των κινδύνων στην προσφορά τους, εκτός από την καθημερινή τους δραστηριότητα. Καθώς η ατομική ανταγωνιστικότητα επηρεάζεται κατ' ουσία, οι κατασκευαστικές εταιρείες βρίσκονται σε προοδευτικά αβέβαιη θέση όσον αφορά

¹⁸ Boulding, Kenneth E. (1970). *Fun and games with the gross national product – the role of misleading indicators in social policy*. In: Helfrich Jr., Harold W. (Ed.), *The Environmental Crisis: Man's Struggle to Live with Himself*. Yale University Press, New Haven, pp. 157-170.

¹⁹ Lieder Michael, Amir Rashid. (2015). *“Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry”*. Journal of Cleaner Production. Volume 115, pp. 36-51

²⁰ Meadows, D., et al. (1972). *The Limits to Growth*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf> - Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

την προμήθεια πόρων. Ο αυξημένος ανταγωνισμός για την πρόσβαση σε περιορισμένους ή κρίσιμους πόρους έχει καταστεί άλλο ένα σημαντικό μέλημα της μεταποιητικής βιομηχανίας²¹ πέρα από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων της περιβαλλοντικής νομοθεσίας με το ελάχιστο κόστος.

Υπό το πρίσμα των συζητηθεισών σειρών προκλήσεων και των υποκείμενων περιορισμών μιας γραμμικής οικονομίας, δηλαδή του γνωστού στόχου του «παίρνω – φτιάχνω – χρησιμοποιώ – πετάω», η έννοια της κυκλικής οικονομίας (CE) θεωρείται ως λύση για την εναρμόνιση των φιλοδοξιών για οικονομική ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος. Υπάρχουν διάφορες δυνατότητες για τον ορισμό της κυκλικής οικονομίας. Σύμφωνα με την οικολογική βιομηχανική ανάπτυξη, η κυκλική οικονομία νοείται ως "πραγματοποίηση ροής υλικού κλειστού βρόχου σε ολόκληρο το οικονομικό σύστημα"²². Σε συνδυασμό με τις λεγόμενες αρχές 3R (μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση) "ο πυρήνας της κυκλικής οικονομίας είναι η κυκλική (κλειστή) ροή υλικών και η χρήση πρώτων υλών και ενέργειας μέσω πολλαπλών φάσεων"²³.

Η ιδέα της κυκλικής οικονομίας διαδόθηκε αρχικά στην Κίνα κατά τη δεκαετία του 1990 ως απάντηση στην οικονομική ανάπτυξη και τους περιορισμούς των φυσικών πόρων. Το κύριο σημείο της έννοιας της κυκλικής οικονομίας είναι να αξιοποιήσει την ανακύκλωση των υλικών ροών και να εξισορροπήσει την οικονομική ανάπτυξη και ανάπτυξη με την χρήση του περιβάλλοντος και των πόρων²⁴. Σήμερα, η έννοια της κυκλικής οικονομίας έχει υιοθετηθεί ευρύτερα και από μεγάλους οργανισμούς σε ολόκληρο τον κόσμο, όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το Ίδρυμα EMF, οι οποίοι προωθούν ορισμένες πτυχές του, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού υλικών και της εκτίμησης της ροής μεταξύ

²¹ European Commission. (2014). *Report on Critical Raw Materials for the EU, Report of the Ad Hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials* – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/community/document/critical-raw-materials-eu-report-ad-hoc-working-group-defining-critical-raw> -

Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

²² Geng, Y., Doberstein, B. (2008). *Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving "leapfrog development"*. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, Volume 15, 2008 – Issue 3, pp. 37-41

²³ Yuan, Z., Bi, J., Moriguchi, Y. (2006). *The circular economy: a new development strategy in China*. J. Ind. Ecol. Volume 10, pp. 4-8.

²⁴ Zhu Q, Geng Y, Lai KH (2010). *Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications*. J Environ Manag Volume 6, pp. 1324–1331.

άλλων. Λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές πτυχές, η κυκλική οικονομία μπορεί, επίσης, να οριστεί ως μια οικονομία βασισμένη σε ένα σύστημα σπειροειδούς βρόχου που ελαχιστοποιεί την ύλη, την ενεργειακή ροή και την περιβαλλοντική υποβάθμιση χωρίς να περιορίζει την οικονομική ανάπτυξη ή την κοινωνική και τεχνική πρόοδο²⁵. Ο σχετικός ορισμός της κυκλικής οικονομίας είναι αυτός της "βιομηχανικής οικονομίας που είναι αποκαταστατικός ή αναγεννητικός με πρόθεση και σχεδιασμό"²⁶. Αυτός ο ορισμός είναι πιο ολοκληρωμένος καθώς θεωρεί ταυτόχρονα τόσο τα περιβαλλοντικά όσο και τα οικονομικά πλεονεκτήματα ταυτοχρόνως με την έννοια των αναγεννητικών επιδόσεων που απαιτούν υψηλή ποιότητα κυκλοφορίας των τεχνικών θρεπτικών ουσιών, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει την ασφαλή είσοδο βιολογικών θρεπτικών ουσιών στη βιολογική σφαίρα.

Η έννοια της κυκλικότητας, ειδικά όσον αφορά τους κλειστούς βρόχους υλικού, δεν είναι μια έννοια της καινοτομίας που προέρχεται από τις πρόσφατες εξελίξεις, αλλά αναδύεται από καιρό σε όλη την ιστορία, και κυρίως πριν από τη βιομηχανική επανάσταση, δηλαδή σε περιόδους χειροτεχνίας και μεθόδων χειρωνακτικής παραγωγής, τα απόβλητα ως ανεπιθύμητο ή μη χρησιμοποιήσιμο υλικό ήταν ουσιαστικά άγνωστα²⁷. Η αποκαλούμενη «διαχείριση των αντικειμένων» ήταν η επικρατούσα πρακτική με πρωταρχικό σκοπό τη διατήρηση των περιουσιακών στοιχείων με την πραγματοποίηση αποζημιώσεων, επανατοποθέτησης ή ανακύκλωσης, η οποία απέδιδε ελάχιστα την επιλογή. Υπάρχει γενική αποδοχή ότι η βιομηχανική επανάσταση είναι υπεύθυνη για τη μεταβαλλόμενη σχέση μεταξύ των ατόμων και του υλικού κόσμου²⁸. Μετά τη βιομηχανική επανάσταση τα αναλώσιμα προϊόντα με τον ρητό σκοπό να απορριφθούν μετά τη χρήση (προγραμματισμένα ξεχασμένα) προανήγγειλαν την εποχή της μόδας και του στυλ και ως εκ τούτου διεγείρουν την απόρριψη νοοτροπίας που σήμερα είναι γνωστή ως γραμμική συμπεριφορά κατανάλωσης.

²⁵ Stahel, W. (1982). *Product-life Factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies*, pp. 1-10. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.product-life.org/> - Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

²⁶ Ellen Macarthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

²⁷ Strasser, S. (2000). *Waste and Want: A Social History of Trash*. Henry Holt.

²⁸ Mathews, J. a, Tan, H. (2011). *Progress toward a circular economy in China: the drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative*. J. Ind. Ecol. Volume 15 (3), pp. 435-457.

Διαδοχικά, τα προβλήματα της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της υγειονομικής ταφής κατέστησαν τις κυριότερες κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο να ξεκινήσουν προγράμματα μείωσης των εκπομπών και ανακύκλωσης. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τη μηχανοποίηση της κοινωνίας μέσω των ατμομηχανών, των σιδηροδρόμων και του ηλεκτρικού εξοπλισμού, δημιουργήθηκε μια νέα μορφή ανάκαμψης των προϊόντων, γνωστή σήμερα ως επανακατασκευή, στην οποία τα ανθεκτικά προϊόντα αποκαθίστανται σε μια "νέα κατάσταση"²⁹. Η γέννηση της ανακατασκευής μπορεί να ανιχνευθεί στις εποχές του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (WW2) όταν οι πόροι έγιναν λιγοστοί και η αυτοκινητοβιομηχανία αναγκάστηκε να εκτελέσει την ανακατασκευή³⁰. Ωστόσο, μετά από περιόδους πολέμου, η βιομηχανία ανακατασκευής γνώρισε συνεχή ανάπτυξη με την πάροδο των ετών, λόγω κυρίως των οικονομικών και ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, η Κίνα, με τον τεράστιο πληθυσμό της και την ταχύτατα αναπτυσσόμενη βιομηχανία, συνειδητοποίησε την αναντιστοιχία μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν. Κατά συνέπεια, η κυβέρνηση της Κίνας ενέκρινε τυπικά την έννοια της κυκλικής οικονομίας ως νέα αναπτυξιακή στρατηγική το 2002 και ενέκρινε τον πρώτο νόμο «Νόμος περί προώθησης της κυκλικής οικονομίας της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας» ο οποίος τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 2009. Από την έγκριση αυτού του νόμου έχουν καταβληθεί σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες προς την κατεύθυνση μιας εθνικής εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας στην Κίνα. Πιο πρόσφατα, οι οικονομικές ευκαιρίες της κυκλικής οικονομίας έχουν περιγραφεί στην ΕΕ δίνοντας έμφαση στα πλεονεκτήματα για τον βιομηχανικό τομέα, όπως η μείωση του κόστους υλικών ή μεγαλύτερα κέρδη³¹.

Συνοπτικά, οι προσπάθειες απόκρισης στις προκλήσεις της έλλειψης πόρων, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή των οικονομικών ωφελειών ή των συνδυασμών αυτών έχουν γίνει από κυβερνήσεις, βιομηχανίες και κοινωνίες ανά τον κόσμο.

²⁹ Steinhilper, R. (1998). *Remanufacturing: The Ultimate Form of Recycling*.

³⁰ Automotive Parts Remanufacturers Association. (2015). *History of Automotive Remanufacturing*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.apra-europe.org/main.php?target=history> – Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

³¹ Ellen Macarthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 30/11/2017



Εικόνα 1: Η μορφή της κυκλικής οικονομίας³²

2.2. Η ιστορία της έννοιας της κυκλικής οικονομίας

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας μπορεί να εντοπιστεί σε διαφορετικές σχολές σκέψης. Οι περιβαλλοντικοί οικονομολόγοι Pearce και Turner το 1989³³ εισήγαγαν κατά πρώτο λόγο την έννοια του κυκλικού οικονομικού συστήματος με βάση προηγούμενες μελέτες του οικολογικού οικονομολόγου Boulding το 1966³⁴. Η ιδέα της οικονομίας ως κυκλικού συστήματος της Boulding θεωρείται ως προϋπόθεση για τη διατήρηση της βιωσιμότητας της ανθρώπινης ζωής στη Γη (ένα κλειστό σύστημα με πρακτικά καμία ανταλλαγή ύλης με το εξωτερικό περιβάλλον). Στο θεωρητικό πλαίσιο τους, οι Pearce και Turner εξηγούν τη μετάβαση από το παραδοσιακό ανοικτό οικονομικό σύστημα στο κυκλικό οικονομικό σύστημα ως συνέπεια του νόμου της θερμοδυναμικής που υπαγορεύουν την υποβάθμιση της ύλης και της ενέργειας. Σύμφωνα με αυτούς τους συντάκτες, μπορούν να εντοπιστούν τρεις οικονομικές λειτουργίες του περιβάλλοντος: παροχή πόρων, σύστημα στήριξης της ζωής, απορρόφηση αποβλήτων και εκπομπές. Όπως και με άλλες οικονομικές λειτουργίες, αυτές οι τρεις βασικές λειτουργίες πρέπει να έχουν

³² European Academies Science Advisory Council. (November 2016). *Indicators for a circular economy*. EASAC policy report 30, Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/circular-eco-1.html> - Προσπελάστηκε στις 29/11/2017

³³ Pearce, D.W., Turner, R.K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf, London. Italian edition 1991 by Il Mulino, Bologna.

³⁴ Kenneth E. Boulding. (1966). *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, In H. Jarrett (ed.) *Environmental Quality in a Growing Economy*, pp. 3-14. Baltimore

μια τιμή. Είναι γνωστό όμως ότι δεν υπάρχει ούτε τιμή ούτε αγορά για περιβαλλοντικά αγαθά (όπως η ποιότητα του αέρα και των υδάτων, που αποτελούν ύψιστα δημόσια αγαθά), ακόμη και αν έχουν ξεκάθαρη αξία ή χρησιμότητα για τα άτομα και τις κοινωνίες. Οι διάφοροι συνδυασμοί πολιτικών, συμπεριλαμβανομένων των κανονισμών, των οικονομικών μέσων (π.χ. περιβαλλοντικοί φόροι) ή των εθελοντικών μέτρων που στοχεύουν στην πλήρη εσωτερικοποίηση των εξωτερικών παραγόντων (π.χ. ευθύνη των παραγωγών) στην τιμή των προϊόντων, υπηρεσιών ή δραστηριοτήτων, σχεδιάστηκαν για να ενθαρρύνουν την καλύτερη χρήση και διατήρηση των πόρων του περιβαλλοντικού φόρτου καθώς και την προώθηση της μετάβασης στα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας³⁵.

Οι ρίζες της κυκλικής οικονομίας βρίσκονται επίσης στη Θεωρία των Γενικών Συστημάτων και στη Βιομηχανική Οικολογία. Πέρα από της νευτώνιας άποψης του της «οργανωμένης απλότητας», ο Von Bertalanffy³⁶ πρότεινε το 1950 πως όλοι οι οργανισμοί μπορούν να θεωρηθούν ως συστήματα, το κύριο χαρακτηριστικό των οποίων είναι οι σχέσεις μεταξύ των συστατικών τους. Συγκεκριμένα, η σχέση μεταξύ των οργανώσεων και των περιβαλλόντων τους μπορεί να θεωρηθεί ως η κύρια πηγή πολυπλοκότητας και αλληλεξάρτησης και συχνά το σύνολο έχει ιδιότητες που δεν μπορούν να γίνουν γνωστές από την ανάλυση των συστατικών στοιχείων μεμονωμένα, καθώς το σύνολο καθορίζει τη συμπεριφορά των τμημάτων και όχι αντίστροφα. Κατά συνέπεια, η συμπεριφορά ενός οικονομικού παράγοντα ή ενός οργανισμού πρέπει να διερευνηθεί μέσα στα συστήματα οικονομικών σχέσεων άλλων παραγόντων της οικονομίας. Επομένως, η Θεωρία Γενικών Συστημάτων προωθεί το ολισμό, τη σκέψη του συστήματος, την πολυπλοκότητα, την οργανωτική

³⁵ Andersen, M.S. (2007). *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*. Sustain. Sci. Vol. 2, pp. 133-140. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

https://yale.instructure.com/files/252409/download?download_frd=1&verifier=8vleVX171ry2C2k9GwktMuei2Vs1tjnH1on6VFSS. – Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

³⁶ Von Bertalanffy, L. (1950). *An outline of general system theory*. Br. J. Phil. Sci. Vol. 1, pp. 134 - 165. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.isnature.org/Events/2009/Summer/r/Bertalanffy1950-GST_Outline_SELECT.pdf - Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

μάθηση και την ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού, όλα τα οποία πρέπει να θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες της κυκλικής οικονομίας³⁷.

Η βιομηχανική οικολογία (Industrial Ecology), προέκυψε σε αντίθεση με την τρέχουσα αντίληψη ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βιομηχανικών συστημάτων θα πρέπει να μελετηθούν διατηρώντας χωριστά την πηγή "βιομηχανικό σύστημα" και τον δέκτη των επιπτώσεων, "το περιβάλλον". Η Βιομηχανική Οικολογία εισήγαγε μια διαφορετική προοπτική αναλύοντας το βιομηχανικό σύστημα και το περιβάλλον του ως κοινό οικοσύστημα που χαρακτηρίζεται από ροές υλικού, ενέργειας και πληροφόρησης καθώς και από την παροχή πόρων και υπηρεσιών από την βιόσφαιρα. Έτσι, η Βιομηχανική Οικολογία αποτελείται από τρεις πυλώνες. Οι δύο πρώτες είναι αναλυτικές και μεθοδολογικές, με κύριο στόχο την κατανόηση των πληροφοριών σχετικά με το πώς λειτουργεί το βιομηχανικό σύστημα, τον τρόπο ρύθμισής του και την αλληλεπίδραση του με τη βιόσφαιρα και τον βιομηχανικό του «μεταβολισμό», ενώ το τρίτο είναι ενεργό, καθώς χρησιμοποιείται από τις εταιρείες για να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους ή, εναλλακτικά, από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για την εκπόνηση ενός οδικού χάρτη για μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη³⁸. Στη βάση αυτής της βελτίωσης, παράλληλα με την καλύτερη διατήρηση των παρθένων υλικών, ο κεντρικός ρόλος αφορά την κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων και την ενσωμάτωσή τους στο δίκτυο βιομηχανικής παραγωγής, τόσο ως υλικό όσο και ως ενεργειακή πηγή. Η βιομηχανική οικολογία προωθεί τη μετάβαση από ανοικτούς σε κλειστούς κύκλους υλικών και ενέργειας, οδηγώντας έτσι σε λιγότερο δαπανηρές βιομηχανικές διεργασίες.

Η κυκλική οικονομία βασίζεται στις έννοιες της βιομηχανικής οικολογίας για την ανάλυση της λειτουργίας των βιομηχανικών συστημάτων (βιομηχανικός μεταβολισμός) και τη βελτιστοποίησή τους σε ένα οικονομικό σύστημα για τη δημιουργία ενός νέου μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης, παραγωγής, διανομής και

³⁷ Senge, et al. (2010). *The Necessary Revolution: How Individuals and Organizations Are Working Together to Create a Sustainable World*. Broadway Books, The Crown Publishing Group, New York, ISBN 978-0-385-51904-5, pp. 406. Από τον ιστότοπο: www.crownpublishing.com

³⁸ Geng, Y., Doberstein, B. (2008). *Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving "leapfrog development"*. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. Vol. 15, pp. 231 - 239. – Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

http://ykcenter.org/wp-content/uploads/2016/12/Geng_and_Doberstein_2008_JSDWE.pdf

Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

ανάκτησης προϊόντων. Στην κυκλική οικονομία, τα προϊόντα και οι διαδικασίες επανασχεδιάζονται για να μεγιστοποιηθεί η αξία των πόρων μέσω της οικονομίας με τη φιλοδοξία αποσύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης και της χρήσης των πόρων³⁹.

Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι η έρευνα σχετικά με την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας έχει και εξακολουθεί να βασίζεται κυρίως στην ιδέα της βιομηχανικής οικολογίας για την ανάλυση των οφελών όσον αφορά τις φυσικές και όχι τις χρηματικές ροές. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα οφέλη από την ανακύκλωση υλικών τείνουν να μειώνονται έως ότου επιτευχθεί ένα σημείο αποκοπής όπου η ανακύκλωση μπορεί να είναι υπερβολικά δαπανηρή από περιβαλλοντικής ή οικονομικής πλευράς για να προσφέρει καθαρό όφελος. Στην πραγματικότητα, η κυκλική οικονομία δεν μπορεί να εξασφαλίσει πλήρη εκατό τοις εκατό ανακύκλωση⁴⁰, ενώ όπως επεσήμανε και ο Daly στην έρευνά του το 1977⁴¹, ο οποίος πρότεινε το αδύνατο για ένα οικονομικό σύστημα να είναι πλήρως κυκλικό με τα προϊόντα και την ενέργεια να επιστρέφουν για πάντα στις πρώτες ύλες, λόγω του νόμου εντροπίας. Ενώ εστιάζοντας στην οικονομική δυναμική της Κίνας, υποστηρίζεται ο ισχυρισμός με βάση την κρίσιμη φυσική διαθεσιμότητα κεφαλαίου στην Κίνα από την αρχή της κινεζικής βιομηχανικής ανάπτυξης. Αντίθετα, οι ανεπτυγμένες χώρες δεν αντιμετώπισαν περιορισμούς φυσικών πόρων κατά την αρχική φάση της βιομηχανικής ανάπτυξης και γι' αυτό το λόγο η νεοκλασική οικονομία ήταν η κορυφαία αντίληψη στις χώρες αυτές, ενώ δεν φαίνεται πλέον επαρκής για την Κίνα και τον Κόσμο στο εγγύς μέλλον.

³⁹ UTS (2015). *What Will a Circular Economy Look like in Australia*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/institute-sustainable-futures/news/what-will-circular-economy> - Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

⁴⁰ Andersen, M.S. (2007). *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*. *Sustain. Sci.* Vol. 2, pp. 133-140. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://yale.instructure.com/files/252409/download?download_frd=1&verifier=8vleVX171ry2C2k9GwktMuei2Vs1tjnH1on6VFSS. – Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

⁴¹ Daly, H.E. (1977). *The Steady-state Economy. The Sustainable Society: Implications for Limited Growth*. Praeger, New York and London, pp. 107-114. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.amalthys.com/greenpath/019steadystate.html> - Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

2.2.1. Πρόσφατες θεωρίες σχετικές με την κυκλική οικονομία

Το Ίδρυμα EMF⁴² αποδίδει την ανάπτυξη και τη βελτίωση της έννοιας της κυκλικής οικονομίας στις πιο πρόσφατες θεωρίες, οι οποίες εμπλέκονται άμεσα, όπως η φιλοσοφία “cradle-to-cradle” - C2C, ο «Αναγεννητικός Σχεδιασμός», η «οικονομία απόδοσης», η βιο-μίμηση, η μπλε οικονομία και η πράσινη οικονομία.

Ενώ ορισμένες από αυτές τις προσεγγίσεις έχουν κάνει σημαντικές συνεισφορές επιστημονικής βιωσιμότητας, η σύνδεση με την τρέχουσα δημοφιλή έννοια της κυκλικής οικονομίας είναι ασαφής και δύσκολο να κατανοηθεί. Η επιστημονική έρευνα σε αυτόν τον σύνδεσμο είναι σχεδόν ανύπαρκτη.

2.2.1.1. Η φιλοσοφία “Cradle-to-Cradle”

Το C2C είναι μια προσέγγιση των υλικών αγαθών, όπως τα πράγματα που χρησιμοποιούμε καθημερινά, που προκαλούν την κοινωνία να επανεξετάσει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε, κατασκευάζουμε, χρησιμοποιούμε, απολαμβάνουμε, αποκαθιστούμε και επαναχρησιμοποιούμε αυτά τα αγαθά.

Στη δεκαετία του 1990, ο Γερμανός χημικός και οραματιστής Michael Braungart συνέχισε να αναπτύσσει, μαζί με τον αμερικανικό αρχιτέκτονα Bill McDonough, την ιδέα και τη διαδικασία πιστοποίησης “Cradle to Cradle”.

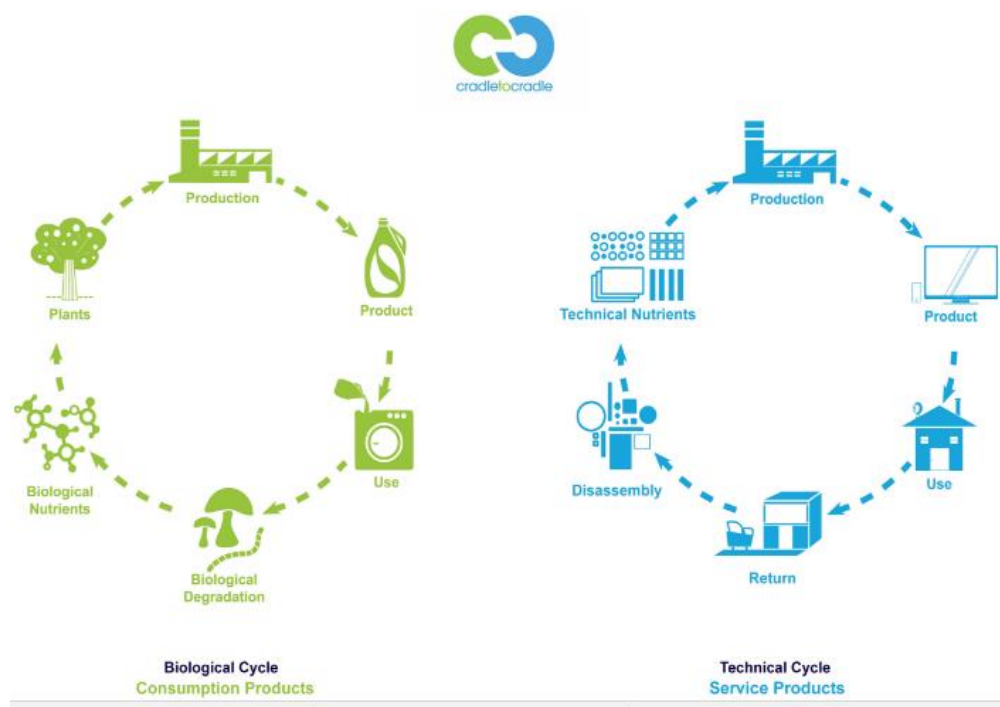
Πρώτα παρουσιάστηκε στο βιβλίο “Cradle to Cradle: Remaking the way we make things”⁴³ από τους McDonough & Braungart το 2002 και στη συνέχεια από το πιο εξειδικευμένο βιβλίο “The Upcycle: Beyond sustainability - designing for abundance”⁴⁴ το 2013, από τους ίδιους συγγραφείς.

⁴² Ellen Macarthur Foundation. (2013). “The Circular Model - Brief History and School of Thought”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/cradle2cradle> - Προσπελάστηκε στις 22/11/2017

⁴³ Braungart M., McDonough W. (2002). “Cradle to Cradle: Remaking the way we make things”, North Point Press

⁴⁴ Braungart M., McDonough W., Sklar A. (2013), “The Upcycle: Beyond sustainability - designing for abundance”, North Point Press

Στη συγκεκριμένη φιλοσοφία σχεδιασμού όλα τα υλικά που εμπλέκονται στις βιομηχανικές και εμπορικές διεργασίες θεωρούνται σαν αν είναι θρεπτικά



Εικόνα 2: Βασικές κατηγορίες της φιλοσοφίας Cradle to Cradle

συστατικά, από τα οποία υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες: τεχνικές και βιολογικές.

Η φιλοσοφία C2C⁴⁵ επικεντρώνεται στο σχεδιασμό της αποτελεσματικότητας όσον αφορά τις ροές προϊόντων με θετικό αντίκτυπο, γεγονός που το διαφοροποιεί ριζικά από την παραδοσιακή εστίαση σχεδιασμού στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων.

2.2.1.2. Regenerative Design: Αναγεννητικός Σχεδιασμός

Στη δεκαετία του 1970, ο Αμερικανός καθηγητής, John T. Lyle, ξεκίνησε μια πρόκληση για τους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές του. Ο Lyle τους ζήτησε να σφυρηλατήσουν ιδέες για μια κοινωνία στην οποία «οι καθημερινές δραστηριότητες θα βασίζονται στην αξία της διαβίωσης εντός των ορίων των

⁴⁵ Εικόνα από τον ιστότοπο: <http://www.c2cplatform.tw/en/c2c.php?Key=1> – Προσπελάστηκε στις 29/11/2017

διαθέσιμων ανανεώσιμων πόρων χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος», σύμφωνα με το ερευνητικό κέντρο της Καλιφόρνια το οποίο σήμερα φέρει το όνομα του καθηγητή Lyle⁴⁶.

Το 1996, ο John Tillman Lyle δημοσίευσε το βιβλίο “Regenerative Design for Sustainable Development”⁴⁷, την πρώτη ολοκληρωμένη παρουσίαση και το εγχειρίδιο για τον αναγεννητικό σχεδιασμό. Γράφτηκε ως ένας πρακτικός οδηγός για τη θεωρία και το σχεδιασμό των αναγεννητικών συστημάτων, θέτοντας το πλαίσιο, τις αρχές και τις στρατηγικές για μια τεχνολογία σχεδιασμού που αποσκοπούσε στην αναστροφή των περιβαλλοντικών ζημιών που προκάλεσαν από ό,τι ο Lyle χαρακτήρισε σαν βιομηχανικές πρακτικές χρήσης γης.

2.2.1.3. Performance Economy: Οικονομία Απόδοσης

Ο αρχιτέκτονας και βιομηχανικός αναλυτής, Walter Stahel σχεδίασε το όραμα μιας οικονομίας σε βρόχους (ή κυκλική οικονομία) και τις επιπτώσεις της στη δημιουργία θέσεων εργασίας, την οικονομική ανταγωνιστικότητα, την εξοικονόμηση πόρων και την πρόληψη των αποβλήτων στην ερευνητική έκθεσή του του 1976 προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή⁴⁸. Το ινστιτούτο του Stahel «Product Life Institute» θεωρείται μια από τις πρώτες ρεαλιστικές και αξιόπιστες ομάδες σκέψης που επιδιώκει τέσσερις κύριους στόχους: την επέκταση του χρόνου ζωής των προϊόντων, τα προϊόντα μακράς διάρκειας ζωής, τις δραστηριότητες ανακατασκευής και την πρόληψη των αποβλήτων. Επισημαίνει επίσης τη σημασία της πώλησης υπηρεσιών αντί για προϊόντα, μια ιδέα που αναφέρεται ως «οικονομία λειτουργικών υπηρεσιών», η οποία τώρα ευθυγραμμίζεται περισσότερο με την έννοια της «οικονομίας απόδοσης». Ο Stahel⁴⁹ υποστηρίζει πως η κυκλική οικονομία θα πρέπει να θεωρείται ως ένα πλαίσιο, και οι υποστηρικτές της να τη

⁴⁶ Η ιστορία του ερευνητικού κέντρου Lyle: ‘History of the Lyle Center’, Lyle Center for Regenerative Studies (<http://www.csupomona.edu/~crs/history.html>)

⁴⁷ Βλέπε ως παράδειγμα τον «Αναγεννητικό Σχεδιασμό για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (Wiley, 1994) “Regenerative Design for Sustainable Development” (The Wiley Series in Sustainable Design) by John Tillman Lyle, John Wiley & Sons

⁴⁸ Η έκθεση δημοσιεύτηκε το 1982 ως το βιβλίο “Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy. - <http://www.product-life.org/en/major-publications/performance-economy>

⁴⁹ Stahel W., (2010) “The Performance Economy”. Palgrave-MacMillan, London

θεωρήσουν ως ένα συνεκτικό μοντέλο που αποτελεί πολύτιμο μέρος μιας απάντησης στο τέλος της εποχής των προϊόντων και των υλικών που προέρχονται από χαμηλού κόστους πετρέλαιο.

Η οικονομία απόδοσης σχετίζεται με το στόχο της δημιουργίας "της υψηλότερης δυνατής χρήσης για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα, ενώ καταναλώνει όσο το δυνατόν λιγότερους υλικούς πόρους και ενέργεια". Η ιδέα υπογραμμίζει την ανάγκη μετάβασης στην εξυπηρέτηση, όπου τα έσοδα προέρχονται από την παροχή υπηρεσιών σε αντίθεση με την πώληση αγαθών, με αποτέλεσμα να επιβραδυνθεί και να μειωθεί ο όγκος του υλικού που ρέει μέσα από την οικονομία⁵⁰.

2.2.1.4. Πράσινη Οικονομία

Η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον και την ανάπτυξη που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992 ενέκρινε τυπικά την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης που ορίζεται στην έκθεση Brundtland ως μια «ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες»⁵¹. Είκοσι χρόνια αργότερα, το συνέδριο του Ρίο + 20 ετοίμασε την έννοια "πράσινη οικονομία"⁵². Αυτή η δημοφιλής αντίληψη θεωρείται ως οδός για τη βιωσιμότητα από διεθνείς οργανισμούς όπως η Παγκόσμια Τράπεζα και το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον⁵³. Επιπλέον, η πράσινη οικονομία έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την αντιμετώπιση της χρηματοπιστωτικής κρίσης και της κλιματικής αλλαγής και αποτελεί ουσιώδες στοιχείο για την επίτευξη των στόχων μετριασμού του κλίματος που εκλέχθηκαν στη συνεδρίαση του Παρισιού. Ωστόσο, οι σχέσεις μεταξύ

⁵⁰ Stahel W., R. Clift, (2015). *"Stocks and flows in the performance economy"*, Tak. Stock Ind. Ecol. Springer, Heidelberg

⁵¹ World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

⁵² Barbier, E. (2012). *The green economy post Rio+20*. Science Volume 338, pp. 887-888

⁵³ UNEP, (2011). *"Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication"*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=126&menu=35> - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

πράσινης οικονομίας και μετριασμού του κλίματος πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω. Σε εθνική κλίμακα, πολλές χώρες αναπτύσσουν στρατηγικές, πολιτικές και προγράμματα πράσινης οικονομίας. Στην Ασία, η Νότια Κορέα είναι από τους πρωτοπόρους. Το 2009, η χώρα ανακοίνωσε ένα πενταετές πρόγραμμα ετήσιας επένδυσης περίπου 2% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) στον τομέα της πράσινης ανάπτυξης⁵⁴. Η Κίνα έχει επίσης εφαρμόσει ένα πενταετές πρόγραμμα (2011-2015) το οποίο αφιερώνει μεγάλο μέρος των επενδύσεων της σε πράσινους βασικούς τομείς. π.χ. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες. Στην ΕΕ, μια σειρά από μέτρα που σχετίζονται με την έννοια της πράσινης οικονομίας ενσωματώνονται σε στρατηγικά έγγραφα, όπως ο χάρτης πορείας "Ευρώπη 2020" και ο χάρτης πορείας για την αποτελεσματική χρήση των πόρων⁵⁵.

Σε σύγκριση με την εφαρμογή της πράσινης οικονομίας στις πολιτικές, η ίδια η έννοια έχει μια μεγαλύτερη ιστορία στον ακαδημαϊκό κόσμο. Η πράσινη οικονομία εισήχθη για πρώτη φορά από τους Pearce et al. το 1989⁵⁶ ως αντίδραση στην υποτίμηση του περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους στο τρέχον σύστημα τιμών⁵⁷. Έκτοτε, η έννοια έχει διευρυνθεί. Η πράσινη οικονομία έχει καθοριστεί από το UNEP ως μια έννοια που έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της «ευημερίας και της κοινωνικής δικαιοσύνης, με ταυτόχρονη σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων και των οικολογικών ελλείψεων»⁵⁸. Η πράσινη οικονομία μπορεί απλά να ορίζεται ως χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, αποδοτική από πλευράς πόρων και κοινωνικά περιεκτική. Το UNEP τονίζει τη διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου, το οποίο περιλαμβάνει τα οικοσυστήματα και τους φυσικούς πόρους. Μερικές φορές εναλλακτικά με τον όρο πράσινη οικονομία, χρησιμοποιείται συχνά ο όρος πράσινη

⁵⁴ International Energy Agency (2009). "The Republic of Korea's Five-Year Plan for Green Growth." Διαθέσιμο στον Ιστότοπο: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/korea/name-38998-en.php> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

⁵⁵ Mazza, L., ten Brink, P. (2012). *Green Economy in the European Union. Supporting Briefing, with Support from Fedrigio-fazio, D.* UNEP, IIEP & Globe European Union – EU. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://ieep.eu/publications/green-economy-in-the-european-union> - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

⁵⁶ Pearce, D., Markandya, A., Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy.* Earthscan, London, Great Britain.

⁵⁷ Le Blanc, D. (2011). *Special issue on green economy and sustainable development.* Nat. Resour. Forum, Volume 35, pp. 151 - 154

⁵⁸ UNEP. (2011). "Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication". Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=126&menu=35> – Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

ανάπτυξη⁵⁹. Για μεγάλο χρονικό διάστημα, η «πράσινη ανάπτυξη» εφαρμόστηκε μόνο στην ανάπτυξη της οικολογικής βιομηχανίας. Ωστόσο, ο όρος χρησιμοποιείται σήμερα για την ανάπτυξη ολόκληρης της οικονομίας. Η πράσινη ανάπτυξη «είναι για την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης και εξέλιξης, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι τα φυσικά περιουσιακά στοιχεία συνεχίζουν να παρέχουν τους πόρους και τις περιβαλλοντικές υπηρεσίες στις οποίες στηρίζεται η ευημερία μας. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να καταλυθούν οι επενδύσεις και η καινοτομία που θα στηρίξουν τη σταθερή ανάπτυξη και θα δημιουργήσουν νέες οικονομικές ευκαιρίες»⁶⁰. Η πράσινη ανάπτυξη είναι μια ποιοτική ανάπτυξη που είναι αποδοτική στη χρήση των φυσικών πόρων, καθαρή στο βαθμό που ελαχιστοποιεί τη ρύπανση και τις περιβαλλοντικές βλάβες και ανθεκτική στον τρόπο εξηγώντας τους φυσικούς κινδύνους⁶¹. Όλοι αυτοί οι ορισμοί δείχνουν ότι η πράσινη οικονομία είναι μια έννοια "ομπρέλα" που περιλαμβάνει διαφορετικές επιπτώσεις όσον αφορά την ανάπτυξη και την ευημερία ή την αποτελεσματικότητα και τη μείωση του κινδύνου στη χρήση των φυσικών πόρων. Αυτές οι δυνητικά αντιφατικές συνέπειες απαιτούν διευκρινίσεις σχετικά με την ικανότητα μιας εφαρμογής πράσινης οικονομίας για τη στήριξη της μετάβασης προς την βιωσιμότητα⁶².

2.3. Οι αρχές και η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας παγκοσμίως

Η κυκλική οικονομία αναλύεται κυρίως στη βιβλιογραφία μέσω τριών κύριων "δράσεων", δηλαδή των αποκαλούμενων αρχών 3R: Μείωση (Reduction), επαναχρησιμοποίηση (Reuse) και ανακύκλωση (Recycle)⁶³.

⁵⁹European Environment Agency (2014). *Resource-efficient Green Economy and EU Policies*. European Environment Agency. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/resourceefficient-green-economy-and-eu> - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

⁶⁰ OECD. (2011). *Towards Green Growth: Monitoring Progress*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.oecd.org/env/towards-green-growth-monitoring-progress-9789264111356-en.htm> - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

⁶¹ World Bank (2012). *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. The World Bank, Washington D.C, p. 171.

⁶² Loiseau Eleonore et. Al. (2016), "Green economy and related concepts: An overview". *Journal of Cleaner Production*, Volume 139, pp 361 - 371

⁶³ Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (March 2013). *A review of the circular economy in China: moving from rethoric to implementation*. *J. Clean. Prod.* Vol. 42, pp. 215-277.

Οι κινεζικοί νόμοι προώθησης της κυκλικής οικονομίας την ορίζουν ως «γενικό όρο για τις δραστηριότητες μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης που πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία παραγωγής, κυκλοφορίας και κατανάλωσης»⁶⁴. Ωστόσο, ο ορισμός αυτός δεν φαίνεται να είναι συνεπής με την πρακτική της Κίνας για σταθερή ανάπτυξη των προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης σε εθνική διάσταση. Αντίθετα, άλλες χώρες όπως η Ευρώπη, η Ιαπωνία, οι ΗΠΑ, η Κορέα και το Βιετνάμ φαίνεται να αναγνωρίζουν την κυκλική οικονομία και τις θεμελιώδεις αρχές της 3R σε περισσότερες τομεακές πρωτοβουλίες που σχετίζονται κυρίως με πολιτικές διαχείρισης αποβλήτων⁶⁵. Ο ευρύτερος στόχος τους είναι η επίτευξη συνεργατικών αποτελεσμάτων με εθνικές στρατηγικές για την πρόληψη της υγειονομικής ταφής, την διατήρηση των πόρων, τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων μετά την κυκλοφορία των υλικών. Από την άλλη πλευρά, λόγω των συνεργασιών μεταξύ των πολιτικών, απαιτείται μια ολοκληρωμένη πολιτική προσέγγιση (η οποία θα μπορούσε να οικοδομηθεί γύρω από την κυκλική οικονομία) για την αντιμετώπιση των επίμονων, συστημικών περιβαλλοντικών προκλήσεων⁶⁶.

Η Ιαπωνία εφάρμοσε την κυκλική οικονομία από το 1991 με τον *Νόμο για την αποτελεσματική χρήση των ανακυκλώσιμων υλικών*⁶⁷ και αργότερα με την Ιαπωνική πρωτοβουλία της κυκλικής οικονομίας⁶⁸.

Στην Ευρώπη, η κυκλική οικονομία προέκυψε κυρίως στη Γερμανία στις αρχές του 1976 με τον νόμο για την διάθεση των αποβλήτων, ενώ στο επίπεδο της ΕΕ η

⁶⁴ CCICED. (2008). *Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

http://www.bjreview.com.cn/document/txt/2008-12/04/content_168428.htm - Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁶⁵ Sakai, S. Et al. (2011). *International comparative study of 3R and waste management policy developments*. J. Material Cycles Waste Manag. Vol. 13, pp. 86-102.

⁶⁶ European Environment Agency (2015), *The European Environment State and Outlook 2015, Executive Summary*, Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/report/0c-executivesummary> - Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁶⁷ Institution of Environmental Sciences (2015). *The Circular Economy in Japan*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.the-ies.org/analysis/circular-economy-japan> – Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁶⁸ UNEP (2013). *Resource Efficiency: Economics and Outlook for China*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8119> - Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

κυκλική οικονομία προωθήθηκε πολύ αργότερα, μέσω της οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα και ειδικότερα της δέσμης μέτρων για μια πιο κυκλική οικονομία⁶⁹.

Οι ΗΠΑ φαίνεται ότι εξακολουθούν να στερούνται σχετικής πρωτοβουλίας για την κυκλική οικονομία στην ομοσπονδιακή πολιτική τους, παρά τους προηγούμενους κανονισμούς, όπως ο νόμος περί διατήρησης και ανάκτησης πόρων του 1976 και ο νόμος περί πρόληψης της ρύπανσης του 1990⁷⁰. Οι περισσότερες πολιτείες της Αμερικής έχουν επίσης υιοθετήσει από τη δεκαετία του 1980 μια ιεραρχία διαχείρισης στερεών αποβλήτων που θέτει τη μείωση και την επαναχρησιμοποίηση στην κορυφή της ιεραρχίας. Ενώ έχουν επίσης υλοποιηθεί και εφαρμοστεί προγράμματα για τα χρησιμοποιημένα έλαια, τις επιλεκτικές απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής για συγκεκριμένα υλικά, οι νόμοι για επισημάνσεις των αποβλήτων, η ανακύκλωση των δοχείων των ποτών και η «πράσινη» επισήμανση⁷¹.

Άλλες χώρες της Ασίας όπως η Κορέα και το Βιετνάμ έχουν προωθήσει σημαντικές πολιτικές για τις θεμελιώδεις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Η Κορέα εξέδωσε τον νόμο για τη διαχείριση των αποβλήτων (2007) και τον νόμο για την προώθηση της εξοικονόμησης και ανακύκλωσης πόρων (2008) ως βάση για την επαναχρησιμοποίηση των υλικών, για ένα σύστημα τελών για την επεξεργασία των αποβλήτων, κανονισμούς για τις συσκευασίες μίας χρήσης, την Πολιτική Μείωσης Αποβλήτων Τροφίμων και την Εκτεταμένη Ευθύνη των Παραγωγών⁷². Το Βιετνάμ τροποποίησε το 2005 τον περί προστασίας του περιβάλλοντος Νόμο και την Εθνική Στρατηγική για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων με στόχους έως

⁶⁹ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ: *Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη*, COM(2014) 398 final, Βρυξέλλες, 2.7.2014, Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398> – Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁷⁰ Environmental Protection Agency (2014). *Summary of the Pollution Prevention Act*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-pollution-prevention-act>

- Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁷¹ He, P., Lü, F., Zhang, H., Shao, L. (2013). *Recent developments in the area of waste as a resource, with particular reference to the circular economy as a guiding principle, in waste as a resource 2013*. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (2013), *Issues in Environmental Science and Technology No 37*. The Royal Society of Chemistry.

⁷² Βλέπε όπως παραπάνω αναφορά για: Sakai et al, (2011). *International comparative study of 3R and waste management policy developments*,

το 2025 και το 2050 ενώ η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία αξιολογούν και επιταχύνουν την ατζέντα δράσης για την κυκλική οικονομία⁷³.

Η αρχή της «μείωσης» αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της εισροής πρωτογενούς ενέργειας, πρώτων υλών και αποβλήτων μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας στην παραγωγή (αποκαλούμενη οικολογική αποδοτικότητα) και των διαδικασιών κατανάλωσης π.χ. την εισαγωγή καλύτερων τεχνολογιών ή πιο συμπαγή και ελαφριά προϊόντα, απλοποιημένη συσκευασία, αποδοτικότερες οικιακές συσκευές, απλούστερο τρόπο ζωής⁷⁴. Η οικολογική αποδοτικότητα είναι κυρίως μια επιχειρηματική ιδέα, η οποία εστιάζει στην οικονομική και περιβαλλοντική διάσταση της βιωσιμότητας και αγνοεί την κοινωνική της διάσταση. Αντίθετα, η έννοια της "αποτελεσματικότητας των πόρων" συνεπάγεται μείωση των πόρων και αύξηση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας ταυτόχρονα⁷⁵. Από την πλευρά της παραγωγής, επισημαίνονται δύο βασικοί τρόποι με τους οποίους οι εταιρείες μπορούν να αυξήσουν την οικολογική τους αποδοτικότητα στις παραγωγικές διαδικασίες, δηλαδή να διατηρήσουν ή να αυξήσουν την αξία των προϊόντων ενώ παράλληλα μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση λιγότερων πόρων ανά μονάδα αξίας και με την αντικατάσταση περισσότερων επιβλαβών ουσιών υπέρ λιγότερο επιβλαβών ουσιών ανά παραγόμενη αξία μονάδας.

Η επανομαζόμενη στρατηγική «Μηδενικών εκπομπών» επιδιώκει τη μεγιστοποίηση της αξίας των αγαθών σε συνδυασμό με μηδενικές (ή μειωμένες) περιβαλλοντικές επιπτώσεις⁷⁶.

Η αρχή επαναχρησιμοποίησης αναφέρεται σε "οποιαδήποτε ενέργεια με την οποία προϊόντα ή συστατικά που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για

⁷³ Eco-Business. (2015), *Action agenda for a circular economy released at World Resources Forum*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.eco-business.com/news/action-agenda-for-a-circular-economy-released-at-world-resources-forum/> - Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁷⁴ Βλέπε όπως παραπάνω αναφορά για: Su, et al.(March 2013), *A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation*.

⁷⁵ Ness, D. (2008). *Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system*. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. Vol. 15, pp. 288-301

⁷⁶ Figge, F., Young, W., Barkemeyer, R. (2014). *Sufficiency or efficiency to achieve lower consumption and emissions? The role of rebound effect*. J. Clean. Prod. Vol. 69, p. 216-224

τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν"⁷⁷. Η επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων είναι πολύ ελκυστική όσον αφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς απαιτεί λιγότερους πόρους, λιγότερη ενέργεια και λιγότερη εργασία, σε σύγκριση με την κατασκευή νέων προϊόντων από παρθένα υλικά ή ακόμη και την ανακύκλωση ή απόρριψη⁷⁸. Η επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων αποφεύγει την εκπομπή επιβλαβών ουσιών καθώς και πολλές άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περίπτωση διαφορετικών αντικειμένων (ρούχα, βιβλία, έπιπλα, γυαλί), με προσέγγιση της ανάλυσης του κύκλου ζωής των προϊόντων. Η διάχυση της επαναχρησιμοποίησης συνεπάγεται αύξηση της καταναλωτικής ζήτησης για επαναχρησιμοποιούμενα και ανακατασκευασμένα προϊόντα, ο σχεδιασμός διαρκών προϊόντων για πολλαπλούς κύκλους χρήσης καθώς και κίνητρα για τις εταιρείες να ευνοούν την ανάληψη των προϊόντων και την εμπορία των ανακατασκευασμένων προϊόντων⁷⁹.

Η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού προτάθηκε αρχικά στη νομοθεσία της Γερμανίας για τις συσκευασίες (1992), στη συνέχεια στην οδηγία για τα απόβλητα της ΕΕ (2008) και στην νομοθεσία της Κορέας για την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ και των ΟΤΚΖ (2008)⁸⁰. Πρόκειται για ένα οικονομικό εργαλείο και μια σύγχρονη εκδοχή της αρχής "ο ρυπαίνων πληρώνει", που αποσκοπεί στην ενίσχυση της κυκλικότητας των προϊόντων και των υλικών (π.χ. επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση) που ενεργούν από την πλευρά των παραγωγών. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, οι δαπάνες διάθεσης και ανάκτησης πρέπει να μεταφερθούν στους παραγωγούς οι οποίοι θα έχουν συνεπώς ισχυρό κίνητρο για την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή απόρριψη αποβλήτων. Επιπλέον, εάν ένα προϊόν δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, ανακυκλωθεί ή κομποστοποιηθεί, τότε ο κλάδος δε θα πρέπει να παράγει ένα τέτοιο προϊόν και οι καταναλωτές δε θα πρέπει να το

⁷⁷ ΟΔΗΓΙΑ 2008/98/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098> – Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁷⁸ Castellani, V., Sala, S., Mirabella, N. (2015). *Beyond the throwaway society: a life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse*. Integr. Environ. Assess. Manag. Vol. 11 (3), pp. 373-382. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1614/abstract> - Προσπελάστηκε στις 23/11/2017

⁷⁹ Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (11 March 2014). *Circular Economy: Is it Enough?* Ecodesign Centre (EDC), Cardiff Business Technology Centre

⁸⁰ Βλέπε όπως παραπάνω αναφορά για: Sakai et al. (2011). *International comparative study of 3R and waste management policy developments*

αγοράζουν. Το τελευταίο αυτό ζήτημα υπογραμμίζει την ανάγκη κοινής ευθύνης μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτών, για την επίτευξη πιο φιλόδοξων αποτελεσμάτων όσον αφορά τη συλλογή των αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση. Για παράδειγμα, σε αντίθεση με τα ευρωπαϊκά συστήματα (όπως στην οδηγία για τα ΑΗΗΕ), το ιαπωνικό σύστημα ηλεκτρικού εξοπλισμού περιλαμβάνει την ευθύνη του αναγκαστικού καταναλωτή για την επιστροφή προϊόντων για ανακύκλωση⁸¹.

Η αρχή της ανακύκλωσης αναφέρεται σε «κάθε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα επανεπεξεργάζονται σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες είτε για αρχικούς είτε για άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά δεν περιλαμβάνει την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή για εργασίες εναποθήκευσης»⁸². Η ανακύκλωση αποβλήτων προσφέρει την ευκαιρία να επωφεληθούν από τους υπάρχοντες πόρους που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται και να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων που πρέπει να υποστούν επεξεργασία και να διατεθούν, μειώνοντας επίσης τις σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις⁸³. Ωστόσο, μπορεί να είναι λογικό και επόμενο εάν μια εταιρεία ή η κοινωνία είναι σε θέση να ανακυκλώσει όλα τα απόβλητα της, μπορεί να μην ενδιαφέρεται για τη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων.

Αν και η κυκλική οικονομία αναγνωρίζεται συχνά από την αρχή της ανακύκλωσης, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι αυτή μπορεί να είναι η λιγότερο βιώσιμη λύση σε σύγκριση με τις άλλες αρχές της (Μείωση και επαναχρησιμοποίηση) όσον αφορά την αποδοτικότητα των πόρων και την κερδοφορία⁸⁴. Περιορίζεται από τη φύση (νόμος εντροπίας), την πολυπλοκότητα

⁸¹ Manomaivibool, P., Hong, J.H. (2014). *Two decades, three WEEE systems: how far did EPR evolve in Korea's resource circulation policy?* Resources, Conservation and Recycling, Volume 83, pp. 202-212.

⁸² ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών, Βρυξέλες 22/11/2008 – Διαθέσιμη στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32008L0098> – Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

⁸³ Lazarevic, D., Aoustin, E., Buclet, N., Brandt, N. (2012). *Plastic waste management in the context of a European recycling society: comparing results and uncertainties in a life cycle perspective*. Resources, Conservation and Recycling, Volume 55, p. 246-259

⁸⁴ Stahel, W.R. (2014). *Reuse Is the Key to the Circular Economy*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/experts-interviews/reuse-is-the-key-to-the-circular-economy_en - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

των υλικών και την κατάχρηση αυτών⁸⁵. Ορισμένα απόβλητα είναι ανακυκλώσιμα έως ένα συγκεκριμένο σημείο ή ακόμη και μη ανακυκλώσιμα. Για παράδειγμα, οι ίνες κυτταρίνης μπορούν να ανακυκλωθούν 4 έως 6 φορές, σε αντίθεση με τα μέταλλα που μπορούν να ανακυκλωθούν πολλαπλές ή ακόμα και απεριόριστες φορές. Χαμηλά επίπεδα ανακύκλωσης επιτυγχάνονται για τα μέταλλα σπανίων γαιών, καθώς είναι δύσκολο να αναπτυχθούν οικονομίες κλίμακας⁸⁶ ενώ ορισμένοι τύποι πλαστικών απορριμμάτων δεν είναι ανακυκλώσιμα λόγω της παρουσίας προσμείξεων από μελάνι και μέταλλα⁸⁷. Ακολουθώντας αυτή την άποψη, ορισμένοι ερευνητές συζητούν τους κινδύνους που συνδέονται με την ανακύκλωση υλικών και μεικτών υλικών και υπογραμμίζουν την ανάγκη να αναπτυχθεί σε παγκόσμια κλίμακα μια συμφωνηθείσα εκτίμηση επικινδυνότητας για υπάρχουσες και νέες χημικές ουσίες και προϊόντα⁸⁸. Τέλος, η επαναχρησιμοποίηση, η επισκευή και η επανακατασκευή έχουν τοπική ή περιφερειακή διάσταση και μπορούν να αποτρέψουν ή να μειώσουν τη συσκευασία, το κόστος μεταφοράς και το κόστος συναλλαγής μέσω της διατήρησης της κυριότητας, ενώ η ανακύκλωση έχει παγκόσμια διάσταση και λειτουργεί σύμφωνα με τις «αρχές βιομηχανικής παραγωγής, οικονομίες κλίμακας, εξειδίκευση και απασχόληση της φθηνότερης εργασίας»⁸⁹. Αυτές οι τρεις αρχές, με ορισμένες τροποποιήσεις, περιλαμβάνονται επίσης στην ιεράρχηση των αποβλήτων της οδηγίας 2008/98 / ΕΚ για τα απόβλητα από το 1989, καθώς και στην Ατζέντα στερεών αποβλήτων των ΗΠΑ⁹⁰.

⁸⁵ Stahel, W.R. (2013). *Policy for material efficiency e sustainable taxation as a departure from a throwaway society*. *Philosophical Transactions of The Royal Society*. A 371: 20110567. Διαθέσιμη στο ιστότοπο: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

⁸⁶ UNEP (2013). *Metals Recycling: Opportunities, Limits and Infrastructure*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8423> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

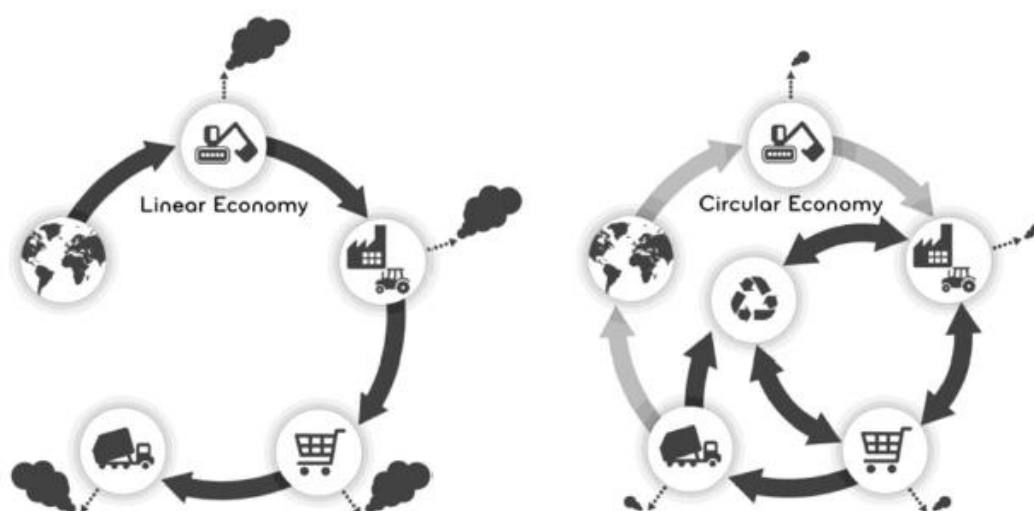
⁸⁷ Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (11 March 2014). *Circular Economy: Is it Enough?* Ecodesign Centre (EDC), Cardiff Business Technology Centre. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://pdfs.semanticscholar.org/943c/814c3300b69a06bd411d2704ec3baa3a0892.pdf> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

⁸⁸ Bilitewsky, B. (2012). *The circular economy and its risks*. *Waste Management*. Volume 32, pp. 1-2.

⁸⁹ Stahel, W.R. (2013). *Policy for material efficiency e sustainable taxation as a departure from a throwaway society*. *Philosophical Transactions of The Royal Society* A 371: 20110567. Διαθέσιμη στο ιστότοπο: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

⁹⁰ Park, J.J., Chertow, M. (2014). *Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing waste as resources*. *Journal of Environmental Management*. Volume 137, pp. 45-53

Οι 3 αρχές της κυκλικής οικονομίας μπορούν να ενσωματωθούν με τρεις επιπλέον αρχές που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της έκθεσης του Ιδρύματος EMF⁹¹. Η πρώτη αρχή, ο «κατάλληλος σχεδιασμός», τονίζει τη σημασία του σταδίου του σχεδιασμού για την εξεύρεση λύσεων για την αποφυγή της απόρριψης των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. «Τα προϊόντα έχουν σχεδιαστεί για ένα κύκλο αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης». Η δεύτερη αρχή εισαγάγει μια έννοια επαναταξινόμησης των υλικών σε «τεχνικά» και σε «θρεπτικά συστατικά». Τα τεχνικά υλικά (όπως τα μέταλλα και τα πλαστικά) είναι σχεδιασμένα ώστε να επαναχρησιμοποιούνται στο τέλος του κύκλου ζωής τους, ενώ τα «θρεπτικά συστατικά», τα οποία είναι γενικά μη τοξικά, «μπορούν να επιστρέψουν με ασφάλεια στη βιόσφαιρα ή σε μια σειρά διαδοχικών χρήσεων». Η τρίτη πρόσθετη αρχή, η «ανανεώσιμη κατάσταση», θέτει την ανανεώσιμη ενέργεια ως κύρια πηγή της κυκλικής οικονομίας, τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και την ενίσχυση της προσαρμοστικότητας (ανθεκτικότητας) του οικονομικού συστήματος στις αρνητικές συνέπειες του πετρελαίου (αύξηση τιμών, έλλειψη προμήθειας κ.α.).



Εικόνα 3: Η αντιπαράθεση της γραμμικής και της κυκλικής οικονομίας⁹²

⁹¹ Ellen Macarthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

⁹² Sauvé S., Bernard S., Sloan P. (2016). *Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research*. Environmental Development, volume 17, pp. 48-56

2.4. Το θεωρητικό υπόβαθρο της κυκλικής οικονομίας

Από την εκτεταμένη ανάλυση της βιβλιογραφίας παγκοσμίως, η έννοια της κυκλικής οικονομίας δείχνει να έχει τις ρίζες της σε ένα πολύ διαφορετικό θεωρητικό υπόβαθρο: την οικολογική οικονομία, την περιβαλλοντική οικονομία και την βιομηχανική οικολογία. Από την αρχή, η κυκλική οικονομία παρουσιάστηκε ως εναλλακτικό μοντέλο του νεοκλασικού οικονομικού, τόσο από θεωρητική όσο και από πρακτική άποψη, καθώς αναγνωρίζει τον θεμελιώδη ρόλο του περιβάλλοντος, καθώς και τις λειτουργίες του και την αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με το οικονομικό σύστημα⁹³. Επιπλέον, η κυκλική οικονομία εξετάζει το περιβάλλον ως παράδειγμα για να προσομοιάσει τον επανασχεδιασμό των παραγωγικών δραστηριοτήτων, ιδίως των βιομηχανικών ή αναπτυξιακών προτύπων. Κατά συνέπεια, όπως και στο φυσικό περιβάλλον, στην κυκλική οικονομία «δε χάνεται τίποτα που να περιέχει διαθέσιμη ενέργεια ή χρήσιμο υλικό»⁹⁴. Μία από τις καινοτόμες και βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας, η οποία κληρονομείται από τη βιομηχανική οικολογία, είναι ότι τα απόβλητα στο τέλος της ζωής τους πρέπει να απελευθερώνονται στον βιομηχανικό ιστό των τροφίμων, τόσο ως υλικά όσο και ως ενεργειακές ροές. Η συμπερίληψή τους στο σχεδιασμό των προϊόντων και των διαδικασιών επιτρέπει το κλείσιμο του κύκλου του υλικού και της ενέργειας (κλειστός βρόχος), τη μεγιστοποίηση της χρήσης αποβλήτων, την ελαχιστοποίηση της χρήσης παρθένων υλικών και αποτρέπει την απελευθέρωση επιβλαβών υλικών στο περιβάλλον.

Μέχρι στιγμής, η προώθηση της έννοιας της κυκλικής οικονομίας στην Κίνα και σε όλο τον κόσμο φαίνεται να βασίζεται κυρίως στο θεωρητικό πλαίσιο της βιομηχανικής οικολογίας και στους πυλώνες (αναλυτικό, μεθοδολογικό, προληπτικό), καθώς σχεδόν παντού, οι αρχές της βιομηχανικής οικολογίας είναι

⁹³ Ghisellini, Patrizia, Catia Cialani, and Sergio Ulgiati. (2016). "A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems." *Journal of Cleaner Production*, Volume 114, pp. 11–32

⁹⁴ Frosch, R.A. (1992). *Industrial ecology: a philosophical introduction*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Volume 89, pp. 800-803. - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11607255> - Προσπελάστηκε στις 27/11/2017

γνωστές και εφαρμόζονται⁹⁵. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί, επίσης, ότι ενώ στην ευρωπαϊκή βιβλιογραφία η κυκλική οικονομία λειτουργεί μέσα στην περιβαλλοντική οικονομία που είναι ένα υποπεδίο της νεοκλασικής οικονομίας, στην Κίνα η κυκλική οικονομία αναγνωρίζεται μέσα στο οικολογικό οικονομικό πλαίσιο⁹⁶. Το τελευταίο θεωρείται πολύ πιο συνεπές με το στάδιο της κινεζικής βιομηχανικής ανάπτυξης, η οποία ως γνωστόν έχει αντιμετωπίσει από την αρχή το πρόβλημα της έλλειψης των φυσικών πόρων⁹⁷.

2.5. Το πολιτικό υπόβαθρο της κυκλικής οικονομίας

Σε πολιτικό επίπεδο διαπιστώθηκε ότι χρησιμοποιούνται παγκοσμίως πολύ διαφορετικές πολιτικές και οικονομικά μέσα (φόροι, περιβαλλοντικές άδειες, οικονομικές επιδοτήσεις). Σε αντίθεση με την Ευρώπη, τις ΗΠΑ, και την Ιαπωνία, η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην Κίνα προωθείται στο πλαίσιο ενός εθνικού προγράμματος, καθώς θεωρείται μέρος ενός ευρύτερου πολιτικού κοινωνικοοικονομικού μετασχηματισμού και ανάπτυξης ικανών να εξασφαλίσουν την αρμονία μεταξύ κοινωνίας και περιβάλλοντος⁹⁸. Η επίτευξη μίας αρμονικής κοινωνίας φαίνεται να χαρακτηρίζει το πολιτικό πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας στην Κίνα σε σύγκριση με τις άλλες χώρες όπως η Ευρώπη, η Ιαπωνία ή οι ΗΠΑ. Στους τελευταίους οικονομικούς τομείς, η κυκλική οικονομία αναγνωρίζεται κυρίως

⁹⁵ Chiu, A.S.F., Geng, Y. (2004). *On the industrial ecology potential in Asian developing countries*. Journal of Cleaner Production. Volume 12, Issues 8-10. pp. 1037-1045.

⁹⁶ Charonis, G. (2012). *Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourses to economic growth for achieving environmental sustainability and social equity*. In: World Economic Association Sustainability Conference 2012 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://sustainabilityconference2012.weaconfereces.net/papers/degrowth-steady-state-economics-and-the-circular-economy-three-distinct-yet-increasingly-converging-alternative-discourses-to-economic-growth-for-achieving-environmental-sustainability-and-social-eq/> - Προσπελάστηκε στις 27/11/2017

⁹⁷ Xia, P., Yang, H. (2007). *Re-reading steady-state economy: calm thinking on hot circular economy*. China Population, Resources and Environment. Volume 17, Issue 3, pp. 20-23.

⁹⁸ Naustdalslid, J. (2014). *Circular economy in China e the environmental dimension of the harmonious society*. International Journal of Sustainable Development & World Energy, Vol 21, Issues 4, pp. 303-313. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504509.2014.914599> - Προσπελάστηκε στις 27/11/2017

ως στρατηγική για τη διαχείριση αποβλήτων ή για την εφαρμογή περιβαλλοντικών πολιτικών στο στάδιο ωρίμανσης της οικονομικής ανάπτυξης⁹⁹.

Στην ΕΕ, η πολιτική σημασία της ανάπτυξης της κυκλικής οικονομίας έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, όπως μπορεί να εξακριβωθεί από το Μανιφέστο για την αποτελεσματική χρήση των πόρων¹⁰⁰, η Ευρωπαϊκή πλατφόρμα για την αποδοτικότητα των πόρων (EREP – 2012) και η δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία στην ΕΕ¹⁰¹.

Στην Ιαπωνία, η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία ξεκίνησε νωρίτερα με δύο σημαντικούς νόμους το 1991 και το 2000, ενώ στις ΗΠΑ, προς το παρόν, εξακολουθεί να λείπει ένας σχετικός νόμος της ομοσπονδιακής πολιτικής για την κυκλική οικονομία. Επίσης, η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία βρίσκονται στο δρόμο για τον ορισμό της μετάβασης από σε μια πιο κυκλική οικονομία, ενώ η Κορέα και το Βιετνάμ έχουν συμπεριλάβει σχετικές πολιτικές με τους βασικούς πυλώνες της στην πολιτική τους ατζέντα.

2.6. Σύνοψη για την κυκλική οικονομία: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Η επισκόπηση στη βιβλιογραφία έδειξε χαρακτηριστικά και προόδους των προτύπων της κυκλικής οικονομίας στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες. Λόγω διαφορετικών αναπτυξιακών σταδίων και περιορισμών ανά χώρα, η Ιαπωνία, η ΕΕ και οι ΗΠΑ (στάδιο μετά την εκβιομηχάνιση) και η Κίνα (μεσοδιάστημα βιομηχανοποίησης), αποτελούν τους κυριότερους τομείς και χώρες ανάπτυξης της κυκλικής οικονομίας, ενώ αποδεικνύουν τα χαρακτηριστικά της μέσα από τα πρότυπα της κυκλική οικονομίας. Οι πολιτικές και οι δράσεις της ΕΕ εντοπίζονται κυρίως στον χώρο των αποβλήτων, καθώς οι δράσεις και η δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία εμφανίστηκαν ως απάντηση στο αυξανόμενο πρόβλημα της

⁹⁹ Ren, Y. (September 2007). *The circular economy in China. Journal of Material Cycles and Waste Management*, Volume 9, Issues 2, pp 121-129.

¹⁰⁰ European Commission. (Βρυξέλες, 17 Δεκεμβρίου 2012). *Manifesto for a Resource-efficient Europe, MEMO 12/989* - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm - Προσπελάστηκε στις 27/11/2017

¹⁰¹ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - *Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη*, Βρυξέλλες, 2.7.2014, COM (2014) 398

διαχείρισης αποβλήτων¹⁰². Ωστόσο η βιομηχανική ρύπανση με την εισαγωγή πιο καθαρών τεχνολογιών επιλύθηκε μερικώς. Αντ' αυτού, η Κίνα αντιμετωπίζει μια φάση βιομηχανικής ανάπτυξης που δεν έχει προηγούμενο στην ιστορία των χωρών. Οι κύριοι στόχοι της στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας είναι η υιοθέτηση ενός νέου επιχειρηματικού μοντέλου που ενσωματώνει την καθαρότερη παραγωγή και την ανάπτυξη πάρκων οικολογικής βιομηχανίας, που θεωρούνται οι σημαντικότεροι τομείς για την αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων¹⁰³. Η μεγάλη εκβιομηχάνιση, η ταχεία αστικοποίηση, η αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων και η αύξηση του πληθυσμού οδήγησαν σε μια ταχεία αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων που οδήγησαν την Κίνα το 2004 να είναι η μεγαλύτερη παραγωγός αστικών στερεών αποβλήτων¹⁰⁴. Ενώ το ποσό παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο εξακολουθεί να είναι χαμηλότερο στην Κίνα (250 kg) από ό, τι σε 27 ευρωπαϊκές χώρες (512 kg), η Ιαπωνία (380 kg) και των ΗΠΑ (720 kg)¹⁰⁵, η υγειονομική ταφή παραμένει στην Κίνα ο κυριότερος τρόπος διάθεσης των αστικών στερεών αποβλήτων, ουσιαστικά εμποδίζοντας τη δυνατότητα κλεισίματος του κύκλου των υλικών με προοπτική την πραγματική κυκλική οικονομία. Αντ' αυτού, τα ποσοστά συλλογής βιομηχανικών αποβλήτων είναι υψηλότερα στην Κίνα (67% το 2010) και πολύ πιο κοντά σε αυτά των ανεπτυγμένων χωρών (90% το 2010)¹⁰⁶.

Η κυκλική οικονομία, πέρα από το σημερινό μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της χρήσης φυσικών πόρων μέσω της αύξησης της απόδοσης προς τη μετάβαση από ανοικτούς σε κλειστούς κύκλους υλικών και ενέργειας και σε λιγότερο δαπανηρές βιομηχανικές διεργασίες¹⁰⁷.

¹⁰² Geng, Y., Tsuyoshi, F., Chen, X. (2010) *Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki*. Journal of Cleaner Production. Volume 18, pp. 993-1000.

¹⁰³ Ren, Y. (September 2007). *The circular economy in China*. Journal of Material Cycles and Waste Management, Volume 9, Issues 2, pp 121-129.

¹⁰⁴ Chen, X., Geng, Y., Fujita, T. (April 2010). *An overview of municipal solid waste management in China*. Waste Management. Volume 30, Issue 4, pp. 716-724.

¹⁰⁵ European Environment Agency (2009). *Municipal Waste Generation (CSI 016/WST001)*. Η αξιολόγηση εκδόθηκε το 2011. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/municipal-waste-generation/municipal-waste-generation-assessment-published-4> - Προσπελάστηκε στις 27/11/2017

¹⁰⁶ Song, Q., Li, J., Zeng, X. (October 2015). *Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy*. Journal of Cleaner Production, Volume 104, pp. 199-210.

¹⁰⁷ Andersen, M.S. (2007). *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*. Integrated Research System for Sustainability Science and Springer, Volume 2, pp. 133-140.

Η έκθεση του Ιδρύματος EMF απορρίπτει την ιδέα πως στην κυκλική οικονομία τα απόβλητα αποτελούν αυταπόδεικτα δυνητικό πόρο. Για να συμβεί αυτό, η χρήση τους στο τέλος του κύκλου ζωής πρέπει να προγραμματιστεί κατά τη φάση σχεδιασμού¹⁰⁸. Αυτό το τελευταίο στάδιο αποκτά και διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην κυκλική οικονομία ενισχύοντας τα οφέλη του προϊόντος (επικεντρώνοντας κυρίως στη χρήση των πόρων), καθώς ο οικολογικός σχεδιασμός στοχεύει στη μείωση όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος¹⁰⁹. Η υιοθέτηση μιας προοπτικής από την άποψη C2C που ενσωματώνεται στην κυκλική οικονομία, ενώ εμποδίζει την απώλεια πολύτιμων υλικών, επιτρέπει τη μείωση του κόστους για τις επιχειρήσεις και τους δήμους λόγω της μείωσης του προβλήματος της διαχείρισης των αποβλήτων καθώς και της μείωσης των εξωτερικών επιπτώσεων την κοινωνία (χαμηλότερη ρύπανση), νέες ευκαιρίες απασχόλησης και αυξημένη ευημερία για νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος¹¹⁰. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι δραστηριότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακατασκευής είναι έντασης εργασίας αντί για ένταση πόρων, όπως στο σημερινό γραμμικό μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης¹¹¹. Με τη σειρά της, η μείωση της εξάρτησης από τους φυσικούς πόρους, ιδίως των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συνεπάγεται χαμηλότερη έκθεση της οικονομίας στις αρνητικές επιπτώσεις των διαταραχών στις τιμές των πόρων.

Η κυκλική οικονομία απαιτεί επίσης οι παραγωγοί και οι καταναλωτές να γίνουν πιο δραστήριοι συμμετέχοντες στην ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, ξεχνώντας την παθητική κουλτούρα "απόρριψης" της γραμμικής

¹⁰⁸ Ellen Macarthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

¹⁰⁹ Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (11 March 2014). *Circular Economy: Is it Enough?* Ecodesign Centre (EDC), Cardiff Business Technology Centre. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://pdfs.semanticscholar.org/943c/814c3300b69a06bd411d2704ec3baa3a0892.pdf> -

Προσπελάστηκε στις 26/11/2017

¹¹⁰ Club of Rome (2015). *The Circular Economy and Benefits for Society, Swedish Case Study Shows Jobs and Climate as Clear Winners*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

<https://www.clubofrome.org/2016/03/07/a-new-club-of-rome-study-on-the-circular-economy-and-benefits-for-society/> - Προσπελάστηκε στις 28/11/2017

¹¹¹ Stahel, W.R. (January 2013). *Policy for material efficiency e sustainable taxation as a departure from a throwaway society*. Philosophical Transactions of the Royal Society A. Mathematical, Physical and Engineering Sciences. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/371/1986/20110567> - Προσπελάστηκε στις 28/11/2017

οικονομίας¹¹². Θα πρέπει επίσης να θεωρείται βέβαιο πως, δεδομένων των ορίων ανακύκλωσης, είναι απίθανο η κυκλική οικονομία να συνεχίσει να διατηρεί για πάντα την ποσοτική οικονομική ανάπτυξη. Σύμφωνα με την ανάλυση του Ρουμάνου μαθηματικού Georgescu-Roegen από το 1971¹¹³ : «Όχι μόνο η ανάπτυξη, αλλά επίσης η κατάσταση μηδενικής ανάπτυξης, ακόμη και μια φθίνουσα κατάσταση που δεν συγκλίνει προς την εκμηδένιση, δεν μπορούν να υπάρξουν για πάντα σε ένα πεπερασμένο περιβάλλον». Ωστόσο, όπως αναλύθηκε, η κυκλική οικονομία πρέπει να θεωρηθεί ως μετάβαση σε ένα νέο και διαφορετικό επιχειρηματικό μοντέλο, όπου η ευημερία αποσυνδέεται από την κατανάλωση πόρων. Η κυκλική οικονομία θα μπορούσε να συμβάλει στη μετάβαση σε μια πορεία αποδυνάμωσης (μείωση της χρήσης των πόρων με την αύξηση της ευημερίας) που φαίνεται αναπόφευκτη ιδιαίτερα στις βιομηχανικές οικονομίες που έχουν ξεπεράσει τα οικολογικά όρια¹¹⁴. Ενώ η οικονομική αποδυνάμωση στο Βορρά θα μπορούσε να υλοποιήσει ένα μονοπάτι για την επίτευξη του στόχου μιας οικονομίας δικαιότερης και σταθερότερης παγκοσμίως, επιτρέποντας κάποια περισσότερη οικονομική ανάπτυξη στο Νότο. Σε αυτή την προοπτική, η κυκλική οικονομία μπορεί να θεωρηθεί ως πλεονέκτημα από τους οπαδούς της αποδυνάμωσης και ένα μειονέκτημα από αυτούς που υποστηρίζουν τη συνεχή ποσοτική οικονομική ανάπτυξη. Από την άλλη πλευρά, μέχρι στιγμής οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις της βιωσιμότητας έχουν προσελκύσει μικρότερο ενδιαφέρον σε σχέση με την οικονομική σφαίρα και χρειάζονται τη σωστή αναγνώριση. Απαιτείται συνεπώς μετατόπιση, ιδίως στις ανεπτυγμένες χώρες, προς ένα πιο ποιοτικό αναπτυξιακό μοντέλο, όπως θα μπορούσε να είναι αυτό της κυκλικής οικονομίας, όπου οι άνθρωποι ζουν ισότιμα στο πλαίσιο της χωρητικότητας του πλανήτη¹¹⁵.

¹¹² Shah, V. (2014). *The Circular Economy's Trillion-dollar Opportunity*. Eco-Business. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.eco-business.com/news/circular-economys-trillion-dollar-opportunity/> - Προσπελάστηκε στις 28/11/2017

¹¹³ Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge Mass. Harvard University Press. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://college.holycross.edu/eej/Volume12/V12N1P3_25.pdf - Προσπελάστηκε στις 28/11/2017

¹¹⁴ Kerschner, C. (2010). *Economic de-growth vs. steady-state economy*. Journal of Cleaner Production. Volume 18, Issue 6, pp. 544-551.

¹¹⁵ Brown, M.T., Ulgiati, S. (2011). *Understanding the global economic crisis: a biophysical perspective*. Ecological Modelling. Volume 223, Issue 1, pp. 4-13.

2.7. Μελλοντικές προοπτικές της κυκλικής οικονομίας

Οι προοπτικές της κυκλικής οικονομία είναι τεράστιες και ελκυστικές. Η γενική αύξηση της γνώσης του θεωρητικού και πρακτικού πλαισίου της κυκλικής οικονομίας, καθώς και η παρακολούθηση των υφιστάμενων έργων στα διάφορα επίπεδα, είναι θεμελιώδους σημασίας για την εξέλιξη της προόδου της στην Ευρώπη, την Κίνα και παγκοσμίως. Η σημαντικότερη πτυχή, δηλαδή αυτή που εξακολουθεί να φαίνεται ότι χρειάζεται βελτίωση, είναι η γνώση και η ευαισθητοποίηση των ευρωπαϊών παραγωγών και καταναλωτών, λόγω του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζει η ευθύνη των παραγωγών και των καταναλωτών στις ευρωπαϊκές πολιτικές. Η γνώση και η ευαισθητοποίηση είναι σίγουρα σημαντική σε άλλες χώρες, όπως η Κίνα, όμως με βάση την διεθνή βιβλιογραφία αναλύεται περισσότερο η ευαισθητοποίηση σαν πτυχή της κυκλικής οικονομίας.

Σε τοπικό επίπεδο, μόνο ελάχιστες μελέτες ασχολούνται με τη διάχυση, την υιοθέτηση και τις επιπτώσεις της καθαρότερης παραγωγής. Ειδικότερα, η έρευνα σχετικά με το σχεδιασμό πρέπει να είναι προσανατολισμένη στην κατανόηση των επιπτώσεων των επιχειρηματικών μοντέλων και των μοντέλων κατανάλωσης της κυκλικής οικονομίας που συνεπάγονται την πώληση μιας υπηρεσίας (αντί ενός προϊόντος) ή τη μίσθωση, την ανακαίνιση «refurbish» και την ανακατασκευή¹¹⁶. Για το σκοπό αυτό απαιτείται επίσης η έρευνα σχετικά με τα κίνητρα των αγορών των καταναλωτών και την αντικατάσταση των προϊόντων που λειτουργούν ακόμη με νέα, προκειμένου να βοηθηθούν οι σχεδιαστές να ανταποκρίνονται καλύτερα στις επιλογές και τις ανάγκες των καταναλωτών¹¹⁷.

Η συνέχεια, δηλαδή η σταθερότητα του κανονιστικού πλαισίου και των ευκαιριών για την αγορά, είναι ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό της κυκλικής οικονομίας που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω. Οι εταιρείες στηρίζονται στην ανάγκη διατήρησης της οικονομικής κερδοφορίας των δραστηριοτήτων τους και

¹¹⁶ Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., Den Hollander, M. (April 2014). *Products that go round: exploring product life extension through design*. Journal of Cleaner Production, Volume 69, pp. 10-16.

¹¹⁷ Ramani, K., Ramanujan, D., Bernstein, W.Z., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., Choi, J.-K., Kim, H., Thurston, D. (2010). *Integrated sustainable life cycle design: a review*. Journal of Mechanical Design. Volume 132, pp. 091004-1 - 091004-15.

των επενδύσεών τους (π.χ. αύξηση των τιμών των υποπροϊόντων που παρέχονται από μια εταιρεία σε μια άλλη) αποθαρρύνοντας έτσι την υιοθέτηση νέων πολιτικών. Από την άποψη αυτή, τα κατάλληλα μέσα που επιβραβεύουν τις θετικές εξωτερικές επιδράσεις πρέπει να προσαρμοστούν ώστε να παρέχουν εργαλεία στους φορείς χάραξης πολιτικής. Ενώ δεν πρέπει να αγνοηθεί η ανάγκη εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιδόσεων με βάση τον κύκλο ζωής, όσον αφορά τις ανάντη και κατάντη επιπτώσεις ολόκληρου του δικτύου¹¹⁸, δείχνοντας ότι εξετάζοντας μόνο τις άμεσες εκπομπές και τη χρήση των πόρων από το δίκτυο συμβίωσης, το 50% των συνολικών επιπτώσεων παραμελείται.

2.8. Συμπεράσματα για την κυκλική οικονομία

Παρατηρώντας την ανάλυση της βιβλιογραφίας μπορεί κάποιος να καταλάβει σε ποιο βαθμό η κυκλική οικονομία θα μπορούσε να αποτελέσει λύση στην ανάγκη μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των οικονομικών συστημάτων που λειτουργούν ως συνήθως, παρόλο που η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας σε όλο τον κόσμο βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Η κυκλική οικονομία παρέχει ένα αξιόπιστο πλαίσιο για τη ριζική βελτίωση του σημερινού επιχειρηματικού μοντέλου με στόχο την προληπτική και ανανεωτική οικολογική βιομηχανική ανάπτυξη καθώς και την αύξηση της ευημερίας με βάση την ανακτημένη περιβαλλοντική ακεραιότητα. Ωστόσο, μόνο ένας περιορισμένος αριθμός χωρών έχει προβεί σε προκαταρκτικές ενέργειες προς την κυκλική οικονομία και απαιτείται ακόμη μεγαλύτερη δέσμευση. Σε αμφότερα τα θεωρητικά και πρακτικά επίπεδα η κυκλική οικονομία βασίζεται κυρίως στην περιβαλλοντική οικονομία και τη βιομηχανική οικολογία, με ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογική καινοτομία με τη μορφή καθαρότερων τεχνολογιών καθώς και κυρίως στην ανακύκλωση σε αντίθεση με την επαναχρησιμοποίηση. Το τελευταίο αποτελεί βασική αρχή της κυκλικής οικονομίας και πρέπει να δοθεί προτεραιότητα με κατάλληλες πολιτικές. Επιπλέον, η μεγάλη έμφαση στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των πόρων δεν είναι απολύτως συνεπής με την συχνά

¹¹⁸ Martin, M., Svensson, N., Eklund, M. (2015). *Who gets the benefits? An approach for assessing the environmental performance of industrial symbiosis*. Journal of Cleaner Production, Volume 98, pp. 1-9.

υποστηριζόμενη ανάγκη για μείωση της χρήσης των πόρων, καθώς και την υψηλή εξάρτηση από μη ανανεώσιμους πόρους.

Με τα μακροχρόνια κύματα ανάπτυξης και τη μείωση, φαίνεται ότι οι ίδιες πολιτικές και στρατηγικές που ισχύουν για τις φάσεις ανάπτυξης μπορεί να μην είναι οι καλύτερες επιλογές σε στάδια μετάβασης σε μια πιο κυκλική οικονομία¹¹⁹. Κατά συνέπεια, η κυκλική οικονομία δεν αποτελεί κατάλληλο εργαλείο για οικονομικά συστήματα προσανατολισμένα στην ανάπτυξη (δηλαδή δεν μπορεί να ισχυριστεί ότι στηρίζει την περαιτέρω οικονομική ανάπτυξη), όπου η αποδοτικότητα δεν είναι η «κερδοφόρα κάρτα» και το φαινόμενο της ανάκαμψης και ο ανταγωνισμός στην αγορά είναι πιθανό να μειώσουν τα δυνητικά οφέλη από την αυξημένη αποτελεσματικότητα. Αντίθετα, στα οικονομικά συστήματα που προσανατολίζονται σε μια σταθερή κατάσταση καθώς και σε ένα πιθανό μελλοντικό στάδιο μείωσης ορισμένων οικονομιών σε όλο τον κόσμο, η αποδοτικότητα της κυκλικής οικονομίας και η προστασία του περιβάλλοντος θα αποτελέσουν κρίσιμους παράγοντες για τον προσανατολισμό των πολιτικών για τη μετάβαση σε νέα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης, και θα επιτρέψουν μια ομαλότερη μετάβαση σε διαφορετικούς και περιβαλλοντικά πιο υγιείς τρόπους ζωής καθώς επίσης και από την σκοπιά της κοινωνικοοικονομικής δυναμικής.

¹¹⁹ Ghisellini Patrizia, Catia Cialani, Sergio Ulgiati. (16 September 2015). *A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.*, Journal of Cleaner Production, Volume 114, pp. 11-32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Η ΝΕΑ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

3.1. Η κυκλική οικονομία στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Τον Ιούλιο 2014, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με επικεφαλής τον Barroso, πρότεινε μια αρχική δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία δημοσιεύοντας την ανακοίνωσή της «Προς μια κυκλική οικονομία: ένα μηδενικό πρόγραμμα για τα απόβλητα στην Ευρώπη»¹²⁰, η οποία αποτελεί ένα πρόγραμμα που περιγράφει τα βήματά για να κινηθεί η Ευρώπη προς ένα πιο κυκλικό οικονομικό μοντέλο. Τον Δεκέμβριο 2014, η δέσμη αυτή αποσύρθηκε από τη νέα Επιτροπή με επικεφαλής τον Juncker, με την υπόσχεση να προτείνει μια πιο «φιλόδοξη» δέσμη μέτρων στο τέλος του 2015, η οποία θα κάλυπτε όχι μόνο στόχους μείωσης των αποβλήτων, αλλά τον πλήρη οικονομικό κύκλο, με βάση την εμπειρογνωσία όλων των υπηρεσιών της. Στο πλαίσιο της διαδικασίας εκπόνησης της δέσμης μέτρων για την κυκλική οικονομία, η Επιτροπή διοργάνωσε συνέδριο για την κυκλική οικονομία στις 25 Ιουνίου 2015 στις Βρυξέλλες, στο οποίο συμμετείχαν περίπου 700 ενδιαφερόμενοι. Η συμμετοχή στο συνέδριο αυτό ήταν ανοικτή σε όλους τους φορείς που επιθυμούσαν να συμβάλουν στη διαμόρφωση της ευρωπαϊκής οικονομικής πολιτικής. Το συνέδριο ακολούθησε δημόσια διαβούλευση δώδεκα εβδομάδων, από τις 28 Μαΐου έως τις 20 Αυγούστου 2015, η οποία έλαβε πάνω από 1.200 προτάσεις. Επιπλέον, τα μέλη της Επιτροπής, τα ιδιαίτερα γραφεία τους και οι υπηρεσίες διενήργησαν εντατικές και συνεργατικές διαβουλεύσεις με τα κυριότερα ενδιαφερόμενα μέρη¹²¹.

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή ενέκρινε στις 2 Δεκεμβρίου 2015 τη νέα φιλόδοξη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία «κλείσιμο του βρόχου - Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για το πακέτο της κυκλικής οικονομίας»¹²² με στόχο τη διευκόλυνση της

¹²⁰ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2014), ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη». Βρυξέλλες, 2.7.2014. COM(2014) 398 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398> – Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

¹²¹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή – Δελτίο Τύπου (Βρυξέλλες, 2 Δεκεμβρίου 2015). «Κλείσιμο του κύκλου»: η Επιτροπή εγκρίνει νέα, φιλόδοξη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία, με στόχο την τόνωση της ανταγωνιστικότητας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης,

¹²² ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2015), ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία». Βρυξέλλες, 2.12.2015, COM(2015) 614 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614> – Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

μετάβασης της Ευρώπης προς μια κυκλική οικονομία που θα ωθήσει την ανταγωνιστικότητα σε παγκόσμιο επίπεδο, θα ενδυναμώσει την βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας¹²³. Αυτή η δέσμη μέτρων περιλαμβάνει αναθεωρημένες νομοθετικές προτάσεις σχετικά με τα απόβλητα, καθώς και ένα συνολικό σχέδιο δράσης, με τα οποία θέτει μια συγκεκριμένη εντολή για τη θητεία της παρούσας Επιτροπής. Οι προτάσεις σχετικά με τα απόβλητα καθορίζουν ένα σαφές και φιλόδοξο μακροπρόθεσμο όραμα για την αύξηση της ανακύκλωσης και τη μείωση της υγειονομικής ταφής, προτείνοντας συγκεκριμένα μέτρα για την αντιμετώπιση των υφιστάμενων εμποδίων όσον αφορά τη βελτίωση της διαχείρισης αποβλήτων και λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές καταστάσεις που ισχύουν στα κράτη μέλη.

Το σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία συμπληρώνει την παρούσα πρόταση καθορίζοντας μέτρα για «το κλείσιμο του κύκλου» της κυκλικής οικονομίας και την αντιμετώπιση όλων των φάσεων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος: από την παραγωγή και την κατανάλωση, στη διαχείριση των αποβλήτων και την αγορά δευτερογενών πρώτων υλών. Το σχέδιο δράσης περιλαμβάνει επίσης μια σειρά μέτρων τα οποία θα στοχεύουν στην εξάλειψη φραγμών της αγοράς σε συγκεκριμένους τομείς ή ροές υλικών, όπως πλαστικά, απορρίμματα τροφίμων, πρώτες ύλες κρίσιμης σημασίας, κατασκευές και κατεδαφίσεις, προϊόντα βιομάζας και βιολογικής προέλευσης, καθώς και οριζόντια μέτρα σε τομείς όπως η καινοτομία και οι επενδύσεις.

Ο στόχος του σχεδίου είναι να δώσει έμφαση σε ζητήματα όπου η δράση σε επίπεδο ΕΕ μπορεί να δημιουργήσει πραγματική προστιθέμενη αξία και να επιφέρει απτά αποτελέσματα.

Το σχέδιο δράσης συμπεριλαμβάνει επίσης 4 νομοθετικές προτάσεις που τροποποιούν τις ακόλουθες νομικές πράξεις:

¹²³ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2 Δεκεμβρίου 2015) – Δελτίο Τύπου, Δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία: Ερωτήσεις & Απαντήσεις, Βρυξέλες

- ΟΔΗΓΙΑ 2008/98/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών¹²⁴
- ΟΔΗΓΙΑ 1999/31/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων¹²⁵
- ΟΔΗΓΙΑ 94/62/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 20ής Δεκεμβρίου 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας¹²⁶
- ΟΔΗΓΙΑ 2000/53/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους¹²⁷
- ΟΔΗΓΙΑ 2006/66/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 6ης Σεπτεμβρίου 2006 σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας 91/157/ΕΟΚ¹²⁸
- ΟΔΗΓΙΑ 2012/19/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)¹²⁹.

Ορισμένες προτάσεις απορρέουν από νομικές υποχρεώσεις αναθεώρησης των στόχων διαχείρισης αποβλήτων. Η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα απαιτεί από την Επιτροπή να αναλάβει τις ακόλουθες δράσεις έως τα τέλη του 2014:

¹²⁴ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02008L0098-20150731>

– Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹²⁵ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01999L0031-20111213>

– Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹²⁶ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01994L0062-20150526>

– Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹²⁷ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1430393288621&uri=CELEX:02000L0053-20130611> – Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹²⁸ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0066-20131230>

– Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹²⁹ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>

– Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

- να επανεξετάσει τους στόχους του 2020 για την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των οικιακών αποβλήτων και για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων
- να θέσει στόχους για την πρόληψη αποβλήτων για το 2020
- να αξιολογήσει ορισμένα μέτρα, συμπεριλαμβανομένων των διευρυμένων καθεστώτων ευθύνης του παραγωγού

Η οδηγία για την υγειονομική ταφή υποχρεώνει την Επιτροπή να αναθεωρήσει τους στόχους έως τον Ιούλιο του 2014. Η οδηγία για τις συσκευασίες απαιτεί από την Επιτροπή να αναθεωρήσει τους στόχους έως τα τέλη του 2012.

3.2. Προσδοκίες για μια ομαλή μετάβαση στην κυκλική οικονομία

Οι αφηγήσεις που θεσπίζουν την ευρωπαϊκή κυκλική οικονομία είναι αυτές της ιστορίας ενός ήρωα¹³⁰. Η ιστορία των πολλών, αλληλένδετων προσδοκιών δημιουργεί έναν πρωταθλητή που κινητοποιεί τους ενδιαφερόμενους σε όλη την ΕΕ σε μια κοινή προσπάθεια. Στο επίπεδο της κοινής αποστολής κανείς δεν περιγράφει το ρόλο ενός δυνητικού κακοποιού: σε αυτή την ιστορία υπάρχουν μόνο ομαλοί συνεργάτες. Η κυκλική οικονομία είναι ανθρωπομορφωμένη σε έναν ήρωα από τους υποστηρικτές της, οι οποίες θα σώσουν το περιβάλλον ταυτόχρονα με την τόνωση της οικονομίας και τη δημιουργία ευρωπαϊκών θέσεων εργασίας. Δεν θα κάνει τίποτα λιγότερο από το να ανοίξει νέους και τεράστιους ορίζοντες για τη βιομηχανία, να παράσχει πολλαπλούς μηχανισμούς δημιουργίας αξίας, να παράγει καλύτερα ευημερία, ΑΕΠ και αποτελέσματα απασχόλησης, ενώ είναι αναπόφευκτο και ίσως να είναι και το επόμενο μείζον πρόγραμμα πολιτικής οικονομίας της Ευρώπης¹³¹.

Φαίνεται ότι οι περισσότερες προσδοκίες προέρχονται από το ίδρυμα EMF¹³². Αυτό δε σημαίνει ότι το ίδρυμα EMF είναι αποκλειστικά υπεύθυνο για την

¹³⁰ Janda K.B., M. Topouzi (2015), *Telling tales: using stories to remake energy policy*. Building Research & Information, Volume 43, pp. 516-533

¹³¹ Ellen Macarthur Foundation (2015), *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

¹³² Lazarevica David, Helena Valvea (2017), "Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition". Energy Research & Social Science, Volume 31, pp. 60-69

απόκτηση των καινοτομιών που στηρίζουν την κυκλική οικονομία, αλλά ότι έχει αποδείξει με μεγάλη επιτυχία τη θεσμοθέτηση των αφηγήσεων. Είναι ο μόνος ενδιαφερόμενος που παρουσιάζει ένα πλήρες καθοδηγητικό όραμα¹³³ για την κυκλική οικονομία, ενώ ο ρόλος των άλλων είναι απλά να αναπαράγουν και να διαδώσουν αυτό το μέμο (και να μιμηθεί ο ένας τον άλλον)¹³⁴. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει επιτρέψει στο ίδρυμα EMF να θέσει το στάδιο για αυτό που όπως ειπώθηκε: "Εντυπωσιάστηκα πολύ από τα τεράστια κοινωνικά και οικονομικά οφέλη που θα μπορούσε να προκύψει από την έκθεση από τη μετάβαση σε μια πιο φιλόδοξη κυκλική οικονομία. Επομένως, το ερώτημα δεν είναι εάν θέλουμε να θέσουμε την Ευρώπη σε μια κυκλική πορεία ανάπτυξης. Πρόκειται μάλλον για το πώς θα βοηθήσουμε τις οικονομίες μας και πώς να βοηθήσουμε τους παρόχους υπηρεσιών μας να φτάσουν εκεί και πώς να φτάσετε γρήγορα", από τον Karmenu Vella¹³⁵ (Ευρωπαίος Επίτροπος για το Περιβάλλον, τις Θαλάσσιες Υποθέσεις και την Αλιεία). Αναφέρει ένα ριζοσπαστικό, αν και απροσδιόριστο μέλλον, το οποίο δεν αναφέρει τίποτα για το πώς να αποσταθεροποιήσει τα θεσμικά όργανα του συμβατικού καθεστώτος, τις εξαρτήσεις από το μονοπάτι και τις κλειδώσεις. Επιπλέον, οι προσδοκίες θεσπίζουν υποσχέσεις για όλους. Ποιος μπορεί να είναι ενάντια σε ένα σχέδιο που εξασφαλίζει την ανανέωση της ευρωπαϊκής οικονομίας, της ανάπτυξης, της απασχόλησης, αυξάνει τη συμμετοχή των καταναλωτών και παράλληλα εξοικονομεί το περιβάλλον; Ενώ ένα μέλλον χωρίς κυκλική οικονομία θα αποτελούσε καταστροφή που θα μας έκανε όλους θύματα¹³⁶.

Το περιεχόμενο των προσδοκιών για την ευρωπαϊκή κυκλική οικονομία δεν είναι από μόνο του υπερβολικά καινοτόμο. Όπως δηλώνει ο Van Lente στην

¹³³ Ellen Macarthur Foundation (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains*. - Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

¹³⁴ Fine G.A., B. O'Neill, (2010) *Policy legends and folklists: traditional beliefs in the public sphere*, J. Am. Folk, Vol. 123, pp. 150–178

¹³⁵ Απόσπασμα από την ομιλία του K. Vella: *Closing the Loop Conference on the Circular Economy – Introductory Remarks by Karmenu Vella*, 25 June 2015. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/vella/announcements/closing-loop-conference-circular-economy-introductory-remarks-karmenu-vella-25-june-2015_en

- Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

¹³⁶ Swyngedouw E., (2010). *Apocalypse forever? Post-political populism and the spectre of climate change*, Theory Cult. Soc. Volume 27, pp. 213–232

ανάλυσή του¹³⁷ πολλές νέες προσδοκίες προέρχονται είτε από «υπάρχοντα ρεπερτόρια προσδοκιών» είτε από νέους συνδυασμούς αυτών των υπάρχοντων ρεπερτορίων. Από τη μία πλευρά, αυτό ισχύει για εκείνους της κυκλικής οικονομίας. Οι προσδοκίες δεν προχωρούν πέρα από την ανανέωση ιδεών και στρατηγικών του παρελθόντος. Η αποσύνδεση, η διεύρυνση του κύκλου ζωής του προϊόντος, το κλείσιμο του βρόχου, τα συστήματα εξυπηρέτησης προϊόντων, τα οικολογικά μοντέλα και τα επιχειρηματικά μοντέλα υπηρεσιών αποτελούν μέρος του συνεχώς μεταβαλλόμενου και προσαρμόσιμου «πολιτικού μύθου» που έχει προταθεί πολλές φορές στο παρελθόν¹³⁸. Από την άλλη πλευρά, όταν γίνονται αντιληπτές ως συσκευές καθοδήγησης της προσοχής ή ως εργαλεία για την καθοδήγηση της δημόσιας εστίασης, η επανάληψη έχει νόημα. Αν και δεν είναι φρέσκο, η κυκλική οικονομία μας θυμίζει τις υποσχέσεις που περιμένουν την Ευρώπη. Το μήνυμα είναι ότι είμαστε εν κινήσει και προχωρώντας προς ένα μέλλον που είναι γνωστό. Πράγματι, αυτό το αναπόφευκτο επιβεβαιώνεται από την ίδια την Ευρωπαϊκή Επιτροπή: « Το πρόβλημα δεν είναι να αναλύσουμε πού πρέπει να είμαστε. Το πρόβλημα δεν είναι να αναλύσουμε πού είμαστε. Το πρόβλημα είναι να καθορίσουμε πώς θα φτάνουμε από το σημείο πού είμαστε ως εκεί που θέλουμε να είμαστε»¹³⁹ - Frans Timmermans (Πρώτος αντιπρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής). Η κυκλική οικονομία εντάσσεται έτσι στη συστοιχία αποπολιτικοποιημένων εννοιών όπως η πράσινη οικονομία¹⁴⁰.

¹³⁷ van Lente H., (2012). *Navigating foresight in a sea of expectations: lessons from the sociology of expectations*, Technol. Anal. Strateg. Manag. Volume 24, pp. 769-782

¹³⁸ Fine G.A., B. O'Neill, (2010) *Policy legends and folklists: traditional beliefs in the public sphere*, J. Am. Folk 123, pp. 150-178

¹³⁹ Timmermans F. (2015), *Opening Speech First Vice-President Frans Timmermans at the Circular Economy Conference*, Brussels – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/timmermans/announcements/opening-speech-first-vice-president-frans-timmermans-circular-economy-conference-brussels_en - Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

¹⁴⁰ Kenis A., M. Lievens, (2014). "Searching for the "political" in environmental politics", Environ. Polit. Volume 23, pp. 531-548

3.3. Η υπάρχουσα νομοθεσία και η νέα δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και μετά, υπήρχαν αυξανόμενες ανησυχίες σε παγκόσμιο επίπεδο με την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Στην Ευρώπη αυτό οδήγησε σε μια σειρά πολιτικών και επακόλουθων νομοθετικών μέτρων για τη θέσπιση σειράς νομοθετικών μέτρων για: α) τον περιορισμό της εκπομπής από τα προϊόντα ουσιών που θα μπορούσαν να βλάψουν το περιβάλλον, β) τη μείωση της ποσότητας των υλικών που υπεισέρχονται στον χώρο υγειονομικής ταφής και γ) την ενέργεια που καταναλώνουν ορισμένα προϊόντα.

Η τρέχουσα νομοθεσία της ΕΕ για τη μείωση των αποβλήτων μπορεί να περιγραφεί σε γενικές απαιτήσεις και απαιτήσεις που αφορούν συγκεκριμένα προϊόντα. Οι οδηγίες αυτές ορίζουν ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να μεταφερθούν στη νομοθεσία των κρατών μελών της ΕΕ¹⁴¹. Κατά τη μεταφορά των προαναφερθέντων νόμων στην εθνική τους νομοθεσία, τα κράτη μέλη μπορούν γενικά να επιλέξουν να υπερβούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που περιέχονται στις οδηγίες αυτές, αλλά δεν πρέπει να εισάγουν λιγότερο αυστηρές απαιτήσεις.

Η δέσμη περιλαμβάνει ένα σχέδιο δράσης που αποτελείται από δύο μέρη, ένα τμήμα εισαγωγής που περιγράφει τις προτάσεις και ένα παράρτημα¹⁴² που παρέχει το προτεινόμενο χρονοδιάγραμμα για να συμφωνηθεί πότε θα πρέπει να ενεργοποιηθούν αυτές οι προτάσεις. Οι προτεινόμενες δράσεις στηρίζουν την κυκλική οικονομία σε κάθε βήμα της αλυσίδας αξίας - από την παραγωγή έως την κατανάλωση, την επισκευή και την επαναχρησιμοποίηση, τη διαχείριση των αποβλήτων και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες που διοχετεύονται πίσω στην οικονομία. Ενώ παρόλο που το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία προβλέπει την εξέταση της αλληλεπίδρασης των νομοθεσιών σχετικά με τα απόβλητα, τα

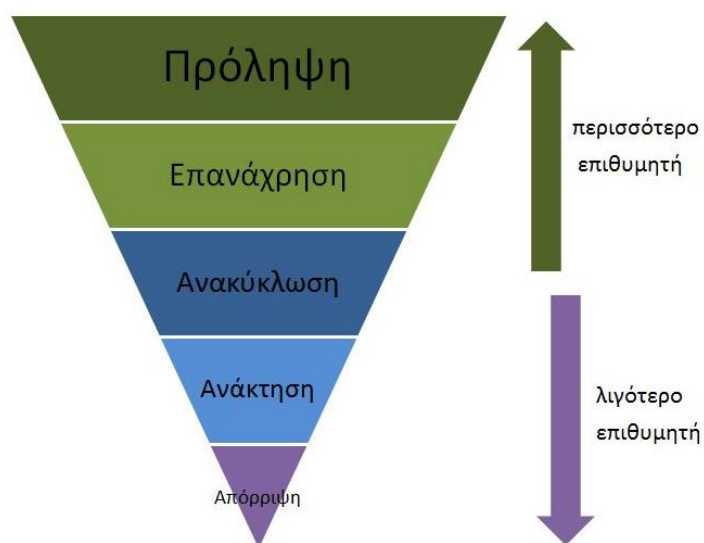
¹⁴¹ Hughes Richard (2017), "The EU Circular Economy package – life cycle thinking to life cycle law?", The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering - Procedia CIRP, Volume 61, pp. 10-16

¹⁴² ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ για την ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ : « Το κλείσιμο του κύκλου: - Σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία», Βρυξέλλες, 2.12.2015 - ANNEX I - COM(2015) 614 - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_2&format=PDF – Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

προϊόντα και τις χημικές ουσίες, μέχρι σήμερα δεν έχουν δημοσιοποιηθεί συγκεκριμένες προτάσεις για την αναθεώρηση των νομοθετικών μέτρων που αφορά τη νομοθεσία της ΕΕ για τον περιορισμό ουσιών.

3.3.1. Οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα και οι προτεινόμενες αλλαγές

Το 2008 η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα θέτει το γενικό νομοθετικό πλαίσιο¹⁴³. Καθορίζει τις βασικές έννοιες που συνδέονται με τη διαχείριση των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» (διασφαλίζοντας ότι το κόστος πρόληψης, ελέγχου και καθαρισμού της ρύπανσης αντανάκλαται στο κόστος των αγαθών), την «ιεράρχηση των αποβλήτων», (μια σειρά προτεραιότητας που έχει καθοριστεί μεταξύ των επιλογών πρόληψης και διαχείρισης αποβλήτων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα) και το «καθεστώς του τελικού αποβλήτου» (δηλαδή όταν τα απόβλητα παύουν να είναι απόβλητα μετά την ανάκτηση).



Εικόνα 4: Ιεραρχία αποβλήτων¹⁴⁴

¹⁴³ ΟΔΗΓΙΑ 2008/98/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02008L0098-20150731> – Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁴⁴ Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης: « Τι είναι η ανακύκλωση » - από τον ιστότοπο: <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

Η οδηγία θέτει δεσμευτικούς στόχους που πρέπει να επιτευχθούν έως το 2020: όπως προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση του 50% ορισμένων αποβλήτων από νοικοκυριά και παρόμοιες πηγές και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση του 70% των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων. Επίσης, απαιτεί από τα κράτη μέλη να δημιουργήσουν χωριστή συλλογή τουλάχιστον των αποβλήτων από χαρτί, μέταλλα, πλαστικά και γυαλί έως το 2015, όπου θα είναι «τεχνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά εφικτά» και να καταρτίσουν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων¹⁴⁵ και προγράμματα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων¹⁴⁶. Η πρόοδος προς τον στόχο της ανακύκλωσης του 50% των οικιακών αποβλήτων έως το 2020 ήταν άنيση. Μια έκθεση του ΕΟΠ για το 2013¹⁴⁷ δείχνει ότι, ενώ πέντε κράτη μέλη έχουν ήδη επιτύχει το στόχο και άλλα έξι θα το επιτύχουν αν συνεχίσουν να βελτιώνουν το ποσοστό ανακύκλωσης με τον σημερινό ρυθμό, η πλειονότητα των κρατών μελών θα χρειαστεί να καταβάλει εξαιρετική προσπάθεια προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της ανακύκλωσης κατά 50% έως το 2020¹⁴⁸.

Σύμφωνα με τις προτάσεις της Επιτροπής, η δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία του 2015 θα έχει ως στόχο τη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο, έτσι ώστε, όταν το προϊόν φθάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά του να διατηρούνται στην οικονομία όπου είναι δυνατόν. Ως εκ τούτου, αυτό που προηγουμένως θεωρήθηκε ως «απόβλητο» μετατρέπεται σε πολύτιμο πόρο.

Όλες οι οδηγίες για τα απόβλητα που περιλαμβάνονται στην Οδηγία για τα Απόβλητα του 1975 καθώς και στις τροποποιήσεις του 2008 (2008/98/ΕΚ) προτείνεται να αναθεωρηθούν. Οι προτάσεις αυτές περιλαμβάνουν: έναν κοινό

¹⁴⁵ European Commission (2008) - Σχεδιασμός Διαχείρισης αποβλήτων, Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: <http://ec.europa.eu/environment/waste/plans/index.htm> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁴⁶ European Environment Agency (2016). EEA Report No35/2016. *Prevention of Hazardous Waste in Europe — the Status in 2015*.

Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/waste-prevention-in-europe>

¹⁴⁷ European Environment Agency (2013). EEA Report No2/2013. *Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁴⁸ Εννέα κράτη μέλη θα πρέπει να αυξήσουν ετησίως το ποσοστό ανακύκλωσής τους κατά 2 έως 4 ποσοστιαίες μονάδες έως το 2020, ποσοστό που μόνο τρία κράτη μέλη πέτυχαν μεταξύ 2001 και 2010. Περαιτέρω επτά κράτη μέλη θα πρέπει να επιτύχουν μια άνευ προηγουμένου αύξηση άνω των τεσσάρων ποσοστών σημειώνει ετησίως μέχρι το 2020.

στόχο της ΕΕ για την ανακύκλωση του 65% των αστικών αποβλήτων και του 75% των απορριμμάτων συσκευασίας μέχρι το 2030, έναν δεσμευτικό στόχο υγειονομικής ταφής για τη μείωση του χώρου υγειονομικής ταφής σε ποσοστό έως 10% των αστικών αποβλήτων έως το 2030, απαγόρευση της υγειονομικής ταφής χωριστά συλλεγόμενων αποβλήτων, προώθηση της επαναχρησιμοποίησης και οικονομικά κίνητρα για τους παραγωγούς να διαθέτουν στην αγορά "πιο πράσινα" προϊόντα και υποστήριξη για συστήματα ανάκτησης και ανακύκλωσης¹⁴⁹.

Ορισμένα από τα συγκεκριμένα μέτρα για τα απόβλητα που αναφέρονται στην οδηγία για τα απόβλητα συσκευασίας περιλαμβάνουν ήδη την διευρυμένη ευθύνης του παραγωγού (EPR), σύμφωνα με την οποία οι παραγωγοί που διαθέτουν τα εμπορεύματα στην αγορά πρέπει να πληρώσουν για τη μεταχείριση αυτών των προϊόντων στο τέλος της ζωής τους. Αναμένεται ότι το κόστος που επιβαρύνει τους παραγωγούς για την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους για την ευθύνη EPR θα μεταφερθεί στην τιμή αγοράς των νέων αγαθών. Οι λεπτομέρειες εξακολουθούν να συζητούνται από τους νομοθέτες¹⁵⁰. Ωστόσο, φαίνεται πιθανό ότι οι απαιτήσεις αυτές θα αναθεωρηθούν και θα επεκταθούν ώστε να καθοριστούν ελάχιστες απαιτήσεις για τα καθεστώτα της ευθύνης EPR, ώστε η συνεισφορά που καταβάλλουν οι παραγωγοί να βασίζεται στο κόστος που απαιτείται για τη μεταχείριση των προϊόντων τους στο τέλος της ζωής τους.

3.3.2. Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων

Η οδηγία του 1999¹⁵¹ για την υγειονομική ταφή αποβλήτων απαγορεύει την υγειονομική ταφή μη επεξεργασμένων αποβλήτων και θέτει στόχους. Εν συγκρίσει με το 1995, το έτος βάσης, το ποσοστό των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που εισέρχονται σε χώρους υγειονομικής ταφής δεν μπορεί να

¹⁴⁹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή – Δελτίο Τύπου (2015): «Δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία: Ερωτήσεις & απαντήσεις» - Βρυξέλες, 2 Δεκεμβρίου 2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_el.htm - Προσπελάστηκε στις 3/12/2017

¹⁵⁰ Το Συμβούλιο, αποτελούμενο από εκπροσώπους της κυβέρνησης κάθε κράτους μέλους και του άμεσα εκλεγμένου Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

¹⁵¹ ΟΔΗΓΙΑ 1999/31/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, διαθέσιμη στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01999L0031-20111213> – Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

υπερβαίνει το 75% το 2006, το 50% το 2009 και το 35% το 2016, με παρεκκλίσεις που χορηγήθηκαν σε 16 κράτη μέλη¹⁵².

Η πρόοδος της μείωσης των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων που προορίζονται για υγειονομική ταφή με εντολή της οδηγίας για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων προχωράει, αν και με διαφορετικές ταχύτητες. Η έκθεση του ΕΕΑ για τη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων¹⁵³ δείχνει ότι, ενώ σχεδόν όλα τα 12 κράτη μέλη χωρίς παρέκκλιση βρίσκονται σε καλό δρόμο για την επίτευξη των στόχων του 2016, εκτιμάται ότι μόνο επτά από τα 16 κράτη μέλη με παρεκκλίσεις έχουν επιτύχει τον στόχο του 2010. Στην έκθεση αναφέρεται σημαντική αύξηση της παραγωγής αστικών αποβλήτων ως σημαντικός παράγοντας που εξηγεί τη βραδεία πρόοδο σε ορισμένες χώρες, δεδομένου ότι οι στόχοι μείωσης καθορίζονται σε σύγκριση με το συνολικό ποσό των αστικών αποβλήτων που δημιουργήθηκαν το 1995. Επιπλέον, οι παράνομοι χώροι υγειονομικής ταφής παραμένουν πρόβλημα σε ορισμένα κράτη μέλη¹⁵⁴.

Η πρόταση για την τροποποίηση¹⁵⁵ της οδηγίας περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων εισάγει απαγόρευση υγειονομικής ταφής για χωριστά συλλεγόμενα απόβλητα και περιορίζει το ποσοστό των αστικών απορριμμάτων σε ποσοστό 10%

¹⁵² Δέκα κράτη μέλη (Βουλγαρία, Κύπρος, Τσεχική Δημοκρατία, Εσθονία, Ελλάδα, Λετονία, Λιθουανία, Μάλτα, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβακία, Ηνωμένο Βασίλειο) έχουν λάβει παρέκκλιση τεσσάρων ετών ως το 2010, 2013 και το 2020.

¹⁵³ European Environment Agency (2013). EEA Report No2/2013. *Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁵⁴ Το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο επέβαλε πρόστιμα στην Ιταλία τον Δεκέμβριο του 2014 για μη συμμόρφωση 218 χώρων υγειονομικής ταφής με τη νομοθεσία της ΕΕ για τα απόβλητα. Το 2015, η Επιτροπή ξεκίνησε δικαστική διαδικασία κατά της Ελλάδας και της Ισπανίας σχετικά με τους παράνομους χώρους υγειονομικής ταφής.

α) Δελτίο Τύπου Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Βρυξέλλες, 10 Δεκεμβρίου 2015), «Διαχείριση αποβλήτων: η Επιτροπή παραπέμπει την ΕΛΛΑΔΑ στο Δικαστήριο της ΕΕ για την παράνομη υγειονομική ταφή», – διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6224_en.htm , Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

β) Δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Δελτίο Τύπου αριθμ. 163/14, Απόφαση στην υπόθεση C-196/13, Επιτροπή κατά Ιταλίας, «Η Ιταλία υποχρεούται να καταβάλει χρηματικές ποινές για μη συμμόρφωση προς απόφαση του Δικαστηρίου του 2007 με την οποία διαπιστώνεται παράβαση των οδηγιών περί αποβλήτων», Λουξεμβούργο, 2 Δεκεμβρίου 2014 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2014-12/cp140163en.pdf> , Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁵⁵ ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, COM(2015) 594, Βρυξέλλες, 2/12/2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1452152827375&uri=CELEX:52015PC0594> – Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

έως το 2030. Για να εξασφαλιστεί η συνοχή με τους στόχους που καθορίζονται στην οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα, δίνεται παράταση πέντε επιπλέον έτη για να επιτευχθεί ο στόχος. Η πρόταση απαιτεί από την Επιτροπή να εξετάσει, μέχρι το τέλος του 2024, εάν μπορεί να τεθεί ένας πιο φιλόδοξος στόχος.

3.3.3. Οδηγία για τις συσκευασίες

Η οδηγία του 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας¹⁵⁶ έχει ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και τη διασφάλιση της λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς. Απαιτεί από τα κράτη μέλη να λαμβάνουν μέτρα για την πρόληψη των απορριμμάτων συσκευασίας και την ανάπτυξη συστημάτων επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών. Η αρχική οδηγία του 1994 και η τροποποιημένη έκδοση από το 2004 καθόρισαν στόχους όσον αφορά την ανάκτηση και την ανακύκλωση απορριμμάτων συσκευασίας. Οι στόχοι που καθορίστηκαν το 2004, οι οποίοι πρέπει να πληρούνται μέχρι το 2008 (εκτός από τα κράτη μέλη με παρέκκλιση)¹⁵⁷, αφορούν τα συνολικά ποσοστά ανάκτησης και ανακύκλωσης (60% και 55-80% αντίστοιχα) και τα ελάχιστα ποσοστά ανακύκλωσης για συγκεκριμένα υλικά: γυαλί (60%), το χαρτί και το χαρτόνι (60%), τα μέταλλα (50%), τα πλαστικά (22,5%) και το ξύλο (15%). Η οδηγία τροποποιήθηκε το 2015 για να εισαχθούν απαιτήσεις σχετικά με τις ελαφριές πλαστικές σακούλες μεταφοράς¹⁵⁸.

Στην έκθεσή της η ΕΕ το 2014¹⁵⁹ σχετικά με τον έλεγχο «ικανότητας» πέντε οδηγιών για τις ροές αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καταλήγει στο

¹⁵⁶ ΟΔΗΓΙΑ 94/62/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 20ής Δεκεμβρίου 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας – διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01994L0062-20150526> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁵⁷ Δεκαέξι κράτη μέλη διαθέτουν παρεκκλίσεις για την επίτευξη των στόχων του 2008. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/0/02/First_and_second_stage_targets_and_the_years_in_which_the_targets_must_be_achieved.JPG

¹⁵⁸ ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2015/720 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 29ης Απριλίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης λεπτών πλαστικών σακουλών μεταφοράς – διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2015.115.01.0011.01.ENG, - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁵⁹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, SWD/2014/0209 final, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Ex-post evaluation of Five Waste Stream Directives Accompanying the document Proposal for a Directive of

συμπέρασμα ότι οι στόχοι έχουν επιτευχθεί γενικά, με μεγάλο αριθμό κρατών μελών να υπερβαίνουν τους στόχους και μόνο μερικά κράτη μέλη που υστερούν, ωστόσο υπάρχουν ορισμένες αβεβαιότητες σχετικά με την ποιότητα των δεδομένων που παρέχουν τα κράτη μέλη. Ωστόσο, η έκθεση επισημαίνει ότι το μερίδιο αγοράς των επαναχρησιμοποιήσιμων οικιακών συσκευασιών μειώνεται και εντοπίζει πιθανές συγκρούσεις μεταξύ συστημάτων επαναχρησιμοποίησης συσκευασιών και συστημάτων ανακύκλωσης.

Η πρόταση για την τροποποίηση της οδηγίας¹⁶⁰ για τις συσκευασίες θέτει στόχους για το μερίδιο των απορριμμάτων συσκευασίας που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση έως το 2025 και το 2030, με συγκεκριμένους στόχους για διάφορα υλικά συσκευασίας. Παρόλο που δεν προτείνεται στόχος για το 2030 για πλαστικές συσκευασίες, η Επιτροπή δύναται να προτείνει ένα μεταγενέστερο στάδιο, με βάση την επισκόπηση της προόδου προς τον στόχο, την εξέλιξη της αγοράς πλαστικών συσκευασιών και την ανάπτυξη τεχνολογιών ανακύκλωσης.

Πίνακας 1: Προτεινόμενοι στόχοι διαχείρισης αποβλήτων¹⁶¹

	2025	2030
Ποσοστό των αστικών αποβλήτων που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	60%	65%
Ποσοστό των αστικών αποβλήτων που πηγαίνουν προς υγειονομική ταφή	/	10%
Ποσοστό όλων των απορριμμάτων συσκευασίας που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	65%	75%
Ποσοστό των αποβλήτων από πλαστικές συσκευασίες που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	55%	/

the European Parliament and of the Council reviewing the targets in Directives 2008/98/EC on waste, 94/62/EC on packaging and packaging waste, and 1999/31/EC on the landfill of waste, amending Directives 2000/53/EC on end-of-life vehicles, 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators, and 2012/19/EC on waste electrical and electronic equipment, Βρυξέλες 2/7/2017, - διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014SC0209> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶⁰ ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, COM(2015) 596, Βρυξέλες, 2.12.2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015PC0596&from=EN> –

Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

¹⁶¹ Πηγή: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm - Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

Ποσοστό απορριμμάτων συσκευασίας ξύλου προετοιμασμένο για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	60%	75%
Ποσοστό αποβλήτων συσκευασίας σιδηρούχων μετάλλων που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	75%	85%
Ποσοστό απορριμμάτων συσκευασίας αλουμινίου προετοιμασμένα για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	75%	85%
Ποσοστό απορριμμάτων συσκευασίας από γυαλί που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	75%	85%
Ποσοστό απορριμμάτων συσκευασίας από χαρτί και χαρτόνι που προετοιμάζεται για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	75%	85%

3.3.4. Οδηγίες για τα ΟΤΚΖ, τις ηλεκτρικές στήλες και του συσσωρευτές, και τα ΑΗΗΕ

Η οδηγία του 2000 για τα ΟΤΚΖ¹⁶² στοχεύει στην εξασφάλιση της κατάλληλης διαχείρισης τους στην ΕΕ. Ενθαρρύνει τους κατασκευαστές και τους εισαγωγείς να περιορίσουν τη χρήση επικίνδυνων ουσιών και να αναπτύξουν την ενσωμάτωση των ανακυκλωμένων υλικών. Η οδηγία θέτει στόχους για ανάκτηση και ανακύκλωση που πρέπει να επιτευχθούν έως το 2006 και το 2015¹⁶³. Στην έκθεσή της η ΕΕ το 2014 σχετικά με τον έλεγχο «ικανότητας» των ροών αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρει ότι, μολονότι τα κράτη μέλη βρίσκονται σε καλό δρόμο για την επίτευξη των στόχων του 2015, η συλλογή και επεξεργασία από παράνομους φορείς και η παράνομη αποστολή ΟΤΚΖ παραμένουν σημαντικές προκλήσεις εφαρμογής.

Η οδηγία του 2006 για τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές¹⁶⁴ στοχεύει στη βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων και των περιβαλλοντικών επιδόσεων των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών καθώς και στη διασφάλιση της λειτουργίας της ενιαίας αγοράς μέσω της θέσπισης κανόνων συλλογής,

¹⁶² ΟΔΗΓΙΑ 2000/53/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02000L0053-20130611> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶³ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους στόχους για τα ΟΤΚΖ βλέπε στον ιστότοπο της Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams/elvs> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶⁴ ΟΔΗΓΙΑ 2006/66/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 6ης Σεπτεμβρίου 2006 σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας 91/157/ΕΟΚ, - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0066-20131230> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

ανακύκλωσης, επεξεργασίας και απόρριψης. Ορίζει επίσης οριακές τιμές για ορισμένες επικίνδυνες ουσίες (ιδίως υδράργυρο και κάδμιο) σε ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές. Η οδηγία προβλέπει τη δημιουργία διευρυμένων καθεστώτων ευθύνης του παραγωγού και καθορίζει τους στόχους¹⁶⁵ ανακύκλωσης και συλλογής που πρέπει να επιτευχθούν έως το 2010, το 2012 και το 2016. Στην έκθεσή της η ΕΕ το 2014 σχετικά με τον έλεγχο «ικανότητας» των ροών αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε συνοπτικά την εφαρμογή των στόχων ποσοστού συλλογής¹⁶⁶ στα κράτη μέλη και ανέφερε ότι τέσσερα κράτη μέλη δεν συμμορφώθηκαν με την οδηγία.

Η οδηγία για τα ΑΗΗΕ¹⁶⁷, η οποία επικαιροποιήθηκε το 2012, ορίζει αυξητικούς στόχους για διάφορες πτυχές: ελάχιστοι συντελεστές χωριστής συλλογής, ανάκτησης και ανακύκλωσης / προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση.

Το πακέτο κυκλικής οικονομίας υπογραμμίζει το σημαντικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει ο σχεδιασμός και αυτό αντικατοπτρίζεται στο σχέδιο δράσης το οποίο αναφέρει ότι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα δώσει έμφαση στις πτυχές της κυκλικής οικονομίας στις μελλοντικές απαιτήσεις σχεδιασμού προϊόντων βάσει της Οδηγίας για τον Οικολογικό Σχεδιασμό¹⁶⁸, της αποδοτικότητας και της περιβαλλοντικής απόδοσης των συνδεόμενων με την ενέργεια προϊόντων. Κατά τη σύνταξη των εκτελεστικών μέτρων στο μέλλον, θα ληφθούν υπόψη ζητήματα όπως η δυνατότητα αποκατάστασης, η ανθεκτικότητα, η αναβάθμιση, η δυνατότητα ανακύκλωσης ή η ταυτοποίηση ορισμένων υλικών ή ουσιών¹⁶⁹. Αυτά τα θέματα θα αναλυθούν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε βάση προϊόντων ανά νέο προϊόν σε

¹⁶⁵ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους στόχους για τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές βλέπε στον ιστότοπο της Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams/batteries> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶⁶ Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Βρυξέλες 2/7/2017), SWD/2014/0209 final- διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014SC0209> - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶⁷ ΟΔΗΓΙΑ 2012/19/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019&qid=1434032353636> – Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁶⁸ ΟΔΗΓΙΑ 2009/125/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Οκτωβρίου 2009 για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεόμενα με την ενέργεια προϊόντα – διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125> – Προσπελάστηκε στις 3/12/2017

¹⁶⁹ Πληροφορίες για το νομικό πλαίσιο της Οδηγίας 2009/125/ΕΚ. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en - Προσπελάστηκε στις 3/12/2017

νέα προγράμματα εργασίας και αναθεωρήσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και τις προκλήσεις των διαφόρων προϊόντων (όπως οι κύκλοι καινοτομίας) και σε στενή συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Τα προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια, και ιδίως τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια, έχουν μεγάλες δυνατότητες να συμβάλλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των υλικών στην ΕΕ, για παράδειγμα με την παραγωγή σχετικών ποσοτήτων υψηλής ποιότητας ροών δευτερογενών πολύτιμων μετάλλων¹⁷⁰.

Αρκετές μελέτες σχετικά με διάφορες ομάδες προϊόντων έχουν δείξει ότι οι απαιτήσεις για την αποδοτικότητα υλικών στο πλαίσιο του οικολογικού σχεδιασμού θα μπορούσαν να αποφέρουν περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό απεδείχθη, για παράδειγμα, για την ανακυκλωσιμότητα των ηλεκτρονικών οθονών¹⁷¹, την ανακυκλωσιμότητα των εμπορικών ψυκτικών συσκευών, της αντοχής των πλυντηρίων ρούχων¹⁷² και των ηλεκτρικών σκουπών¹⁷³.

3.4. Διευρυμένη ευθύνη του Παραγωγού – (EPR)

Τα εκτεταμένα συστήματα ευθύνης του παραγωγού υπονοούν ότι οι παραγωγοί αναλαμβάνουν την οικονομική ή / και οργανωτική ευθύνη για τη συλλογή ή την ανάκτηση των χρησιμοποιημένων αγαθών, καθώς και τη διαλογή και επεξεργασία για την ανακύκλωσή τους. Η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα θέτει αρχές σχετικά με την εφαρμογή των καθεστώτων για την ευθύνη των παραγωγών στα κράτη μέλη. Τρεις κατευθυντήριες οδηγίες για τα ρεύματα (ΟΤΚΖ, ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές, ΑΗΗΕ) εισάγουν την διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού ως πολιτική προσέγγιση. Χρησιμοποιείται επίσης για συσκευασίες και άλλες ροές αποβλήτων σε διαφορετικά επίπεδα στα κράτη μέλη. Σύμφωνα με την Επιτροπή και

¹⁷⁰ Chancerel P., et al. (2009), "Assessment of Precious Metal Flows During Preprocessing of Waste Electrical and Electronic Equipment," Journal of Industrial Ecology, vol. 13, pp. 791-810

¹⁷¹ Ardente, F. Mathieux, F., Recchioni, M (2014). *Recycling of electronic displays: analysis of pre-processing and potential ecodesign improvements*. Resource, Conservation and Recycling. Vol. 92, pp. 158-171.

¹⁷² Ardente, F. Mathieux F. (2014). *Environmental assessment of the durability of energy-using products: Method and application*. Journal of Cleaner Production, Vol. 74, pp. 62-73.

¹⁷³ Bobba, S., Ardente, F., Mathieux, F. (2016), *Environmental and economic assessment of durability of energy-using products: Method and application to a case-study vacuum cleaner*. Journal of Cleaner Production, Vol. 137, pp. 762-776

τα ενδιαφερόμενα μέρη, τα συστήματα της ευθύνης του παραγωγού αποτελούν την κύρια κινητήρια δύναμη για την επίτευξη των στόχων που καθορίζονται στην οδηγία για τις συσκευασίες, αν και ελλείψει απαιτήσεων, η αποτελεσματικότητά τους ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό. Μια έκθεση του ΟΟΣΑ του 2016¹⁷⁴ επισημαίνει ότι, ενώ τα προγράμματα για την διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού συνέβαλαν στη μείωση της υγειονομικής ταφής και στην αύξηση της ανακύκλωσης, είχαν περιορισμένες επιπτώσεις στην προώθηση του οικολογικού σχεδιασμού.

Αν και η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού είναι θεωρητικά ατομική υποχρέωση, στην πράξη οι παραγωγοί συχνά ασκούν αυτή την ευθύνη συλλογικά μέσω των «οργανώσεων ευθύνης του παραγωγού» - “Producer Responsibility Organizations” - (PROs). Μια έκθεση που δημοσιεύθηκε το 2014 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή¹⁷⁵ εξετάζει τις διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των PROs μεταξύ των κρατών μελών και των έξι ροών αποβλήτων. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα συστήματα με τις καλύτερες επιδόσεις δεν είναι τα πιο ακριβά και ότι κανένα μοντέλο EPR δεν αναδεικνύεται ως το καλύτερο αποτέλεσμα και το πιο οικονομικό.

¹⁷⁴ OECD (15 Μαΐου 2015), “Policy Guidance on Resource Efficiency” - διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/policy-guidance-on-resource-efficiency_9789264257344-en - Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

¹⁷⁵ Ευρωπαϊκή Επιτροπή - DG Environment Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR), διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/target_review/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf – Προσπελάστηκε στις 19/11/2017

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

4.1. Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας

Η βιώσιμη ανάπτυξη και τα περιβαλλοντικά ζητήματα έχουν συγκεντρώσει την προσοχή τόσο του κοινού όσο και των επιχειρήσεων. Ένα ευρύ φάσμα εταιρειών έχει υιοθετήσει ατζέντες βιωσιμότητας για να συμβάλει στην βιώσιμη ανάπτυξη και να διαχειριστεί τη σχέση τους με το περιβάλλον¹⁷⁶. Η έρευνα δείχνει ότι οι εταιρείες τείνουν να εφαρμόζουν στρατηγικές που δεν αμφισβητούν την έννοια της συνήθους επιχειρηματικής δραστηριότητας, η οποία μακροπρόθεσμα δεν αλλάζει τη σχέση των εταιρειών με το περιβάλλον¹⁷⁷. Μια βιώσιμη στρατηγική σημαίνει ότι η σχέση της εταιρείας με το περιβάλλον είναι ολοκληρωμένη και διαχειρίζεται σε όλη την αλυσίδα αξίας, όπου τα συστήματα πληροφοριών και ελέγχου που υποστηρίζουν το σκεπτικό του κύκλου ζωής αποτελούν κεντρικά στοιχεία της στρατηγικής¹⁷⁸. Ωστόσο, οι επιχειρήσεις συχνά υποκινούνται από νομοθετικούς ή ανταγωνιστικούς παράγοντες και όχι από τις ολοκληρωμένες αξίες βιωσιμότητας¹⁷⁹. Αυτό σημαίνει επίσης ότι οι περιβαλλοντικές πληροφορίες δεν διαχειρίζονται συστηματικά σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας της εταιρείας.

Ένα κεντρικό μέλημα στη μετάβαση προς μια πιο βιώσιμη διαχείριση στις επιχειρήσεις είναι η αποδοτικότητα των πόρων. Η ζήτηση για πόρους έχει τετραπλασιαστεί τα τελευταία 50 χρόνια και επίσης τα αποθέματα έχουν οι μεγάλες αποθέσεις έχουν ήδη διερευνηθεί αρχίσει να φθίνουν σημαντικά¹⁸⁰. Η έλλειψη πόρων και οι επιπτώσεις στα παρθένα υλικά είναι δύο σημαντικά κίνητρα για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των πόρων¹⁸¹, η οποία σημειώνεται

¹⁷⁶ Mårtensson K., K. Westerberg, (2014). "Corporate Environmental Strategies Towards Sustainable Development," Business Strategy and the Environment, vol. 25, pp. 1-9

¹⁷⁷ Springett D., (2003). "Business conceptions of sustainable development: a perspective from critical theory," Business Strategy and the Environment, vol. 16, pp. 339-353

¹⁷⁸ Haigh N. and A. Griffiths, (2009). "The natural environment as a primary stakeholder: the case of climate change," Business Strategy and the Environment, vol. 18, pp. 347-359

¹⁷⁹ Paulraj A., (2009). "Environmental motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices," Business strategy and the Environment, vol. 18, pp. 453-468

¹⁸⁰ Allwood J. M., M. F. Ashby, T. G. Gutowski and E. Worrell, (2011). "Material efficiency: A white paper," Resources, Conservation and Recycling, no. 55, pp. 362-381

¹⁸¹ Graedel T., J. Allwood, J. Birat, B. Reck, S. Sibley, S. G., M. Buchert and C. Hagelüken, (2011). "Recycling Rates of Metals - A Status Report, A Report of the Working Group on Global Metal Flows to the International Resource Panel," UNEP. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://www.resourcepanel.org/reports/recycling-rates-metals> - Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

επίσης από την ΕΕ η οποία επισημαίνει την αποτελεσματικότητα των πόρων ως μία από τις επτά εμβληματικές πρωτοβουλίες της στη στρατηγική «Ευρώπη 2020»¹⁸².

Προκειμένου να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες της κυκλικής οικονομίας, χρειάζονται επιχειρησιακά μοντέλα για βιώσιμη ανάπτυξη, όπου συνυπάρχουν οικονομικές, περιβαλλοντικές, τεχνολογικές και κοινωνικές πτυχές¹⁸³. Η κυκλική οικονομία σχετίζεται άρρηκτα με τις αρχές της "Μείωσης, Επέκτασης διάρκειας ζωής, Επαναχρησιμοποίησης, Ανακαίνισης και Ανακύκλωσης"¹⁸⁴ και επίσης συνδέεται με την ιεραρχία των αποβλήτων που παρουσιάζει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή¹⁸⁵. Υπάρχουν καλά τεκμηριωμένα περιβαλλοντικά οφέλη που συνδέονται τόσο με την επαναχρησιμοποίηση (επίπεδο προϊόντος και συστατικού) όσο και με την ανακύκλωση (επίπεδο υλικών) καθώς οι ενσωματωμένοι πόροι και η ενέργεια εξοικονομούνται σε σύγκριση με τη χρήση πρωτογενών πόρων.

4.2. Διαχείριση του προϊόντος

Στη βιώσιμη παραγωγή, ο παραγωγός επεκτείνει το έργο του πέρα από τις δικές του διαδικασίες και προϊόντα και διευρύνει την εστίασή του από οικονομικά οφέλη σε περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές¹⁸⁶. Η βιώσιμη παραγωγή περιλαμβάνει πολλές πτυχές της βιωσιμότητας, όπως η μοντελοποίηση και η

¹⁸² ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ (2011).

«Χάρτης πορείας για μια αποδοτική, από πλευράς πόρων, Ευρώπη». COM(2011) 571, Βρυξέλλες, 20.9.2011 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0571> – Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

¹⁸³ Mathews J. and H. Tan, (2011). "Progress towards a circular economy: the drivers and inhibitors of eco-industrial initiative," Journal of Industrial Ecology, vol. 15, pp. 435-457

¹⁸⁴ Su B., A. Heshmati, Y. Geng and X. Yu, (2013) "A review of the circular economy in China: moving from rethoric to implementation," Journal of Cleaner Production, vol. 42

¹⁸⁵ ΟΔΗΓΙΑ 2008/98/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32008L0098> – Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

¹⁸⁶ Joung C. B., J. Carrell, P. Sarkar and S. C. Feng. 2012) "Categorization of indicators for sustainable manufacturing," Ecological Indicators, vol. 24, pp. 148-157.

βελτιστοποίηση¹⁸⁷, η ανακατασκευή¹⁸⁸, βιώσιμες εφοδιαστικές αλυσίδες¹⁸⁹, αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα και αλυσίδες εφοδιασμού κλειστού βρόχου¹⁹⁰.

Τα μελλοντικά συστήματα παραγωγής είναι πιθανό να βασίζονται σε στρατηγικές που διευκολύνουν τη βιώσιμη ανάπτυξη, έτσι ώστε η περιβαλλοντική ποιότητα των μελλοντικών γενεών να συμβαδίζει με την ανάπτυξη των επιχειρήσεων¹⁹¹. Αυτό σημαίνει την επέκταση της παραδοσιακής εστίασης στις διαδικασίες παραγωγής στο εσωτερικό του εργοστασίου όσον αφορά τη διαχείριση του κύκλου ζωής, η οποία προϋποθέτει προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακατασκευή, ανακύκλωση ή τελική ασφαλή διάθεση ήδη στη φάση της κατασκευής. Η ανακύκλωση και η διαχείριση των προϊόντων είναι ταχέως αναπτυσσόμενοι τομείς που έχουν όλο και σημαντικότερο ρόλο για τη διατήρηση των πόρων στην παραγωγή¹⁹².

Ο όρος «Διαχείριση Προϊόντων» ερμηνεύεται διαφορετικά, αλλά συχνά συνδέεται με την έννοια της Εκτεταμένης Ευθύνης του Παραγωγού (EPR). Η «διαχείριση» που σχετίζεται με την περιβαλλοντική διαχείριση αναφέρθηκε για πρώτη φορά από την Ένωση Καναδικών Χημικών Παραγωγών στα τέλη της δεκαετίας του 1970¹⁹³, αλλά επανεμφανίστηκε στη δεκαετία του 1990 σε σχέση με την υλική ευθύνη¹⁹⁴.

Η έννοια του όρου «Διαχείριση Προϊόντων (PS)» εξελίχθηκε από την ευθύνη διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων σε μια ευρύτερη εστίαση στη διατήρηση

¹⁸⁷ Jayal A., F. Badurdeen, O. Dillon and I. Jawahir. (2010) "*Sustainable manufacturing: Modelling an optimization challenges at the product, process and system levels*," CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, vol. 2, pp. 144-152,

¹⁸⁸ Nasr N., B. Hilton and R. German. (2011) "*A framework for sustainable production and a strategic approach to a key enabler: remanufacturing*," Advances in Sustainable Manufacturing, vol. 5, pp. 191-196

¹⁸⁹ Shuaib M., H. Metta, T. Lu, F. Badurdeen, I. Jawahir and T. Goldsby. (2011), "*Design and performance evaluation of sustainable supply chains: Approach and methodologies*," Advances in Sustainable Manufacturing, vol. 8, pp. 347-352.

¹⁹⁰ Jaber M., A. El Saadany and M. Rosen. (2011) "*A simple price-driven reverse logistics system with entropy and exergy costs*," International Journal of Exergy, vol. 9, pp. 486-502.

¹⁹¹ Rosen M. A. and H. A. Kishawy. (2012) "*Sustainable Manufacturing and Design: Concepts, Practices and Needs*," Sustainability, vol. 4, pp. 154-174.

¹⁹² Lane R. and M. Watson. (2012) "*Stewardship of things: The radical potential of product stewardship for re-framing responsibilities and relationships to products and materials*," Geoforum, vol. 43, pp. 1254-1265.

¹⁹³ Lewis H. (2005) "*Defining product stewardship and sustainability in the Australian packaging industry*," Environmental Science and Policy, vol. 8, pp. 45-55.

¹⁹⁴ Hart S. (1995) "*A natural-resource-based view of the firm*," Academy of Management Review, vol. 20, pp. 986-1014.

των πόρων. Οι προσεγγίσεις του όρου έχουν αλλάξει τη σχέση μεταξύ του κοινωνικού και υλικού κόσμου¹⁹⁵ και έχουν προκύψει νέοι βιομηχανικοί τομείς από αυτές τις πρωτοβουλίες και έχουν οδηγήσει στη δημιουργία εταιρικών σχέσεων¹⁹⁶.

Οι συμφωνίες για τη «Διαχείριση Προϊόντων (PS)» είτε καθοδηγούνται από την κυβέρνηση ή τη βιομηχανία και έχουν εμπλακεί σε κάποια μορφή συνεργασίας μεταξύ αυτών των δύο φορέων¹⁹⁷.

4.3. Αυτοκινητοβιομηχανία

Το 2010, ο ΟΙCΑ εκτιμά ότι σε παγκόσμιο επίπεδο κυκλοφορούν ένα δισεκατομμύριο αυτοκίνητα, γεγονός που καθιστά την αυτοκινητοβιομηχανία έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές μετάλλων¹⁹⁸. Η επιλογή υλικού για τα περίπου 10.000 μέρη που συνθέτουν ένα αυτοκίνητο έχει μεγάλη επίδραση στις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης και η τάση είναι ότι τα μέταλλα αντικαθίστανται από σύνθετα υλικά¹⁹⁹. Ο μέσος χρόνος ζωής των αυτοκινήτων είναι 10-12 χρόνια στην ΕΕ και το 2010, 40,2 εκατομμύρια και 7,8 εκατομμύρια αυτοκίνητα έφθασαν στο τέλος της ζωής τους παγκοσμίως και στην ΕΕ αντίστοιχα, που αντιστοιχεί στο 5% των βιομηχανικών αποβλήτων του κόσμου²⁰⁰.

Η οδηγία ΟΤΚΖ κέρδισε πολιτική εστίαση στις αρχές της δεκαετίας του 1990, γεγονός που βοήθησε στην εγκαθίδρυση μιας αγοράς ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης εξαρτημάτων και εξαρτημάτων, η οποία προωθούσε νέους προμηθευτές, διυλιστήρια και εργοστάσια ανακύκλωσης αυτοκινήτων. Η ανάπτυξη της πολυπλοκότητας των μερών και των υλικών έχει καταστήσει δυσχερέστερη την

¹⁹⁵ Bridge G. (2009) "Material worlds: natural resources, resource geography and the material economy," *Geography Compass*, vol. 3, pp. 1217-1244, 2009.

¹⁹⁶ Schroeder H. (2013) "Trends in Recycling and Product Stewardship: A Case for Enterprise Information Systems," *Sustainability: The Journal of Record*, vol. 6, no. 6, pp. 320-326.

¹⁹⁷ Jensen, J.P., Remmen, A. (3-5 October 2016) "Enabling circular economy through product stewardship". 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Stellenbosch, South Africa

¹⁹⁸ Ohno H., K. Matsubae, K. Nakajima, Y. Kondo, S. Nakamura and T. Nagasaka. (2015). "Toward the efficient recycling of alloying elements from end of life vehicle steel scrap," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 100, pp. 11-20.

¹⁹⁹ Lashlem A., D. Wahab, S. Abdullah and C. Che Haron. (2013) "A Review on End-of-Life Vehicle Design Process and Management," *Journal of Applied Sciences*, vol. 13, no. 5, pp. 654-662.

²⁰⁰ Widmer R., X. Du, O. Haag, E. Restrepo and P. A. Wäger. (2015) "Scarce Metals in Conventional Passenger Vehicles and End-of-Life Vehicle Shredder Output," *Environmental Science and Technology*, vol. 49, pp. 4591-4599.

ανακύκλωση υψηλής αξίας και από άποψη διαχείρισης αποβλήτων οι ανησυχίες σχετικά με τις οδηγίες είναι διττές: περίπου το 25% των αποβλήτων θεωρείται επικίνδυνο, και υπάρχουν προκλήσεις στην διατήρηση υλικών υψηλής αξίας από το προϊόν διαχωρίζοντας διαφορετικά κράματα μετάλλων²⁰¹.

4.3.1. Η οδηγία για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε επισήμως την οδηγία ΟΤΚΖ το 2000, η οποία ρυθμίζει τώρα τη νομοθεσία στην αυτοκινητοβιομηχανία, και κάνει την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση φιλική προς το περιβάλλον²⁰². Από τότε βελτιώθηκε περαιτέρω για να αποσαφηνίσει τις νομικές πτυχές, τις εθνικές πρακτικές και τις συστάσεις. Αρκετοί κατασκευαστές συνεργάστηκαν για την ανάπτυξη του συστήματος πληροφοριών εσωτερικής αποσυναρμολόγησης (IDIS) - κοινής πλατφόρμας λογισμικού για την εκπλήρωση των νομικών υποχρεώσεων της οδηγίας²⁰³. Η βάση δεδομένων IDIS δημιουργήθηκε για να βοηθήσει στην αποσυναρμολόγηση των τμημάτων με τον ταχύτερο και λιγότερο περίπλοκο τρόπο - και επομένως πιο οικονομικό. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι η ταυτοποίηση οικονομικά ανακυκλώσιμων πλαστικών μερών, καθώς όλα τα πλαστικά μέρη που υπερβαίνουν τα 100 γραμμάρια κωδικοποιούνται για να εξασφαλίζεται η συστηματική ανακύκλωση. Αυτό έχει προωθήσει τις καινοτομίες στην αυτοκινητοβιομηχανία που υποστηρίζουν την «ανακύκλωση κλειστού βρόχου», όπου ορισμένα υλικά επανέρχονται στα αυτοκίνητα ως δευτερογενή πρώτη ύλη²⁰⁴ και συμβάλλουν: στην πρόληψη της χρήσης επικίνδυνων υλικών (μείωση κατά 96-99,99%), στην ενημέρωση σχετικά με τα μέρη και τα συστατικά στοιχεία, στη διασφάλιση πληροφοριών για τους καταναλωτές και τους

²⁰¹ Simic V. (2013) "End-of-life vehicle recycling - A review of the state-of-the-art".

²⁰² ΟΔΗΓΙΑ 2000/53/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0053> – Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

²⁰³ European Commission - DG Environment (2014), "Ex-post evaluation of certain waste stream Directives," European Commission, Brussels. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52014SC0209> – Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

²⁰⁴ BMW Group (2004) "Recycling of end-of-life vehicles," BMW Group, München. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.bmw-me.com/en/topics/offers-and-services/personal-services/recycling.html> - Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

οργανισμούς θεραπείας, στη σημαντική βελτίωση και αυξημένη προθυμία ενσωμάτωσης των ανακυκλωμένων υλικών στο σχεδιασμό²⁰⁵.

4.4. Βιομηχανία πλοίων

Η αυξημένη ζήτηση για εμπορικές μεταφορές οδήγησε σε αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των πλοίων. Τα πλοία έχουν διάρκεια ζωής 20 έως 30 χρόνια, μετά την οποία συνήθως πωλούνται και αποσυναρμολογούνται για να ανακτήσουν χάλυβα και άλλα πολύτιμα εξαρτήματα²⁰⁶. Η αποτίμηση ενός πλοίου καθώς μεγαλώνει είναι πολύπλοκη, αλλά η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δηλώνει ότι «οι ναύλοι καθορίζουν πότε πρέπει να καταργηθούν, το κόστος εργασίας καθορίζει πού να σπάσει, οι τιμές του χάλυβα καθορίζουν το μέγεθος του κέρδους του πλοιοκτήτη»²⁰⁷.

Η αποσυναρμολόγηση των πλοίων ήταν κοινή στη Νότια Ευρώπη και τις ΗΠΑ στη δεκαετία του 1940 έως τη δεκαετία του 1960, αλλά μεταφέρθηκε τώρα σε χώρες όπως η Ινδία, το Μπαγκλαντές και το Πακιστάν. Τα σκάφη διάλυσης έχουν προσελκύσει το κοινό και την πολιτική προσοχή, καθώς αφήνει μεγάλα περιβαλλοντικά αποτυπώματα εάν χειρίζονται με μη ελεγχόμενους τρόπους²⁰⁸.

Τα πλοία μπορούν να περιέχουν μεγάλες ποσότητες τοξικών και επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και τους ανθρώπους. Ωστόσο, μέχρι 95% των πλοίων (κυρίως χάλυβα, αλουμίνιο και χαλκός) επαναχρησιμοποιούνται ή ανακυκλώνονται. Τα πλοία που κατασκευάστηκαν στη δεκαετία του 1980 περιέχουν υλικά που είναι περιορισμένα και απαγορεύονται σήμερα, δηλαδή αμίαντος και βαρέα μέταλλα²⁰⁹. Η διάθεση

²⁰⁵ Gupta S. M. and A. Pandit. (2015) *"A strategic approach in making end-of-life decisions for ships"* Boston.

²⁰⁶ Rossi V. (2011) *"The Dismantling of End-of-Life Ships: The Hong Kong Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships,"*

²⁰⁷ European Commission (2007) - Directorate General Environment (2007), *"Ship Dismantling and Pre-cleaning of Ships: Final report,"*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://ec.europa.eu/environment/waste/ships/pdf/ship_dismantling_report.pdf - Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

²⁰⁸ Lloyd's Register Marine. (2014) *"A Guide to the Inventory of Hazardous Materials (IHM),"* Lloyd's Register Marine.

²⁰⁹ Rossi V. (2011) *"The Dismantling of End-of-Life Ships: The Hong Kong Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships"*

επικίνδυνων αποβλήτων διέπεται από την ισχύουσα Σύμβαση της Βασιλείας του 1989²¹⁰.

4.4.1. Η σύμβαση του Hong Kong

Το σπάσιμο των πλοίων έχει κερδίσει όλο και περισσότερο δημόσια και πολιτική προσοχή. Το 2009, ο IMO εισήγαγε τη σύμβαση του Χονγκ Κονγκ (ΗΚΚ), η οποία περιελάμβανε κατάλογο των επικίνδυνων υλικών (ΙΗΜ), η οποία θα επιτρέψει μια προσέγγιση “cradle – to – grave” για την ανακύκλωση των πλοίων, με έμφαση στην αποφυγή επικίνδυνων υλικών στα νέα πλοία²¹¹. Ο κατάλογος είναι κεντρικής σημασίας στην ΗΚΚ ως έγγραφο που περιέχει κατάλογο των υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πλοίων, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που είναι δυνητικά επικίνδυνα για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον. Ο κατάλογος συνοδεύει το πλοίο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του και καταγράφονται οι αλλαγές. Ο τελικός ιδιοκτήτης αναμένεται να παραδώσει τον κατάλογο αυτό με το πλοίο στον ανακυκλωτή και ουσιαστικά όλα τα υλικά μπορούν να ανακυκλωθούν ή να χρησιμοποιηθούν τοπικά²¹². Το 2013 τέθηκε σε ισχύ και ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός Ανακύκλωσης Πλοίων, ο οποίος τονίζει επίσης την τεκμηρίωση υλικών και ιδιαίτερα επικίνδυνων υλικών επί του πλοίου. Ο κανονισμός ισχύει για όλα τα πλοία των 500 GT και άνω, τα οποία περιλαμβάνουν 55.000 υπάρχοντα πλοία και όλα τα νέα πλοία²¹³.

4.5. Βιομηχανία αεροσκαφών

Ένα νέο αεροσκάφος έχει υπολογιζόμενη ζωή σχεδιασμού 20 έως 30 ετών, μετά την οποία ιστορικά είτε αποθηκεύεται είτε καταστρέφεται και ανακυκλώνεται²¹⁴. Ένας σημαντικός αριθμός αεροσκαφών αποθηκεύεται σε

²¹⁰ Hiremath A. M., S. K. Pandey, D. Kumar and S. R. Asolekar. (2014) “*Ecological Engineering, Industrial Ecology and Eco-Industrial Networking Aspects of Ship Recycling Sector in India*,” Bombay.

²¹¹ European Commission Directorate General Environment (2007), “Ship Dismantling and Pre-cleaning of Ships: Final report,”.

²¹² International Maritime Organization, “Hong Kong Convention” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Pages/Default.aspx> - Προσπελάστηκε στις 4/12/2017

²¹³ DNV-GL (2014), “*Guide on Smarter, Safer, Greener Maritime Future*,”

²¹⁴ Chandler C. (March 2013) “Aircraft Recycling - Going green and growing,” Turbine Technology, pp. 18-24.

«νεκροταφεία αεροσκαφών», γεγονός που μπορεί να είναι μια δαπανηρή στρατηγική λαμβάνοντας υπόψη τα έσοδα από τις τιμές διάσωσης και τη χρήση της γης²¹⁵. Ωστόσο, η πραγματική διάρκεια ζωής μειώνεται με τα αεροσκάφη ηλικίας κάτω των 15 ετών ή λιγότερο να διαλύονται²¹⁶. Παλαιότερα, τα αεροσκάφη μεγάλης ηλικίας που φτάνουν στο τέλος της «ζωής τους» καθορίζονταν από τα ημερολογιακά έτη και τις ώρες λειτουργίας, αλλά σήμερα, εξελιγμένα μοντέλα αναλύουν τη σχετική αξία ενός αεροσκάφους για τον προσδιορισμό της διάρκειας ζωής²¹⁷. Οι εκτιμήσεις αναφέρουν ότι μεταξύ 8.500-12.500 αεροσκαφών θα είναι στα τέλη υπηρεσίας κατά τη διάρκεια των επόμενων 20 ετών²¹⁸.

Πρόσφατα, η ζωή στο τέλος του κύκλου ζωής των γηράσκοντων αεροσκαφών και των σχετικών μερών τους αποτέλεσε βασικό θέμα στις βιομηχανίες ανακύκλωσης παγκοσμίως. Η έλλειψη σχετικών οδηγιών, το μέγεθος των κατεργασμένων υλικών από τα προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, η πολυπλοκότητα στη διαδικασία ανακύκλωσης του στόλου, η πολυεπίπεδη σχέση μεταξύ εταίρων και παικτών επισημαίνονται ως μερικές από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η βιομηχανία αεροσκαφών²¹⁹. Εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για το τέλος του κύκλου ζωής, αλλά από το 2005 έως το 2005, έχουν υλοποιηθεί οι διαδικασίες για τη διεξαγωγή της Διαδικασίας για την Προηγμένη Διαχείριση της Λήξης Ζωής των Αεροσκαφών (PAMELA) και της Ένωσης Ανακύκλωσης Στόλου Αεροσκαφών (AFRA) -διαχείριση υπηρεσίας-ζωής²²⁰.

²¹⁵ Overcash M., E. Asmatulu and J. Twomey. (2012) "Recycling of Aircraft: State of the Art in 2011," Journal of Industrial Engineering, vol. 2013, pp. 1-8.

²¹⁶ Todd M. (2013) "Creative developments: End-of-life solutions," Airline Fleet Magazine, pp. 28-31.

²¹⁷ Heerden D. and R. Curran (2010) "Value extraction from end-of-life aircraft," Encyclopedia of Aerospace Engineering.

²¹⁸ Canaday H. (7 April 2014) "Scrambling for Parts," Aviation Week & Space Technology.

²¹⁹ Keivanpour S., D. Ait-Kadi and C. Mascle (2013). "Toward a Strategic Approach to End-of-Life Aircraft Recycling Projects," Journal of Management and Sustainability, vol. 3, no. 3, pp. 76-95.

²²⁰ Watson M. (2009) "End of life aircraft initiatives," SBAC Aviation and Environment.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΤΕΛΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

5.1. Η αυξανόμενη ανάγκη για διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος κύκλου ζωής τους

Οι παγκόσμιες αεροπορικές μεταφορές αυξάνονται ήδη συνεχώς. Οι τρέχουσες προβλέψεις δείχνουν ότι η παγκόσμια επιβατική κίνηση θα αυξηθεί κατά 6 % κατά μέσο όρο ετησίως και η μεταφορά των φορτίων από αέρος θα αυξηθεί κατά 5 % ετησίως, έως το 2030. Για να καλυφθεί αυτή η αυξανόμενη ζήτηση των αεροπορικών μεταφορών θα υπάρξουν συνολικά περίπου 38.000 παραδόσεις αεροσκαφών παγκοσμίως τα επόμενα 20 χρόνια²²¹. Αυτό σημαίνει πως ο παγκόσμιος στόλος σχεδόν θα διπλασιαστεί²²².

Ο κύκλος ζωής ενός αεροσκάφους αποτελείται από 7 φάσεις: 1) των υλικών, 2) το σχεδιασμό, 3) την αλυσίδα εφοδιασμού, 4) την κατασκευή, 5) τη μεταφορά, 6) τη λειτουργία του αεροσκάφους και 7) το τέλος κύκλου ζωής του, όπως αποτυπώνεται και στο παρακάτω σχήμα²²³.



Εικόνα 5: Ο κύκλος ζωής ενός αεροσκάφους

Συνήθως, ένα αεροσκάφος σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και παράγεται για να λειτουργεί για διάστημα περίπου 30 ετών.

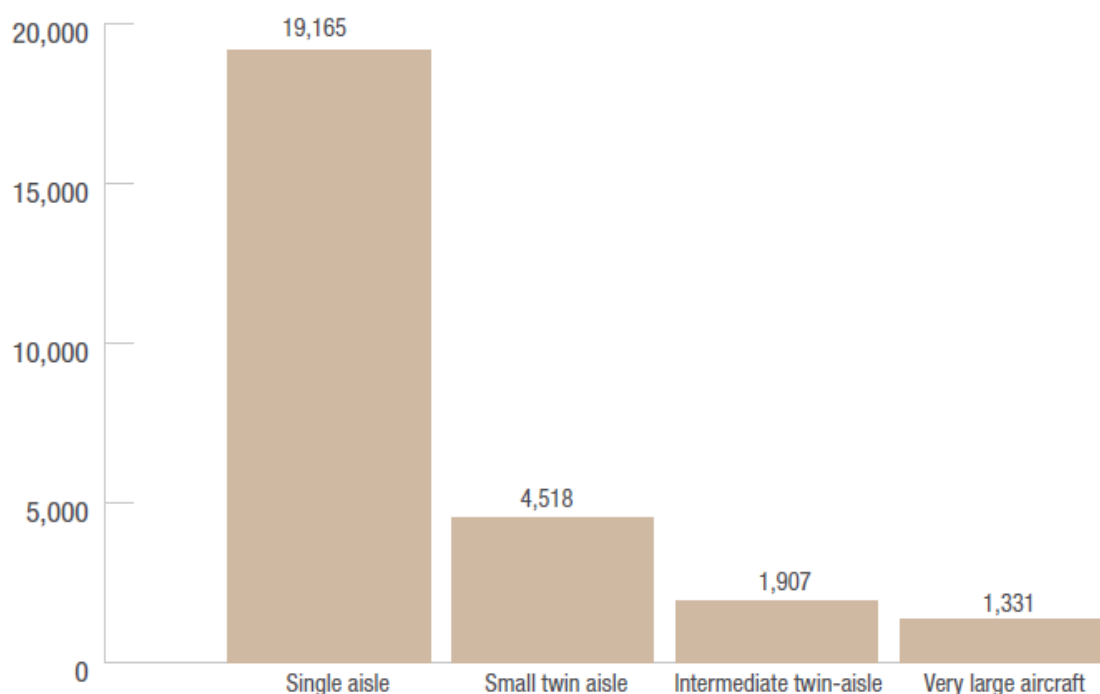
Στο τέλος αυτού του διαστήματος και μετά από χιλιάδες ώρες πτήσης, το αεροσκάφος δεν είναι πλέον χρήσιμο και αποσύρεται από την λειτουργία, καθώς

²²¹ Boeing. 2015. "Current Market Outlook 2015-2034." Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/assets/downloads/Boeing_Current_Market_Outlook_2015.pdf. – Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

²²² McMurray, Ian. 2015. "Delivering the Future, Today." TVB Europe. <http://ezproxy.tlu.ee/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=f5h&AN=103212788&site=eds-live>. – Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

²²³ Franz, K. Hoernschemeyer, R. et al. (28-29 March 2011). A Methodical Approach to Assess the Aircraft Life Cycle. In: 2nd International Air Transport and Operations Symposium. Delft, The Netherlands. Delft University of Technology, pp. 1-19.

καθίσταται κοστοβόρο ως προς τη λειτουργία του λόγω της υψηλού κόστους συντήρησης που πρέπει να δέχεται καθώς επίσης και της επισκευής ή της κατανάλωσης καυσίμου. Ως συνέπεια της προβλεπόμενης ανάπτυξης τα επόμενα 20 χρόνια και της όλο και πιο περιορισμένης χρονικής διάρκειας λειτουργίας των αεροσκαφών, θα πρέπει να αντικατασταθούν πάνω από 10.000 επιβατικά και εμπορικά αεροσκάφη σε όλο τον κόσμο καθώς επίσης και να αποσυρθούν από τη λειτουργία. Η παρακάτω εικόνα²²⁴ δείχνει πόσα επιβατικά αεροσκάφη θα χρειαστούν τα επόμενα 20 χρόνια αναλόγως του είδους του διαδρόμου, ενώ είναι φανερό η ανάγκη για περίπου 1.350 νέα αεροσκάφη κάθε έτος²²⁵.



Εικόνα 6: Ετήσια ανάγκη αεροσκαφών για τα επόμενα 20 χρόνια.

Η σημαντική ανάπτυξη του τομέα των αερομεταφορών θα αποφέρει τα επόμενα χρόνια σημαντικότερα οικονομικά οφέλη, ενώ από την άλλη πλευρά

²²⁴ Airbus 2017. "Global Market Forecast 2017 – 2036". Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/Airbus_Global_Market_Forecast_2017-2036_Growing_Horizons_full_book.pdf - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

²²⁵ McMurray, Ian. 2015. "Delivering the Future, Today." TVB Europe. <http://ezproxy.tlu.ee/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=f5h&AN=103212788&site=eds-live>. – Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αρνητικές κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Είναι φανερή άλλωστε και η αυξανόμενη ανησυχία του κοινού για τις επιπτώσεις της αεροπορικής ανάπτυξης στις τοπικές κοινωνίες και το περιβάλλον²²⁶. Κυρίως όμως αυξάνεται η ανησυχία για το τι θα συμβεί μετά το τέλος κύκλου ζωής των αεροσκαφών από όλους του συμμετέχοντες στο κλάδο της αεροπλοΐας συμπεριλαμβανομένου των επιχειρήσεων και των εταιρειών κατασκευής²²⁷.

Το στάδιο της κατάστασης μετά το τέλος του κύκλου ζωής έχει παραμεληθεί για πολύ καιρό ήδη. Η κοινή πρακτική για την τελική διάθεση των αποβλήτων των εμπορικών αεροσκαφών, ιδιαιτέρως αυτών που δεν μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν, ήταν να αποθηκεύονται εκτός των αεροδρομίων όπως διάφοροι έρημοι ανά τον κόσμο μέχρι πριν από μερικά χρόνια. Για δεκαετίες δεκάδες αεροσκάφη που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους αποθηκεύονταν προσωρινά στα «νεκροταφεία αεροσκαφών».



Εικόνα 7: Νεκροταφείο αεροσκαφών στο πάρκο Rinal Airpark της Αριζόνα²²⁸

²²⁶ Walker, S. Cook, M. (2009). *The contested concept of sustainable aviation*. In: *Sustainable Development*. Vol. 17, No. 6, pp. 378–390.

²²⁷ Goggin, Kate, and Jim Browne. (2000). "The Resource Recovery Level Decision for End-of-Life Products." *Production Planning and Control*, Vol. 11, Issues 7, pp. 628–40.

²²⁸ Πηγή [dailymail.co.uk](http://www.dailymail.co.uk) -

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2336804/The-great-aviation-graveyard-New-aerial-images-hundreds-planes-left-die-American-deserts.html>

Πάρκο χρησιμοποιείται κυρίως ως «νεκροταφείο» για εμπορικά αεροσκάφη καθώς υπάρχει η ελπίδα ότι το κλίμα της ερήμου θα σταματήσει τη σκουριά.

Παράλληλα με την απόσυρση των αεροσκαφών, η παγκόσμια ζήτηση για πρωτογενή και δευτερογενή υλικά συνεχίζεται και ολοένα και αυξάνεται. Όλο αυτό, όμως είναι αντιφατικό, καθώς τα απορριπτόμενα αεροσκάφη διαθέτουν μεγάλη πηγή πολύτιμων υλικών, οπότε εύκολα φαίνεται πως η υγειονομική ταφή τους δεν αποτελεί μια κατάλληλη μακροπρόθεσμη λύση για τον χειρισμό τους μετά το τέλος κύκλου ζωής τους.

Με τον αυξανόμενο αριθμό των αεροσκαφών που ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους και αποσύρονται, την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση και το συνεχές ενδιαφέρον των κοινωνιών και των αρχών, ο χειρισμός των αποβλήτων αεροσκαφών καθίσταται όλο και πιο σημαντικός. Οι δύο μεγάλοι ηγέτες στην παραγωγή των αεροσκαφών, Airbus και Boeing, πραγματοποίησαν την πρώτη έρευνα σχετικά με το τι θα πρέπει να συμβεί στα αεροσκάφη μετά το τέλος κύκλου ζωής τους κυρίως τα τελευταία χρόνια, με αρχή το 2005. Ο χειρισμός των αεροσκαφών στο τέλος κύκλου ζωής τους δεν έχει ακόμα ρυθμιστεί νομικά, όμως οι δυο «γίγαντες» της παραγωγής, ερχόμενοι αντιμέτωποι με έναν μελλοντικό νομοθετικό κανονισμό έδειξαν τις γενικές δυνατότητες και τους περιορισμούς στις διαδικασίες της ζωής των αεροσκαφών, λαμβάνοντας υπόψη τις εναλλακτικές λύσεις επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της υγειονομικής ταφής σε τελευταία εναλλακτική. Εκτός από τις προσπάθειες της Airbus και της Boeing όμως, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει αντιληπτή όλο και περισσότερο ότι η εφαρμογή των τεχνικών ανακύκλωσης στα απόβλητα αεροσκάφη μπορεί να αποφέρει τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά οφέλη.

5.2. Τα κύρια υλικά – απόβλητα των αεροσκαφών μετά το τέλος κύκλου ζωής τους

"Τα απόβλητα (προϊόντα μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους) από μία βιομηχανική διαδικασία μπορούν να χρησιμεύσουν ως πρώτη ύλη για μία άλλη, μειώνοντας έτσι τις επιπτώσεις της βιομηχανίας στο περιβάλλον"²²⁹. Η ανακύκλωση

²²⁹ Frosch R. A. and N. E. Gallopoulos (1989), "Strategies for Manufacturing," Scientific American—Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

αεροσκαφών είναι μια σειρά από διαδικασίες και δραστηριότητες, η οποία ξεκινάει από την συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών και συσκευών από αεροσκάφη που διαφορετικά θα θεωρούνταν απόβλητα, προχωρώντας στη συνέχεια με την διαλογή και επεξεργασία αυτών των χρήσιμων υλικών σε πρώτες ύλες για μελλοντικά αεροσκάφη και άλλες βιομηχανικές εφαρμογές. Εκατοντάδες ανακυκλώσιμα υλικά είναι διαθέσιμα στα γηράσκοντα αεροσκάφη και ο αριθμός αυτός συνεχώς αυξάνεται, με βάση τις οικονομικές και τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της επαναχρησιμοποίησης. Στο τέλος του κύκλου της ζωής τους, τα αεροσκάφη τοποθετούνται συχνά σε «νεκροταφεία αεροσκαφών» είτε χώρους στάθμευσης όπου αυτά καθίστανται και υποβαθμίζονται ως αποτέλεσμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως το υπεριώδες φως, η υγρασία και όζον. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα χρήσιμα υλικά από τα αεροσκάφη αυτά είναι υψηλής τεχνολογίας και αποτιμώνται για μελλοντική χρήση στην παραγωγή όσο και στη διατήρηση των υλικών και των πόρων.



Εικόνα 8: Το αεροσκάφος μετά την αφαίρεση του συστήματος προσγείωσης²³⁰

Γενικά, τα αεροσκάφη αποτελούνται από διάφορα υλικά και συσκευές, συμπεριλαμβανομένων σύνθετων υλικών μακράς και μικρής σύνθεσης άνθρακα και

[http://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgict55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1999041](http://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgict55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1999041) – Προσπελάστηκε στις 6/12/2017

²³⁰ Suomalainen Emilia, Ayce Celikel, Pierre Vénuat. (2014) "AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES"

ινών από γυαλί, καλωδίων, αλουμινίου, τιτανίου και κραμάτων χάλυβα, αφρού, κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και χαλιών, μηχανισμών προσγείωσης, υγρών, ηλεκτρονικών συσκευών και άλλα μέρη. Μερικές φορές η πολυπλοκότητα των υλικών και των συσκευών στα αεροσκάφη (π.χ. στρατιωτικά, επιχειρησιακά αεροσκάφη και πολιτικά) μπορεί να μειώσει το ποσοστό ανακύκλωσης. Οπότε κατά συνέπεια, το επίπεδο της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης μετά το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών μπορεί αν εξεταστεί κατά την αρχική σχεδίαση από τους κατασκευαστές²³¹.

Σήμερα έχουν παραχθεί και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αεροσκαφών πολλά κράματα αεροναυπηγικής, συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων με βάση το αλουμίνιο και το μαγνήσιο, καθώς και τα κράματα με βάση το νικέλιο, το κοβάλτιο και το τιτάνιο. Τα κράματα αλουμινίου αποτελούνται κυρίως από χαλκό, ψευδάργυρο, μαγγάνιο, πυρίτιο και μαγνήσιο. Οι δύο κύριες ταξινομήσεις κραμάτων με βάση το αργίλιο χυτεύονται και επεξεργάζονται, και οι δύο υποδιαιρούνται σε θερμικά επεξεργασμένες και μη θερμικά επεξεργασμένες κατηγορίες. Περίπου το 80% των κραμάτων αλουμινίου παράγονται με τη μέθοδο της επεξεργασίας σε μορφή φύλλων και φύλλων με υψηλότερη αντοχή και χαμηλότερη πυκνότητα, τα οποία είναι επιθυμητά από τη βιομηχανία αεροσκαφών.

Μεταξύ των κυριότερων κραμάτων αλουμινίου που χρησιμοποιούνται συνήθως σε αεροσκάφη και άλλες αεροδιαστημικές εφαρμογές (ελικόπτερα και διαστημικά οχήματα) - όπως οι κατηγορίες 7075, 6061, 6063, 2024 και 5052 - το κράμα αλουμινίου 7075 προτιμάται περισσότερο από τη βιομηχανία αεροσκαφών. Η σύνθεση περιλαμβάνει 5,1% - 6,1% ψευδάργυρο, 2,1% - 2,9% μαγνήσιο, 1,2% - 2,0% χαλκό και λιγότερο από 0,5% πυρίτιο, σίδηρο, μαγγάνιο, τιτάνιο, χρώμιο και άλλα ιχνοστοιχεία. Αυτά τα κράματα χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε ατράκτους αεροσκαφών και σε άλλες μηχανικές κατασκευές και ενώσεις στις οποίες απαιτούνται ιδιαίτερα ελαφρά υλικά και ανθεκτικά στη διάβρωση.

²³¹ Asmatulu Eylem, Janet Twomey, Michael Overcash, (2013), *"Evaluation of recycling efforts of aircraft companies in Wichita"*, Resources, Conservation and Recycling. Volume 80, pp. 36– 45

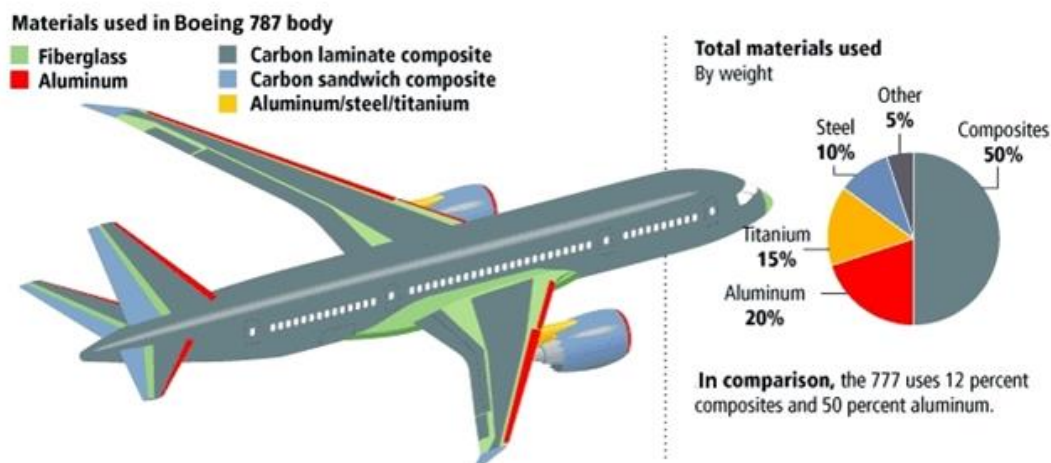


Εικόνα 9: Το πιλοτήριο μετά την αφαίρεση του αεροηλεκτρονικού εξοπλισμού²³²

Επιπλέον, ειδικά σχεδιασμένα κράματα επιτρέπουν στον κλάδο των αεροσκαφών να παράγει προϊόντα υψηλής αντοχής για αεριωθούμενους κινητήρες και αεροσκάφη, όπου περιλαμβάνονται η υψηλή θερμοκρασία, πίεση και κραδασμοί κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή. Επίσης, ο ανοξείδωτος χάλυβας, το νικέλιο, ο χαλκός, το τιτάνιο και αυτά τα κράματα είναι τα κύρια συστατικά των υλικών των αεροσκαφών που χρησιμοποιούνται για τον κινητήρα, παρέχοντας υψηλή αντοχή και ικανότητα να εκτελούνται σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες και πίεση²³³.

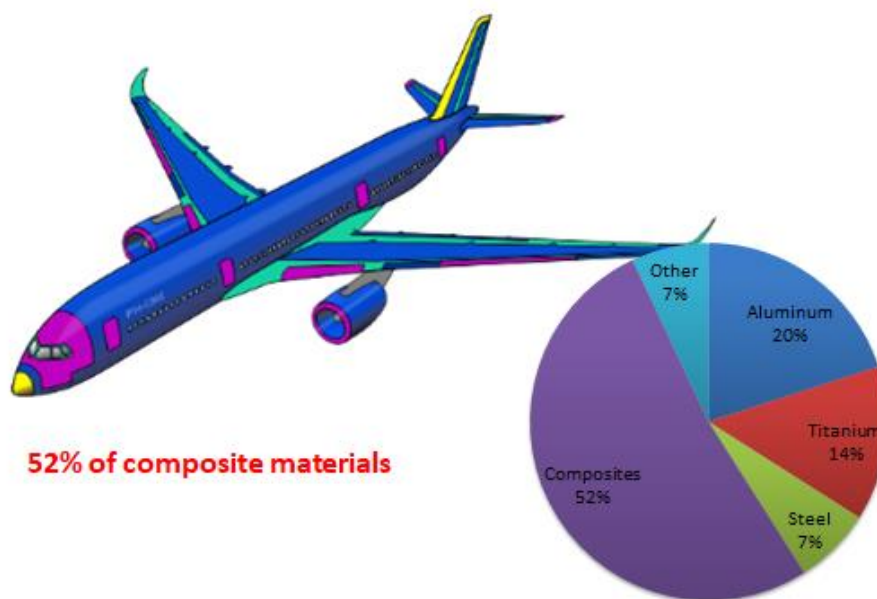
²³² Emilia Suomalainen, Ayce Celikel, Pierre Vénuat, (2014), "AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES"

²³³ Davis J. R., (1993), *Aluminum and Aluminum Alloys-ASM Specialty Handbook*, ASM International – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://www.asminternational.org/documents/10192/22833166/06610G_Sample_BuyNow.pdf/682770e4-3845-4e47-bc71-baf71b17a014 - Προσπελάστηκε στις 6/12/2017



Εικόνα 10: Η εκτεταμένη χρήση σύνθετων υλικών στα Αεροσκάφη Boeing 787²³⁴.

Airbus A350 Composite Locations



Εικόνα 11: Η εκτεταμένη χρήση σύνθετων υλικών στα Αεροσκάφη Airbus A350^{235 236}

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί και από τις παραπάνω εικόνες, η χρήση των συνθέτων υλικών, τα οποία δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, έχουν εκτεταμένη χρήση στα νεότερα εμπορικά αεροσκάφη, ξεπερνώντας το 50 %.

²³⁴ Spiros Pantelakis. "Current advances and emerging needs in (r)evolutionizing aircraft structures". (Plenary lecture) Euromat 17-22 September 2017, Thessaloniki, Greece

²³⁵ Το A350 είναι το πρώτο αεροσκάφος της Airbus με αμφίπλευρες πτέρυγες κατασκευασμένες κυρίως από πολυμερές ενισχυμένο με ίνες άνθρακα.

²³⁶ Ibid Spiros Pantelakis. 2017

5.3. Υπάρχουσες τεχνικές για διαχείριση μετά το τέλος κύκλους ζωής των εμπορικών αεροσκαφών

Μέχρι και πριν από λίγα χρόνια, τα απόβλητα και απορριπτόμενα αεροσκάφη μετά το τέλος κύκλου ζωής τους υπήρχε η τακτική να εγκαταλείπονται σε χώρους υγειονομικής ταφής είτε σε γιγάντια «νεκροταφεία αεροσκαφών» σε ολόκληρο τον κόσμο. Τη δεκαετία του 2000, οι δύο μεγαλύτεροι κατασκευαστές αεροσκαφών, η Airbus και η Boeing, κάνοντας την αρχή, άρχισαν να αναπτύσσουν εναλλακτικές προσεγγίσεις για το πως να διαχειρίζεται ένα αεροσκάφος μετά το τέλος του κύκλου ζωής του. Η Airbus ξεκίνησε το έργο PAMELA project²³⁷, ενώ η Boeing σε συνεργασία με διάφορες άλλες εταιρείες αεροπλοΐας ίδρυσε τον οργανισμό AFRA²³⁸.



Εικόνα 12: Το αεροσκάφος μετά την απογύμνωση του εσωτερικού του²³⁹

Η Bombardier έγινε ο πρώτος κατασκευαστής που υπογράμμισε τις εργασίες αποσυναρμολόγησης των αεροσκαφών και με τη σειρά του έλαβε πιστοποιητικό αποσυναρμολόγησης από την AFRA το 2010. Η εταιρεία αποσυναρμολόγησε με

²³⁷ Ακριβής τίτλος: “Process for Advanced Management of End-of-Life Aircrafts” – Αναλύεται σε παρακάτω κεφάλαιο

²³⁸ Συνεταιρισμός AFRA – “Aircraft Fleet Recycling Association”. Αναλύεται σε παρακάτω κεφάλαιο. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: <https://afraassociation.org/>

²³⁹ Suomalainen Emilia, Ayce Celikel, Pierre Vénuat, (2014) “AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES”

επιτυχία ένα περιφερειακό αεροσκάφος CRJ100 / 200, το οποίο αναγνωρίστηκε από την AFRA ως μία από τις καλύτερες πρακτικές στον τομέα. Τον Αύγουστο 2010, η εταιρεία Bombardier Aircraft Services αποσυναρμολόγησε 10 περιφερειακά αεριωθούμενα αεροσκάφη CRJ100/200 για ανακαίνιση και επαναχρησιμοποίηση χρήσιμων εξαρτημάτων για διάφορες εταιρείες αεροσκαφών, στην περιοχή Σαρλότ της Βόρειας Καρολίνα των ΗΠΑ. Ανακάλυψε, δε, 1.500 επαναχρησιμοποιήσιμα εξαρτήματα, συμπεριλαμβανομένων 300 μονάδων αντικαταστάσιμων γραμμών ανά αεροσκάφος αυτού του τύπου²⁴⁰.



Εικόνα 13: Η διάσπαση του αεροσκάφους με γερανό διάτμησης²⁴¹

Η εταιρεία CFR²⁴², που ιδρύθηκε το 1997 στο Whitewater Kansas, ειδικεύεται στην ανακύκλωση των ινών άνθρακα των σύνθετων υλικών. Αυτή η εταιρεία ανακυκλώνει γενικά απορρίμματα ινών άνθρακα που λαμβάνονται από τη διαδικασία κατασκευής και επαναχρησιμοποιεί περίπου το 30% αυτών σε περαιτέρω παραγωγικές διαδικασίες για να παράγει νέα σύνθετα υλικά. Η εταιρεία CFR χρησιμοποιεί μεθόδους αλέσεως, κοπής και σφυρηλάτησης για την επανακατασκευή απορριμμάτων από ίνες άνθρακα για διαφορετικές εφαρμογές προϊόντων. Οι ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα χρησιμοποιούνται ως δευτερογενείς

²⁴⁰ Bombardier (2011). Recyclability “End-of-Life Challenges

“. <http://www.oalib.com/references/13859976> - Προσπελάστηκε στις

²⁴¹ Emilia Suomalainen, Ayce Celikel, Pierre Vénuat, (2014), “AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES”

²⁴² Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εταιρεία Carbon Fiber Remanufacturing : <http://carbonfiberremanufacturing.com/pages/company/about.php> - Προσπελάστηκε στις 6/12/2017

πρώτες ύλες χωρίς απώλειες μηχανικών ιδιοτήτων, οπότε οι ανακατασκευασμένες ίνες άνθρακα είναι σχεδόν οι ίδιες με τις καινούριες ίνες άνθρακα. Αυτά μπορούν να κοπούν σε καθορισμένα μήκη (0,6 cm - 7,5 cm) και να ενσωματωθούν σε μη υφασμένα έλαστρα και σε ενώσεις για προτιμώμενες προδιαγραφές. Επίσης μπορούν να προστεθούν σε πλαστικά ενισχυμένες με ίνες και πολυμερή για να κατασκευάσουν σύνθετα υλικά και επίσης να αναμιχθούν με γυαλί και ίνες Kevlar προκειμένου να αναπτυχθούν νέα προϊόντα. Οι ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δομικές, θερμομονωτικές και διηθητικές (αέρα και υγρές) εφαρμογές. Η CFR παρέχει πολλά ανακυκλωμένα υλικά σε τοπικές και εθνικές αεροναυπηγικές βιομηχανίες, καθώς και συσκευές, στη γεωργία, στις κατασκευές, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στο φιλτράρισμα λυμάτων, στα φορτηγά, σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, σε στρατιωτικό εξοπλισμό, σε υπαίθρια προϊόντα, στην ηλεκτροπαραγωγή και σε αθλητικά είδη²⁴³.

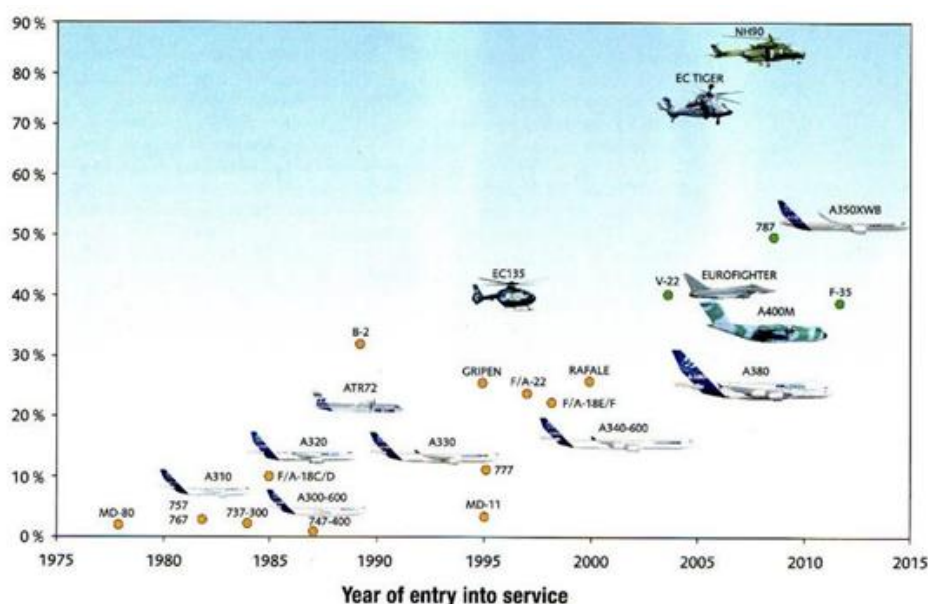
Η εταιρεία "P3 Aviation"²⁴⁴, η οποία εδρεύει στο Ηνωμένο Βασίλειο, είναι προμηθευτής περιστρεφόμενων εξαρτημάτων (π.χ. κινητήρες, ενεργοποιητές, στρόβιλοι, γεννήτριες και εναλλάκτες), με στόχο την αξιοποίηση της αναπτυσσόμενης αγοράς αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης αεροσκαφών. Η εταιρεία εποπτεύει τη διαδικασία διαχείρισης της αποσυναρμολόγησης του αεροσκάφους κατά την κατάργηση της καταχώρησης, την αποσυναρμολόγηση και την πώληση εξαρτημάτων με τις υψηλότερες τιμές. Η εταιρεία έχει ήδη αποσυναρμολογήσει επτά αεροπλάνα από το 2010 και μετέτρεψε με επιτυχία το scrap και τα κομμάτια των καμπίνων σε απορρίμματα πωλση. Σύμφωνα με την εταιρεία, το εσωτερικό μέρος του αεροπλάνου πηγαίνει γενικά σε χώρους υγειονομικής ταφής, αλλά παρ' όλα αυτά έχουν πουλήσει ολόκληρο το εσωτερικό των αεροσκαφών Boeing 737-400. Η εταιρεία πουλάει επίσης διάφορα εξαρτήματα αεροσκαφών για χρήση ως έπιπλα γραφείου και για διακόσμηση. Η άτρακτος έχει χρησιμοποιηθεί για χωρίσματα γραφείων, πτερύγια και σταθεροποιητές για

²⁴³ Carbon Fiber Remanufacturing (CFR) (2011), "Guide to Reclaimed Carbon Fiber Market Applications,". Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://carbonfiberremanufacturing.com> – Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁴⁴ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εταιρεία "P3 Aviation": <http://www.p3-group.com/en/industries/aerospace/> - Προσπελάστηκε στις 6/12/2017

τραπέζια αίθουσας συνεδριάσεων και καλύμματα εισόδου κινητήρα ως γραφεία υποδοχής σε μπαρ και εστιατόρια²⁴⁵.

Έχει διερευνηθεί επίσης μια διαδικασία καταλυτικής τριτογενούς ανακύκλωσης χαμηλής θερμοκρασίας με στόχο τη ανακύκλωση πλαστικών και σύνθετων υλικών από τα αεροσκάφη²⁴⁶, κατά την οποία θα μπορούσαν να μετατραπούν όλοι οι τύποι πλαστικών (π.χ. καουτσούκ, θερμοσκληρυντές και θερμοπλαστικά) σε πολύτιμα προϊόντα και καύσιμα. Η καταλυτική μετατροπή, η οποία είναι μια διαδικασία κλειστού βρόγχου χωρίς πρόσβαση στο περιβάλλον, δεν είναι αποδεκτή λόγω των γρήγορων χρόνων μετατροπής. Άλλα πειράματα σχετικά με τη χρήση χρησιμοποιημένων πλαστικών υλικών έκρηξης, ρευμάτων επικίνδυνων αποβλήτων και σύνθετων απορριμμάτων και τμημάτων περιλαμβάνουν τη διαδικασία καταλυτικής μετατροπής χαμηλής θερμοκρασίας, ενώ η χρήση αυτής της διαδικασίας μετατροπής για ανακυκλωμένα πλαστικά και άλλα υλικά που σχετίζονται με υδρογονάνθρακες θα μπορούσε να μειώσει τις επικίνδυνες ουσίες με συντελεστή έως και 5.



Εικόνα 14: Η αύξηση στη χρήση σύνθετων υλικών στα αεροσκάφη της Airbus²⁴⁷

²⁴⁵ Reals K. (2011), "Dismantling Company Finds Innovative Ways of Reusing Scrapped Aircraft Materials," Άρθρο από τον ιστότοπο: <https://www.flightglobal.com/news/articles/dismantling-company-finds-innovative-ways-of-reusing-351596/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁴⁶ Allred R. E. and R. M. Salas (2011), "Recycling Process for Aircraft Plastics and Composites,"

²⁴⁷ Spiros Pantelakis. "Current advances and emerging needs in (r)evolutionizing aircraft structures". (Plenary lecture) Euromat 17-22 September 2017, Thessaloniki, Greece

Τα ανόργανα μέρη, όπως τα βαρέα μέταλλα και άλλα οξείδια, θα μπορούσαν να ανακατασκευαστούν για την εξάλειψη της τοξικότητας και να χρησιμοποιηθούν στα αεροσκάφη. Τα ιμίδια, οι πολυεστέρες, τα υποξίδια και άλλα θερμοπλαστικά μηχανήματα και σύνθετες μήτρες θα μπορούσαν να μετατραπούν σε χαμηλού μοριακού βάρους υδρογονάνθρακες για την παραγωγή πολύτιμων ινών για επαναχρησιμοποίηση κατά την κατασκευή πρόσθετων σύνθετων υλικών για αεροσκάφη και άλλες βιομηχανίες. Η οικονομική ανάλυση δείχνει ότι μια μονάδα ανακύκλωσης με βάση αυτή τη μέθοδο θα έχει απόδοση επένδυσης ενός έως δύο ετών. Μια αλληλένδετη τεχνολογία έδειξε σημαντική ποσότητα (100 τόνων / ημέρα) χρησιμοποιημένων ελαστικών, επιβεβαιώνοντας ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα υλοποίησης με την τριτοβάθμια ανακύκλωση πλαστικών και σύνθετων υλικών μεγάλης κλίμακας.

Αναφέρεται ότι η ανακύκλωση των επεξεργασμένων σύνθετων υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αεροσκαφών είναι μια δύσκολη διαδικασία λόγω της πολυπλοκότητας των σύνθετων δομών²⁴⁸. Αυτά τα υλικά παράγονται με θερμοσκληρυνόμενες εποξικές μήτρες που σχηματίζουν μια στενή σχέση με τις επιφάνειες των ινών, των μετάλλων και των επιστρώσεων. Οι πρόσφατες τεχνικές που αναπτύχθηκαν για την ανακύκλωση θερμοσκληρυνόμενων σύνθετων υλικών αξιολογήθηκαν πρόσφατα. Λόγω των διαρθρωτικών ανησυχιών αυτών των ανακυκλωμένων ινών, τα υλικά ενδέχεται να μην επανακτήσουν τις αρχικές τιμές ενισχυτικών ινών προκειμένου να χρησιμοποιηθούν απευθείας στις δομές του αεροσκάφους.

Οι εταιρείες Boeing και Alenia Aeronautica²⁴⁹ ίδρυσαν την πρώτη εγκατάσταση ανακύκλωσης σύνθετων υλικών αεροσκαφών της Ιταλίας για υλικά μελλοντικής κατασκευής. Η εν λόγω εγκατάσταση επεξεργάζεται κατά μέσο όρο 1,102 τόνους αποβλήτων σύνθετων υλικών ετησίως και δημιουργεί περίπου 75 θέσεις εργασίας

²⁴⁸ Asmatulu E., J. Twomey, and M. Overcash (2013), "Recycling of fiber reinforced composites and reusing in different fields as low-cost products," Journal of Composite Materials. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://oatd.org/oatd/record?record=handle%5C%3A10057%5C%2F6720> –

Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁴⁹ Εταιρεία που πλέον ανήκει στην " Alenia Aermacchi", του θυγατρική της Ιταλικής "Leonardo". Για περισσότερες πληροφορίες: <http://www.leonardocompany.com/en/chi-siamo-about-us> – Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

στην περιφερειακή οικονομία. Η Boeing συνεργάστηκε, επίσης, με την Milled Carbon Limited²⁵⁰ για τη δημιουργία μιας πιλοτικής βιομηχανικής μονάδας για τη μεταποίηση σύνθετων και μη σκληρυμένων συνθετικών τμημάτων σε συνεχή βάση για την εξαγωγή ινών άνθρακα υψηλής ποιότητας. Το ανακυκλωμένο υλικό είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί για μη κρίσιμες κατασκευές αεροσκαφών, όπως οι μαγειρεία, τα εσωτερικά καλύμματα, τα μέρη του καθίσματος και τα εργαλεία που παράγουν ισχυρότερα και ελαφρύτερα υλικά στην ίδια βιομηχανία²⁵¹.

Τα περισσότερα από τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στα αεροσκάφη είναι αγωγίμα μέταλλα (π.χ. χαλκός, ασήμι και αλουμίνιο) διαφόρων μεγεθών και σχημάτων, τα οποία καλύπτονται από πλαστικούς μονωτήρες. Πρόσφατα, τα καλώδια οπτικών ινών έχουν χρησιμοποιηθεί και στην κατασκευή αεροσκαφών. Μεταξύ των καλωδίων και των συρμάτων, ο χαλκός είναι ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος για την ηλεκτρική καλωδίωση σε αεροσκάφη. Το Boeing Dream Liner 787 έχει περίπου 60 μίλια καλωδίων, ενώ το Boeing 777 έχει περίπου 100 μίλια καλωδίων²⁵².

Μόλις τα μεταλλικά καλώδια αφαιρεθούν σωστά από τα αεροσκάφη, η ανακύκλωση είναι ευκολότερη. Τα σύρματα μεγάλης κλίμακας τεμαχίζονται και στη συνέχεια κοκκοποιούνται σε μικρότερα σωματίδια, έτσι ώστε οι διαχωριστές (π.χ. βαρύτητα, ηλεκτρική και οπτική) να μπορούν να απομακρύνουν τα μέταλλα από τα πλαστικά μέρη. Για παράδειγμα, ένας διαχωριστής ρεύματος φούσκας είναι ένας από τους συχνά χρησιμοποιούμενους ηλεκτρικούς διαχωριστές στους οποίους τροφοδοτούνται κοκκώδη σύρματα χαλκού στον διαχωριστή για να απομακρυνθούν τα σωματίδια χαλκού από τα πλαστικά σωματίδια. Και τα δύο αυτά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αεροστεγάνισμα και στα στάδια τήξης και επανεπεξεργασίας. Για πολύ λεπτά σύρματα χαλκού, η διαδικασία ανακύκλωσης γίνεται αρκετά περίπλοκη. Σε αυτή την περίπτωση, η καύση του πλαστικού τμήματος των συρμάτων μπορεί να είναι η κύρια επιλογή για την ανάκτηση μετάλλων και η θερμότητα που παράγεται κατά τη διαδικασία καύσης μπορεί να

²⁵⁰ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εταιρεία “ Milled Carbon Limited ”: <http://www.elgcf.com/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁵¹ Boeing (2008), “Boeing and Alenia to Support Italy’s First Composite Industrial Recycling Plant,” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁵² Boeing (2008), “Boeing and Alenia to Support Italy’s First Composite Industrial Recycling Plant,” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

χρησιμοποιηθεί στην ίδια βιομηχανία ως πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των συρμάτων και τις μεθόδους ανακύκλωσης, ο ρυθμός ανάκτησης των καλωδίων και των καλωδίων μπορεί να κυμαίνεται από 50% έως 90% ή ακόμη περισσότερο.²⁵³

5.3.1. PAMELA: Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft

Οι μακροπρόθεσμες προβλέψεις της Airbus προέβλεπαν αύξηση της απόσυρσης των αεροσκαφών από την υπηρεσία την επόμενη δεκαετία, με αποτέλεσμα 6.400 αεροσκάφη της να φθάνουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους ως το 2034²⁵⁴. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή την αναμενόμενη αύξηση, η διαχείριση του τέλους κύκλου ζωής τους πρέπει να αντιμετωπιστεί με υπεύθυνο τρόπο. Οι πρώτες αποχωρήσεις αεροσκαφών από την Airbus πραγματοποιήθηκαν κατά το κλείσιμο της παραγωγής των A300 και A310 τον Ιούλιο του 2007.

Παραδοσιακά, τα παλαιά και απορριπτόμενα αεροσκάφη όταν ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους παραμένουν αποθηκευμένα σε ερήμους ή σε απομακρυσμένες περιοχές αεροδρομίων. Μερικά από αυτά καταστρέφονται ολοσχερώς για να ανακτηθούν τα μη σιδηρούχα μέταλλα. Στην καλύτερη περίπτωση, οι τρέχουσες σημερινές πρακτικές δεν επιτρέπουν την ανάκτηση περισσότερο από το 60% (σε βάρος) των υλικών των αεροσκαφών. Αυτή η κατάσταση όμως δεν είναι πλέον αποδεκτή. Όχι μόνο είναι δυνητικά επιβλαβής για το περιβάλλον μέσω της έκλυσης επικίνδυνων υλικών και ρύπανσης του εδάφους, αλλά παρουσιάζει επίσης κινδύνους για την ασφάλεια μέσω της ανεξέλεγκτης επαναχρησιμοποίησης ανταλλακτικών δεύτερης χρήσης. Επίσης, εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός πως είναι μη οικονομικό, καθώς μόνο ένα μικρό μέρος των υλικών ανακυκλώνεται.

Έτσι, η Airbus ένωσε τις δυνάμεις της με βασικούς εταίρους για να καταρτίσει και να διαδώσει μια διαδικασία ικανή να θέσει εκτός λειτουργίας και να

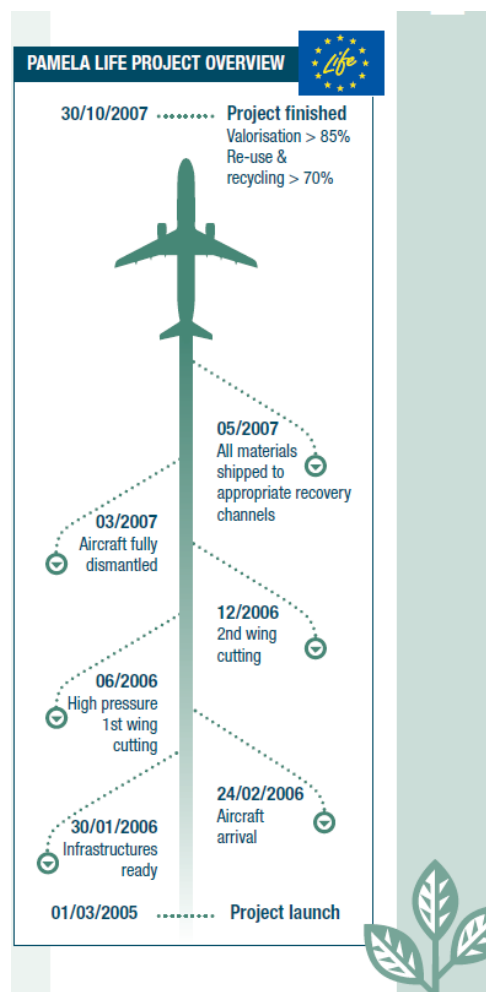
²⁵³ Yi J., B. Yu, L. Du, C. Li, and D. Hu (2008), "Research on the selectable disassembly strategy of mechanical parts based on the generalized CAD model," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 37, pp. 599–604.

²⁵⁴ Boeing (2015), "Current Market Outlook 2017 – 2036". – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/commercial/market/current-market-outlook-2017/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

αποσυναρμολογήσει τα αεροσκάφη σε ασφαλείς και οικολογικά αποδοτικές συνθήκες. Αυτό θα απέτρεπε τις ανεξέλεγκτες πρακτικές, ενώ θα πετύχαινε ένα κατάλληλο ποσοστό ανακύκλωσης υλικών και θα μπορούσε να ελέγξει την αγορά μεταχειρισμένων ανταλλακτικών για την εξασφάλιση της αεροπορικής ασφάλειας.

Ένα αφοσιωμένο έργο, του οποίου ηγήθηκε η Airbus και ονομάστηκε PAMELA project²⁵⁵ - «Διαδικασία για την προηγμένη διαχείριση των αεροσκαφών μετά το τέλος κύκλου ζωής τους» δημιουργήθηκε μεταξύ 2005 και 2007 και τώρα παρακολουθείται από μια βιομηχανική φάση υπό την TARMAC-AEROSAVE, η οποία είναι η πρώτη βιομηχανική εταιρεία που διαχειρίζεται τα αεροσκάφη μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους²⁵⁶.

Το Μάρτιο 2005, το έργο ξεκίνησε με εταίρους την EADS²⁵⁷, τη γαλλική εταιρεία ανακύκλωσης Suez-SITA²⁵⁸ και τη Γαλλική περιφέρεια Préfecture des Hautes-Pyrénées, ενώ για το έργο αυτό στήθηκε από την Airbus ένα ειδικό πειραματικό κέντρο στο αεροδρόμιο Tarbes (Νοτιοδυτικά της Γαλλίας). Εκεί αναπτύχθηκαν και ελέγχθηκαν οι διαδικασίες για τον παροπλισμό και την ανακύκλωση αεροσκαφών σε ασφαλείς και οικολογικά αποδοτικές συνθήκες. Το πειραματικό έργο για ένα αεροσκάφος



Εικόνα 15: Επισκόπηση του έργου LIFE PAMELA project

Airbus A300 επιλέχθηκε ως μέρος του προγράμματος LIFE της ΕΕ. Ο κύριος στόχος του έργου PAMELA ήταν να αποδείξει κατά τη διάρκεια ενός πλήρους κλίμακας

²⁵⁵ Kingsley-Jones M. (2008), "Airbus's Recycling Master Plan—Pamela," Flight International – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.flightglobal.com/news/articles/airbus39s-recycling-master-plan-pamela-224015/> - Προσπελάστηκε στις 6/12/2017

²⁵⁶ Tarmac Aerosave (2011), "First Industrial Company for Aircraft Storage and Dismantling" – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.tarmac-aerosave.aero/index.php?lang=en> – Προσπελάστηκε στις 6/12/2017

²⁵⁷ European Aeronautic Defence and Space Company, πλέον Airbus Group: <http://www.airbus.com/>

²⁵⁸ Για περισσότερες πληροφορίες για την γαλλική εταιρεία "Suez-SITA": <http://www.sita.fr/en/>

πειράματος σε ένα αεροσκάφος Airbus A300, πως το 85% του βάρους του μπορεί να ανακυκλωθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί είτε να ανακτηθεί.²⁵⁹ Εκτός του πρωταρχικού αυτού στόχου, ένας επιπρόσθετος σκοπός ήταν να θεσπιστεί ένα νέο πρότυπο για μια ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθή και υπεύθυνη διαχείριση των αποβλήτων και απορριπτόμενων αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους. Για την εκτέλεση του έργου σύμφωνα με την τοπική γαλλική περιβαλλοντική νομοθεσία η Airbus χρειάστηκε να δημιουργήσει μία συμπληρωματική συνεργασία με την εταιρεία ανακύκλωσης Suez-Sita²⁶⁰.

Επίσης στο συγκεκριμένο έργο η Airbus ήθελε να υποστηρίξει μια πλήρως ολοκληρωμένη προσέγγιση του κύκλου ζωής του αεροσκάφους ξεκινώντας από τον σχεδιασμό και την κατασκευή μέσω του διαμοιρασμού και ανταλλαγής εμπειρίας και γνώσεις με τις ομάδες σχεδιασμού και τους προμηθευτές.

Το έργο PAMELA LIFE, το οποίο υπέβαλε τις τελικές εκθέσεις του τον Ιανουάριο 2008, απέδειξε ότι έως και το 85% των εξαρτημάτων του αεροσκάφους μπορεί εύκολα να ανακυκλωθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακτηθεί, με 70% επαναχρησιμοποίηση και τελική ανάκτηση. Η εμπειρία που αποκτήθηκε από την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση μπορούσε στη συνέχεια να διοχετευτεί στον κύκλο ζωής της Airbus (αντίστροφη μηχανική, κατασκευή και σχεδιασμός, αλυσίδα εφοδιασμού, πρώτες ύλες, κ.α.) συμβάλλοντας έτσι στην ευκολότερη ανακύκλωση μελλοντικών αεροσκαφών²⁶¹.

Τον Απρίλιο 2007, στο πλαίσιο του έργου PAMELA A380, η ομάδα ξεκίνησε εργασίες για την αποσυναρμολόγηση της στατικής δοκιμής ατράκτου A380 (350 τόνων). Αυτή ήταν η πρώτη φορά που οι δοκιμές συντήρησης ενός νέου τύπου αεροσκάφους είχαν ληφθεί μέχρι το τέλος του κύκλου ζωής του.

²⁵⁹ Περιγραφή προγράμματος "LIFE05 ENV/F/000059 : PAMELA – Project description": Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2859&docType=pdf – Προσπελάστηκε στις 1/7/2017

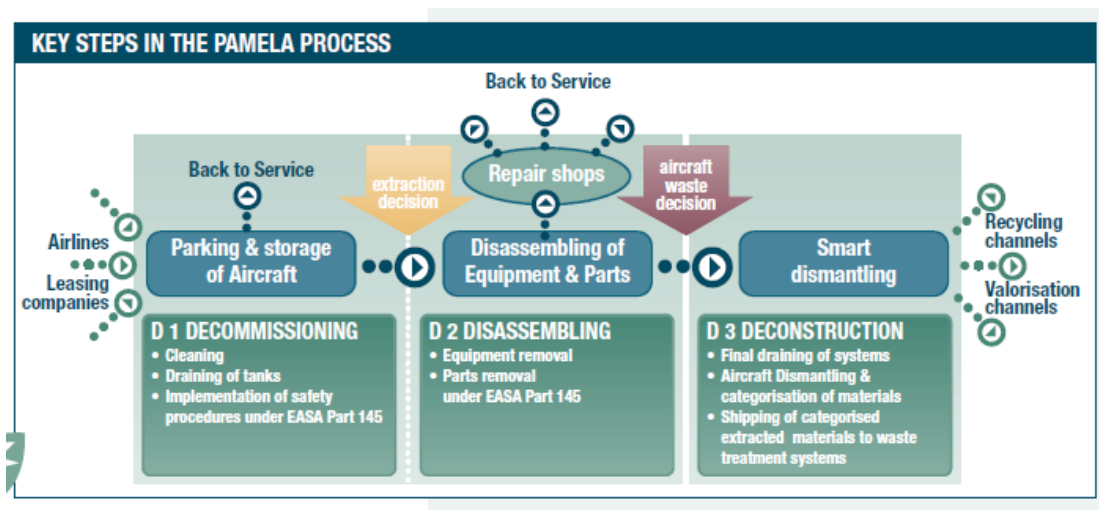
²⁶⁰ Airbus (2007), "Towards Eco-Efficiency and Sustainable Development." Social, Environmental. <https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/623/original/COP.pdf?..> – Προσπελάστηκε στις 29/11/2017

²⁶¹ Airbus (2008), France S.A.S. "PAMELA-Life Main Project Result"



Εικόνα 16: Κατά την διαδικασία της αποσυναρμολόγησης στο έργο LIFE PAMELA project

Κατά τη διάρκεια του έργου, η κοινοπραξία των εταιρειών δημιούργησε μια προσέγγιση τριών βημάτων για τη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος κύκλου ζωής τους, τη προσέγγιση “3D approach”. Η διαχείριση πραγματοποιήθηκε σε ένα αεροσκάφος Airbus A300 με συνολικό αρχικό βάρος 106 τόνων.



Εικόνα 17: PAMELA's 3D approach of handling end-of-life cycle aircrafts

5.3.2. ARFA - Aircraft Fleet Recycling Association

Η AFRA είναι ο κορυφαίος παγκόσμιος οργανισμός για την ανάπτυξη και προώθηση της ασφαλούς και βιώσιμης διαχείρισης των αεροσκαφών και των εξαρτημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Η AFRA ιδρύθηκε το 2006 στο Chateauroux της Γαλλίας με σκοπό να οργανώσει και να παρουσιάσει μια βιομηχανική προοπτική για την βιωσιμότητα των αεροσκαφών μέσω της ανάπτυξης και σύστασης βέλτιστων πρακτικών και τεχνολογιών για τη διαχείριση του παλαιότερου στόλου αεροσκαφών στον κόσμο²⁶². Πρόκειται ουσιαστικά για μια παγκόσμια συνεργασία βασισμένη στην ένταξη στον οργανισμό, η οποία αποσκοπεί στην αύξηση της απόδοσης της βιομηχανίας και στην αύξηση της εμπορικής αξίας των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους μέσω της ασφάλειας (αεροπορία και εργασία), της περιβαλλοντικής ευθύνης, των επιχειρηματικών πρακτικών, της τεχνολογικής προόδου και της ρυθμιστικής δέσμευσης.

Η AFRA έχει σήμερα 68 εταιρείες-μέλη, από σχεδόν 20 διαφορετικές χώρες, και έχει την έδρα της στην Ουάσιγκτον²⁶³. Η AFRA προσφέρει τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες προσχώρησης και τα μέλη της περιλαμβάνουν εταιρείες αποσυναρμολόγησης αεροσκαφών, εταιρείες ανακύκλωσης υλικών, αεροδρόμια, κατασκευαστές πρωτότυπου εξοπλισμού (OEMs), εκμισθωτές, αεροπορικές εταιρείες και ερευνητικά ιδρύματα.

5.3.2.1. Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του Τομέα

Βασικές αξίες του Οργανισμού είναι η ποιότητα, η ασφάλεια, η περιβαλλοντική διαχείριση και η συνεργασία. Η AFRA έχει ως στόχο να εξασφαλίσει ότι τα μέλη της που έχουν αναγνωριστεί από την BMP²⁶⁴ να πληρούν ή να υπερβαίνουν τα πρότυπα της βιομηχανίας, να προστατεύουν την ασφάλεια των εργαζομένων, να τοποθετούν

²⁶² Πληροφορίες από τον επίσημο ιστότοπο της AFRA: <https://afraassociation.org/about-us/afra-mission/> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

²⁶³ Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA) (2012), "AFRA Accredited Companies," – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.afraassociation.org/> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁶⁴ BPM = AFRA Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials

τις κοινότητες και τους επιβάτες πρώτα, να προστατεύουν το περιβάλλον και να περιορίζουν τον αντίκτυπο του κλάδου στους κρίσιμους πόρους μέσω του κύκλου ζωής του προϊόντος²⁶⁵, ενώ σε όλες τις δραστηριότητες τους θα πρέπει να έχουν εγκριθεί από την AFRA.

Στην πράξη, η AFRA εργάζεται για την υλοποίηση αυτών των αξιών με τη διατήρηση και ενθάρρυνση της αναγνώρισης και συμμετοχής της βιομηχανίας στο πρόγραμμα πιστοποίησής της και στην BMP, τη συμμετοχή των μελών της σε βασικά έργα και πρωτοβουλίες και τη σύναψη εταιρικών σχέσεων με ευθυγραμμισμένους οργανισμούς.

5.3.2.2. Η διαπίστευση της AFRA και ο οδηγός BMP

Ο οδηγός της AFRA με τίτλο “Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials” – (BMP) είναι το παγκόσμιο πρότυπο για την περιβαλλοντικά υπεύθυνη αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των αεροσκαφών. Ο οδηγός αυτός αποτελεί μια συλλογή συστάσεων σχετικά με βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση εξαρτημάτων που αφαιρούνται από αεροσκάφη, κινητήρες ή άλλα περιουσιακά στοιχεία κατά την πλήρη αποσυναρμολόγηση των υλικών του αεροσκάφους στο τέλος της διάρκειας ζωής του. Επίσης, παρέχει οδηγίες για την ανακύκλωση ανταλλακτικών και υλικών που ανακτώνται από αεροσκάφη, κινητήρες ή άλλα περιουσιακά στοιχεία.

Η οδηγία παρέχει καθοδήγηση σχετικά με την εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών, τα οποία αποτελούν ελεγμένα πρότυπα. Οι στόχοι των κατευθυντήριων γραμμών της BMP είναι να αυξηθεί και να διατηρηθεί η αξία των περιουσιακών στοιχείων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση της BMP, να αυξηθεί ο αριθμός των αεροσκαφών που έχουν αποσυναρμολογηθεί και να ανακυκλωθούν σύμφωνα με την BMP και να βελτιωθεί το ποσοστό ανακύκλωσης του σημερινού στόλου²⁶⁶. Η διαπίστευση της AFRA είναι διαθέσιμη για τα μέλη του

²⁶⁵ Aerospace Manufacturing and Design (AMD) (2011), “AFRA Targets 90% Recyclability of Global Fleet by 2016,”

²⁶⁶ “AFRA Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials (BMP)” – διαθέσιμη στον ιστότοπο:

Συλλόγου καθώς και για τις εταιρείες που δεν είναι μέλη. Οι εταιρείες μπορούν να επιλέξουν να είναι διαπιστευμένοι για αποσυναρμολόγηση, ανακύκλωση ή διπλή διαπίστευση.

5.3.2.3. Η θέση στην αγορά

Μεταξύ 40% και 50% του βάρους των περισσότερων αποσυναρμολογημένων αεροσκαφών επιστρέφεται στον αγωγό διανομής μερών²⁶⁷. Τα μέλη της AFRA εκτιμούν την αποσυναρμολόγηση μεταξύ 400 και 600 αεροσκαφών ετησίως έως το 2017, με τους αριθμούς αυτούς να αυξάνονται πέρα από αυτό²⁶⁸. Είναι η ελπίδα της AFRA να λαμβάνει εισροή και καθοδήγηση από αυτές και άλλες ομάδες που υποστηρίζουν τις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης της AFRA ως μέρος του δέντρου αποφάσεων του αεροσκάφους στο τέλος του κύκλου ζωής του. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται τόσο στην ηλικία των αεροσκαφών που κυκλοφορούν όσο και στις διαθέσιμες στο κοινό στατιστικές σχετικά με νέες παραγγελίες που έχουν διατεθεί σε μεγάλους κατασκευαστές αεροσκαφών. Φυσικά, όπως συμβαίνει με οποιαδήποτε βιομηχανία, οι παγκόσμιες οικονομίες διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην απόφαση να τεθούν εκτός λειτουργίας τα αεροσκάφη που γερνούν. Κατά την τελευταία παγκόσμια ύφεση, τα μέλη της AFRA ανά τον κόσμο είδαν ότι η διαθεσιμότητα των αεροσκαφών που αποσυναρμολογούνται και ανακυκλώνονται μειώνεται σημαντικά, ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε μια αργή αλλά σταθερή αύξηση.

Έχει παρατηρηθεί επίσης ο κορεσμός στην αγορά εταιρειών που ασχολούνται με την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση των αεροσκαφών, γεγονός που μπορεί να θέσει υπό αμφισβήτηση τη βιωσιμότητα πολλών από τα μικρότερα καταστήματα, τα οποία θα βασίζονταν σχεδόν αποκλειστικά στη διαθεσιμότητα

<https://afraassociation.org/accreditation/the-afra-bmp/> - Προσπελάστηκε 10/12/2017

²⁶⁷ Aerospace Manufacturing and Design (AMD) (2011), "AFRA Targets 90% Recyclability of Global Fleet by 2016,"

²⁶⁸ TeamSAI (2014) "State of the Aircraft Dismantling and Recycling Business,"

αεροσκαφών για ανακύκλωση²⁶⁹. Όσο περισσότερα αεροπλάνα υπάρχουν, τόσο περισσότερο υπάρχει χώρος στη βιομηχανία, αλλά είναι ασφαλές να πούμε ότι με βάση το σημερινό τοπίο, η βιομηχανία θα λειτουργεί με ή πάνω από την παραγωγική ικανότητα για κάποιο χρονικό διάστημα. Πολλές από τις εταιρείες που ασχολούνται με την ανακύκλωση των αεροσκαφών είναι διαπιστευμένες από την AFRA και εργάζονται στις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης της για αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση. Η αύξηση των ιδιοκτητών αεροσκαφών που προσδιορίζουν την AFRA BMP στις αιτήσεις υποβολής προτάσεων αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση.

5.3.2.4. Οι Βασικές πρωτοβουλίες και εταιρικές σχέσεις

Η AFRA ιδρύθηκε το 2006, οπότε τώρα εισέρχεται στο δέκατο έτος της ως παγκόσμια οργάνωση για την ανάπτυξη και την προώθηση της ασφαλούς και βιώσιμης διαχείρισης των αεροσκαφών και των εξαρτημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, ο Οργανισμός έχει αναπτύξει μια υγιή συμμετοχή και έχει διαπιστεύσει διάφορες εταιρείες για αποσυναρμολόγηση, ανακύκλωση ή και τα δύο, σύμφωνα με τις Καλύτερες Διαχειριστικές Πρακτικές του - BMP. Ως διεθνής οργανισμός, η AFRA επικεντρώνεται στη συνέχιση της αύξησης της συμμετοχής της στις εταιρείες που ασχολούνται άμεσα με την ανακύκλωση των αεροσκαφών. Επίσης, δίνει μεγάλη προτεραιότητα στη στόχευση εκείνων των εταιρειών και οργανισμών που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βιομηχανία, όπως οι κατασκευαστές αεροσκαφών, οι διανομείς ανταλλακτικών, οι προμηθευτές της βιομηχανίας, οι ερευνητικοί οργανισμοί και άλλοι ενδιαφερόμενοι φορείς. Επιπλέον, με την συμμετοχή στον AFRA συλλογικά υπάρχει ενδιαφέρον να προωθηθεί η βιομηχανία μέσω στοχοθετημένης προσέγγισης που μιλά για τη σημασία και την αξία του BMP, καθώς και για την εκπαίδευση των ιδιοκτητών

²⁶⁹ International Civil Aviation Organization (2016). ICAO Environmental Report 2016, “*On Board a sustainable Future*” – Environment Branch of the International Civil Aviation Organization. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/env2016.aspx> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

αεροσκαφών σχετικά με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών τους. Εκτός από αυτές, η AFRA ασχολείται με αρκετούς συναφείς οργανισμούς και παράγοντες που επηρεάζουν τη βιομηχανία και ενδιαφερομένους, οι οποίοι έχουν αμοιβαίο ενδιαφέρον για την ασφαλή και υπεύθυνη αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των αεροσκαφών. Αυτές οι ομάδες πιστεύουν ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ασφάλεια των ατόμων που εκτελούν το έργο, στο περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται η διαδικασία και στην υπεύθυνη διανομή των μερών ή στην ανακύκλωση των υπολοίπων υλικών από τη διαδικασία.

Κατά τα επόμενα τρία χρόνια, η AFRA θα ήθελε να σημειώσει σημαντική αύξηση στους ιδιοκτήτες αεροσκαφών ζητώντας τη διαπίστευση της AFRA στην αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση RFPs²⁷⁰. Η αυξημένη συμμετοχή των εταιρειών αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης στην AFRA επιδιώκεται επίσης, ώστε να γίνουν μέρος της συζήτησης. Η συμμετοχή πολλών εταιρειών και οργανισμών σε επίπεδο βιομηχανίας θα προωθήσει τη συζήτηση και την ανάληψη δράσης σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο όλοι οι φορείς μπορούν να συνεχίσουν να βελτιώνουν συλλογικά τις πρακτικές και τις διαδικασίες. Θα ενθαρρύνει επίσης περισσότερες εταιρείες να κάνουν το επόμενο βήμα και να εργαστούν για τη διαπίστευση AFRA.

Η AFRA σχεδιάζει να συνεχίσει να επεκτείνει την εμβέλεια και τη δέσμευσή της σε σημαντικούς φορείς της βιομηχανίας για να τους εκπαιδεύσει και να τους ενημερώσει για τον οργανισμό AFRA, την αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των αεροσκαφών και τις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης της AFRA. Υπάρχουν επίσης πολλές ευκαιρίες σύνδεσης με άλλα τμήματα του κλάδου όπου υπάρχει συμπληρωματικό ενδιαφέρον για την ασφαλή και επιτυχή αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των αεροσκαφών.

Μεταξύ των ενεργών οργανισμών και συνδέσμων που συνεργάζονται άμεσα με την AFRA στο συγκεκριμένο θέμα συγκαταλέγονται η ISTAT (International Society of Transport Aircraft Trading – Americas and Europe), η ATAG (Air Transport Action Group), η ICAO (International Civil Aviation Organization), η IATA (International Air

²⁷⁰ Από τον επίσημο ιστότοπο της AFRA: <https://afraassociation.org/about-us/afra-mission/> - Προσπελάστηκε στις 10/12/2017

Transport Association), η ASA (Aviation Suppliers Association), η UK Environment Agency, η EASA (European Aviation Safety Agency), και η FAA (Federal Aviation Administration). Είναι η ελπίδα της AFRA να λαμβάνει εισροή και καθοδήγηση από αυτές και άλλες ομάδες που υποστηρίζουν τις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης της AFRA ως μέρος του δέντρου αποφάσεων του αεροσκάφους στο τέλος του κύκλου ζωής του.

5.4. Περιβαλλοντικός αντίκτυπος της ανακύκλωσης αεροσκαφών

Με τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία αεροσκαφών, η ανακύκλωση μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και ελαχιστοποιεί την παγκόσμια αλλαγή του κλίματος. Η μείωση των εκπομπών από τους αποτεφρωτήρες και τα λιγότερα υλικά που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής αποτελούν πρόσθετα οφέλη από την ανακύκλωση. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την εξοικονόμηση ενέργειας από διάφορα ανακυκλωμένα υλικά αεροσκαφών στις ΗΠΑ. Για παράδειγμα, η ανακύκλωση χαλκού και αργιλίου από θραύσματα αεροσκαφών απαιτεί 85% και 95% λιγότερη ενέργεια²⁷¹.

Πίνακας 2: Εξοικονόμηση ενέργειας από ανακυκλωμένα υλικά σε σύγκριση με την νέα παραγωγή και ποσοστό νέων μετάλλων που παράγονται με τη χρήση ανακτηθέντων μετάλλων²⁷²

Ανακυκλώσιμα Υλικά	Τεχνικές Διαχωρισμού	Εξοικονόμηση ενέργειας (%)	Νέα μέταλλα που παράγονται με την ανάκτηση (%)
Χάλυβας	Χειροκίνητη / μαγνητική διαλογή	62 – 74	42
Αλουμίνιο	Ηλεκτροστατική / μαγνητική διαλογή Δινορευτικά ρεύματα	95	39
Χαλκός	Ηλεκτροστατική / χειροκίνητη διαλογή	85	32

²⁷¹ Lund H. (2000), Recycling Handbook, McGraw-Hill Professional, 2nd Edition edition.

²⁷² British Metals Recycling Association (BMRA) (2011), "About Metal Recycling,". Για περισσότερες πληροφορίες: <https://www.recyclemetals.org/about-bmra.html> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

	Δινορευτικά ρεύματα		
Μόλυβδος	Χειροκίνητη διαλογή Βαρύτητα	60 – 65	74
Ψευδάργυρος	Χειροκίνητη διαλογή Βαρύτητα Επίπλευση	60	20
Χαρτί	Χειροκίνητη διαλογή Επίπλευση	64	n/a
Πλαστικό	Ηλεκτροστατική / χειροκίνητη διαλογή Δινορευτικά ρεύματα	80	n/a

Η χρήση δευτερογενών πρώτων υλών μειώνει τη χρήση φυσικών πόρων. Η τρίτη στήλη του παραπάνω πίνακα δείχνει την εξοικονόμηση ενέργειας από την ανακύκλωση μετάλλων και συναφών υλικών. Σε σύγκριση με τη συγκέντρωση που παρατηρείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ορυκτών πόρων και τις μεταλλουργικές διαδικασίες που εκτελούνται στις εγκαταστάσεις, η ανακύκλωση χρειάζεται μόνο περίπου το 10% της συνολικής επένδυσης, αυξάνει την απασχόληση, διευκολύνει τη διατήρηση μιας πρακτικής κατασκευαστικής βάσης και εξαλείφει τα απόβλητα που ενδέχεται να καταλήξουν στους χώρους υγειονομικής ταφής²⁷³.

Από την αξιολόγηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με την ανακύκλωση μετάλλων από τα απόβλητα καταναλωτών στο πλαίσιο της διαχείρισης αποβλήτων, που πραγματοποιήθηκε το 2009, χρησιμοποιήθηκε μια εγκατάσταση ανάκτησης υλικών MRF για τη διαλογή του ανακτώμενου μετάλλου. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου προέρχονται από τρεις πηγές: έμμεσες προηγούμενες εκπομπές, άμεσες δραστηριότητες στην εγκατάσταση MRF και έμμεσες μεταγενέστερες διαδικασίες που απαιτούνται για την επανεπεξεργασία των μεταλλικών απορριμμάτων. Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από την

²⁷³ Das S. K., J. A. S. Green, and J. G. Kaufman. (2011) "Aluminum Recycling: Economic and Environmental Benefits," - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.phinix.net/services/Recycling/Aluminum_Recycling_Economic.pdf - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

αποφυγή παραγωγής νέου μετάλλου. Ο συντελεστής αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη- GWF των ανάντη δραστηριοτήτων και η χρήση της εγκατάστασης MRF ως εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ήταν 12,8-52,6 κιλά CO² ανά τόνο ανακτηθέντος αλουμινίου και 400-1020 κιλά CO² ανά τόνο ανακτηθέντος χάλυβα. Η επανεπεξεργασία συνδέεται με τη μεγάλη εξοικονόμηση ως αποτέλεσμα της αποφυγής νέας παραγωγής αλουμινίου και χάλυβα. Καταγράφηκε καθαρή εξοικονόμηση εκπομπών από 5.040-19.340 κιλά CO² ανά τόνο επεξεργασμένου αλουμινίου και 560-2360 κιλά CO² ανά τόνο κατεργασμένου χάλυβα. Η ανάκτηση των παλαιών σιδήρων scrap εξαρτάται κυρίως από την τεχνολογία και τη μέθοδο που επιλέγεται κατά τις διαδικασίες ανακύκλωσης, γεγονός που καθιστά τη σύγκριση λίγο πιο δύσκολη. Η χρήση ενέργειας κατά την ανάκτηση και η αποφυγή της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην πρωτογενή παραγωγή είναι επίσης σημαντικά ζητήματα²⁷⁴.

Άλλες μελέτες επιβεβαίωσαν ότι η ανάκτηση ινών από την ανακύκλωση χρησιμεύει ως εφικτή αντικατάσταση νέων ινών σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες υψηλής τεχνολογίας και προσφέρει επίσης αξιοσημείωτη εξοικονόμηση χρημάτων και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα μπορούν να κατασκευαστούν με περίπου 70% του κόστους και με 98% λιγότερη ενέργεια από την κατασκευή νέων ινών. Εκτιμάται ότι η εμπορική παραγωγή αεριωθουμένων αεροσκαφών δημιούργησε έως και 1000 τόνους θραυσμάτων ανθρακονημάτων το 2014²⁷⁵. Η ανακύκλωση και η αντικατάσταση του άνθρακα για νέα προϊόντα στη βιομηχανία και στις εφαρμογές θα εξοικονομήσει αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα για να τροφοδοτήσει 175.000 τυπικά σπίτια σε ένα χρόνο²⁷⁶.

Οι δραστηριότητες ανακύκλωσης αεροσκαφών στον κόσμο προάγουν την ανάπτυξη των κοινοτήτων και των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των κοινοτήτων. Άλλες κοινωνικές επιπτώσεις συνίστανται κυρίως στην αύξηση της

²⁷⁴ Damgaard A., A. W. Larsen, and T. H. Christensen (2009), "Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions," Waste Management and Research, vol. 27, no. 8, pp. 773–780.

²⁷⁵ Carberry W., (2011), "Airplane Recycling Efforts Benefit Boeing Operators," – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_4_08/article_02_1.html - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

²⁷⁶ Coveringsetc, (2011) "Recycled Airplane Parts Transformed into Bio-Luminum," – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.caragreen.com/images/uploads/products/CutSheetBioLuminum.pdf> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

διάρκειας ζωής μέσω ενός καθαρότερου περιβάλλοντος, ασφαλέστερων συνθηκών εργασίας για τους εργαζόμενους και τους εργοδότες, την αύξηση του ενδιαφέροντος των πολιτών για την αναζήτηση απασχόλησης ή την εθελοντική εργασία στην ανακύκλωση και τη βελτίωση των επιστημονικών, πολιτιστικών και άλλων δραστηριοτήτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο²⁷⁷. Πρόσφατα, οι κοινωνικές και εκπαιδευτικές επιπτώσεις της ανακύκλωσης έχουν κερδίσει μεγάλη προσοχή παγκοσμίως.

5.5. Υπάρχουσα κατάσταση σχετικά με νομοθεσία

Το νομοθετικό πλαίσιο για την ανακύκλωση των αεροσκαφών είναι επί του παρόντος αόριστο: δεν υπάρχει διεθνής ή ευρωπαϊκή νομοθεσία και οι μεμονωμένες χώρες αφήνονται στη διάθεσή τους. Ωστόσο, υπάρχουν νομοθετικές πράξεις (κυρίως η Σύμβαση της Βασιλείας και το Σύστημα Ελέγχου του ΟΟΣΑ για την ανάκτηση αποβλήτων) που περιορίζουν τις διασυνοριακές μεταφορές αποβλήτων, όπως τα αεροσκάφη μετά το τέλος κύκλου ζωής τους. Στην πράξη, η ανακύκλωση των αεροσκαφών συχνά εξομοιώνεται με δραστηριότητες ανακύκλωσης οχημάτων και συνεπώς ισχύει η νομοθεσία από το πεδίο αυτό. Ένα σαφέστερο νομοθετικό πλαίσιο θα βελτίωνε σίγουρα τη διαφάνεια του πεδίου και θα διευκόλυνε τις διεθνείς και ευρωπαϊκές δραστηριότητες. Ένα σύνολο καλών πρακτικών διαχείρισης για την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση των αεροσκαφών υπάρχει ήδη από το 2008 και το 2012, αντίστοιχα, χάρη στην AFRA²⁷⁸.

5.5.1. Ανάγκη νομοθετικών και θεσμικών ρυθμίσεων

Σήμερα δεν υπάρχει ρυθμισμένη νομοθεσία που να ρυθμίζει τη διαχείριση των αεροσκαφών μετά το τέλος κύκλου ζωής τους, ενώ η ανακύκλωσή τους είναι

²⁷⁷ Asmatulu Eylem, Michael Overcash, and Janet Twomey (2012). "Recycling of Aircraft: State of the Art in 2011". Journal of Industrial Engineering, Volume 2013, Article ID 960581, pp. 8

²⁷⁸ AFRA, (2013). *Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials*, Version 3.0. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://afraassociation.org/wp-content/uploads/2016/03/AFRA-BMP-3.2.pdf> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

προαιρετική.²⁷⁹ Αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί από τη συγκριτικά μικρή ποσότητα αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους μέχρι στιγμής.

Ωστόσο, η τάση στον τομέα των μεταφορών μεταβαίνει στη νομοθεσία όσον αφορά την επέκταση της ευθύνης του παραγωγού. Αντίστοιχα, η αεροπορική βιομηχανία θα μπορούσε επίσης να αντιμετωπίσει νομοθεσία παρόμοια με τους κανονισμούς της αυτοκινητοβιομηχανίας. Παρόλο που ο κλάδος των αερομεταφορών έχει αρχίσει να αναπτύσσει τις πρώτες προσεγγίσεις, θα πρέπει να εξακολουθήσει να ενεργεί στην ανάπτυξη τεχνολογιών για τη βελτίωση του χειρισμού των αεροσκαφών που βρίσκονται στο τέλος του κύκλου ζωής τους, π.χ. μέσω της αύξησης του ποσοστού ανακύκλωσης και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η αεροπλοΐα θεωρείται πάντοτε διεθνής υπόθεση και πολλοί κανονισμοί, ιδίως από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO), εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία αεροσκαφών μεταξύ διαφορετικών χωρών και κοινωνιών. Η περιβαλλοντική αντίληψη ποικίλλει έντονα μεταξύ των γεωγραφικών περιοχών. Επομένως, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες οδήγησαν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε διαφορετικές εθνικές προσπάθειες ρύθμισης. Για παράδειγμα, οι εκπομπές αεροσκαφών κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων οδήγησαν σε τοπικά τέλη προσγείωσης με βάση τις εκπομπές όπως συνέβη στο αεροδρόμιο του Λονδίνου, το Heathrow, ή ακόμα και αυτό της Ζυρίχης. Το 2001, η Συνέλευση του ICAO ενέκρινε την ανάπτυξη ενός ανοικτού συστήματος εμπορίας εκπομπών για τη διεθνή αεροπλοΐα. Λόγω των κανονισμών αυτών, οι εκπομπές αποτέλεσαν αποφασιστικό κριτήριο για την αγορά αεροσκαφών και το σχεδιασμό τους²⁸⁰.

Παρομοίως με τη νομοθεσία στον τομέα των αεροπορικών μεταφορών όσον αφορά τις εκπομπές κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους δεν είναι μόνο τοπικό, αλλά και παγκόσμιο ζήτημα. Η νομοθεσία σχετικά με το χειρισμό των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους θα μπορούσε να έχει παρόμοιες συνέπειες για τους φορείς της αεροπορικής βιομηχανίας όσον αφορά το σχεδιασμό

²⁷⁹ Kaplan, M. D. G (2011): In an industry that parks old jets, Bombardier aims for fully recyclable aircraft. – Άρθρο από τον ιστότοπο: <http://www.zdnet.com/article/in-an-industry-that-parks-old-jets-bombardier-aims-for-fully-recyclable-aircraft/>

²⁸⁰ Egelhofer, Regina. (2008). *Aircraft Design Driven by Climate Change*.

των αεροσκαφών. Η αεροπορική βιομηχανία επηρεάζεται μόνο έμμεσα από τους ισχύοντες κανονισμούς για τα αεροσκάφη στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

5.6. Μελλοντικά σχέδια

Τα απαραίτητα βήματα προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων του 2020 που έχει θέσει η ACARE²⁸¹ θα πρέπει να καταδειχθούν και να επικυρωθούν μέσω σημαντικών τεχνολογικών καινοτομιών καθώς και επιταχυνόμενων ερευνητικών διαδικασιών. Ο οργανισμός AFRA, έχοντας ήδη δαπανήσει πάνω από 6 δις ευρώ στην έρευνα, προσπαθώντας να δημιουργήσει μια ολιστική έννοια για την αλλαγή της λογικής στο αποτύπωμα του διοξειδίου του άνθρακα. Ως αποτέλεσμα του προγράμματος PAMELA project προέκυψε το ολιστικό ευρωπαϊκώς χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα Clean Sky²⁸², το οποίο προσπάθησε να δει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τα υλικά ως το τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων των αεροσκαφών. Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Έπιτροπή, η Airbus, και άλλες μεγάλες ευρωπαϊκές αεροδιαστημικές εταιρείες ηγούνται της προετοιμασίας ενός νέου ευρωπαϊκού ερευνητικού: την κοινή τεχνολογική πρωτοβουλία «Clean Sky 2».

²⁸¹ ACARE: Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe
για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: <http://www.acare4europe.org/>

Το κύριο μέλημα της ACARE ήταν τότε η συνέχιση του ΣΕΕ ώστε να επηρεάσει όλους τους ευρωπαίους ενδιαφερόμενους στο σχεδιασμό ερευνητικών προγραμμάτων σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Το SRA δεν αποτελούσε πρόγραμμα έρευνας, αλλά ένας χάρτης πορείας που περιγράφει τους στρατηγικούς προσανατολισμούς που πρέπει να ληφθούν εάν η Ευρώπη ανταποκρίνεται στις ανάγκες της κοινωνίας των πολιτών ως αεροπορικές μεταφορές ως δημόσιο μέσο μεταφοράς καθώς και στις απαιτήσεις για τη μείωση του θορύβου και των εκπομπών με βιώσιμο τρόπο.

²⁸² Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.cleansky.eu/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μολονότι η διαχείριση των αποβλήτων στην ΕΕ έχει βελτιωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, πάνω από το ένα τέταρτο των αστικών αποβλήτων εξακολουθεί να οδηγείται σε υγειονομική ταφή και λιγότερο από το μισό ανακυκλώνεται ή γίνεται λίπασμα κομποστ, με μεγάλες διαφορές μεταξύ των κρατών μελών²⁸³. Η βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων θα μπορούσε να έχει θετικές συνέπειες για το περιβάλλον, το κλίμα, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία. Στο πλαίσιο της στροφής προς μια κυκλική οικονομία, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προέβη σε τέσσερις νομοθετικές προτάσεις για την εισαγωγή νέων στόχων διαχείρισης αποβλήτων όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την υγειονομική ταφή, την ενίσχυση των διατάξεων σχετικά με την πρόληψη των αποβλήτων και την επέκταση της ευθύνης του παραγωγού και τον εξορθολογισμό των στόχων.

Οι προτάσεις αναμένεται να αποδώσουν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Σύμφωνα με την Επιτροπή, οι τέσσερις νομοθετικές προτάσεις που προτείνονται θα δημιουργήσουν πάνω από 170.000 άμεσες θέσεις εργασίας στην ΕΕ έως το 2035. αποφυγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (πάνω από 600 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου CO₂ μεταξύ 2015 και 2035), θα αυξήσει η ανταγωνιστικότητα των τομέων διαχείρισης αποβλήτων της ΕΕ, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης, μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από εισαγωγές πρώτων υλών και θα μειωθεί ο διοικητικός φόρτος. Επιπλέον, οι προτάσεις θα μειώσουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία²⁸⁴.

Οι προτάσεις θα δημιουργήσουν επίσης δαπάνες, οι οποίες πιθανότατα θα επιβαρύνουν τις δημόσιες αρχές, τις επιχειρήσεις και τελικά τους καταναλωτές. Η έκθεση του ιδρύματος EMF του 2015²⁸⁵ υπολογίζει, με βάση τις εκτιμήσεις της

²⁸³ European Commission. (2014). *Report on Critical Raw Materials for the EU, Report of the Ad Hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials* – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/community/document/critical-raw-materials-eu-report-ad-hoc-working-group-defining-critical-raw> -

Προσπελάστηκε στις 30/11/2017

²⁸⁴ Ellen MacArthur Foundation (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains*. - Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> - Προσπελάστηκε στις 2/12/2017

²⁸⁵ Ellen MacArthur Foundation (2015). "Growth within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe." Ellen MacArthur Foundation - Διαθέσιμο στον ιστότοπο:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe> - Προσπελάστηκε στις 21/11/2017

βρετανικής κυβέρνησης, ότι το κόστος της δημιουργίας ενός πλήρως αποδοτικού συστήματος επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης στην ΕΕ θα μπορούσε να ανέλθει σε περίπου 108 δισεκατομμύρια ευρώ. Ωστόσο, η Επιτροπή αναφέρει ότι οι προτάσεις δεν θα έχουν αντίκτυπο στον προϋπολογισμό της ΕΕ.

Η ανασκόπηση αρχικά της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε σε αρχικό κεφάλαιο για την κυκλική οικονομία κατέδειξε ότι υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες παρόμοια απόβλητα μπορούν να διαχειριστούν με έναν κοινό τρόπο, ασχέτως αν προέρχονται από διαφορετικές πηγές ή ροές. Από κυβερνητικής και στρατηγικής άποψης, η ολοκληρωμένη διαχείριση παρόμοιων αποβλήτων θα μπορούσε να απλοποιήσει τους κανονισμούς και να βελτιώσει τη συνολική βιωσιμότητα των διαδικασιών μετά το τέλος κύκλου ζωής των προϊόντων αυτών (End of Life Cycle Processes)²⁸⁶. Ένα από τα σημαντικά απόβλητα που άρχισαν να αυξάνονται και θα συνεχίσουν με έντονο και εντατικό ρυθμό αποτελούν τα αεροσκάφη μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους.

Ο αριθμός των αεροσκαφών που φτάνουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους αυξάνεται κάθε χρόνο και η υγειονομική ταφή δε διαφαίνεται να αποτελεί βιώσιμη εναλλακτική λύση. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη εναλλακτικές επιλογές αντί της ταφής, όπως παραδείγματος χάριν η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση υλικών και η θερμική ανακύκλωση. Η διαχείριση των απόβλητων και απορριπτόμενων αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους είναι ένα σχετικά νέο ερευνητικό θέμα καθώς είναι ελάχιστες οι γνώσεις σχετικά με τη διαδικασία μετά της λήξη του χρόνου ζωής ενός αεροσκάφους, καθώς μετά το 2000 ξεκίνησαν να υπάρχουν τα πρώτα μεγάλα δείγματα απορριπτόμενων αεροσκαφών. Υπάρχει δεδομένα έλλειψη ποσοτικών και ποιοτικών προτύπων για τη διαχείριση των αποβλήτων αεροσκαφών²⁸⁷.

Κάθε εναλλακτική στο τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών έχει τις δικιές της επιπτώσεις στα κριτήρια της βιωσιμότητας, αναφέροντας συγκεκριμένα οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια. Κάθε εναλλακτική λύση μπορεί

²⁸⁶ Mårtensson K. and K. Westerberg, (2014). "Corporate Environmental Strategies Towards Sustainable Development," Business Strategy and the Environment, vol. 25, pp. 1-9

²⁸⁷ Airbus (2017). "Global Market Forecast 2017 – 2036". Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/Airbus_Global_Market_Forecast_2017-2036_Growing_Horizons_full_book.pdf - Προσπελάστηκε στις 11/12/2017

να είναι καλύτερη από μία άλλη σε σχέση με ένα κριτήριο, αλλά χειρότερη όσον αφορά ένα άλλο κριτήριο. Επιπλέον, η επιλογή της διαχείρισης των αποβλήτων και απορριπτόμενων αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους μπορεί να επηρεάζει πολλούς συμμετέχοντες από τη βιομηχανία των αερομεταφορών, καθώς επίσης και τους νομοθέτες και την κοινωνία. Κάθε συμμετέχων έχει τις δικιές του προτιμήσεις και του δικούς τους στόχους αναφορικά με τα παραπάνω κριτήρια.

Δεν υπάρχει εκτενής κύρια έρευνα για την απόφαση μεταξύ των διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων μετά το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών, γι' αυτό και οι υπάρχουσες έρευνες που λαμβάνονται ως βάση προέρχονται κυρίως από τα ΑΗΗΕ καθώς επίσης και από τα ΟΤΚΖ, όπου οι κανονισμοί που δομήθηκαν, ανάγκασαν τους κατασκευαστές να βελτιώσουν τη μεταχείριση των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους τα τελευταία χρόνια. Η πλειοψηφία των υφιστάμενων προτάσεων σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων και απορριπτόμενων αεροσκαφών μετά το τέλος κύκλου ζωής τους βασίζεται σε προτάσεις που στερούνται κυρίως ποσοτικής βάσης. Δεν υπάρχει μοντέλο που να υποστηρίζεται σχετικά με τη διαχείριση αυτών των αεροσκαφών που να λαμβάνει όλα τα κριτήρια βιωσιμότητας²⁸⁸.

Όλα τα παραπάνω καταδεικνύουν πόσο αναγκαίο είναι να δημιουργηθεί επείγοντως ένα συστηματικό, πλήρες και ποιοτικό πλαίσιο που να μπορεί να υποστηρίξει τη διαδικασία λήψης κατάλληλης επιλογής διαχείρισης των αποβλήτων και απορριπτόμενων αεροσκαφών μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους. Σήμερα, ωστόσο δεν υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο ρυθμισμένο, ενώ η διαχείριση αυτού του ρεύματος αποβλήτων είναι προαιρετική. Παρ' ότι υπάρχουν ενδιαφέρουσες κινήσεις και οργανισμοί που κινούνται προς αυτή την κατεύθυνση, η τάση στον τομέα των μεταφορών μεταβαίνει στη νομοθεσία όσον αφορά την επέκταση της ευθύνης του παραγωγού.

²⁸⁸ AFRA, (2013). *Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials*, Version 3.0. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://afraassociation.org/wp-content/uploads/2016/03/AFRA-BMP-3.2.pdf> - Προσπελάστηκε στις 7/12/2017

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- [] Πεντελάκης Σ., Τσερπές Κ. (2016). Μηχανική Συμπεριφορά Υλικών. Εκδ. Τζιόλα. Αθήνα
- [] Τσάλτας Γρ.Ι., Μαυρογένης Στ., Μπούρτζης Τ., Ροδοθεάτος Γ. (Απρίλιος 2017). «Περιβάλλον: Διεθνής Προστασία – Πολιτική – Δίκαιο – Θεσμοί». Εκδ. Ι. Σιδέρης. Αθήνα
- [] Canaday H. (7 April 2014) "Scrambling for Parts," Aviation Week & Space Technology.
- [] Collins Richard (2017), *"Composites 2017-2027: Innovations, Opportunities, Market Forecasts"*.
- [] Davis J. R., (1993), *Aluminum and Aluminum Alloys-ASM Specialty Handbook*, ASM International – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://www.asminternational.org/documents/10192/22833166/06610G_Sample_BuyNow.pdf/682770e4-3845-4e47-bc71-baf71b17a014
- [] Heerden D. and R. Curran (2010) "Value extraction from end-of-life aircraft," Encyclopedia of Aerospace Engineering.
- [] Lund H. (2000), *Recycling Handbook*, McGraw-Hill Professional, 2nd Edition edition
- [] Pearce, D., Markandya, A., Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan, London, Great Britain
- [] Stahel, W. (1982). *Product-life Factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies*, pp. 1-10.
- [] Stahel W., (2010) *"The Performance Economy"*. Palgrave-MacMillan, London
- [] Stahel, W.R. (2013). *Policy for material efficiency e sustainable taxation as a departure from a throwaway society. Philosophical Transactions of The Royal Society*
- [] Stahel, W.R. (2014). *Reuse Is the Key to the Circular Economy*
- [] Stahel W., R. Clift, (2015). *"Stocks and flows in the performance economy"*, Tak. Stock Ind.Ecol. Springer, Heidelberg
- [] Strasser, S. (2000). *Waste and Want: A Social History of Trash*. Henry Holt.
- [] Steinhilper, R. (1998). *Remanufacturing: The Ultimate Form of Recycling*.
- [] Towle I., C. Johnston, R. Lingwood and P.S. Grant, (2004). *"The Aircraft at End of Life Sector: A Preliminary Study"*. Department of Materials, Oxford University
- [] Watson M. (2009) *"End of life aircraft initiatives,"* SBAC Aviation and Environment.
- [] Von Bertalanffy, L. (1950). *An outline of general system theory*. Br. J. Phil. Sci. Vol. 1, pp. 134 - 165

Άρθρα

- [] Allred R. E. and R. M. Salas (2011), *“Recycling Process for Aircraft Plastics and Composites,”*
- [] Allwood J. M., M. F. Ashby, T. G. Gutowski and E. Worrell, (2011). “Material efficiency: A white paper,” *Resources, Conservation and Recycling*, no. 55, pp. 362-381
- [] Andersen, M.S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustain. Sci.* Vol. 2, pp. 133-140
- [] Ardente, F. Mathieux, F., Recchioni, M (2014). Recycling of electronic displays: analysis of pre-processing and potential ecodesign improvements. *Resource, Conservation and Recycling*. Vol. 92, pp. 158-171.
- [] Ardente, F. Mathieux F. (2014). Environmental assessment of the durability of energy-using products: Method and application. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 74, pp. 62-73.
- [] Asmatulu Eylem, Janet Twomey, Michael Overcash, (2013), *“Evaluation of recycling efforts of aircraft companies in Wichita”*, *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 80, pp. 36– 45
- [] Asmatulu E., J. Twomey, and M. Overcash (2013), “Recycling of fiber reinforced composites and reusing in different fields as low-cost products,” *Journal of Composite Materials*
- [] Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., Den Hollander, M. (April 2014). Products that go round: exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, Volume 69, pp. 10-16.
- [] Barbier, E. (2012). The green economy post Rio+20. *Science* Volume 338, pp. 887-888
- [] Bilitewsky, B. (2012). The circular economy and its risks. *Waste Management*. Volume 32, pp. 1-2.
- [] Bobba,S., Ardente,F., Mathieux,F. (2016), Environmental and economic assessment of durability of energy-using products: Method and application to a case-study vacuum cleaner. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 137, pp. 762-776
- [] Boulding, Kenneth E. (1970). Fun and games with the gross national product – the role of misleading indicators in social policy. In: Helfrich Jr., Harold W. (Ed.), *The Environmental Crisis: Man's Struggle to Live with Himself*. Yale University Press, New Haven, pp. 157-170
- [] Braungart M., McDonough W. (2002). *“Cradle to Cradle: Remaking the way we make things”*, North Point Press

- [] Braungart M., McDonough W., Sklar A. (2013), "The Upcycle: Beyond sustainability - designing for abundance", North Point Press
- [] Bridge G. (2009) "Material worlds: natural resources, resource geography and the material economy," *Geography Compass*, vol. 3, pp. 1217-1244, 2009.
- [] Brown, M.T., Ulgiati, S. (2011). Understanding the global economic crisis: a biophysical perspective. *Ecological Modelling*. Volume 223, Issue 1, pp. 4-13
- [] Castellani, V., Sala, S., Mirabella, N. (2015). Beyond the throwaway society: a life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse. *Integr. Environ. Assess. Manag.* Vol. 11 (3), pp. 373
- [] Chancerel P., et al. (2009), "Assessment of Precious Metal Flows During Preprocessing of Waste Electrical and Electronic Equipment," *Journal of Industrial Ecology*, vol. 13, pp. 791-810
- [] Chandler C. (March 2013) "Aircraft Recycling - Going green and growing," *Turbine Technology*, pp. 18-24.
- [] Charonis, G. (2012). Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourses to economic growth for achieving environmental sustainability and social equity. In: *World Economic Association Sustainability Conference 2012*
- [] Chen, X., Geng, Y., Fujita, T. (April 2010). An overview of municipal solid waste management in China. *Waste Management*. Volume 30, Issue 4, pp. 716-724.
- [] Chiu, A.S.F., Geng, Y. (2004). On the industrial ecology potential in Asian developing countries. *Journal of Cleaner Production*. Volume 12, Issues 8-10. pp. 1037-1045
- [] Das S. K., J. A. S. Green, and J. G. Kaufman. (2011) "Aluminum Recycling: Economic and Environmental Benefits,"
- [] Damgaard A., A. W. Larsen, and T. H. Christensen (2009), "Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions," *Waste Management and Research*, vol. 27, no. 8, pp. 773–780.
- [] Daly, H.E. (1977). *The Steady-state Economy. The Sustainable Society: Implications for Limited Growth*. Praeger, New York and London, pp. 107-114.
- [] Egelhofer, Regina. (2008). *Aircraft Design Driven by Climate Change*.
- [] Eco-Business. (2015), *Action agenda for a circular economy* released at World Resources Forum
- [] Fine G.A., B. O'Neill, (2010) Policy legends and folklists: traditional beliefs in the public sphere, *J. Am. Folk*, Vol. 123, pp. 150–178
- [] Figge, F., Young, W., Barkemeyer, R. (2014). Sufficiency or efficiency to achieve lower consumption and emissions? The role of rebound effect. *J. Clean. Prod.* Vol. 69, p. 216-224

- [] Franz, K. Hoernschemeyer, R. et al. (28-29 March 2011). *A Methodical Approach to Assess the Aircraft Life Cycle*. In: 2nd International Air Transport and Operations Symposium. Delft, The Netherlands. Delft University of Technology, pp. 1-19.
- [] Frosch, R.A. (1992). Industrial ecology: a philosophical introduction. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Volume 89, pp. 800-803
- [] Frosch R. A. and N. E. Gallopoulos (1989), "Strategies for Manufacturing," *Scientific American*
- [] Geng, Y., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving "leapfrog development". *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, Volume 15, 2008 – Issue 3, pp. 37-41
- [] Geng, Y., Tsuyoshi, F., Chen, X. (2010) Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. *Journal of Cleaner Production*. Volume 18, pp. 993-1000.
- [] Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge Mass. Harvard University Press
- [] Ghisellini, Patrizia, Catia Cialani, and Sergio Ulgiati. (2016). "A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems." *Journal of Cleaner Production*, Volume 114, pp. 11–32
- [] Graedel T., J. Allwood, J. Birat, B. Reck, S. Sibley, S. G., M. Buchert and C. Hagelücken, (2011). "Recycling Rates of Metals - A Status Report, A Report of the Working Group on Global Metal Flows to the International Resource Panel," UNEP.
- [] Goggin, Kate, and Jim Browne. (2000). "The Resource Recovery Level Decision for End-of-Life Products." *Production Planning and Control*, Vol. 11, Issues 7, pp. 628–40.
- [] Gupta S. M. and A. Pandit. (2015) *"A strategic approach in making end-of-life decisions for ships"* Boston.
- [] Haigh N. and A. Griffiths, (2009). "The natural environment as a primary stakeholder: the case of climate change," *Business Strategy and the Environment*, vol. 18, pp. 347-359
- [] Haggard B, Reed B, Mang P. (2006). *Regenerative Development and Design*. Regenesi Group and Story of Place Institute. Chapter 303, *Encyclopedia Sustainability Science & Technology*
- [] Hart S. (1995) "A natural-resource-based view of the firm," *Academy of Management Review*, vol. 20, pp. 986-1014.
- [] Hayes P. B. (2006), "Europe Pioneers Aircraft Recycling Initiatives," *Industry Beat*, pp. 4
- [] He, P., Lü, F., Zhang, H., Shao, L. (2013). Recent developments in the area of waste as a resource, with particular reference to the circular economy as a guiding principle,

- in waste as a resource 2013. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (2013), Issues in Environmental Science and Technology No 37. The Royal Society of Chemistry
- [] Hiremath A. M., S. K. Pandey, D. Kumar and S. R. Asolekar. (2014) *"Ecological Engineering, Industrial Ecology and Eco-Industrial Networking Aspects of Ship Recycling Sector in India,"* Bombay.
- [] Hughes Richard (2017), "The EU Circular Economy package – life cycle thinking to life cycle law?", The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering - Procedia CIRP, Volume 61, pp. 10-16
- [] Jaber M., A. El Saadaany and M. Rosen. (2011) "A simple price-driven reverse logistics system with entropy and exergy costs," International Journal of Exergy, vol. 9, pp. 486-502
- [] Janda K.B., M. Topouzi (2015), Telling tales: using stories to remake energy policy. Building Research & Information, Volume 43, pp. 516-533
- [] Jayal A., F. Badurdeen, O. Dillon and I. Jawahir. (2010) "Sustainable manufacturing: Modelling an optimization challenges at the product, process and system levels," CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, vol. 2, pp. 144-152
- [] Jensen, J.P., Remmen, A. (3-5 October 2016) "Enabling circular economy through product stewardship". 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Stellenbosch, South Africa
- [] Joung C. B., J. Carrell, P. Sarkar and S. C. Feng. 2012) "Categorization of indicators for sustainable manufacturing," Ecological Indicators, vol. 24, pp. 148-157.
- [] Kenis A., M. Lievens, (2014). "Searching for the "political" in environmental politics", Environ. Polit. Volume 23, pp. 531–548
- [] Kenneth E. Boulding. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth, In H. Jarrett (ed.) Environmental Quality in a Growing Economy, pp. 3-14. Baltimore
- [] Keivanpour S., D. Ait-Kadi and C. Mascle (2013). "Toward a Strategic Approach to End-of-Life Aircraft Recycling Projects," Journal of Management and Sustainability, vol. 3, no. 3, pp. 76-95.
- [] Kerschner, C. (2010). Economic de-growth vs. steady-state economy. Journal of Cleaner Production. Volume 18, Issue 6, pp. 544-551
- [] Krrishnamohan, K. and Allenby, B. (2002) 'Industrial ecology - An introduction', International Journal of Ecology and Environmental Sciences, Vol. 28, pp. 3–6.
- [] Lane R. and M. Watson. (2012) "Stewardship of things: The radical potential of product stewardship for re-framing responsibilities and relationships to products and materials," Geoforum, vol. 43, pp. 1254-1265
- [] Lashlem A., D. Wahab, S. Abdullah and C. Che Haron. (2013) *"A Review on End-of-Life Vehicle Design Process and Management,"* Journal of Applied Sciences, vol. 13, no. 5, pp. 654-662.

- [] Lazarevic, D., Aoustin, E., Buclet, N., Brandt, N. (2012). Plastic waste management in the context of a European recycling society: comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 55, p. 246-259
- [] Lazarevica David, Helena Valvea (2017), "Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition". *Energy Research & Social Science*, Volume 31, pp. 60-69
- [] Le Blanc, D. (2011). Special issue on green economy and sustainable development. *Nat. Resour. Forum*, Volume 35, pp. 151 – 154
- [] Lewis H. (2005) "Defining product stewardship and sustainability in the Australian packaging industry," *Environmental Science and Policy*, vol. 8, pp. 45-55.
- [] Lieder Michael, Amir Rashid. (2015). "Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry". *Journal of Cleaner Production*. Volume 115, pp. 36-51
- [] Loiseau Eleonore et. Al. (2016), "Green economy and related concepts: An overview". *Journal of Cleaner Production*, Volume 139, pp 361 – 371
- [] McMurray, Ian. 2015. *"Delivering the Future, Today."* TVB Europe
- [] Manomaivibool, P., Hong, J.H. (2014). Two decades, three WEEE systems: how far did EPR evolve in Korea's resource circulation policy? *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 83, pp. 202-212
- [] Mårtensson K., K. Westerberg, (2014). "Corporate Environmental Strategies Towards Sustainable Development," *Business Strategy and the Environment*, vol. 25, pp. 1-9
- [] Martin, M., Svensson, N., Eklund, M. (2015). Who gets the benefits? An approach for assessing the environmental performance of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, Volume 98, pp. 1-9
- [] Mathews, J. a, Tan, H. (2011). Progress toward a circular economy in China: the drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. *J. Ind. Ecol.* Volume 15 (3), pp. 435-457.
- [] Mazza, L., ten Brink, P. (2012). Green Economy in the European Union. Supporting Briefing, with Support from Fedrigio-fazio, D. UNEP, IIEP & Globe European Union – EU
- [] Meadows, D., et al. (1972). *The Limits to Growth*.
- [] Nasr N., B. Hilton and R. German. (2011) "A framework for sustainable production and a strategic approach to a key enabler: remanufacturing," *Advances in Sustainable Manufacturing*, vol. 5, pp. 191-196
- [] Naustdalslid, J. (2014). Circular economy in China e the environmental dimension of the harmonious society. *International Journal of Sustainable Development & World Energy*, Vol 21, Issues 4, pp. 303-313

- [] Ness, D. (2008). Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* Vol. 15, pp. 288-301
- [] Ohno H., K. Matsubae, K. Nakajima, Y. Kondo, S. Nakamura and T. Nagasaka. (2015). *"Toward the efficient recycling of alloying elements from end of life vehicle steel scrap,"* *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 100, pp. 11-20.
- [] Overcash M., E. Asmatulu and J. Twomey. (2012) "Recycling of Aircraft: State of the Art in 2011," *Journal of Industrial Engineering*, vol. 2013, pp. 1-8.
- [] Pantelakis Spiros (2017). "Current advances and emerging needs in (r)evolutionizing aircraft structures". (Plenary lecture) Euromat 17-22 September 2017, Thessaloniki, Greece
- [] Paulraj A., (2009). "Environmental motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices," *Business strategy and the Environment*, vol. 18, pp. 453-468
- [] Park, J.J., Chertow, M. (2014). Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing waste as resources. *Journal of Environmental Management*. Volume 137, pp. 45-53
- [] Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (11 March 2014). Circular Economy: Is it Enough? *Ecodesign Centre (EDC), Cardiff Business Technology Centre*
- [] Ramani, K., Ramanujan, D., Bernstein, W.Z., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., Choi, J.-K., Kim, H., Thurston, D. (2010). Integrated sustainable life cycle design: a review. *Journal of Mechanical Design*. Volume 132, pp. 091004-1 - 091004-15.
- [] Reed B, Mang P. (2012). "Designing from place: a regenerative framework and methodology". *Journal: Building Research & Information*, Volume 40, pp. 23-38
- [] Ren, Y. (September 2007). The circular economy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Volume 9, Issues 2, pp 121-129.
- [] Rosen M. A. and H. A. Kishawy. (2012) "Sustainable Manufacturing and Design: Concepts, Practices and Needs," *Sustainability*, vol. 4, pp. 154-174.
- [] Rossi V. (2011) *"The Dismantling of End-of-Life Ships: The Hong Kong Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships,"*
- [] Sakai, S. Et al. (2011). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *J. Material Cycles Waste Manag.* Vol. 13, pp. 86-102.
- [] Sauvé S., Bernard S., Sloan P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, volume 17, pp. 48-56

- [] Schroeder H. (2013) "Trends in Recycling and Product Stewardship: A Case for Enterprise Information Systems," *Sustainability: The Journal of Record*, vol. 6, no. 6, pp. 320-326
- [] Shah, V. (2014). *The Circular Economy's Trillion-dollar Opportunity*. Eco-Business
- [] Shuaib M., H. Metta, T. Lu, F. Badurdeen, I. Jawahir and T. Goldsby. (2011), "Design and performance evaluation of sustainable supply chains: Approach and methodologies," *Advances in Sustainable Manufacturing*, vol. 8, pp. 347-352
- [] Simic V. (2013) "*End-of-life vehicle recycling - A review of the state-of-the-art*".
- [] Song, Q., Li, J., Zeng, X. (October 2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, Volume 104, pp. 199-210
- [] Springett D., (2003). "Business conceptions of sustainable development: a perspective from critical theory," *Business Strategy and the Environment*, vol. 16, pp. 339-353
- [] Swyngedouw E., (2010). Apocalypse forever? Post-political populism and the spectre of climate change, *Theory Cult. Soc.* Volume 27, pp. 213–232
- [] Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (March 2013). A review of the circular economy in China: moving from rethoric to implementation. *J. Clean. Prod.* Vol. 42, pp. 215-277
- [] Suomalainen Emilia, Ayce Celikel, Pierre Vénuat. (2014) "*AIRCRAFT METALS RECYCLING: PROCESS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES*"
- [] Todd M. (2013) "Creative developments: End-of-life solutions," *Airline Fleet Magazine*, pp. 28-31.
- [] Walker, S. Cook, M. (2009). *The contested concept of sustainable aviation. In: Sustainable Development*. Vol. 17, No. 6, pp. 378–390
- [] Widmer R., X. Du, O. Haag, E. Restrepo and P. A. Wäger. (2015) "*Scarce Metals in Conventional Passenger Vehicles and End-of-Life Vehicle Shredder Output*," *Environmental Science and Technology*, vol. 49, pp. 4591–4599.
- [] Wong Kok, Chris Rudd, Steve Pickering, Xiao Ling Liu (September 2017). "*Composites recycling solutions for the aviation industry*". *Science China Technological Science*. Volume 60, Issue 9, pp 1291–1300
- [] van Lente H., (2012). Navigating foresight in a sea of expectations: lessons from the sociology of expectations, *Technol. Anal. Strateg. Manag.* Volume 24, pp. 769-782
- [] Von Bertalanffy, L. (1950). An outline of general system theory. *Br. J. Phil. Sci.* Vol. 1, pp. 134 – 165

- [] Xia, P., Yang, H. (2007). Re-reading steady-state economy: calm thinking on hot circular economy. China Population, Resources and Environment. Volume 17, Issue 3, pp. 20-23
- [] Yi J., B. Yu, L. Du, C. Li, and D. Hu (2008), "Research on the selectable disassembly strategy of mechanical parts based on the generalized CAD model," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 37, pp. 599–604
- [] Yuan, Z., Bi, J., Moriguichi, Y. (2006). The circular economy: a new development strategy in China. J. Ind. Ecol. Volume 10, pp. 4-8.
- [] Zhu Q, Geng Y, Lai KH (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. J Environ Manag Volume 6, pp. 1324–1331.

Ηλεκτρονικός Τύπος

- [] Carberry W., (2011), "Airplane Recycling Efforts Benefit Boeing Operators," – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_4_08/article_02_1.html
- [] European Commission. (2015). Δελτίο Τύπου: «Δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία: Ερωτήσεις & απαντήσεις» - Βρυξέλες, 2 Δεκεμβρίου 2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-15-6204 el.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_el.htm)
- [] European Commission. (2015). Δελτίο Τύπου «Κλείσιμο του κύκλου»: η Επιτροπή εγκρίνει νέα, φιλόδοξη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία, με στόχο την τόνωση της ανταγωνιστικότητας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης
- [] Kaplan, M. D. G (2011): In an industry that parks old jets, Bombardier aims for fully recyclable aircraft. – Άρθρο από τον ιστότοπο: <http://www.zdnet.com/article/in-an-industry-that-parks-old-jets-bombardier-aims-for-fully-recyclable-aircraft/>
- [] Kingsley-Jones M. (2008), "Airbus's Recycling Master Plan—Pamela," Flight International – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.flightglobal.com/news/articles/airbus39s-recycling-master-plan-pamela-224015/>
- [] Reals K. (2011), "Dismantling Company Finds Innovative Ways of Reusing Scrapped Aircraft Materials," Άρθρο από τον ιστότοπο: <https://www.flightglobal.com/news/articles/dismantling-company-finds-innovative-ways-of-reusing-351596/>

Αναφορές - Εκθέσεις Οργανισμών

- [] Aerospace Manufacturing and Design (AMD) (2011), “AFRA Targets 90% Recyclability of Global Fleet by 2016,”
- [] “AFRA Best Management Practice for Management of Used Aircraft Parts and Assemblies and for Recycling of Aircraft Materials (BMP)” – διαθέσιμη στον ιστότοπο: <https://afraassociation.org/accreditation/the-afra-bmp/>
- [] Airbus 2017. “Global Market Forecast 2017 – 2036”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/Airbus_Global_Market_Forecast_2017-2036_Growing_Horizons_full_book.pdf
- [] Airbus (2007), “Towards Eco-Efficiency and Sustainable Development.” Social, Environmental. <https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/623/original/COP.pdf?..>
- [] Airbus (2008), France S.A.S. “PAMELA-Life Main Project Result”
- [] Aerospace Manufacturing and Design (AMD) (2011), “AFRA Targets 90% Recyclability of Global Fleet by 2016,”
- [] Automotive Parts Remanufacturers Association. (2015). *History of Automotive Remanufacturing*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.apra-europe.org/main.php?target=history>
- [] BMW Group (2004) “Recycling of end-of-life vehicles,” BMW Group, München. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.bmw-me.com/en/topics/offers-and-services/personal-services/recycling.html>
- [] Boeing (2008), “Boeing and Alenia to Support Italy’s First Composite Industrial Recycling Plant,” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/>
- [] Boeing. 2015. “Current Market Outlook 2015-2034.” Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/assets/downloads/Boeing_Current_Market_Outlook_2015.pdf
- [] Boeing (2017). Current Market outlook 2017 – 2036. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.boeing.com/commercial/market/current-market-outlook-2017/>
- [] Bombardier (2011). Recyclability “End-of-Life Challenges” [“.http://www.oalib.com/references/13859976](http://www.oalib.com/references/13859976)
- [] British Metals Recycling Association (BMRA) (2011), “About Metal Recycling,”. Για περισσότερες πληροφορίες: <https://www.recyclemetals.org/about-bmra.html>
- [] Carbon Fiber Remanufacturing (CFR) (2011), “Guide to Reclaimed Carbon Fiber Market Applications,”.

- [] CCICED. (2008). *Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.bjreview.com.cn/document/txt/2008-12/04/content_168428.htm
- [] Club of Rome (2015). *The Circular Economy and Benefits for Society, Swedish Case Study Shows Jobs and Climate as Clear Winners*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://www.clubofrome.org/2016/03/07/a-new-club-of-rome-study-on-the-circular-economy-and-benefits-for-society/>
- [] DNV-GL (2014), “*Guide on Smarter, Safer, Greener Maritime Future*,”
- [] Ellen Macarthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- [] Ellen Macarthur Foundation. (2013). “*The Circular Model - Brief History and School of Thought*”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/cradle2cradle>
- [] Ellen Macarthur Foundation. (2013). “*Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- [] Ellen Macarthur Foundation. (2014). “*Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains*” - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- [] Ellen Macarthur Foundation. (2015). “*Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- [] Environmental Protection Agency (2014). *Summary of the Pollution Prevention Act*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-pollution-prevention-act>
- [] European Academies Science Advisory Council. (November 2016). *Indicators for a circular economy*. EASAC policy report 30, Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/circular-eco-1.html>
- [] European Environment Agency (2009). *Municipal Waste Generation (CSI 016/WST001)*. Η αξιολόγηση εκδόθηκε το 2011. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/municipal-waste-generation/municipal-waste-generation-assessment-published-4>
- [] European Environment Agency (2013). No2/2013, EEA Report. *Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste>

- [] European Environment Agency (2014). *Resource-efficient Green Economy and EU Policies*. European Environment Agency. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.eea.europa.eu/publications/resourceefficient-green-economy-and-eu>
- [] European Environment Agency (2015), *The European Environment State and Outlook 2015, Executive Summary*, Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/report/0c-executivesummary>
- [] European Environment Agency (2016). EEA Report No35/2016. *Prevention of Hazardous Waste in Europe — the Status in 2015*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.eea.europa.eu/publications/waste-prevention-in-europe>
- [] European Commission (2008). Σχεδιασμός Διαχείρισης αποβλήτων, Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε: – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/community/document/critical-raw-materials-eu-report-ad-hoc-working-group-defining-critical-raw>
- [] European Commission (2007) - Directorate General Environment (2007), “Ship Dismantling and Pre-cleaning of Ships: Final report,”. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
http://ec.europa.eu/environment/waste/ships/pdf/ship_dismantling_report.pdf
- [] European Commission. (Βρυξέλες, 17 Δεκεμβρίου 2012). *Manifesto for a Resource-efficient Europe*, MEMO 12/989 - Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
[http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-12-989 en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm)
- [] European Commission. (2014) - DG Environment Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR), διαθέσιμο στον ιστότοπο:
http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/target_review/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf
- [] European Commission - DG Environment (2014), “*Ex-post evaluation of certain waste stream Directives*,” European Commission, Brussels. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52014SC0209>
- [] European Commission. (2014). “Report on Critical Raw Materials for the EU, Report of the Ad Hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials”
- [] European Commission. (2017). COM (2017) 33. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS *on the implementation of the Circular Economy Action Plan* - Brussels, 26.1.2017. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- [] International Energy Agency (2009). “*The Republic of Korea's Five-Year Plan for Green Growth*.” Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/korea/name-38998-en.php>
- [] International Civil Aviation Organization (2016). ICAO Environmental Report 2016, “*On Board a sustainable Future*” – Environment Branch of the International Civil Aviation Organization. Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/env2016.aspx>

- [] Institution of Environmental Sciences (2015). *The Circular Economy in Japan*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.the-ies.org/analysis/circular-economy-japan>
- [] Lloyd's Register Marine. (2014) “A Guide to the Inventory of Hazardous Materials (IHM),” Lloyd's Register Marine
- [] OECD. (2011). *Towards Green Growth: Monitoring Progress*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.oecd.org/env/towards-green-growth-monitoring-progress-9789264111356-en.htm>
- [] OECD (15 Μαΐου 2015), “Policy Guidance on Resource Efficiency” - διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/policy-guidance-on-resource-efficiency_9789264257344-en
- [] Tarmac Aerosave (2011), “*First Industrial Company for Aircraft Storage and Dismantling*” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.tarmacaerosave.aero/index.php?lang=en>
- [] World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- [] World Bank (2012). *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. The World Bank, Washington D.C, p. 171.
- [] UNEP, (2011). “*Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=126&menu=35>
- [] UNEP (2013). *Resource Efficiency: Economics and Outlook for China*. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8119>
- [] UNEP (2013). *Metals Recycling: Opportunities, Limits and Infrastructure*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8423>
- [] UTS (2015). *What Will a Circular Economy Look like in Australia*

Πρωτογενείς πηγές

- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (1994), ΟΔΗΓΙΑ 94/62/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 20ής Δεκεμβρίου 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας – διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01994L0062-20150526>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (1999), ΟΔΗΓΙΑ 1999/31/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, διαθέσιμη στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01999L0031-20111213>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2000), ΟΔΗΓΙΑ 2000/53/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 για τα οχήματα

στο τέλος του κύκλου ζωής τους - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02000L0053-20130611>

- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2006), ΟΔΗΓΙΑ 2006/66/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 6ης Σεπτεμβρίου 2006 σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας 91/157/ΕΟΚ, - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0066-20131230>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2008), ΟΔΗΓΙΑ 2008/98/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2009), ΟΔΗΓΙΑ 2009/125/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Οκτωβρίου 2009 για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα – διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2012), ΟΔΗΓΙΑ 2012/19/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), - διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019&qid=1434032353636>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2015), ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2015/720 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 29ης Απριλίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης λεπτών πλαστικών σακουλών μεταφοράς – διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2015.115.01.0011.01.ENG
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ (2015), ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, COM(2015) 596, Βρυξέλλες, 2.12.2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015PC0596&from=EN>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2011), COM(2011) 571, ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ (2011). «Χάρτης πορείας για μια αποδοτική, από πλευράς πόρων, Ευρώπη». Βρυξέλλες, 20.9.2011 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0571>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2014), COM (2014) 398. ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη». Βρυξέλλες, 2.7.2014. – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398>

- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2015), COM(2015) 594. ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, Βρυξέλλες, 2/12/2015 – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1452152827375&uri=CELEX:52015PC0594>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2015), COM (2015) 614, ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ - «Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία». Βρυξέλλες, 2.12.2015, – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
- [] ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2015), COM(2015) 614. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ για την ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ : « Το κλείσιμο του κύκλου: - Σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία», Βρυξέλλες, 2.12.2015 - ANNEX I - - Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_2&format=PDF
- [] International Maritime Organization, “Hong Kong Convention” – Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Pages/Default.aspx>

Ιστοσελίδες

- [] <https://www.unric.org/el/>
Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης των Ηνωμένων Εθνών
- [] <http://ykcenter.org>
YK Center
- [] <http://www.c2cplatform.tw/en>
- [] <http://www.cradletocradle.com>
Cradle – to - Cradle
- [] <http://www.eco-business.com>
Eco-Business media organization.
- [] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>
Ellen MacArthur Foundation
- [] <https://www.clubofrome.org>
Club of Rome organization
- [] <https://www.eoan.gr/>
Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης

- [] <https://www.eea.europa.eu/>
European Environment Agency
- [] <https://curia.europa.eu>
Δικαστήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- [] <http://www.oecd-ilibrary.org>
Organisation for Economic Co-operation and Development's library
- [] <http://www.imo.org>
International Maritime Organization