



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την
επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής
οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης**

Κωνσταντίνος Ράπτης
A.M. 46147036

Εισηγητής: Δρ. Αιμιλία Μ. Κονδύλη, Καθηγήτρια

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

**Κωνσταντίνος Ράπτης
Α.Μ. 46147036**

Εισηγητής:

Δρ Αιμιλία Μ. Κονδύλη, Καθηγήτρια

Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Αιμιλία Μ. Κονδύλη, Καθηγήτρια

Δρ. Χριστιάνα Παπαποστόλου, Καθηγήτρια

Δρ. Κ. Καβαδίας, Καθηγητής

Ημερομηνία εξέτασης: 7/3/2023

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ράπτης Κωνσταντίνος του Μάριου, με αριθμό μητρώου 46147036 φοιτητής του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της προπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Ράπτης Κωνσταντίνος



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της κυκλικής οικονομίας. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε η επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου αλλά και τους γονείς μου για την υποστήριξη τους σε όλη την πορεία των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πόροι γίνονται όλο και πιο σπάνιοι. ο πληθυσμός αυξάνεται και το τρέχον γραμμικό μοντέλο αγγίζει τα φυσικά του όρια. Επίσης, οι κλιματικές εξωτερικές επιδράσεις προκαλούνται σε μεγάλο βαθμό από τις βιομηχανίες και το γραμμικό μοντέλο. Η κυκλική οικονομία επανεξετάζει τον τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης και επικεντρώνεται στην επαναχρησιμοποίηση, την παράταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, τη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων και τη μείωση της χρήσης παρθένων πόρων μέσω του κλεισίματος του κύκλου παραγωγής και κατανάλωσης.

Αυτή η διπλωματική εργασία στοχεύει να κάνει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση που αναδεικνύει τους θεματικούς άξονες και τους τομείς ενδιαφέροντος στον τομέα της κυκλικής οικονομίας όπως αυτές έχουν γραφτεί σε επίσημα επιστημονικά άρθρα αλλά και σε προγράμματα μεταπτυχιακών και διδακτορικών σπουδών. Προτείνεται ένα πλαίσιο που οργανώνει τα διάφορα καθορισμένα θέματα και παρέχει μια ολιστική κατανόηση της εισαγωγής της κυκλικής οικονομίας. Η μελέτη συμβάλλει στη θεωρία χαρτογραφώντας, περιγράφοντας και οργανώνοντας με λογικό τρόπο τις θεματικές διαδρομές και τους άξονες που ακολουθούν οι διατριβές κατά την περιγραφή και την αντιμετώπιση διαφορετικών σχετικών ερευνητικών προβλημάτων. Από πρακτική άποψη, αυτή η μελέτη μπορεί να βοηθήσει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στην ευαισθητοποίηση και τη γνώση σχετικά με πιθανά πεδία δράσης σχετικά με την εφαρμογή της. Τέλος, παρουσιάζεται μια οικονομοτεχνική ανάλυση που αποδεικνύει στην πράξη ότι η κυκλική οικονομία είναι και βιώσιμη αλλά και κερδοφόρα.

ABSTRACT

Resources are becoming increasingly scarce. the population is growing, and the current linear model is reaching its natural limits. Also, climate externalities are largely driven by industries and the linear model. The circular economy rethinks the way we produce and consume and focuses on reusing, extending the life of products, reducing the amount of waste, and reducing the use of virgin resources by closing the cycle of production and consumption.

This thesis aims to do a literature review that highlights the thematic axes and areas of interest in the field of circular economy as they have been written in official scientific articles as well as in master's and doctoral study programs. A framework is proposed that organizes the various identified themes and provides a holistic understanding of the introduction of the circular economy. The study contributes to theory by mapping, describing and logically organizing the thematic paths and axes that theses follow in describing and addressing different relevant research problems. From a practical point of view, this study can help decision makers and policy makers in raising awareness and knowledge about possible fields of action regarding its implementation. Finally, an economic-technical analysis is presented that proves in practice that the circular economy is both sustainable and profitable.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Κυκλική Οικονομία

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κυκλική Οικονομία, ανάκτηση, ανακύκλωση, περιβάλλον

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ.....	10
2.1 Εκτίμηση κύκλου ζωής υλικών και προϊόντων (LCA) - Αποδοτικότητα πόρων	10
2.2 Ορισμός και βασικές έννοιες κυκλικής οικονομίας.....	15
2.2.1 Ορισμός.....	16
2.2.2 Διαδικασίες κυκλικής οικονομίας	19
2.2.3 Προσδιορισμός των κύριων διαδικασιών κυκλικής οικονομίας.....	19
2.3 Ανάγκη εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας	20
2.3.1 Ανάγκη για κυκλική οικονομία.....	20
2.3.2 Εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας.....	21
2.4 Βασικοί άξονες εφαρμογών κυκλικής οικονομίας	22
2.5 Δεύτερη ζωή υλικών και προϊόντων - τάση για επαναχρησιμοποίηση.....	25
2.6 Πολιτικές για την Κυκλική Οικονομία.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΥΛΙΚΩΝ 3.1 Αναγεννητικές πρακτικές.....	31
3.1.1 Αποκατάσταση και ανάπτυξη σε τεχνικούς και βιολογικούς τόπους.....	33
3.1.2 Αποκατάσταση και αναγέννηση σε βιολογικούς κύκλους	38
3.2 Ροές υλικών.....	43
3.3 Υποκατηγορίες Κυκλικής Οικονομίας: η περίπτωση των ηλεκτρονικών συσκευών	49
3.3.1. Astelav (Ri-Generation)	51
3.2.3. Bloomest	52
3.3.3. Groupe SEB.....	53
3.3.4. Whirlpool (PolyCE Project)	54
3.3.5 AquaFresco.....	55
3.3.6. Homie	56
3.3.7. Electrolux (μηδενική υγειονομική ταφή).....	57
3.3.8. Miele	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ.....	59
4.1 Διεργασίες Ανάκτησης.....	59
4.1.1 Κατάλληλες υποδομές.....	61
4.2 Αναμενόμενα έσοδα	66
4.3 Τεχνικοοικονομικό μοντέλο (Δείκτες αξιολόγησης).....	70
Δείκτες κυκλικής οικονομίας.....	70
4.3.1. Δείκτες κυκλικής οικονομίας	70
4.3.2. Μακροεπίπεδο	72

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

4.3.3. Μεσο-επίπεδο	73
4.3.4. Μικροεπίπεδο	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	75
5.1 Εισαγωγή.....	75
5.2 Περιγραφή τηλεοράσεων	75
5.3 Περιγραφή υποδομών	76
5.4 Περιγραφή εξόδων εργοστασίου	77
Ως λειτουργικά έξοδα λαμβάνονται υπόψη τα εξής:.....	77
5.5 Περιγραφή εσόδων εργοστασίου	77
5.6 Περιγραφή λειτουργίας ενός μήνα.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Στάδια LCA σύμφωνα με το EN ISO 14040.....	11
Σχήμα 2: Γραφική περίληψη αξιολόγησης αποδοτικότητας πόρων.....	13
Σχήμα 3: Ροές υλικών στην οικονομία (EU-28, 2014).....	45
Σχήμα 4: Ροές υλικών για μεμονωμένες κατηγορίες υλικών στην οικονομία της ΕΕ-28 (σε Gt/έτος (δισεκατομμύρια τόνοι/έτος)).....	47
Σχήμα 5: Οικιακή κατανάλωση υλικών ανά κατηγορία πόρων (ΕΕ-28, 2002-2016)156. (Α: κύριες ομάδες πρώτων υλών· Β: μη μεταλλικά ορυκτά· Γ: μέταλλα· και Δ: βιομάζα).	48
Σχήμα 6: Εκτιμήσεις για το πώς έχουν αλλάξει οι διαφορετικές μεταβλητές ελέγχου για επτά πλανητικά όρια από το 1950 έως σήμερα. Το πράσινο σκιασμένο πολύγωνο αντιπροσωπεύει τον ασφαλή χώρο λειτουργίας. Πηγή: Steffen et al. 2015	62
Σχήμα 7: Η αφίσα δημιουργήθηκε από τον Punyasorn Lumjuan και είναι το αποτέλεσμα ενός διαγωνισμού που διοργανώθηκε από την ILAC και την IAF.	65
Σχήμα 8: Πλαίσιο υλοποίησης δεικτών CE.	72
Σχήμα 9: Περιγραφή εσόδων/εξόδων σε μηνιαία βάση .. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην εργασία αυτή αναπτύχθηκαν πολλά κεφάλαια και με τέτοια δομή ώστε να βοηθήσουν τον αναγνώστη να καταλάβει γρήγορα, εύκολα αλλά και σε βάθος το ζήτημα το οποίο μελετάει η διπλωματική αυτή εργασία. Πιο συγκεκριμένα:

Στο κεφάλαιο δύο αναλύεται σε βάθος ποια είναι η εκτίμηση κύκλου ζωής για ένα προϊόν το λεγόμενο (LCA) αλλά και η αποδοτικότητα που μπορούν να έχουν οι πόροι από την κυκλική οικονομία. Στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού δίνεται ο επιστημονικός ορισμός για την κυκλική οικονομία, επίσης παρουσιάζονται όλες οι βασικές διαδικασίες της κυκλικής οικονομίας, παρουσιάζονται οι βασικές εφαρμογές της αλλά και οι άξονες πάνω στους οποίους βασίζεται η κυκλική οικονομία. Αναλύεται η τάση που έχουν τα προϊόντα που είναι προς επαναχρησιμοποίηση αλλά και οι πολιτικές που επικρατούν πάνω στην κυκλική οικονομία.

Στο κεφάλαιο τρία παρουσιάζονται όλες οι τεχνολογίες που έχουν να κάνουν με την κυκλική οικονομία. Παρουσιάζονται οι αναγεννητικές πρακτικές όπως: Αποκατάσταση και ανάπλαση σε τεχνικούς και βιολογικούς τόπους αλλά και Αποκατάσταση και αναγέννηση σε βιολογικούς κύκλους. Στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού γίνεται στις ροές υλικών και πως μπορεί να συμβάλει σε αυτό η κυκλική οικονομία και τέλος αναφέρονται κάποιες περιπτώσεις (case studies) όπως τα Astelav (Ri-Generation), Bloomest, Groupe SEB, Whirlpool (PolyCE Project), Miele.

Στο κεφάλαιο τέσσερα αναλύονται οι διεργασίες που πρέπει να γίνουν και με ποιόν τρόπο αυτές γίνονται για να μπορέσουν να έχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Περιγράφονται οι προϋποθέσεις που πρέπει να έχει μια υποδομή για να είναι κατάλληλη να μπορεί να εφαρμόσει την κυκλική οικονομία. Στην συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι δείκτες της κυκλικής οικονομίας σε Μικροεπίπεδο - Μέσο-επίπεδο αλλά και Μικροεπίπεδο και πως αυτοί οι δείκτες επηρεάζουν την όλη διαδικασία.

Στο κεφάλαιο πέντε παρουσιάζεται μια οικονομοτεχνική ανάλυση ενός εργοστασίου που εφαρμόζει τις αρχές της κυκλικής οικονομίας αποδεικνύοντας στη πράξη πως η κυκλική οικονομία είναι και βιώσιμη και κερδοφόρα.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Στο κεφάλαιο έξι παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγγραφή της συγκεκριμένης εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

2.1 Εκτίμηση κύκλου ζωής υλικών και προϊόντων (LCA) - Αποδοτικότητα πόρων

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής είναι μια τεχνική για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πτυχών που σχετίζονται με ένα προϊόν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές είναι οι εξής:

- ανάλυση της συμβολής των σταδίων του κύκλου ζωής στο συνολικό περιβαλλοντικό φορτίο, συνήθως με στόχο να δοθεί προτεραιότητα σε βελτιώσεις σε προϊόντα ή διαδικασίες
- σύγκριση μεταξύ προϊόντων για εσωτερική χρήση

Μια μελέτη LCA αποτελείται από τέσσερα στάδια:

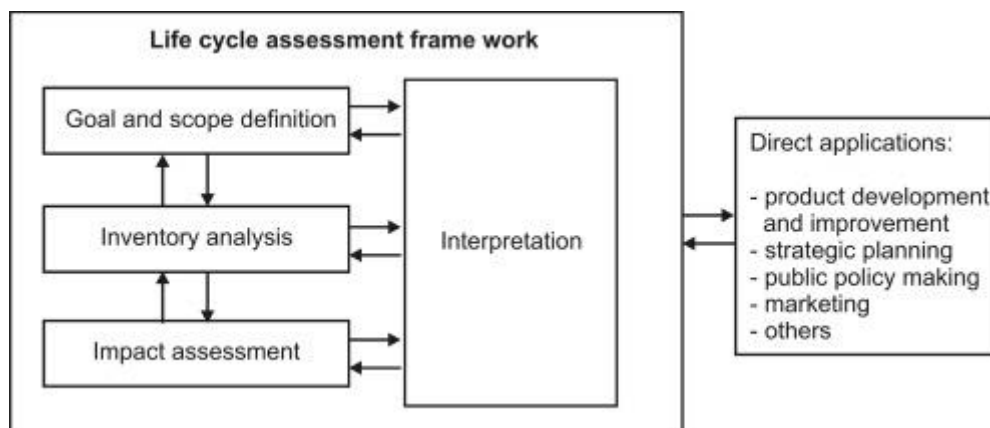
Στάδιο 1: Ο στόχος και το πεδίο εφαρμογής στοχεύουν να καθορίσουν πόσο μεγάλο μέρος του κύκλου ζωής του προϊόντος θα ληφθεί κατά την αξιολόγηση και σε ποιον σκοπό θα εξυπηρετήσει η αξιολόγηση. Τα κριτήρια που χρησιμεύουν για τη σύγκριση του συστήματος και τους συγκεκριμένους χρόνους περιγράφονται σε αυτό το βήμα.

Στάδιο 2: Σε αυτό το βήμα, η ανάλυση αποθέματος δίνει μια περιγραφή των ροών υλικών και ενέργειας εντός του συστήματος προϊόντος και ιδιαίτερα της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον, τις καταναλωμένες πρώτες ύλες και τις εκπομπές στο περιβάλλον. Όλες οι σημαντικές διεργασίες και οι δευτερεύουσες ροές ενέργειας και υλικών περιγράφονται στη συνέχεια.

Στάδιο 3: Λεπτομέρειες από την ανάλυση απογραφής χρησιμεύουν για την εκτίμηση επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα των δεικτών όλων των κατηγοριών επιπτώσεων περιγράφονται λεπτομερώς σε αυτό το βήμα. Η σημασία κάθε κατηγορίας επιπτώσεων αξιολογείται με την κανονικοποίηση και τελικά και με τη στάθμιση.

Στάδιο 4: Η ερμηνεία ενός κύκλου ζωής περιλαμβάνει κριτική ανασκόπηση, προσδιορισμό της ευαισθησίας των δεδομένων και παρουσίαση αποτελεσμάτων.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης



Σχήμα 1: Στάδια LCA σύμφωνα με το EN ISO 14040 [23].

Κατά τη διεξαγωγή μιας μελέτης αξιολόγησης του κύκλου ζωής πρέπει να αντιμετωπιστούν τα ακόλουθα ζητήματα:

Οι επιβαρύνσεις που επιβάλλονται στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να εξακριβωθούν λαμβάνοντας υπόψη τους πόρους και την ενέργεια (εισροές) που καταναλώνονται σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και τους ρύπους και τα απόβλητα (εκροές) που προκύπτουν. Στη συνέχεια, οι εισροές και οι εκροές αξιολογούνται για τις δυσμενείς επιπτώσεις τους στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πόρων, στην ανθρώπινη υγεία και στη βιοποικιλότητα, μεταξύ άλλων. Μόλις γίνουν γνωστά, ενδέχεται να ληφθούν μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεων των εκροών (ή των αποθεμάτων) στο περιβάλλον.

Η χρήση της μεθόδου LCA μπορεί να βοηθήσει στα εξής:

- αναζήτηση των πιο διαθέσιμων κύκλων ζωής, π.χ., εκείνων με ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- αναλαμβάνοντας τις αποφάσεις στη βιομηχανία, τους δημόσιους οργανισμούς ή τις ΜΚΟ, οι οποίες καθορίζουν την κατεύθυνση και τις προτεραιότητες στον στρατηγικό σχεδιασμό, το σχεδιασμό ή το σχεδιασμό προϊόντος ή αλλαγή διαδικασίας.
- να επιλέξει σημαντικούς δείκτες περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του οργανισμού, συμπεριλαμβανομένων τεχνικών μέτρησης και αξιολόγησης, κυρίως σε σχέση με την αξιολόγηση της κατάστασης του περιβάλλοντος του.
- μάρκετινγκ με το σύνδεσμο για τη διατύπωση περιβαλλοντικής δήλωσης ή οικολογικής σήμανσης

Επίπεδα LCA

Η μεθοδολογία LCA μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρία επίπεδα με βάση τις τεχνολογικές λεπτομέρειες:

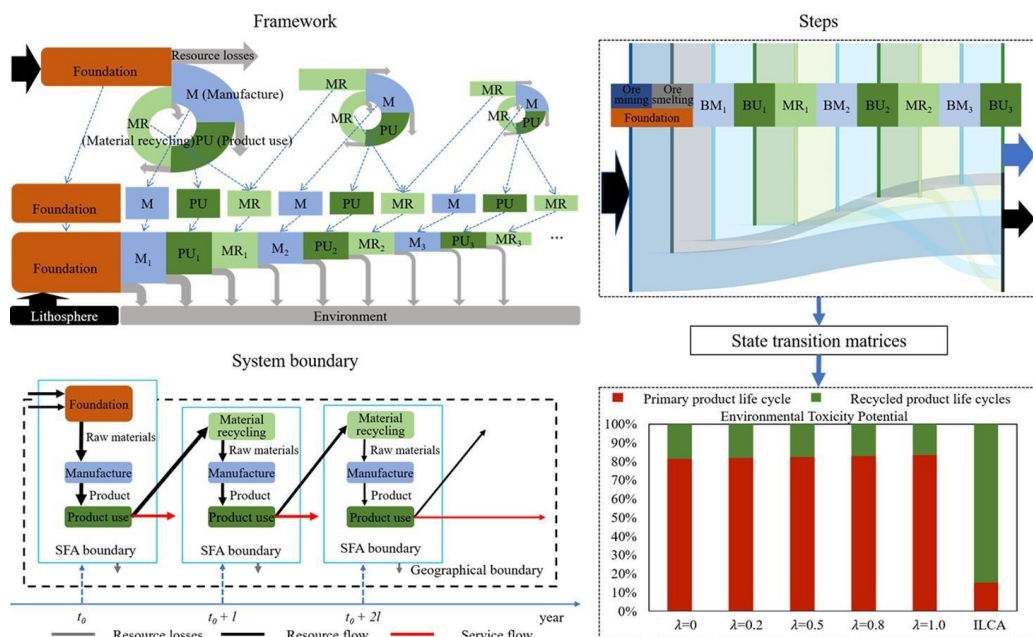
- ✓ **Εννοιολογική** – Πρώτο επίπεδο LCA που βασίζεται σε περιορισμένες περιβαλλοντικές πτυχές λίγων σταδίων του κύκλου ζωής όπου υπάρχει ακόμη κάποια δυνατότητα βελτίωσης για τον κατασκευαστή. Τα αποτελέσματα μπορεί να είναι χρήσιμα για την ποιοτική αναφορά των αποτελεσμάτων αξιολόγησης, αλλά δεν είναι κατάλληλα για εταιρικό μάρκετινγκ ή ρητή δημοσίευση μελέτης LCA.[7]
- ✓ **Απλοποιημένη LCA** – Αυτός είναι ο τύπος ολοκληρωμένης αξιολόγησης που χρησιμοποιεί γενικά σύνολα δεδομένων που καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος/συστήματος διαδικασιών. Ο απαιτούμενος χρόνος και οι δαπάνες μειώνονται επίσης σημαντικά εδώ, κάτι που είναι σημαντική διαφορά από τη λεπτομερή AKZ. Αυτό συνίσταται σε έλεγχο των σταδίων του κύκλου ζωής, απλοποίηση των αποτελεσμάτων LCA για μελλοντικές συστάσεις και διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Αυτό συχνά αποκαλείται «Βελτιωμένη LCA».[7]
- ✓ **Λεπτομερής LCA** – Αυτός ο τύπος LCA είναι ολοκληρωμένος με την πλήρη εξέταση κάθε σταδίου του κύκλου ζωής με σύνολα δεδομένων ειδικά για το σύστημα και αναλύεται λεπτομερώς για περαιτέρω βελτίωση της διαδικασίας.[7]

Υπάρχουν προκλήσεις στην αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των πόρων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συστημάτων κυκλικής οικονομίας. Οι κανόνες που αποδίδουν οφέλη/βαρύνσεις ανακύκλωσης είναι ασυνεπείς, προκαλώντας ασάφεια στα όρια του συστήματος. Επιπλέον, οι LCA που καλύπτουν έναν ή περισσότερους κύκλους ζωής αποτυγχάνουν να συλλάβουν την πλήρη διαδρομή των πόρων, γεγονός που οδηγεί σε άδικα αποτελέσματα αξιολόγησης για τον κύριο κύκλο ζωής. Αυτό το έγγραφο αναπτύσσει ένα μοντέλο αξιολόγησης απεριόριστου κύκλου ζωής, το οποίο ενσωματώνει το LCA, την ανάλυση ροής ουσίας και έναν πίνακα μετάβασης κατάστασης σε ένα πλαίσιο απεριόριστου κύκλου ζωής. Σε αυτή τη βάση, διατυπώνονται αλγόριθμοι για την ποσοτικοποίηση της αποδοτικότητας των πόρων

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

και την απόδοση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ακολουθώντας την αρχή του συνόλου και μετά την κατανομή.

Το μοντέλο μας αποδεικνύεται από μια μελέτη περίπτωσης μπαταριών μολύβδου-οξέος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αποδοτικότητα πόρων του μολύβδου στο μοντέλο αξιολόγησης του απεριόριστου κύκλου ζωής είναι τουλάχιστον 118,75% υψηλότερη από αυτή του πρωτεύοντος μολύβδου που προέρχεται από τα τυπικά μοντέλα πεπερασμένου κύκλου ζωής. Μετρούμενες με τον δείκτη δυναμικής περιβαλλοντικής τοξικότητας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μεταφέρονται από τον κύκλο ζωής του πρωτογενούς προϊόντος στους κύκλους ζωής του ανακυκλωμένου προϊόντος, με το εύρος να κυμαίνεται από 66,26% έως 68,12%. Το μοντέλο μας δίνει τη δυνατότητα στους μελετητές να κάνουν πιο λογικές αξιολογήσεις για συστήματα κυκλικής οικονομίας που βασίζονται στην παραδοσιακή προσαρμογή LCA. Από την άποψη του απεριόριστου κύκλου ζωής, οι πολιτικές βιώσιμης παραγωγής θα πρέπει να επικεντρώνονται στην αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των απορριμμάτων παρά στον περιορισμό της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων.



Σχήμα 2: Γραφική περίληψη αξιολόγησης αποδοτικότητας πόρων

Η ανακύκλωση είναι μια βασική στρατηγική για μια κυκλική οικονομία (CE), η οποία μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα των πόρων αξιοποιώντας τα απόβλητα και αποφεύγοντας την κατανάλωση πρωτογενών πόρων (Fernando et al., 2021). Συγκεκριμένα, τα ανακυκλωμένα βιομηχανικά υλικά χρησιμοποιούνται για την

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

παραγωγή προϊόντων και μέρος αυτών ανακυκλώνεται ξανά για έναν νέο κύκλο κατασκευής και χρήσης (Yu et al., 2020). Σε ορισμένες μελέτες, η διαδικασία πολλαπλών κύκλων αναφέρεται ως διαδικασία ανακύκλωσης πολλαπλών κύκλων ζωής (MLC) πόρων (Gu et al., 2020). Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της ροής αποθεμάτων που σχετίζεται με τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος και τη μετατροπή τους σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Préat et al., 2021, Rashid and Liu, 2021). Πολλές μελέτες που χρησιμοποιούν LCA έχουν διεξαχθεί για την αξιολόγηση της διαδικασίας πολλαπλών κύκλων (Nakamura et al., 2017, Suhariyanto et al., 2017, Zhao et al., 2017). Ωστόσο, όσον αφορά την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των πόρων και την απόδοση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις στα υπάρχοντα πλαίσια.

Είναι σημαντικό να καθοριστεί το όριο έναρξης και λήξης πριν από την αξιολόγηση ενός κύκλου ζωής «από λίκνο σε τάφο» σε γραμμικά οικονομικά μοντέλα ή ενός κύκλου ζωής «από λίκνο σε λίκνο» στα μοντέλα CE (Mizanur et al., 2021). Ωστόσο, στο στάδιο της ανακύκλωσης υλικών, η μονάδα επεξεργασίας απορριμμάτων του προηγούμενου κύκλου ζωής και η μονάδα παραγωγής ανακυκλωμένων υλικών του δεύτερου κύκλου ζωής ολοκληρώνονται στο ίδιο εργαστήριο και δεν μπορούν να διαχωριστούν σαφώς (Elliot et al., 2018, Pan et al., 2019). Οι προσεγγίσεις που αποδίδουν τα οφέλη και τα βάρη του σταδίου ανακύκλωσης απορριμμάτων, που είναι το τελικό στάδιο του πρώτου κύκλου ζωής και του πρώτου σταδίου του δεύτερου κύκλου ζωής, είναι ασυνεπείς, προκαλώντας ασάφεια στα όρια του κύκλου ζωής και απόκλιση των εκτιμήσεων (Ismail και Hanafiah , 2019).

Επιπλέον, οι ανακυκλωμένοι κύκλοι ζωής δεν μπορούν να υπάρξουν ανεξάρτητα χωρίς τον πρωτεύοντα (Chen et al., 2019, Tran et al., 2018). Επομένως, θα πρέπει να διευκρινιστεί η εξάρτηση του πρώτου από το δεύτερο. Διαφορετικά, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του πρωτεύοντος κύκλου ζωής μπορεί να υπερεκτιμηθούν (Boyden et al., 2016).

Ορισμένες προσεγγίσεις είναι διαθέσιμες για την αντιμετώπιση της απόδοσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συστημάτων ανακύκλωσης, όπως προσεγγίσεις ανακυκλωμένου περιεχομένου για μέταλλα (Atherton, 2007) και προσεγγίσεις ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής των δομικών προϊόντων (BRE, 2013).

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Ωστόσο, αυτές οι μέθοδοι απόδοσης είναι κατάλληλες μόνο για συγκεκριμένα συστήματα προϊόντων και η εφαρμογή τους είναι περιορισμένη. Ο τύπος κυκλικού αποτυπώματος προτάθηκε για την τυποποίηση της απόδοσης των επιβαρύνσεων και των οφελών της ανακύκλωσης μεταξύ παρακείμενων κύκλων ζωής (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018). Ωστόσο, λόγω της έλλειψης καταλληλότητας και μεθόδων προσδιορισμού ειδικού βάρους, αυτός ο τύπος είναι δύσκολο να εκτελεστεί στην πράξη (Chen et al., 2019, Corominas et al., 2020). Συνολικά, οι μελέτες μέχρι στιγμής έχουν αποδειχθεί ασαφείς ως προς την απόδοση των πλεονεκτημάτων και των επιβαρύνσεων των σταδίων ανακύκλωσης μεταξύ των κύκλων ζωής.

Τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη των ανακυκλωμένων υλικών σε σχέση με τους πρωτογενείς πόρους έχουν μελετηθεί. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το πρώτο είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον (Dewulf et al., 2015, Zeng et al., 2018). Ως εκ τούτου, ορισμένες μελέτες έχουν υποστηρίξει την αντικατάσταση του δεύτερου με το πρώτο (Hilton et al., 2019). Σε αρκετούς κλάδους, το ποσοστό των ανακυκλωμένων υλικών είναι χαμηλό, ενώ το κόστος ανακύκλωσης είναι υψηλό. Αντίστοιχα, ορισμένοι μελετητές πιστεύουν ότι οι παραγωγοί πρωτογενών πόρων θα πρέπει να επιδοτούν την παραγωγή ανακυκλωμένων υλικών (Chen et al., 2017, Suhariyanto et al., 2017). Πιστεύουμε ότι η εξάρτηση των ανακυκλωμένων κύκλων ζωής από τον πρωτεύοντα αγνοείται στις μελέτες που προαναφέρθηκαν, οδηγώντας σε αποκλίσεις.

Στον τομέα της LCA, οι μελέτες βασίζονται συνήθως σε μια υποκείμενη πεπερασμένη υπόθεση, που προϋποθέτει σαφή όρια έναρξης και λήξης (Lu et al., 2015, Suhariyanto et al., 2017). Επιπλέον, ορισμένοι μελετητές έχουν προτείνει μοντέλα αξιολόγησης MLC, προσπαθώντας να διευρύνουν το πεδίο εφαρμογής (Gu et al., 2020, Nakamura et al., 2017). Ωστόσο, αυτά τα μοντέλα επικεντρώνονται στη ροή των πόρων εντός πεπερασμένων κύκλων ζωής, αποτυγχάνοντας να περιγράψουν την πλήρη διαδρομή. Εάν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις χωριστούν με βάση αυτά τα μοντέλα, η αξιολόγηση θα είναι άδικη. Μερικοί μελετητές έχουν συζητήσει τους άπειρους κύκλους ζωής από την προοπτική της προσφοράς πόρων, αλλά δεν λαμβάνουν υπόψη τη διαγενεακή απόδοση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταξύ των κύκλων ζωής (Komly et al., 2012).

2.2 Ορισμός και βασικές έννοιες κυκλικής οικονομίας

2.2.1 Ορισμός

Από την πρώτη επίσημη χρήση του όρου της κυκλικής οικονομίας από τους Pearce & Turner (1990), υπήρξαν διάφορες προσπάθειες ορισμού της κυκλικής οικονομίας επηρεαζόμενες από διάφορες έννοιες, συμπεριλαμβανομένων αυτών που περιγράφηκαν παραπάνω. Ορισμένοι συγγραφείς έχουν παράσχει ορισμούς και/ή ερμηνείες προσανατολισμένες στους πόρους, τονίζοντας την ανάγκη δημιουργίας κλειστών βρόχων ροών υλικού και μείωσης της κατανάλωση παρθένων πόρων και τις συνακόλουθες επιβλαβείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, οι Sauvé et al. (2016, σελ. 49), προτείνουν ότι η κυκλική οικονομία αναφέρεται στην «παραγωγή και κατανάλωση αγαθών μέσω ροών υλικών κλειστού βρόχου που εσωτερικεύουν περιβαλλοντικές εξωτερικές επιδράσεις που συνδέονται με την εξόρυξη παρθένων πόρων και τη δημιουργία αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης)».

Κατά την άποψή τους, πρωταρχικός στόχος της κυκλικής οικονομίας είναι η μείωση της κατανάλωσης πόρων, της ρύπανσης και της σπατάλης σε κάθε βήμα του κύκλου ζωής του προϊόντος. Σύμφωνα με τον Preston (2012, σ. 1), «η κυκλική οικονομία είναι μια προσέγγιση που θα μεταμόρφωσε τη λειτουργία των πόρων στην οικονομία. Τα απόβλητα από τα εργοστάσια θα αποτελούσαν πολύτιμη εισροή σε μια άλλη διαδικασία – και τα προϊόντα θα μπορούσαν να επισκευαστούν, να επαναχρησιμοποιηθούν ή να αναβαθμιστούν αντί να πεταχτούν».

Σε παρόμοιο τρόπο, ο ΕΟΠ (2014, σ. 11) ισχυρίζεται ότι η κυκλική οικονομία «αναφέρεται κυρίως σε πτυχές φυσικών και υλικών πόρων της οικονομίας – επικεντρώνεται στην ανακύκλωση, τον περιορισμό και την επαναχρησιμοποίηση των φυσικών εισροών στην οικονομία και τη χρήση τα απόβλητα ως πόρος που οδηγεί σε μείωση του πρωτογενούς πόρου κατανάλωση».8 Ο Mitchell (2015) προχωρά παραπέρα και υπογραμμίζει τη σημασία σε μια κυκλική οικονομία της διατήρησης των πόρων σε χρήση για όσο το δυνατόν περισσότερο, καθώς και της εξαγωγής της μέγιστης αξίας από προϊόντα και υλικά μέσω της χρήσης τους για όσο το δυνατόν περισσότερο και στη συνέχεια την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίησή τους.

Στη διαθέσιμη βιβλιογραφία υπάρχουν επίσης αρκετές ερμηνείες της έννοιας που επιχειρούν να ξεπεράσουν την έννοια της διαχείρισης των υλικών πόρων και να

ενσωματώσουν πρόσθετες διαστάσεις. Για παράδειγμα, ο Heck (2006) ισχυρίζεται ότι στη συζήτηση για την κυκλική οικονομία η χρήση της βιώσιμης ενέργειας δεν έχει καταφέρει ακόμη να αποκτήσει ίση θέση σε σύγκριση με την ανακύκλωση και τη διαχείριση απορριμμάτων. Για το σκοπό αυτό, προτείνει ότι η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία θα απαιτούσε την αντιμετώπιση της πρόκλησης της δημιουργίας βιώσιμου ενεργειακού εφοδιασμού καθώς και αποφασιστική δράση σε αρκετούς άλλους τομείς όπως η γεωργία, τα ύδατα, το έδαφος και η βιοποικιλότητα. Ενόψει των συζητήσεων πολιτικής στην Κίνα, οι Su et al. (2013) επισημαίνουν ότι η εστίαση της κυκλικής οικονομίας σταδιακά επεκτείνεται πέρα από ζητήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση υλικών και καλύπτει άλλες πτυχές όπως η ενεργειακή απόδοση και διατήρηση, η διαχείριση της γης, η προστασία του εδάφους και το νερό. Bastein et al. (2013, σσ. 4-5) τονίζουν τις οικονομικές διαστάσεις της κυκλικής οικονομίας και προτείνουν ότι αυτή η μετάβαση «αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για ένα ανθεκτικό βιομηχανικό σύστημα που διευκολύνει νέα είδη οικονομικής δραστηριότητας, ενισχύει την ανταγωνιστικότητα και δημιουργεί απασχόληση». Σύμφωνα με τους Ghisellini et al. (2016), η ριζική αναμόρφωση όλων των διαδικασιών σε όλο τον κύκλο ζωής των προϊόντων που διεξάγονται από καινοτόμους φορείς έχει τη δυνατότητα όχι μόνο να επιτύχει ανάκτηση υλικών ή ενέργειας αλλά και να βελτιώσει ολόκληρο το μοντέλο διαβίωσης και το οικονομικό. Η Γαλλική Υπηρεσία Περιβάλλοντος και Διαχείρισης Ενέργειας τονίζει ότι ο στόχος της κυκλικής οικονομίας είναι να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατανάλωσης πόρων και να βελτιώσει την κοινωνική ευημερία (ADEME, 2014).

Ένας από τους πιο συχνά αναφερόμενους ορισμούς που ενσωματώνει στοιχεία από διάφορους διαφορετικούς κλάδους παρέχεται από το Ίδρυμα Ellen MacArthur (2013a, σελ. 7), το οποίο περιγράφει την κυκλική οικονομία ως «ένα βιομηχανικό σύστημα που είναι αποκαταστατικό ή αναγεννητικό από πρόθεση και σχεδιασμό. Αντικαθιστά την έννοια του «τέλους ζωής» με την αποκατάσταση, στρέφεται προς τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξαλείφει τη χρήση τοξικών χημικών ουσιών που βλάπτουν την επαναχρησιμοποίηση και στοχεύει στην εξάλειψη των απορριμμάτων μέσω του ανώτερου σχεδιασμού υλικών, προϊόντων, συστημάτων και, μέσα σε αυτό, επιχειρηματικά μοντέλα".

Με βάση τις αρχές από λίκνο σε λίκνο και τη σκέψη συστημάτων, αυτή η ερμηνεία της έννοιας περιλαμβάνει τη διάκριση δύο διαφορετικών τύπων υλικών:9 υλικά

βιολογικής προέλευσης που μπορούν να επιστρέψουν στη βιόσφαιρα ως πρώτη ύλη (π.χ. δασικά προϊόντα) και τεχνικά υλικά, τα οποία δεν μπορεί να βιοδιασπαστεί και να εισέλθει στη βιόσφαιρα (π.χ. πλαστικά και μέταλλα). Σε αυτό το πλαίσιο, η κυκλική οικονομία στοχεύει να διατηρεί και τους δύο τύπους αυτών των υλικών στην υψηλότερη χρησιμότητα και αξία ανά πάσα στιγμή μέσω προσεκτικού σχεδιασμού, διαχείρισης και τεχνολογικής καινοτομίας (Ίδρυμα Ellen MacArthur, 2013a; 2015a). Ο γενικός στόχος είναι να «επιτρέψει αποτελεσματικές ροές υλικών, ενέργειας, εργασίας και πληροφοριών, έτσι ώστε το φυσικό και κοινωνικό κεφάλαιο να μπορεί να ανοικοδομηθεί» (Ίδρυμα Ellen MacArthur, 2013β, σ. 26).

Σε επίπεδο ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2015a, σελ. 2) έχει συμπεριλάβει μια περιγραφή της έννοιας στην ανακοίνωσή της «Κλείσιμο του βρόχου – Σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία»,¹⁰ που αποτελεί μέρος της δέσμης μέτρων για την κυκλική οικονομία. ¹¹ Συγκεκριμένα, η κυκλική οικονομία περιγράφεται ως μια οικονομία «όπου η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρείται στην οικονομία για όσο το δυνατόν περισσότερο και η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται». Η μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία θα συνέβαλε «ουσιαστική συμβολή στις προσπάθειες της ΕΕ για την ανάπτυξη μιας βιώσιμης, χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αποδοτικών πόρων και ανταγωνιστικής οικονομίας». Στο πλαίσιο αυτό, το σχέδιο δράσης της ΕΕ περιλαμβάνει μια σειρά μέτρων που στοχεύουν στην αντιμετώπιση του πλήρους κύκλου προϊόντων από την παραγωγή και την κατανάλωση έως τη διαχείριση αποβλήτων και την αγορά δευτερογενών πρώτων υλών.

Η περιγραφή και τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο σχέδιο δράσης αντικατοπτρίζουν μια αλλαγή στο επίκεντρο της πολιτικής της ΕΕ για τα απόβλητα που παραδοσιακά επικεντρωνόταν στη διάθεση και διαχείριση των υλικών στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Ωστόσο, συγκρίνοντας αυτή την περιγραφή της κυκλικής οικονομίας με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι ορισμένα σημαντικά στοιχεία λείπουν ή δεν είναι πολύ σαφή. Ένα παράδειγμα είναι η έννοια της διατήρησης προϊόντων και υλικών στην υψηλότερη αξία και χρησιμότητα. Επιπλέον, αν και το Σχέδιο Δράσης αναφέρει ότι η κυκλική οικονομία μπορεί να δημιουργήσει τοπικές θέσεις εργασίας σε όλα τα επίπεδα δεξιοτήτων και ευκαιρίες για κοινωνική ένταξη και συνοχή, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι θα μπορούσε να είχε δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον ρόλο της στη βελτίωση της

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

κοινωνικής ευημερίας. Ομοίως, παρά τη χρήση του όρου «πόροι», ο οποίος μπορεί επίσης να αναφέρεται σε ενεργειακούς πόρους, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η σημασία της χρήσης βιώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα καθώς και η σύνδεση μεταξύ της κυκλικής οικονομίας και της ενεργειακής πρόκλησης θα μπορούσε να έχουν εμφανιστεί πιο ευδιάκριτα στην περιγραφή.

2.2.2 Διαδικασίες κυκλικής οικονομίας

Με βάση την ανασκόπηση των διαθέσιμων ορισμών και ερμηνειών της έννοιας της κυκλικής οικονομίας, αυτή η ενότητα προχωρά περαιτέρω και προσδιορίζει τις κύριες διαδικασίες που μπορούν να χωρέσουν κάτω από την ομπρέλα της κυκλικής οικονομίας. Αυτές οι διαδικασίες κυκλικής οικονομίας μπορούν να υιοθετηθούν από εταιρείες και χώρες και μπορεί να έχουν οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Σε επιχειρηματικό επίπεδο, αυτές οι διαδικασίες μπορεί να γίνει κατανοητό ότι αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές κυκλικές πρακτικές που ακολουθεί μια εταιρεία για να μετακινηθεί από ένα γραμμικό επιχειρηματικό μοντέλο σε ένα κυκλικό παρέχοντας ένα κυκλικό προϊόν ή υπηρεσία. Μετά τη συζήτηση σχετικά με τους ορισμούς της κυκλικής οικονομίας, μια περιγραφή των διαδικασιών της κυκλικής οικονομίας εξυπηρετεί τον σκοπό της ανάπτυξης κατανόησης του τρόπου με τον οποίο οι επιχειρήσεις και οι τομείς μπορούν να εφαρμόσουν στην πράξη την κυκλική οικονομία. Αυτή η ενότητα αρχικά προσδιορίζει και περιγράφει τις κύριες κυκλικές οικονομικές διεργασίες και στη συνέχεια εφαρμόζει αυτές τις διαδικασίες σε διαφορετικούς τομείς προκειμένου να απεικονίσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

2.2.3 Προσδιορισμός των κύριων διαδικασιών κυκλικής οικονομίας

Η ερευνητική ομάδα εντόπισε τις ακόλουθες οκτώ διαδικασίες που μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες, συγκεκριμένα

- i) χρησιμοποιώντας λιγότερους πρωτογενείς πόρους,
- ii) διατήρηση της υψηλότερης αξίας υλικών και προϊόντων και
- iii) αλλαγή των προτύπων χρήσης. Οι διαδικασίες παρουσιάζονται παρακάτω και στη συνέχεια συζητούνται με περισσότερες λεπτομέρειες. Πρέπει να τονιστεί ότι οι κατηγορίες των κυκλικών διαδικασιών δεν αλληλοαποκλείονται. Πολλά από τα στοιχεία τους είναι συχνά αλληλένδετα, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις οι επιχειρήσεις μπορούν να υιοθετήσουν μια

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

στρατηγική που περιλαμβάνει πολλαπλές κυκλικές διαδικασίες (βλ., για παράδειγμα, Rizos et al., 2016).

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται παρακάτω, η βιομηχανική συμβίωση μπορεί να συνδεθεί τόσο με τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο και με τις πρακτικές ανακατασκευής στον κτιριακό τομέα.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΛΙΓΟΤΕΡΟΙ ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΣ ΠΟΡΟΙ

- Ανακύκλωση
- Αποτελεσματική χρήση των πόρων
- Αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΥΨΗΛΗΤΕΡΗΣ ΑΞΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

- ✓ Ανακατασκευή, ανακαίνιση και επαναχρησιμοποίηση προϊόντων και εξαρτημάτων
- ✓ Παράταση ζωής προϊόντος

ΑΛΛΑΓΗ ΤΡΟΠΩΝ ΧΡΗΣΗΣ

- ✓ Προϊόν ως υπηρεσία
- ✓ Κοινή χρήση μοντέλων
- ✓ Μετατόπιση καταναλωτικών προτύπων

2.3 Ανάγκη εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας

2.3.1 Ανάγκη για κυκλική οικονομία

Ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται ραγδαία, αυξάνοντας τη ζήτηση για πρώτες ύλες, ενώ οι προμήθειες μειώνονται. Ως εκ τούτου, η κυβέρνηση συνεργάζεται με τη βιομηχανία, τις αποκεντρωμένες αρχές και την κοινωνία των πολιτών για να διασφαλίσει ότι έως το 2050 η ολλανδική οικονομία θα λειτουργεί εξ ολοκλήρου με επαναχρησιμοποιήσιμα υλικά. Σε αυτή την κυκλική οικονομία, δεν θα υπάρχουν πλέον σπατάλες, καθώς οι πόροι θα επαναχρησιμοποιούνται ξανά και ξανά.

Ένας υγιής πλανήτης και μια ισχυρή οικονομία

Η πιο έξυπνη και αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων θα επιτρέψει στο μέλλον στους ανθρώπους να απολαμβάνουν μια ευημερούσα ζωή σε έναν υγιή πλανήτη,

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

με μια ισχυρή και βιώσιμη οικονομία. Μια κυκλική οικονομία χρειάζεται για δύο λόγους:

1. Ευκαιρίες για βελτίωση του περιβάλλοντος

Μια κυκλική οικονομία μπορεί να είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των τρεχουσών τριπλών πλανητών κρίσεων σχετικά με το κλίμα, τη βιοποικιλότητα και τη ρύπανση. Διατηρώντας τους πόρους στο βρόχο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, θα αποφύγουμε την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή προϊόντων. Θα οδηγήσει επίσης σε μείωση της απώλειας οικοτόπων, γεγονός που θα βελτιώσει τη βιοποικιλότητα. Τέλος, λιγότερα απόβλητα θα σημαίνει λιγότερη ρύπανση, όπως η πλαστική σούπα στους ωκεανούς μας.

2. Ανεξαρτησία από άλλες χώρες

Πολλές πρώτες ύλες εισάγονται σήμερα από το εξωτερικό. Λόγω της διεθνούς εξάρτησης από την προμήθεια σημαντικών πρώτων υλών για τη βιομηχανία, αλλά και τα τρόφιμα, η Ολλανδία είναι ευάλωτη στα προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε μια κυκλική οικονομία, η Ολλανδία εξαρτάται πολύ λιγότερο από άλλες χώρες. Στο μέλλον, δευτερογενή υλικά θα εξάγονται από προϊόντα που προηγουμένως είχαν καταστραφεί και αποτεφρωθεί.

2.3.2 Εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας

Η κυκλική οικονομία εμπνέεται από το κυκλικό μοντέλο της φύσης που μετατρέπει τα απόβλητα σε πόρους, οδηγώντας στη μείωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των στοιχείων.

Αυτό συνεπάγεται ότι οι παραγωγοί αγαθών και υπηρεσιών σκέφτονται για ολόκληρο τον κύκλο ζωής των προϊόντων, ώστε να μπορούν να έχουν περισσότερες ζωές. Πολλές εταιρείες και οργανισμοί από διαφορετικούς οικονομικούς τομείς σχεδιάζουν τα προϊόντα τους σκεπτόμενοι τι ζωή θα έχουν αυτά τα προϊόντα στο μέλλον. Θέλετε να μάθετε μερικά από αυτά τα παραδείγματα κυκλικής οικονομίας; μερικά από αυτά είναι:

- ✚ Παλιά ελαστικά για νέους δρόμους: Η Redisa είναι μια νοτιοαφρικανική εταιρεία που συλλέγει και ανακυκλώνει ελαστικά σε συνεργασία με τη δημόσια διοίκηση. Μετά την επεξεργασία, το προκύπτον υλικό χρησιμοποιείται για τη δημιουργία

- νέων δρόμων, όπως καύσιμα για τσιμεντοκλιβάνους ή για την κατασκευή λαστιχένιων χαλιών.
- ✚ Σκουπίδια για καταστήματα επίπλων: Η δημιουργία δομικών υλικών και επίπλων για καταστήματα ανακυκλώνοντας και επανασχεδιάζοντας σκουπίδια όπως πλαστικά ή ηλεκτρονικά απορρίμματα είναι δουλειά της Miniwiz, μιας ταϊβανέζικης εταιρείας που έχει ήδη επιπλώσει αρκετά καταστήματα Nike παγκοσμίως.
 - ✚ Βαριά ανακυκλώσιμα υλικά για να βοηθήσουν το περιβάλλον: Η Umicore είναι μια βελγική εταιρεία με παρουσία σε δώδεκα χώρες αφιερωμένη στην ανακύκλωση προϊόντων όπως μπαταρίες, απορρίμματα διυλιστηρίων ή μεταλλικές βιομηχανίες για τον διαχωρισμό ευαίσθητων και επιβλαβών στοιχείων για το περιβάλλον όπως κοβάλτιο, νικέλιο, βολφράμιο ή αντιμόνιο.
 - ✚ Βιώσιμα υλικά για το σπίτι: Το ολλανδικό στούντιο αρχιτεκτονικής Sustainer Homes κατασκευάζει τροχόσπιτα από ανακυκλωμένα υλικά, εξοικονομώντας έως και 90% εκπομπές CO₂ χάρη στην ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών και στη χρήση πιο βιώσιμων στοιχείων από τον παραδοσιακό χάλυβα και το σκυρόδεμα.
 - ✚ Ενοικίαση προσωπικών αυτοκινήτων: Η ενοικίαση του δικού σας αυτοκινήτου όταν δεν το χρησιμοποιείτε είναι πλέον δυνατή χάρη στο Drivy. Αυτή η εταιρεία φέρνει σε επαφή άτομα που αναζητούν αυτοκίνητο για συγκεκριμένες ημέρες και ιδιοκτήτες που δεν πρόκειται να χρησιμοποιήσουν το αυτοκίνητό τους κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Τροφοδοτείται από την ασφαλιστική εταιρεία Allianz και είναι ήδη παρούσα σε Γερμανία, Ολλανδία, Γαλλία και Ισπανία.
 - ✚ Lothing και αξεσουάρ με ανακυκλωμένο πλαστικό: Η Ecoalf είναι μια ισπανική εταιρεία λιανικής που κατασκευάζει ρούχα και αξεσουάρ με ανακυκλωμένο πλαστικό. Από την ίδρυσή της το 2012 μέχρι σήμερα έχει επεκταθεί σε όλο τον κόσμο και είναι παρούσα στις σημαντικότερες αγορές του κλάδου.
 - ✚ Ιδιωτικά κεφάλαια για την κυκλική οικονομία: Η Circularity Capital είναι μια εταιρεία ιδιωτικών κεφαλαίων που χρηματοδοτεί αποκλειστικά αναδυόμενα έργα που βασίζονται στην κυκλική οικονομία σύμφωνα με περιβαλλοντικά, κοινωνικά κριτήρια και κριτήρια διακυβέρνησης.

2.4 Βασικοί άξονες εφαρμογών κυκλικής οικονομίας

Μειώστε: Λιγότερη συσκευασία βάσει σχεδίου

Οι προσπάθειες για μείωση ξεκινούν από τη φάση της καινοτομίας, όπου διερευνούμε την προβλεπόμενη χρήση, τον πιο αποτελεσματικό τρόπο παράδοσης του προϊόντος, τα υλικά στη συσκευασία, το βάρος του και, αν μπορεί να πτυσσεται, να καταλαμβάνει λιγότερο χώρο όταν φτάσει σε χωματερή. Σε αυτό το στάδιο, είναι απαραίτητο να ρίξουμε μια μακροχρόνια προσεκτική ματιά στον θεμελιώδη λόγο για την ίδια τη συσκευασία, εξετάζοντας τι κάνει για το προϊόν και για τον καταναλωτή. Τα συμπυκνώματα είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα της στρατηγικής «μείωσης», παρέχοντας συμπυκνωμένες φόρμουλες που απαιτούν λιγότερη συσκευασία και προϊόν για αποστολή, και μια πιο οικονομική και βιώσιμη αλυσίδα εφοδιασμού, όλα αυτά ενώ παρέχουν την ίδια απόδοση και συχνά αυξημένες δόσεις για τον καταναλωτή.

Ο σχεδιασμός μιας λύσης συσκευασίας απαιτεί σοβαρές σκέψεις σχετικά με τα υλικά και την αλυσίδα εφοδιασμού, το μοντέλο παράδοσης και τον αριθμό των βημάτων στη διαδικασία παράδοσης, τη βιωσιμότητα της διαδικασίας κατασκευής συσκευασίας και πολλά άλλα.

Μια άλλη διάσταση και βάθος πόρων στο JPS είναι το αποκλειστικό Τεχνικό Κέντρο Επιστήμης Υλικών, όπου αναπτύσσονται και δοκιμάζονται νέα υλικά και μείγματα προστιθέμενης αξίας για χρήση σε βιώσιμες συσκευασίες.

Επαναπλήρωση και επαναχρησιμοποίηση

Πέρα από την ελαχιστοποίηση της συσκευασίας για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο τέλος του κύκλου ζωής της, είναι επιτακτική η αξιοποίηση της ζωής του προϊόντος στο έπακρο. Αυτό σημαίνει σχεδιασμό συσκευασίας που έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από το προϊόν που είχε αρχικά αποσταλεί σε αυτήν. Και αυτό είναι το δεύτερο «R» στο μοντέλο κυκλικής οικονομίας – Επαναχρησιμοποίηση. Μερικές φορές αυτό είναι τόσο απλό όσο η επαναπλήρωση της συσκευασίας με το ίδιο προϊόν, αλλά μερικές φορές η συσκευασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα εντελώς διαφορετικό προϊόν, ίσως κάτι που σημαίνει ότι η συσκευασία απαιτεί λιγότερο καθάρισμα ή αποστείρωση. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι το κόστος ενέργειας και αποστολής της επαναχρησιμοποίησης ενός πακέτου δεν υπερβαίνει το όφελος της επαναχρησιμοποίησης.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Ευκαιρίες υπάρχουν επίσης στον επαναπροσδιορισμό της συσκευασίας, όχι μόνο για την αποθήκευση άλλων προϊόντων, αλλά και για την παραγωγή ενέργειας ή για προϊόντα που προσφέρουν μια εντελώς διαφορετική λειτουργική αξία – όπως τα βότσαλα οροφής από ανακυκλωμένο πλαστικό. Ορισμένοι τύποι συσκευασιών μπορούν να μετατραπούν σε πηγές ενέργειας καθαρής καύσης. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις, το υλικό ασφαρίζεται από χωματερές, απομονώνεται στα σωστά υλικά και στη συνέχεια μετατρέπεται σε καύσιμο. Η ιδέα ότι η συσκευασία μπορεί να έχει μια δεύτερη ζωή είναι πράγματι ελκυστική.

Ανακύκλωση: Ολιστική Προσέγγιση Προϊόντων, Διαδικασιών και Υλικών

Έχοντας κάνει όλα όσα μπορούν να γίνουν για να μειωθεί η συσκευασία και να επαναχρησιμοποιηθούν όλες ή μερικές από αυτές, το τελευταίο μέρος του μοντέλου κυκλικής οικονομίας είναι το τρίτο "R" - Ανακύκλωση. Για να ανακυκλωθεί η συσκευασία - η διάσπασή της μέσω λείανσης ή τήξης για να ασφαλιστούν στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλα προϊόντα - απαιτεί μια ισορροπημένη άποψη, καθώς το ενεργειακό, περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος της διάσπασής της μπορεί να είναι σημαντικό.

Η ανακύκλωση είναι ένα ζωτικής σημασίας συστατικό της κυκλικής οικονομίας, οδηγώντας την καινοτομία στα υλικά για τη δημιουργία προϊόντων όπου η μέγιστη ποσότητα του υλικού που χρησιμοποιήθηκε αρχικά μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί ξανά. Το πιο επιτυχημένο παράδειγμα αυτού είναι το κουτί αλουμινίου όπου σχεδόν όλο το μέταλλο είναι διαθέσιμο μετά την ανακύκλωση του κουτιού και απαιτείται σχετικά μικρή ποσότητα ενέργειας για την ανάκτησή του. Η υψηλή απόδοση ανακύκλωσης που επιτυγχάνεται στον χώρο αλουμινίου είναι ο στόχος για τα πλαστικά και τα πράγματα βελτιώνονται σταθερά. Παρακολουθήστε το μικρού μήκους ντοκιμαντέρ του Jabil: The Sustainable Packaging Revolution.

Για την αποτελεσματική ανακύκλωση, απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση, καθώς σχετίζεται με το προϊόν, τη διαδικασία και το υλικό. Η εστίαση στο υλικό και η δημιουργία μιας διαδικασίας που χρησιμοποιεί υπερβολική ενέργεια ή έχει μια υπερβολικά περίπλοκη αλυσίδα εφοδιασμού δεν θα χρησιμεύσει στη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης λύσης. Πολλές μάρκες έχουν ξεκινήσει με επιτυχία το ταξίδι της κυκλικής οικονομίας που απαιτείται για να κάνουν τη διαφορά, συμπεριλαμβανομένου του Keurig Green Mountain για τα K-cups του. Αν και είναι

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

προκλητικές, οι προσπάθειες της Keurig επαινούνται ευρέως για τον συνολικό αντίκτυπό τους στο περιβάλλον και τη δέσμευσή τους για μια 100 τοις εκατό ανακυκλώσιμη λύση πριν από το 2020.

2.5 Δεύτερη ζωή υλικών και προϊόντων - τάση για επαναχρησιμοποίηση

Η κυκλικότητα είναι μια προσέγγιση κύκλου ζωής για τη βιωσιμότητα στο σχεδιασμό προϊόντων που κερδίζει δυναμική παγκοσμίως. Τα κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα μεγιστοποιούν τη χρήση περιορισμένων φυσικών πόρων, μειώνουν την εξάρτηση από την οικονομία λήψης/κατασκευής/απόβλητου και, σε πολλές περιπτώσεις, αποκομίζουν εξοικονόμηση κόστους για τις επιχειρήσεις.

Ωστόσο, στον αγώνα για να επιτύχουν το κρίσιμο χαρακτηριστικό της κυκλικότητας, οι εταιρείες διατρέχουν τον κίνδυνο να παραγκωνίσουν άλλα σημαντικά κριτήρια όπως η ασφάλεια και η απόδοση.

Καθώς εισερχόμαστε σε νέο έδαφος για κυκλικότητα με την επέκταση προϊόντων και υλικών δεύτερης ζωής, είναι σημαντικό να παρακολουθούμε προσεκτικά την ασφάλεια. Για παράδειγμα, το ανακυκλωμένο πλαστικό διατηρεί την ακεραιότητα και την απόδοση σε ένα τελικό προϊόν; Τα ανακαινισμένα ηλεκτρονικά ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις κινδύνου πυρκαγιάς και ηλεκτροπληξίας όπως τα νέα ηλεκτρονικά; Οι επισκευασμένες ιατρικές συσκευές ή οι διακόπτες κυκλώματος με χυτή θήκη προσφέρουν την ίδια απόδοση με τους νέους.

Η εναρμόνιση των προτύπων κυκλικότητας, ασφάλειας και απόδοσης είναι κρίσιμη για την επίτευξη μιας πιο βιώσιμης και ασφαλούς οικονομίας. Η αξιολόγηση των κυκλικών προϊόντων για όλα αυτά τα κριτήρια συμβάλλει στη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας των νέων κυκλικών προσεγγίσεων, προστατεύει τους καταναλωτές και άλλους τελικούς χρήστες και μειώνει τον κίνδυνο που σχετίζεται με την επίτευξη κυκλικότητας. Επιπλέον, οι επικυρώσεις των χαρακτηριστικών απόδοσης, ποιότητας και κυκλικότητας προϊόντων και υλικών μπορούν να παρέχουν τα στοιχεία που απαιτούνται για την αντιμετώπιση μύθων και παρεξηγήσεων σχετικά με αυτά τα προϊόντα και να ενθαρρύνουν την ευρεία υιοθέτηση ανακατασκευασμένων ή άλλων προϊόντων δεύτερης ζωής ή "σαν καινούργια".

Αξιολόγηση των κινδύνων ασφάλειας των προϊόντων δεύτερης ζωής

Ενώ οι ισχυρισμοί βιωσιμότητας ενός χαρακτηριστικού, όπως το ανακυκλωμένο περιεχόμενο βοηθούν στη δημιουργία του οικοσυστήματος στο οποίο οι αγορές ανακύκλωσης μπορούν να λειτουργήσουν πιο αποτελεσματικά, η κυκλικότητα είναι ευρύτερη και στοχεύει στη βελτιστοποίηση των πόρων κυκλοφορώντας προϊόντα ή/και εξαρτήματα με τρόπο που διασφαλίζει ότι χρησιμοποιούνται υλικά υψηλότερη τιμή για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα.

Πολλά επιχειρηματικά μοντέλα υποστηρίζουν την κυκλικότητα, αλλά ιδιαίτερη έμφαση σε αυτό το άρθρο είναι οι παρατάσεις ζωής προϊόντων, με τις οποίες οι εταιρείες παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των προϊόντων μέσω ανακατασκευής, αναβάθμισης, τεχνικής αξιολόγησης ή επαναληπτικού μάρκετινγκ. Αυτή η μέθοδος είναι εξαιρετικά αποτελεσματική για τη μεγιστοποίηση της αξίας και της διάρκειας ζωής των προϊόντων και μειώνει την ανάγκη για παρθένα υλικά καθώς και τις εκπομπές άνθρακα που σχετίζονται με την παραγωγή και τη διανομή νέων προϊόντων.

Για παράδειγμα, σύμφωνα με μια μελέτη με τίτλο «The Remanufacturing Industry» του Robert T. Lund, που χρηματοδοτήθηκε από το Εθνικό Εργαστήριο Argonne, τα ανακατασκευασμένα προϊόντα εξοικονομούν ενέργεια που ισοδυναμεί με 400 τρισεκατομμύρια Βρετανικές Θερμικές Μονάδες (BTUs) ετησίως, η οποία μεταφράζεται στην ενέργεια που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει 6 εκατομμύρια επιβατικά αυτοκίνητα κάθε χρόνο. Αντιπροσωπεύει επίσης μια σημαντική ροή εσόδων για πολλές εταιρείες, με ορισμένες εκτιμήσεις ότι 60 δισεκατομμύρια δολάρια ανακατασκευασμένων προϊόντων πωλούνται κάθε χρόνο μόνο στις ΗΠΑ. Ωστόσο, ορισμένοι κίνδυνοι είναι εγγενείς με αυτόν τον τύπο επέκτασης ζωής του προϊόντος.

- **Αστοχία εξαρτήματος:** Στην περίπτωση ανακαινισμένων ηλεκτρικών προϊόντων, ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, συσκευών και άλλων ηλεκτρικών συσκευών διανομής, εάν εξαρτήματα όπως μπαταρίες ή ημιαγωγοί δεν έχουν ελεγχθεί και επαναπιστοποιηθεί σωστά, ενδέχεται να παρουσιάζουν κίνδυνο πυρκαγιάς ή/και ηλεκτροπληξίας. Τα ανακαινισμένα προϊόντα είναι τόσο ασφαλή και αξιόπιστα όσο τα επιμέρους εξαρτήματά τους. Τα ελαττωματικά

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

εξαρτήματα έχουν ένα κλιμακωτό αποτέλεσμα, αποδίδοντας τελικά ελαττωματικά προϊόντα δεύτερης ζωής.

- Υποβάθμιση υλικού: Τα ανακυκλωμένα πλαστικά πρέπει να αντιμετωπίζονται ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν υποβαθμίζεται η βασική απόδοση. Μπορεί να έχουν υψηλή συσσώρευση ανησυχητικών ουσιών, γεγονός που τις καθιστά απαράδεκτες για επαναχρησιμοποίηση σε είδη όπως συσκευασίες τροφίμων ή ιατρικές συσκευές. Ενώ η κυκλικότητα ενθαρρύνει τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών, δεν θα πρέπει να θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια των προϊόντων.
- Υλικά ακατάλληλα ή ανεπαρκώς κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση: Ορισμένος εξοπλισμός δεν μπορεί να επισκευαστεί σύμφωνα με τον Εθνικό Ηλεκτρικό Κώδικα 70 της Εθνικής Ένωσης Πυροπροστασίας των Η.Π.Α., 2020. Αυτά περιλαμβάνουν συγκεκριμένο εξοπλισμό πρόληψης πυρκαγιάς ή προστασίας που παρέχει προστασία κυκλώματος γείωσης-διακοπής για το προσωπικό, εξοπλισμός που παρέχει Προστασία κυκλώματος σφάλματος τόξου-διακοπών ή εξοπλισμός που παρέχει προστασία από σφάλμα γείωσης.
- Επισκευή χωρίς εξειδίκευση: Εάν εκπαιδευμένο, εξειδικευμένο προσωπικό δεν επισκευάζει προϊόντα, ενδέχεται να προκληθούν βλάβες στην απόδοση και την ασφάλεια. Η επαλήθευση των προσόντων του προσωπικού επισκευής είναι απαραίτητη για την ασφάλεια.

Αλλά είναι επίσης σημαντικό να λάβετε υπόψη τη διάρκεια ζωής αυτού του προϊόντος. Ο Οδηγός Πληροφορίες για Ηλεκτρικό Εξοπλισμό για Χρήση σε Συνήθεις Τοποθεσίες (Κατηγορία AALZ), που βρίσκεται στο productiq.ul.com, συνοψίζει τη θέση της UL ότι "όταν ένα προϊόν που φέρει σήμα UL τροποποιείται ή ανακατασκευάζεται (συμπεριλαμβανομένης της ανακαίνισης, της ανακατασκευής, της επισκευής ή της ανακαίνισης) αφού φύγει από το εργοστάσιο όπου εφαρμόστηκε το σήμα UL, η UL δεν γνωρίζει εάν το προϊόν συνεχίζει να πληροί τις ισχύουσες απαιτήσεις εκτός εάν η τροποποίηση ή η ανακατασκευή έχει ερευνηθεί ειδικά από την UL." (Η εγγραφή για το Product iQ είναι δωρεάν, εγγραφείτε σήμερα στο Productiq.ul.com.) Το βασικό ερώτημα είναι: έχει αυτό το προϊόν τόσο καλή απόδοση και λειτουργεί με ασφάλεια όσο ένα νέο προϊόν;

Επίτευξη κυκλικότητας και ασφάλειας

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Ενώ η κυκλικότητα ενσωματώνεται στις επιχειρηματικές πρακτικές των εταιρειών που προσανατολίζονται στη βιωσιμότητα, συχνά υπάρχει έλλειψη επίγνωσης των πιθανών κινδύνων ασφάλειας που περιγράφονται παραπάνω. Ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, οι κανονισμοί ενδέχεται να απαιτούν δοκιμή και αξιολόγηση. Ωστόσο, για είδη όπως ο ηλεκτρικός εξοπλισμός, τα αυτοκίνητα, τα οικοδομικά προϊόντα και τα έπιπλα, οι κατασκευαστές και οι τελικοί χρήστες έχουν συχνά μικρή επίγνωση των πιθανών κινδύνων.

Για εταιρείες οποιουδήποτε κλάδου, ακολουθούν ορισμένα βήματα προς την επίτευξη τόσο της κυκλικότητας όσο και της ασφάλειας.

- ❖ Σχεδιασμός με τη δεύτερη ζωή στο μυαλό: Στο βιβλίο τους "Remanufacturing in the Circular Economy: Operations, Engineering and Logistics", οι συγγραφείς Brian Hilton και Michael Thurston προσφέρουν τρεις αρχές για το σχεδιασμό για την ανακατασκευή: σχεδιασμό για τη δημιουργία αξίας, την προστασία και τη διατήρηση της αξίας και εύκολα και οικονομικά αποδοτική ανάκτηση αξίας.
- ❖ Αξιολογήστε τον κίνδυνο και την αξία: Ένας μικρός προγραμματισμός μπορεί να βοηθήσει πολύ στην κατανόηση των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με τα προϊόντα δεύτερης ζωής, παράλληλα με την πιθανή ανοδική αξία της επιχείρησής σας και των πελατών σας. Κάποια έρευνα στο Διαδίκτυο μπορεί να αποκαλύψει πιθανές παγίδες που βασίζονται σε ειδήσεις για αποτυχημένα προϊόντα. Αναθεωρήστε τους κανονισμούς που ισχύουν για νέα προϊόντα για να εντοπίσετε πτυχές ασφάλειας που ενδέχεται να θέτουν σε κίνδυνο τα προϊόντα που κατασκευάστηκαν πριν από μερικά χρόνια.
- ❖ Αναζήτηση προτύπων: Καθώς η κυκλικότητα ενηλικιώνεται, όλο και περισσότερες βιομηχανίες και σεβαστοί οργανισμοί αναπτύσσουν πρότυπα για προϊόντα δεύτερης ζωής. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν το NFPA 70 της Εθνικής Ένωσης Πυροπροστασίας, τον Εθνικό Ηλεκτρικό Κώδικα, για την αντιμετώπιση της πρακτικής προστασίας προσώπων και περιουσιακών στοιχείων από κινδύνους που προκύπτουν από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Το UL 1974, Standard for Evaluation for Repurposing Batteries, δημοσιεύτηκε το 2018 και σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την ασφαλή και αξιόπιστη επαναχρησιμοποίηση μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων (EV) για άλλες χρήσεις, όπως στην ηλεκτρική υποδομή. Και, η UL ενσωματώνει πληροφορίες επικυρωμένου ανακυκλωμένου περιεχομένου UL, σύμφωνα με το UL ECVP

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

2809, Διαδικασία επικύρωσης περιβαλλοντικών αξιώσεων για ανακυκλωμένο περιεχόμενο, στο πρόγραμμα Κίτρινης Κάρτας του Prospector και της UL που παρέχει πιστοποίηση τρίτων σχετικά με την ποιότητα, την ασφάλεια και την απόδοση των πλαστικών προϊόντων. Ακολουθώντας αυτά τα πρότυπα, μπορείτε να βοηθήσετε την εταιρεία σας να ενσωματώσει βέλτιστες πρακτικές για ανακαινισμένα προϊόντα.

- ❖ Επίτευξη διαφάνειας: Το σημερινό πολύπλοκο περιβάλλον απαιτεί διαφάνεια που ανοίγει το δρόμο προς τη γνώση και, τελικά, την εμπιστοσύνη. Οι δοκιμές τρίτων για ασφάλεια, απόδοση και βιωσιμότητα καταδεικνύουν τη δέσμευση της εταιρείας σας για ασφάλεια, απόδοση και βιωσιμότητα και παρέχει τεκμηρίωση που προσφέρει ζωτική ορατότητα.
- ❖ Δημιουργία δυνατοτήτων: Καθώς περισσότερες βιομηχανίες υιοθετούν κυκλικά οικονομικά μοντέλα, οι κορυφαίες εταιρείες, ενώσεις και εκπαιδευτικά κανάλια τους θα πρέπει να εργαστούν για να αναπτύξουν τη γνώση του κλάδου σχετικά με τους κινδύνους, να αναπτύξουν πρότυπα και να προωθήσουν υπηρεσίες επικύρωσης για νέες τεχνολογίες, προϊόντα και κατηγορίες προϊόντων.

Ιστορία επιτυχίας από την UL

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει την εμπιστοσύνη στην ασφάλεια των ανακαινισμένων προϊόντων και να αυξήσει τη διαφάνεια, η UL έχει καθιερώσει προγράμματα για την ασφαλή και βιώσιμη ανακατασκευή πολλών κατηγοριών προϊόντων. Δεσμευόμαστε να υποστηρίξουμε την κυκλικότητα σε μια ασφαλή βάση ασφάλειας.

Για παράδειγμα, λάβετε υπόψη τον αυξανόμενο αριθμό πάρκων ανεμογεννητριών που έχουν εγκατασταθεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Αυτές οι ανεμογεννήτριες έχουν μέση διάρκεια ζωής 20 χρόνια. Καθώς ο εξοπλισμός πλησιάζει στο τέλος της ζωής του, πολλά μέρη ενδιαφέρονται να αξιολογήσουν τη συνεχή ασφαλή και αξιόπιστη λειτουργία.

Η UL ανέπτυξε ένα πρότυπο για να καθορίσει εάν θα ήταν δυνατό να παραταθεί με ασφάλεια η διάρκεια ζωής των στροβίλων. Το UL 4134, το Πρότυπο για την Ασφάλεια για Επέκταση Διάρκειας Ζωής των Ανεμογεννητριών, χρησιμοποιεί μια επιστημονική προσέγγιση για τη δοκιμή και την επικύρωση της ασφάλειας και της

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

απόδοσης του εξοπλισμού για να παρατείνει τη διάρκεια ζωής αυτών των μεγάλων, δαπανηρών περιουσιακών στοιχείων. Οι απαιτήσεις λαμβάνουν υπόψη τις εξωτερικές συνθήκες χρήσης του συγκεκριμένου στροβίλου, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και τις πληροφορίες του στροβίλου. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της υπολειπόμενης ωφέλιμης ζωής και για τη δημιουργία του πλαισίου για φυσικές επιθεωρήσεις και ανάλυση κινδύνου, επιτρέποντας στους στροβίλους να συνεχίσουν να λειτουργούν αντί να παροπλιστούν και να αντικατασταθούν με νέους στροβίλους. Αυτό επιτρέπει την παράταση της διάρκειας ζωής μέσω λογικής επισκευής.

2.6 Πολιτικές για την Κυκλική Οικονομία

Η κατηγορία Πολιτικές για την Κυκλική Οικονομία εισάγει το θέμα στο πλαίσιο των κυβερνητικών κανονισμών, κινήτρων και δράσεων ώστε η κυκλική οικονομία να ενσωματωθεί σε διαφορετικά επίπεδα στην κοινωνία (Silvestri, Spigarelli, & Tassinari, 2020). Οι ρυθμιστικές πολιτικές καθορίζουν τις ευθύνες και θέτουν στόχους για διαφορετικούς τομείς όπως α κοινή προσπάθεια για την επίτευξή τους. Οι κυβερνητικές πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη και την εφαρμογή στρατηγικών για τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία μπορούν να βρεθούν σε όλο τον πλανήτη (Avdiushchenko & Zajac, 2019).

Η μετάβαση θα έχει ενοποιημένο αποτέλεσμα μόνο εάν βασίζεται στη συλλογική προσπάθεια και τη σύνδεση μεταξύ των τομέων. Ως εκ τούτου, η καταχώριση επιτυχημένων δράσεων βοηθά στην προώθηση και την τόνωση του οικοδόμηση ενός διεθνούς σεναρίου σχετικά με την εφαρμογή, την εξέλιξη και την εδραίωση της κυκλικής οικονομίας στην κυβέρνηση ατζέντηδες (Slorach et al., 2020).

Η αναδιαμόρφωση των επιχειρηματικών μοντέλων απαιτεί συστηματική αλλαγή και καινοτομία για την ενσωμάτωση νέων προτύπων παραγωγής. Οι πολιτικές για την ενθάρρυνση της κυκλικής μετάβασης πρέπει να ενθαρρύνουν την αναδιάρθρωση των αλυσίδων αξίας έτσι ώστε η διαφοροποιημένη παραγωγή και τα μοντέλα διαχείρισης μπορούν να δημιουργήσουν τρόπους μετατροπής των απορριμμάτων σε πόρους και βελτιστοποίηση της χρήσης τους (Hanumante, Shastri, & Hoadley, 2019).

Η μεταφορά του γραμμικού μοντέλου παραγωγής απαιτεί ο σχεδιασμός να είναι εγκάρσιος στους διάφορους τομείς, βασισμένος σε πολιτικές για την προώθηση της

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

αλλαγής και την τόνωση της δράσης. Ο μετασχηματισμός του οικονομικού μοντέλου θα πρέπει να αποτελέσει πηγή ενθάρρυνσης για τη διάδοση της κυκλικής λογικής στους μικρότερους κρίκους της αλυσίδας παραγωγής και να ενθαρρύνει την υιοθέτηση πιο συνειδητών προτύπων καταναλωτικής συμπεριφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

3.1 Αναγεννητικές πρακτικές

Ο πιο αναγνωρισμένος ορισμός της κυκλικής οικονομίας είναι ότι είναι μια οικονομία αποκατάστασης και αναγέννησης. Παρά την ευρεία χρήση και σημασία που αποδίδεται στις έννοιες της «αποκατάστασης» και της «αναγέννησης», σπάνια ορίζονται ή εξηγούνται στη βιβλιογραφία της κυκλικής οικονομίας. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα μελέτη εξετάζει κριτικά τους δύο όρους, ενώ παρέχει καθοδήγηση για τη μελλοντική αξιοποίηση και ανάπτυξή τους. Συγκεκριμένα, η μελέτη διερευνά την προέλευση των εννοιών, την υιοθέτησή τους σε πλαίσια που προέβλεπαν την ιδέα της κυκλικής οικονομίας και τις συνδηλώσεις τους στη βιβλιογραφία της κυκλικής οικονομίας. Η εξέταση υποστηρίζει την ανάγκη για σαφείς και διακριτούς ορισμούς, σε συνδυασμό με ακρίβεια στη χρήση.

Διαβάζοντας την βιβλιογραφία, η αποκατάσταση είναι μια έννοια καλύτερα καθορισμένη από την αναγέννηση, αν και χρειάζεται εννοιολογική επανένταξη σε σχέση με τις βιολογικές/οικολογικές πτυχές της κυκλικής οικονομίας. Αυτή η μελέτη προτείνει την αναζήτηση προς την κατεύθυνση της οικολογίας αποκατάστασης, ενός καθιερωμένου κλάδου της οικολογικής έρευνας. Αντίθετα, η αναγέννηση είναι ένας συμβολικός/υποβλητικός όρος με μικρή πρακτική εφαρμογή στο πλαίσιο των κυκλικών συστημάτων εκτός από την περίπτωση ορισμένων γεωργικών πρακτικών. Έως ότου παρέμβουν νέες εννοιολογικές εξελίξεις, η αναγέννηση δεν φαίνεται να είναι εφαρμόσιμη στο σύνολο της οικονομίας και γι' αυτό μπορεί να εγκαταλειφθεί ως κατευθυντήρια αρχή της κυκλικής οικονομίας. Σε αντίθεση με την αναγέννηση, η αποκατάσταση μπορεί να θεωρηθεί βασική αρχή επειδή έχει ευρεία εφαρμογή και μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς για κυκλικές εφαρμογές. Αυτό δεν αποκλείει την πιθανότητα να χρειαστούν άλλες έννοιες για την ενίσχυση της αποκατάστασης.

Οι ρίζες της αποκατάστασης

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Αυτές οι δύο λέξεις έχουν ταξιδέψει σε αιώνες και πολλές γλώσσες. και τα δύο προέρχονται από τα λατινικά. Το (λατινικό) πρόθεμα "re" υποδηλώνει επανάληψη. Η αποκατάσταση είναι από το (re)staurare, που σημαίνει να επισκευάζω/δώσω πίσω/χτίζω ξανά. Η αναγέννηση είναι από το generare, που σημαίνει γεννώ/γεννάω. Το Restorative χρησιμοποιείται συνήθως για την περιγραφή πτυχών που σχετίζονται με άτομα. Χρησιμοποιείται σε κοινωνικούς κλάδους όπως η υγειονομική περίθαλψη (π.χ. επανορθωτική ιατρική), η εκπαίδευση (π.χ. αποκαταστατικές σχολικές πρακτικές) και η φιλοσοφία (π.χ. αποκαταστατική δικαιοσύνη) για να εκφράσει μορφές επανόρθωσης του εαυτού/του ατόμου. Αντίθετα, το αναγεννητικό χρησιμοποιείται συχνά σε επιστήμες - όπως η οικολογία, η βιολογία και η ιατρική - για να υποδείξει μια λειτουργική αυτοανανέωση ή - πιο συχνά - μια μορφογενή αντικατάσταση χαμένων ή κατεστραμμένων μερών ή δομών σε οργανισμούς ή οικοσυστήματα.

Η αποκατάσταση και η αναγέννηση συνδέονται επίσης με ιδέες και πλαίσια που έχουν επηρεάσει ή εισρέει στην πρόταση CE (βλ. Craft, Ding, Prasad, Partridge, & Else, 2017; EMF, 2013; Geisendorf & Pietrulla, 2018; Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016· Pane Haden, Oyler, & Humphreys, 2009· Jawahir & Bradley, 2016· Lieder & Rashid, 2016· Torres & Parini, 2019· Yudelson, 2010). Αυτές οι ιδέες και τα πλαίσια περιλαμβάνουν την αναγεννητική γεωργία, την οικονομία αποκατάστασης, την αναγεννητική ανάπτυξη και σχεδιασμό, τον αποκαταστατικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό, το αναγεννητικό κτίριο και το Cradle to Cradle.

Η αναγεννητική γεωργία—ονομάστηκε έτσι (και προωθήθηκε από τα τέλη της δεκαετίας του 1970) από τον γεωπόνο και εκδότη Rodale (1983)—είναι μια έννοια που περιγράφει τη διατήρηση και τη βελτίωση των πόρων μέσω της συνεχούς οργανικής ανανέωσης του πολύπλοκου ζωντανού συστήματος (βλ. Dahlberg, 1991). Ο Rodale εφάρμοσε αργότερα την αρχή της συνεχούς ανανέωσης σε ένα πλαίσιο που ονόμασε «αναγεννητική οικονομική ανάπτυξη» (Mang & Reed, 2012, βλέπε επίσης Medard, Pahl, Shegda, & Rodale, 1985).

Ο οικολόγος και επιχειρηματίας Hawken (1993) χρησιμοποίησε τον όρο αποκαταστατική οικονομία για να περιγράψει μια οικονομία που συνδυάζει επιχειρηματικές δραστηριότητες με περιβαλλοντικές (αποκαταστατικές) πρακτικές. Ο Hawken (1993, 58) υποστήριξε ότι «το να αποκαταστήσεις σημαίνει να κάνεις

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

κάτι ξανά καλά», το οποίο πρέπει να εφαρμοστεί από την οικονομία στα οικοσυστήματα. Αυτή η ιδέα χρησιμοποιήθηκε επίσης από τον επιχειρηματία Anderson, ο οποίος μετέτρεψε την εταιρεία του (Interface, ένας εξέχων κατασκευαστής πλακιδίων χαλιών) σε μια αυτο-περιγραφόμενη επιχείρηση αποκατάστασης (βλ. Anderson, 2004· Pane Haden et al., 2009).

Η αναγεννητική ανάπτυξη και σχεδιασμός, που προωθήθηκε από τον αρχιτέκτονα Lyle (1994), αντικατοπτρίζει την υπόθεσή του για μια σύγκλιση επιστημονικών κλάδων, όπως η αρχιτεκτονική, η οικολογία τοπίου, ο σχεδιασμός χρήσης γης, η περμακουλτούρα και η αναγεννητική γεωργία (βλ. Mang & Reed, 2012). Σύμφωνα με τον Lyle (1994, 10), «για να είναι βιώσιμα, τα συστήματα παροχής ενέργειας και υλικών πρέπει να είναι συνεχώς αυτοανανεώσιμα ή αναγεννητικά κατά τη λειτουργία τους». Ο Lyle (1994) έθεσε το πλαίσιο, τις αρχές και τις στρατηγικές για την αντιστροφή της περιβαλλοντικής ζημίας, εννοώντας τον αναγεννητικό σχεδιασμό και τις κυκλικές ροές ως αντικατάσταση των γραμμικών συστημάτων.

Η αναγέννηση αντιπροσωπεύει μια μορφή αναβάθμισης από την αποκατάσταση. Εάν η αποκατάσταση σημαίνει «να φτιάξεις κάτι ξανά καλά», η αναγέννηση, για ορισμένους συγγραφείς, σημαίνει «να το κάνεις καλύτερο» από μια (υποτιθέμενη) κατάσταση προέλευσης. Οι υποστηρικτές των προσεγγίσεων αναγέννησης στη δεκαετία του 1990 έτειναν να επικεντρώνονται σε ένα όραμα που μπορεί να αντανakλούσε μια αισιόδοξη άποψη της κοινωνικής αλλαγής που επικρατούσε εκείνη την περίοδο (βλ. Ferguson, 2002; Park, Conca, & Finger, 2008). Οι Mang και Reed (2012, 8862) επεσήμαναν ότι «υπάρχει μια τάση να θολώνουμε ή να συγχέουμε τις αναγεννητικές προσεγγίσεις με το εύρος άλλων συστημάτων σχεδιασμού που εμφανίστηκαν στην επιδίωξη της οικολογικής βιωσιμότητας τη δεκαετία του 1990». Η πολλαπλότητα των ορισμών της έννοιας της «αναγέννησης» απηχούσε την какоφωνία των πλαισίων που περιβάλλουν την ιδέα (βλ. Mang & Reed, 2012).

3.1.1 Αποκατάσταση και ανάπτυξη σε τεχνικούς και βιολογικούς τόπους

Ταυτόχρονα με τον ορισμό του CE ως επανορθωτικού και αναγεννητικού είναι η διάκριση που γίνεται από το EMF (από τη βιβλιογραφία Cradle to Cradle) μεταξύ της ανακύκλωσης υλικών που κυριαρχούν στην τεχνόσφαιρα και εκείνων των υλικών που κυριαρχούν στη βιόσφαιρα (Braungart & McDonough, 1998· Braungart,

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

McDonough, & Bollinger, 2007· McDonough & Braungart, 2010). Επιπλέον, το EMF διατυπώνει μια δομή διπλού κύκλου για μια κυκλική οικονομία (2015a, 7) όπου: «Ο τεχνικός κύκλος περιλαμβάνει τη διαχείριση αποθεμάτων πεπερασμένων υλικών.... Τα τεχνικά υλικά ανακτώνται και αποκαθίστανται κυρίως στον τεχνικό κύκλο.... Ο βιολογικός κύκλος περιλαμβάνει τις ροές των ανανεώσιμων υλικών.... Τα ανανεώσιμα (βιολογικά) θρεπτικά συστατικά αναγεννώνται κυρίως στον βιολογικό κύκλο». Πολλοί ερευνητές CE ακολουθούν το EMF στη χρήση χωριστών κύκλων για τεχνικά και βιολογικά υλικά (θρεπτικά συστατικά στη γλώσσα Cradle to Cradle).

Από τις περιγραφές EMF, φαίνεται ότι η έννοια της αποκατάστασης είναι ιδιαίτερα εφαρμόσιμη στον τεχνικό κύκλο και η έννοια της αναγέννησης περιορίζεται στον βιολογικό κύκλο. Ωστόσο, σε άλλα έγγραφα του EMF και αλλού στη βιβλιογραφία CE, η επανορθωτική και η αναγεννητική θεωρούνται ότι ανήκουν και στους δύο κύκλους. Αυτό το άρθρο χρησιμοποιεί αυτή τη διπλή τεχνική/βιολογική δομή για να αξιολογήσει πιθανούς ορισμούς αποκατάστασης και αναγέννησης και τη χρησιμότητα των εννοιών σε ένα CE.

Αποκατάσταση και ανάπλαση σε τεχνικούς κύκλους

Ένα κεντρικό χαρακτηριστικό ενός CE είναι η αντικατάσταση της έννοιας «τέλος ζωής» με αποκατάσταση και όχι καταστροφή» EMF (2013, 7), όπου τα προϊόντα και τα υλικά δεν καταστρέφονται, αλλά παραμένουν εντός των συστημάτων παραγωγής (Μπατίστα, Μπουρλάκης, Smart, & Maull, 2018; Franklin-Johnson, Figge, & Canning, 2016; UNEP, 2012) όσο το επιτρέπει η οικονομική και τεχνική σκοπιμότητα. Το EMF (2015b) ανέπτυξε έναν δείκτη κυκλικότητας υλικού (MCI) για την παρακολούθηση των αποκαταστατικών ροών προϊόντων και για τη μέτρηση των συνολικών ροών μιας εταιρείας (βλ. επίσης Elia, Gnoni, & Tornese, 2017). Αυτή η προσέγγιση είναι συνεπής με την ετυμολογική έννοια της αποκατάστασης, συγκεκριμένα, «χτίζω ξανά».

Ένα ευρύ φάσμα διαδικασιών και στρατηγικών που χαρακτηρίζουν τους τεχνικούς κύκλους σε ένα CE (βλ. Potting, Hekkert, Worrell, & Hanemaaijer, 2017; Reike et al., 2018) συνάδουν με την έννοια της αποκατάστασης (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1: Αποκατάσταση σε διαδικασίες/στρατηγικές CE (κύριες μελέτες).

	EMF (2015b)	Azevedo et al. (2017)	de Jesus et al. (2018)	Batista et al. (2018)	Kalmykova et al. (2018)
Reuse	•	•	•	•	
Repair				•	•
Renewal			•		
Refurbishment	•			•	
Remanufacture				•	
Maintenance					•
Upgrading					•
Recycling		•		•	
Cascading	•			•	

Η επαναχρησιμοποίηση, η επισκευή, η ανανέωση, η ανακαίνιση, η ανακατασκευή, η συντήρηση και η αναβάθμιση είναι στρατηγικές παράτασης ζωής για προϊόντα (Morsetto, 2020). Εκτός από την επαναχρησιμοποίηση (στην οποία ένα αμετάβλητο προϊόν περνά από τον έναν χρήστη στον άλλο), τα προϊόντα επιστρέφουν στην οικονομία μετά από τροποποιήσεις. Τα προϊόντα αποκαθίστανται: α) σε μια παρόμοια κατάσταση, όπως στην ανανέωση και την ανακατασκευή (βλ. de Jesus, Antunes, Santos, & Mendonca, 2018; Jawahir & Bradley, 2016; Lieder & Rashid, 2016). β) σε κατάσταση που λειτουργούσε προηγουμένως, όπως στην επισκευή και τη συντήρηση (Mobley, 2002; Murray et al., 2017). ή γ) σε βελτιωμένη/ενημερωμένη κατάσταση, όπως στην ανακαίνιση και την αναβάθμιση (Azevedo, Godina, & Matias, 2017; Cooper & Gutowski, 2017). Οι δραστηριότητες αποκατάστασης μπορούν να χρησιμοποιούν απορριπτόμενα και μεταχειρισμένα υλικά ή ανακτημένα μέρη και εξαρτήματα, παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής αυτών των πόρων.

Με παρόμοιο τρόπο, η διαδοχή και η ανακύκλωση είναι δραστηριότητες όπου τα υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές σε διαφορετικά προϊόντα. Όλες αυτές οι στρατηγικές απαιτούν αλυσίδες εφοδιασμού αποκατάστασης που υποστηρίζουν έναν ή και τους δύο κύκλους κλειστού βρόχου (δηλαδή, την εφοδιαστική και την επεξεργασία των μετακινούμενων ανεπιθύμητων υλικών, εξαρτημάτων και προϊόντων από ένα μέρος της συνολικής αλυσίδας αξίας σε ένα

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

κατάλληλο σημείο της αρχικής αλυσίδας εφοδιασμού για το σύστημα προϊόντων) και κύκλους ανοιχτού βρόχου (δηλαδή, η εφοδιαστική και η επεξεργασία των μετακινούμενων ανεπιθύμητων υλικών, εξαρτημάτων και προϊόντων σε οργανισμούς που βρίσκονται εκτός της αρχικής αλυσίδας εφοδιασμού για διαφορετικούς τύπους χρήσεων) (βλ. Batista et al., 2018; Geyer, Kuczenski, Zink, & Henderson, 2016).

Η αποκατάσταση μπορεί να συμβεί τόσο σε ανοιχτούς όσο και σε κλειστούς βρόχους εάν τα υλικά, τα εξαρτήματα και τα προϊόντα έχουν επαρκή αξία για να παραμείνουν στο συνολικό οικονομικό σύστημα. Ωστόσο, τα περιβαλλοντικά οφέλη και οι επιπτώσεις μπορεί να διαφέρουν σε λύσεις ανοικτού ή κλειστού βρόχου (βλ. Geyer et al., 2016 για μια διεξοδική συζήτηση).

Σε αντίθεση με την αποκατάσταση, λίγες μελέτες αναφέρονται σε προϊόντα και υλικά αναγέννησης (π.χ. Kalmykova, Sadagopan, & Rosado, 2018). Στην κοινή γλώσσα, ένα προϊόν (π.χ. ένας εκτυπωτής ή ένας φούρνος) αναγεννάται όταν νέα εξαρτήματα αντικαθιστούν παλιά ή ελαττωματικά, όπως στην ανακαίνιση, την ανακατασκευή και την αναβάθμιση (βλ., π.χ., Tolio et al., 2017). Στην περίπτωση της ανακαίνισης και της ανακατασκευής, η χρήση της αναγέννησης για την περιγραφή αυτών των δραστηριοτήτων είναι συνώνυμη με την αποκατάσταση. Η αναβάθμιση, συνεπάγεται βελτίωση και έτσι, ο όρος αναγέννηση μπορεί να είναι πιο εφαρμόσιμος. Ωστόσο, οι λειτουργίες αναβάθμισης είναι πιο πιθανό να είναι μορφές αποκατάστασης σύμφωνα με —για παράδειγμα— υψηλότερες απαιτήσεις χρηστών ή νομοθεσίας.

Η αναγέννηση εφαρμόζεται επίσης για να υποδείξει τη μετατροπή ενός ανεπιθύμητου υλικού σε νέο χρήσιμο υλικό. Για παράδειγμα, ο Park και οι συνεργάτες του (2008) υποστηρίζουν ότι τα απόβλητα μπορούν να αναγεννηθούν σε χρήσιμα υλικά (απεικονίζουν ένα οικολογικό βιομηχανικό πάρκο όπου τα υλικά και τα εξαρτήματα ανακτώνται από χρησιμοποιημένες ηλεκτρονικές συσκευές). Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ανάκτηση πλαστικών φιαλών, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε μηχανική επεξεργασία για τη δημιουργία πρώτων υλών για νέα προϊόντα όπου δεν είναι απαραίτητο παρθένο υλικό (π.χ. πλαστικές καρέκλες) ή να αποδομηθούν χημικά σε πρόδρομες ουσίες για πολυμερισμό σε παρθένο ισοδύναμο πολυμερές κατάλληλο για οποιαδήποτε εφαρμογή. Επί του

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

παρόντος, αυτές οι λειτουργίες συνήθως θεωρούνται ανακύκλωση (βλέπε Rahimi & García, 2017).

Ομοίως, οι λεγόμενες αναγεννημένες ίνες νάιλον που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες χαλιών, κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και δικτυών αλιείας (π.χ. Franco, 2017) έχουν υποβληθεί σε μια πολύπλοκη διαδικασία ανακύκλωσης. Ακόμη και χρησιμοποιημένο λάδι που «αναγεννήθηκε» σε νέο λάδι μέσω επαναδιύλισης (Rincon, Canizares, Garcia, & Gracia, 2003), ή εξαντλημένη ρητίνη, σε «αναγεννημένη» ρητίνη (Atasoy, Owusu-Agyeman, Plaza, & Cetecioglu, 2018), είναι μορφές ανακύκλωσης. Και στα δύο παραδείγματα, χρησιμοποιούνται διαδικασίες διαχωρισμού για την ανάκτηση ουσιών με συγκεκριμένες ιδιότητες που επαρκούν για τη δημιουργία ανακυκλωμένων εκδόσεων του αρχικού προϊόντος.

Πιο πρόσφατα, η αναγέννηση έχει συσχετιστεί με κτίρια, χωρικές περιοχές και πόλεις σε μελέτες CE (π.χ. Domenech, Bleischwitz, Doranova, Panayotopoulos, & Roman, 2019). Οι όροι αναφέρονται σε νέες φυσικές μορφές ή χρήσεις δομών ή βελτιωμένο πλούτο ή συνδεσιμότητα εντός μιας καθορισμένης γεωγραφικής τοποθεσίας. Η ορολογία προήλθε από τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τις αρχιτεκτονικές και κοινωνικές μελέτες παρά σε ένα πλαίσιο CE (βλ. Atkinson & Kintrea, 2002; Carley, 1990) και μέχρι σήμερα έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για να περιγράψει την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών (σκυρόδεμα, άσφαλτος, κ.λπ.).

Μετά τους Pearce και Turner (1990), ερευνητές στην κοινότητα CE συνδέουν την αναγέννηση και τους πόρους, είτε ως ενέργεια είτε ως υλικά (π.χ. EMF, 2015a; Geisendorf & Pietrulla, 2018; Kalmykova et al., 2018; Smol, Kulczycka, & Avdiushchenko 2017), είτε λόγω της σπανιότητας πόρων (Lieder & Rashid, 2016), μιας γενικής ανάγκης για αποτελεσματικότητα στη χρήση των πόρων (Burger, Stavropoulos, Ramkumar, Dufourmont, & van Oort, 2019; de Jesus et al., 2018). Υπάρχει γενική συμφωνία ότι η ενέργεια σε ένα CE προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (π.χ. ηλιακό φως, άνεμος, υδροηλεκτρική ενέργεια, βιομάζα και γεωθερμία), οι οποίες οι Lacy και Rutqvist (2016) επισημαίνουν την αναγεννητική ενέργεια χωρίς να παρέχουν αιτιολογία για την ορολογία ή τις συνθήκες υπό τις οποίες αυτές οι πηγές θα μπορούσαν να θεωρηθούν αναγεννητικές.

Οι Rammelt και Crisps (2014, 27) εισήγαγαν μια διάκριση μεταξύ των μη ζωντανών και των ζωντανών ανανεώσιμων πόρων: «Οι μη ζωντανές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακό φως, άνεμος ή ποτάμια) αναγεννώνται μέσω μιας σταθερής εισροής που συνεχίζει να ξαναγεμίζει τα αποθέματα πόρων. Οι ζωντανές ανανεώσιμες πηγές αναγεννώνται μέσω της ενίσχυσης της ανατροφοδότησης: περισσότερα ψάρια σημαίνει περισσότερη αναπαραγωγή και επομένως περισσότερα ψάρια, για παράδειγμα». Αν και προκαλεί σκέψη, η διάκριση μη ζωντανών/ζώντων ανανεώσιμων πόρων είναι ελλιπή, καθώς δεν αφορά πόρους όπως τα δάση και οι υδροφορείς γλυκού νερού όπου ο ρυθμός χρήσης μπορεί να υπερβαίνει κατά πολύ τον ρυθμό αναγέννησης και να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμη εξάντληση ή να εξηγήσει το μηχανισμό αναγέννησης. Επιπλέον, ακόμη και αν οι πόροι πληρούσαν τα κριτήρια για την αναγέννηση, δεν είναι σαφές πώς η χρήση τέτοιων πόρων θα είχε ως αποτέλεσμα την CE που είναι η ίδια αναγεννητική.

3.1.2 Αποκατάσταση και αναγέννηση σε βιολογικούς κύκλους

Οι έννοιες της αποκατάστασης και της αναγέννησης είναι φαινομενικά κατάλληλες για τους βιολογικούς κύκλους σε ένα CE. Η αποκατάσταση, με την έννοια της επαναφοράς σε πλήρη λειτουργία των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων, και η αναγέννηση, ως προσπάθεια διατήρησης και βελτίωσης των σημερινών συνθηκών, έχουν και τα δύο νόημα όπου το φυσικό κεφάλαιο απαιτεί συνεχή ενίσχυση. Το βασικό ερώτημα είναι πώς τα βιολογικά υλικά εισέρχονται στην οικονομία και στη συνέχεια επιστρέφουν στη βιόσφαιρα με τρόπο που είναι είτε επανορθωτικό είτε αναγεννητικό.

Οι υποστηρικτές της έννοιας του φυσικού κεφαλαίου απαντούν σε αυτό το ερώτημα εξετάζοντας δύο βασικούς δρόμους για την αποκατάσταση. Μια λεωφόρος είναι αυτή των οργανικών/βιολογικών υλικών που εξέρχονται με ασφάλεια από τα προϊόντα και τις παραγωγικές διαδικασίες στη βιόσφαιρα. Αυτή η ερμηνεία απηχεί την ιδέα της έννοιας Cradle-to-Cradle ενός βιολογικού μεταβολισμού όπου τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά (McDonough & Braungart, 2010), τα οποία μπορούν να προέρχονται από οικοσυστήματα (π.χ. δάση ή θαλάσσιο περιβάλλον) ή σε βιομηχανικά συστήματα (π.χ. γεωργία, θαλάσσια καλλιέργεια κ.λπ.), γίνονται «υγιεινά απόβλητα» (Braungart et al., 2007) που μπορούν να επιστραφούν στην πηγή τους. Σύμφωνα με το EMF (2015b, 2), «τα μη τοξικά υλικά καταρρέουν και τελικά επιστρέφουν στο έδαφος, αποκαθιστώντας έτσι το φυσικό κεφάλαιο».

Η καταρράκτη είναι η περαιτέρω χρήση ενός βιολογικού υλικού σε πολλαπλές εφαρμογές για την εξαγωγή πρόσθετης αξίας από τον πόρο (Mair & Stern, 2017) προτού γίνει "υγιεινό απόβλητο". Σύμφωνα με αυτή την άποψη, βιολογικά υλικά (π.χ. υπολείμματα τροφών, φυσικές ίνες, βιολογικά απόβλητα από την παραγωγή) που έχουν εξυπηρετήσει τον σκοπό τους μπορούν να μετατραπούν σε λίπασμα και έδαφος (EMF, 2013; Kalmykova et al., 2018) και να επιστραφούν στο είτε στα οικοσυστήματα είτε, πιθανότερα, στα βιομηχανικά συστήματα. Αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι τα βιολογικά υλικά μπορούν να βιοδιασπαστούν με ασφάλεια και να επιστρέψουν στο έδαφος για να τροφοδοτήσουν τις περιβαλλοντικές διεργασίες.

Μια άλλη οδός για την αποκατάσταση του φυσικού κεφαλαίου μέσω βιολογικών κύκλων εκφράζεται με όρους «αντιστροφής ζημιάς» (π.χ. Brown et al., 2018; Pitt & Heinemeyer, 2015), που σημαίνει τη ζημιά στο περιβάλλον που προκαλείται από οικονομικές δραστηριότητες. Οι μελετητές του CE δεν έχουν επικεντρωθεί στον τρόπο ποσοτικοποίησης αυτής της ζημιάς, πώς αντιστρέφεται και εάν αντιστρέφεται πλήρως ή εν μέρει μέσω ενός CE. Είναι ευκολότερο να εντοπιστούν παραδείγματα αντιστροφής των ζημιών στη γραμμική οικονομία όπου η αποκατάσταση επιβάλλεται από κανονισμούς ή πραγματοποιείται οικειοθελώς (π.χ. αποκατάσταση αλλαγμένων υδρολογικών χαρακτηριστικών, αποκατάσταση κατεστραμμένων οικοτόπων, αφαίρεση τοξικών ρύπων και επανεισαγωγή εξειδικευμένων ειδών- Nugent, Packard, Brabon, & Vierra, 2016).

Η επιδίωξη και των δύο οδών αποκατάστασης φυσικού κεφαλαίου αντιμετωπίζει πρακτικές προκλήσεις. Τα βιολογικά υλικά δεν μετατρέπονται απαραίτητα (ή αμέσως) σε κομπόστ ή υγιές έδαφος (Konoouva, 2013). Επιπλέον, το κομπόστ και η παραγωγή νέου εδάφους δεν είναι σημαντικό θέμα στη βιβλιογραφία CE (Haas, Krausmann, Wiedenhofer, & Heinz, 2015), γεγονός που υποδηλώνει ότι απέχουν πολύ από το να υλοποιηθούν σε μεγάλη κλίμακα. Από αυτή την άποψη, η τιμή του κομπόστ τείνει να είναι χαμηλή, το κόστος μπορεί να ποικίλλει σημαντικά (ανάλογα με το κόστος μεταφοράς, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται) ενώ ο υπολογισμός της αξίας του κομπόστ είναι δύσκολος από οικολογική και οικονομική άποψη (βλ. Meyer-Kohlstock, Hädrich, Bidlingmaier, & Kraft, 2013). Ομοίως, η δημιουργία υγιούς εδάφους απαιτεί ισχυρά και καλά ανεπτυγμένα εισερχόμενα logistics (σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας) και εξερχόμενα logistics (στις τοποθεσίες

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

προορισμού). Επιπλέον, δεν είναι σαφές ποιος θα πρέπει να αναλάβει το κόστος δημιουργίας εδάφους ή πώς θα εμπορευθεί το νεοπαρασκευασμένο έδαφος.

Πέρα από αυτό, υπάρχει ένας δυνητικά σημαντικός κίνδυνος στην επιστροφή βιολογικού υλικού στη βιόσφαιρα. Η εισαγωγή μεγάλων ποσοτήτων «χρησιμοποιημένης» βιολογικής ύλης μπορεί να έχει τεράστια αποτελέσματα (τόσο αναμενόμενα όσο και απρόβλεπτα) στα οικοσυστήματα. Για παράδειγμα, η εισαγωγή υπερβολικών θρεπτικών ουσιών σε υδάτινα σώματα μπορεί να προκαλέσει ευτροφισμό όπου η υπερανάπτυξη σε υδρόβια φυτά καταναλώνει οξυγόνο έτσι ώστε να επηρεάζει τους περιβάλλοντες οργανισμούς (βλ. Llorach-Massana, Farreny, & Oliver-Sola, 2015; Reijnders, 2008).

Ομοίως, μαζικές εισροές ουσιών μπορούν να καταρρεύσουν την ικανότητα ενός οικοσυστήματος να τις αφομοιώσει (Llorach-Massana et al., 2015). Οι υποθέσεις για την «αντιστροφή της ζημιάς» μπορεί να είναι πολύ απλοϊκές για να αντιμετωπίσουν την περίπλοκη δομή και το έντονο δίκτυο αλληλεπιδράσεων οικοσυστημάτων μεγάλης κλίμακας (βλ., π.χ. Palmeri, Barausse, & Jorgensen, 2013). Για να είναι αποτελεσματική, η έννοια της αποκατάστασης ζημιών θα απαιτούσε λεπτομερή γνώση ενός οικοσυστήματος πριν από την καθορισμένη βλάβη, καθώς και την επιθυμητή κατάσταση ενός αποκατασταθέντος οικοσυστήματος, κανένα από τα οποία δεν προσδιορίζεται εύκολα.

Η αναγέννηση στον βιολογικό κύκλο δεν διακρίνεται εύκολα από την αποκατάσταση. Για το EMF (2015a), η αναγέννηση στον βιολογικό κύκλο προέρχεται από το πλαίσιο Cradle-to-Cradle (Braungart et al., 2007) όπου τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά αναγεννούν το οικοσύστημα (Homrich, Galva, Abadia, & Carvalho, 2018). Αυτό είναι συνεπές με εκείνες τις απόψεις που συνδέουν την αναγέννηση με την ανοικοδόμηση και την ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου (EMF 2015c,d; Genovese, Acquaye, Figueroa, & Koh, 2017; Howard et al., 2018), αλλά αυτή η προσέγγιση δεν είναι επαρκής για την κατανόηση της πρακτικής έννοια της αναγέννησης, ειδικά ως προς το πώς μπορεί να διαφέρει από την αποκατάσταση.

Σύμφωνα με την «υγεία των οικοσυστημάτων», άλλοι συγγραφείς (π.χ. Pauliuk, 2018; Pitt & Heinemeyer, 2015; Rhodes, 2015) ερμηνεύουν την αναγέννηση ως τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών για την υποστήριξη των ιδιοτήτων που ενισχύουν

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

τη ζωή των οικοσυστημάτων. Ωστόσο, οι "καλύτερες συνθήκες" είναι μια διαφορούμενη έκφραση χωρίς γραμμή βάσης (δηλαδή, λεπτομερή κατάσταση σε προηγούμενο χρονικό σημείο) και μέτρηση βελτιώσεων σε σχέση με αυτήν τη γραμμή βάσης. Ο Rhodes (2015) αναφέρει ότι οι βελτιωμένες συνθήκες περιλαμβάνουν τη δημιουργία οικοτόπου (συμπεριλαμβανομένου του οικοδομικού εδάφους), τον καθαρισμό του νερού και την ενίσχυση των διαδικασιών δέσμευσης αζώτου/άνθρακα στο έδαφος κ.λπ. Ο συγγραφέας προσθέτει επίσης ότι είναι δυνατό να δημιουργηθούν μεγαλύτερα αναγεννητικά συστήματα συνδέοντας μικρότερες μονάδες αναγέννησης. Και πάλι, υπάρχουν κάποιες ομοιότητες με την επανορθωτική, ιδίως με την πρόταση «αντιστροφής βλάβης».

Επιπλέον, υπάρχει μια προληπτική στάση απέναντι σε μια πιο προηγμένη σχέση με τη φύση. Αυτό είναι κοινό σε άλλες έννοιες (βλ. du Plessis, 2012) όπως ο οικολογικός σχεδιασμός (που αναζητά την ενσωμάτωση με τις διαδικασίες της φύσης - van der Ryn & Cowan, 2007), η οικολογική μηχανική (οικοδόμηση βιολογικών υποδομών - Mitsch, 1993) και η θετική ανάπτυξη (προώθηση πέρα από την οικολογική αποζημίωση—Birkeland & Knight-Lenihan, 2016). Ωστόσο, ακόμη κι αν αυτά τα πλαίσια παρέχουν πρακτικές εφαρμογές, δεν διευκρινίζουν πώς διακρίνεται η αναγέννηση από την αποκατάσταση.

Υπάρχουν ορισμένες προειδοποιήσεις για την κατανόηση της αναγέννησης ως διατήρησης της υγείας της φύσης και των οικοσυστημάτων. Πολλαπλές ποικίλες διαταραχές σε ένα οικοσύστημα (Walker, 2012) μπορεί να υπερβούν την ικανότητα των προσαρμοσμένων στη διαταραχή ειδών να επιστρέψουν σε μια «υγιή κατάσταση» (DellaSala & Hanson, 2015). Η αναγέννηση μπορεί να διαρκέσει αρκετά χρόνια ή και δεκαετίες (π.χ. Biringer & Hansen, 2005) και να ακολουθεί διαφορετικές τροχιές και ταχύτητες (Holz & Placci, 2005).

Αντίθετα, η γεωργία φαίνεται να είναι κατάλληλο πεδίο για την εφαρμογή της έννοιας της αναγέννησης σε σχέση με τον βιολογικό κύκλο. Το EMF (2015c, 2019) συνηγορεί υπέρ αναγεννητικών γεωργικών πρακτικών, όπως τεχνικές καλλιέργειας χωρίς άροση και αντικατάσταση συνθετικών εισροών. Για παράδειγμα, τα λιπάσματα με βάση τα ορυκτά καύσιμα μπορούν να εξαλειφθούν με την καλλιέργεια οσπρίων λιβαδιών και τη χρήση κοπριάς κτηνοτροφίας ως λίπασμα. Ομοίως, άλλες μελέτες προτείνουν πρακτικές αναγεννητικής γεωργίας ως αναπόσπαστο μέρος

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

ενός CE (Pascucci & Duncan, 2017; Torres & Parini, 2019; Unay-Gailhard & Bojnec, 2019). Αυτά βασίζονται στις αναγεννητικές ιδέες των Rodale (1983) και Pretty (1995) για την ελαχιστοποίηση των εισροών ενέργειας και υλικών, ενώ ανακυκλώνουν εισροές όπως το νερό, τα θρεπτικά συστατικά και η οργανική ύλη (Pearson, 2007· Toensmeier, 2016).

Αναγέννηση

Η αναγέννηση στο πλαίσιο ενός CE δεν διαφοροποιείται εύκολα από την αποκατάσταση. Προτείνω έναν ορισμό της αναγέννησης ως την προώθηση της ικανότητας αυτοανανέωσης των φυσικών συστημάτων με στόχο την επανενεργοποίηση οικολογικών διεργασιών που έχουν υποστεί βλάβη ή υπερεκμετάλλευση από την ανθρώπινη δράση. Αυτός ο ορισμός, που υποδηλώνει αναγέννηση ή επανεκκίνηση, δεν ταιριάζει εύκολα με τεχνικούς κύκλους, όπου η αποκατάσταση μπορεί να είναι πιο κατάλληλη (π.χ. αντιμετώπιση των επιπτώσεων των διεργασιών εξόρυξης και εξόρυξης για πρόσβαση σε μέταλλα και ανόργανα). Η αναγέννηση, όπως στον προτεινόμενο ορισμό, μπορεί να είναι πιο χρήσιμη στη γεωργία, όπου αναπτύχθηκε ως πεδίο έρευνας και πρακτικών λύσεων (Pretty, 1995· Rodale, 1983).

Ακόμη και αν χρησιμοποιείται εντός CE για την αντιμετώπιση βιολογικών κύκλων, η αναγεννητική γεωργία επικαλύπτεται με άλλα πλαίσια γεωργίας, συμπεριλαμβανομένων των οργανικών, βιοδυναμικών, χαμηλών εισροών, διατήρησης πόρων, περμακαλλιέργειας και αγροοικολογίας (βλ. Pretty, 1995). Ο Pearson (2007) σημείωσε ότι το αναγεννητικό είναι μια πιασάρικη λέξη, ενώ άλλες ορολογίες μπορεί να είναι δυσκίνητες και απίθανο να προσελκύσουν την υποστήριξη του κοινού. Όπου οι γεωργικές πρακτικές προωθούν τη γονιμότητα, τον κύκλο των θρεπτικών ουσιών ή τις οικολογικές υπηρεσίες, υποστηρίζουν την αναγεννητική ικανότητα της φύσης (βλ., π.χ., Holl & Aide, 2011; Perrow & Davy, 2002; Villamagna, Angermeier, & Bennett, 2013). Αυτή η ικανότητα —αν και συζητήσιμη— μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα της φύσης να αναβιώνει τον εαυτό της, να ανακάμπτει από τις διαταραχές και να αναδομεί τις λειτουργίες της.

Παραμένει το ερώτημα εάν η αναγέννηση είναι ή όχι μια κεντρική αρχή μιας CE εάν περιορίζεται σε έναν μόνο τομέα της οικονομίας —ακόμη και σε έναν τόσο σημαντικό όσο η γεωργία. Ελλείψει συναίνεσης γύρω από έναν ενιαίο ορισμό της

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

αναγέννησης που είναι διαφορετικός από την αποκατάσταση και μια ισχυρή εξήγηση για το πώς θα εφαρμοστεί ευρέως σε ένα CE, προτείνω η αναγέννηση να μην θεωρείται πρωταρχική αρχή ενός CE. Η αποκατάσταση, επειδή έχει διάχυτη εφαρμογή σε ένα CE, μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς και κατευθυντήρια αρχή για λύσεις CE. Αυτό δεν αποκλείει την πιθανότητα να χρειαστούν άλλες έννοιες για την ενίσχυση της αποκατάστασης.

Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει πώς να προσδιορίσει καλύτερα, να βελτιώσει ή να συμπληρώσει τις κατευθυντήριες αρχές ενός CE, επειδή αυτές είναι το σταθερό σημείο αναφοράς για την έμπνευση και τον προσανατολισμό των δράσεων του πλαισίου. Ως θεωρητικές βασικές δηλώσεις μιας πρότασης, οι κατευθυντήριες αρχές πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένες, συνεπείς και περιεκτικές. Σε έναν κόσμο που κυριαρχείται από τσιπάτα και παράφωνες έννοιες, η σαφήνεια στη γλώσσα και οι συνεπείς ορισμοί των όρων (όχι μόνο στον λόγο της βιομηχανικής οικολογίας και της βιωσιμότητας) είναι επιτακτική ανάγκη για την αποφυγή παρερμηνειών, ενώ διευκολύνεται η αποτελεσματική εφαρμογή πλαισίων όπως το CE.

3.2 Ροές υλικών

Χρησιμοποιώντας την αναλογία των βιολογικών συστημάτων, οι Frosch και Galloroulos οραματίστηκαν μια οικονομία στην οποία οι ροές ενέργειας και υλικών βελτιστοποιούνται, η παραγωγή αποβλήτων μειώνεται και τα υποπροϊόντα χρησιμοποιούνται ευεργετικά σε διαδικασίες που εντοπίζονται μεταξύ τους. Από το 2015, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ξεκινήσει δύο πακέτα κυκλικής οικονομίας για να ενθαρρύνει και να κατευθύνει τη μετάβαση της Ευρώπης προς μια πιο κυκλική οικονομία. Η κυκλική οικονομία ορίζεται ως μια κατάσταση στην οποία «η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρείται στην οικονομία για όσο το δυνατόν περισσότερο και η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τον κοινωνικό μεταβολισμό μιας οικονομίας¹⁴⁸, δηλαδή να ποσοτικοποιήσουμε την ποσότητα των υλικών που ρέουν μέσα και έξω από την οικονομία και να παρακολουθούμε πώς χρησιμοποιούνται στην κοινωνία και το επίπεδο κυκλικότητάς τους. Ως εκ τούτου, το πακέτο της Επιτροπής για την κυκλική οικονομία για το 2018 περιλαμβάνει στοιχεία όπως ένα πλαίσιο παρακολούθησης για τη μέτρηση της προόδου προς μια κυκλική οικονομία τόσο σε επίπεδο ΕΕ όσο και σε εθνικό επίπεδο. Αυτό το πλαίσιο

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

παρακολούθησης αποτελείται από οπτικοποιήσεις ροής υλικού και ένα σύνολο 10 βασικών δεικτών που καλύπτουν κάθε φάση του κύκλου ζωής μιας πρώτης ύλης και τις σχετικές οικονομικές πτυχές.

Μπορούμε εύκολα να συσχετίσουμε την παρούσα απεικόνιση των ροών υλικού με άλλους δείκτες του συμπλέγματος κυκλικής οικονομίας αυτού του πίνακα αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα:

- (i) οι ροές υλικών μπορούν να συνδυαστούν για τον υπολογισμό των ποσοστών εισροών ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής τους (Δείκτης 16).
- (ii) οι ροές αποβλήτων και σκραπ αποτελούν αντικείμενο ευρέως εμπορίου τόσο εντός όσο και εκτός της ΕΕ (Δείκτης 17).
- (iii) Οι ροές αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι μια μικρή αλλά σχετική ροή (καθώς περιέχουν μεγάλες ποσότητες πολύτιμων μετάλλων) και αφήνουν τα κοινωνικά αποθέματα ως απόβλητα (Δείκτης 18). και (iv) τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν τη μεγαλύτερη ροή αποβλήτων στην ΕΕ (Δείκτης 19).

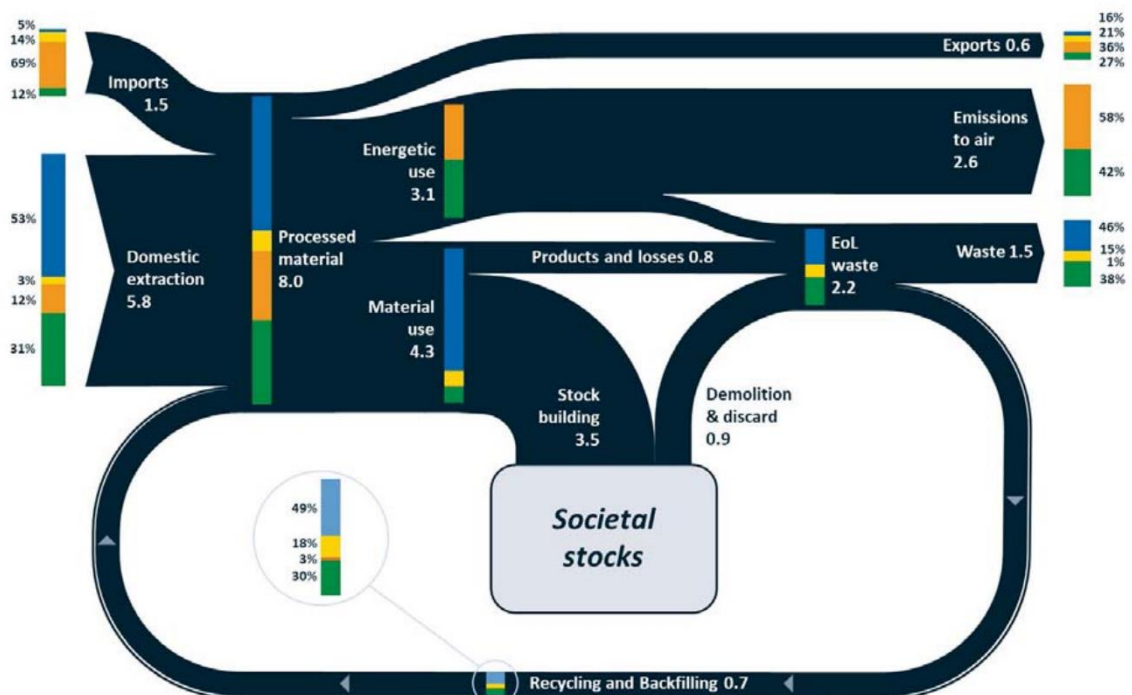
Το σχήμα 3 δείχνει τις ροές υλικών μέσω της οικονομίας της ΕΕ-28 το 2014, σύμφωνα με το πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Αυτός ο αριθμός επεκτείνεται στον Πίνακα Αποτελεσμάτων Πρώτων Υλών του 2016, καθώς συνδυάζει δεδομένα της Eurostat για τις ροές υλικών (εισροές) και τα απόβλητα (εκροές)¹⁵¹ με πρόσθετες προσπάθειες μοντελοποίησης¹⁵². Το σχήμα περιλαμβάνει τρόφιμα και ζωοτροφές για την ενεργειακή χρήση της βιομάζας.

Το σχήμα 3 δείχνει ότι το 2014 περισσότερο από το 72 % (5,8 Gt) της μάζας των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν στην ΕΕ\ προήλθε από εγχώρια εξόρυξη, το 19 % (1,5 Gt) από εισαγωγές και το 8 % (0,7 Gt) από την ανακύκλωση (βλ. επίσης Δείκτης 16 σχετικά με την ανακύκλωση και επίχωση (0,06 Gt). Περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στον δείκτη 3 σχετικά με την εξάρτηση από τις εισαγωγές.

Από τα 8 Gt υλικών που υποβάλλονται σε επεξεργασία στην οικονομία της ΕΕ, το 39 % (3,1 Gt) χρησιμοποιείται για ενέργεια, το 53 % (4,3 Gt) χρησιμοποιούνται ως υλικά και το 8 % (0,6 Gt) εξάγεται.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Τα βραχύβια προϊόντα με διάρκεια ζωής μικρότερη του ενός έτους, μαζί με τις απώλειες κατασκευής, αντιπροσωπεύουν 0,8 Gt όλης της χρήσης υλικών. Το υπόλοιπο 86 % (3,5 Gt), που αποτελείται ως επί το πλείστον από ορυκτά κατασκευών, χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και τη διατήρηση κοινωνικών αποθεμάτων σε χρήση (π.χ. κτίρια, υποδομές και άλλα αγαθά με μεγάλη διάρκεια ζωής). Αυτά τα αποθέματα θα είναι διαθέσιμα για ανακύκλωση μόνο όταν τα αγαθά μεγάλης διάρκειας φτάσουν στο τέλος της ζωής τους. Οι ροές κατεδάφισης και απορρίψεων αντιστοιχούν σε 0,9 Gt.



Σχήμα 3: Ροές υλικών στην οικονομία (EU-28, 2014)

Μαζί με τα απόβλητα από άλλες χρήσεις υλικών και ενέργειας, τα συνολικά απόβλητα στο τέλος του κύκλου ζωής που παράγονται ισούται με 2,2 Gt, εκ των οποίων 0,6 Gt παραμένουν στην οικονομία της ΕΕ μέσω της ανακύκλωσης και 0,06 Gt μέσω της επίχωσης (περίπου 0,7 Gt συνολικά). Αυτό το ρεύμα ανακύκλωσης αντιστοιχεί στο 30 % όλων των ροών απορριμμάτων υλικών. Από την άλλη, 4,1 Gt υλικών φεύγουν από την οικονομία π.χ. ως εκπομπές στον αέρα και τη διάθεση αποβλήτων. Με βάση την οπτικοποίηση ροών υλικού που περιγράφεται παραπάνω, το σχήμα 4 παρέχει πρόσθετες πληροφορίες για τη ροή μεμονωμένων κατηγοριών υλικών στην ΕΕ-28.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Τα μη μεταλλικά ορυκτά (πάνω αριστερά), συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών κατασκευών και των βιομηχανικών ορυκτών, αντιπροσωπεύουν σχεδόν το ήμισυ της χρήσης μαζικών υλικών της ΕΕ-28 (3,1 Gt) (βλ. επίσης δείκτη 19 για ποσοστά ανακύκλωσης απορριμμάτων κατασκευών και κατεδάφισης). Περίπου 3,1 Gt προστέθηκαν στα αποθέματα που χρησιμοποιούνται από την κοινωνία και περίπου 0,7 Gt απορρίφθηκαν, με αποτέλεσμα τη συνολική αύξηση των κοινωνικών αποθεμάτων σε χρήση στην ΕΕ. Ανακτήθηκαν περίπου 0,35 Gt όλων των μη μεταλλικών ορυκτών (0,3 Gt ανακύκλωση και 0,05 Gt επίχωση), που ισοδυναμεί με το 10 % όλων των εισροών.

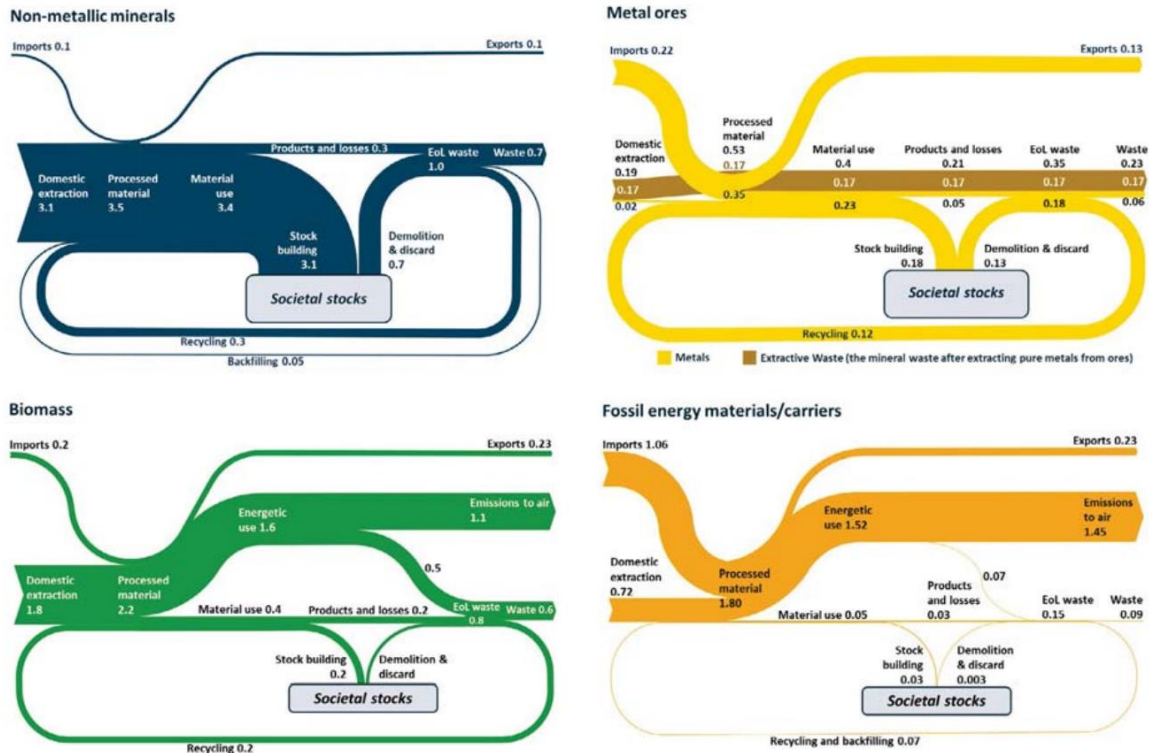
Παρά την υψηλή οικονομική και στρατηγική σημασία τους, τα μεταλλεύματα μετάλλων (πάνω δεξιά) αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό ποσοστό της κατανάλωσης υλικών της ΕΕ-28 ως προς τη μάζα. Μεγάλο μερίδιο μετάλλων (59 % ή 0,22 Gt) προέρχεται από εισαγωγές. Από τα 0,35 Gt μετάλλων που επεξεργάστηκαν το 2014 (εξαιρουμένων των εξορυκτικών αποβλήτων), το 34 % (0,12 Gt) προήλθε από οικιακή ανακύκλωση στην ΕΕ. Περισσότερα από τα μισά επεξεργασμένα μέταλλα ενσωματώθηκαν σε κοινωνικά αποθέματα σε χρήση. Η οικιακή εξόρυξη μετάλλων (ακαθάριστα μεταλλεύματα) χωρίζεται σε καθαρό μέταλλο και ροές εξορυκτικών αποβλήτων (0,17 Gt) που γίνονται απόβλητα στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

Σχεδόν το ένα πέμπτο της επεξεργασμένης βιομάζας (κάτω αριστερά), το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι ξύλο από οικιακή εξόρυξη, χρησιμοποιείται για υλικές χρήσεις. Περίπου το 9 % (0,2 Gt) της επεξεργασμένης βιομάζας είναι δευτερογενής βιομάζα από ανακύκλωση. Περίπου το 18 % (0,4 Gt) της επεξεργασμένης βιομάζας χρησιμοποιείται για υλικούς σκοπούς όπως η παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού, για κατασκευαστικούς σκοπούς ή για την κατασκευή άλλων προϊόντων ξύλου (π.χ. επίπλων). Περίπου το 9 % (0,2 Gt) της επεξεργασμένης βιομάζας προστίθεται στα κοινωνικά αποθέματα κατά τη χρήση.

Τα περισσότερα ορυκτά καύσιμα (κάτω δεξιά) χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή τους αξία. Λιγότερο από το 3 % των επεξεργασμένων ορυκτών ενεργειακών φορέων χρησιμοποιούνται ως πλαστικό, λάδια, ελαστικά ή για χημικούς σκοπούς — όπου ο άνθρακας θα μπορούσε να ανακτηθεί στο τέλος της ζωής του. Στην πραγματικότητα, το 54 % αυτών των υλικών ανακτήθηκε.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Με άλλα λόγια, η κυκλική χρήση πρώτων υλών στην ΕΕ περιορίζεται από την ενεργειακή χρήση βιομάζας (1,1 Gt, για σκοπούς όπως τρόφιμα, ζωοτροφές και αγροκαύσιμα) και ορυκτών πόρων (1,45 Gt).¹



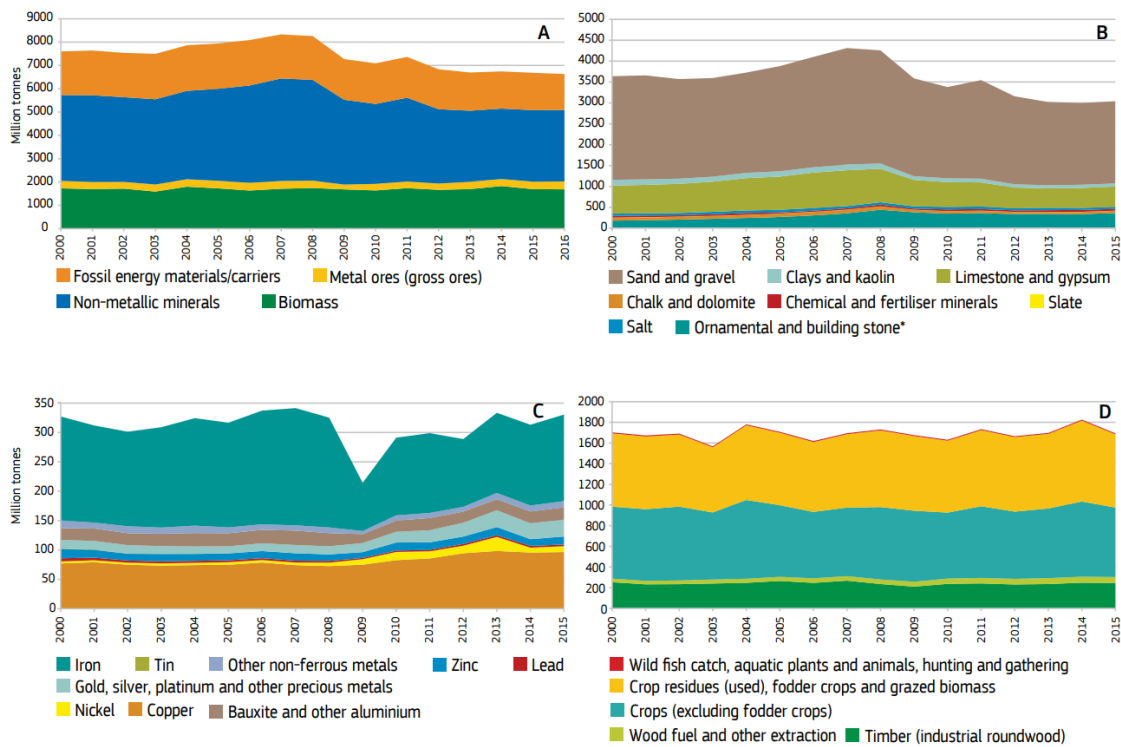
Σχήμα 4: Ροές υλικών για μεμονωμένες κατηγορίες υλικών στην οικονομία της ΕΕ-28 (σε Gt/έτος (δισεκατομμύρια τόνοι/έτος) [24].

Το σχήμα 5 παρέχει περαιτέρω λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση υλικών από την ΕΕ-28 παρουσιάζοντας δεδομένα για την οικιακή κατανάλωση υλικών (DMC) μεταξύ 2002 και 2016 (2015 για μεμονωμένα υλικά). Δείχνει ότι η συνολική DMC μειώθηκε κατά 13 % μεταξύ 2000 και 2016 (Σχήμα 5A) και ότι μειώθηκε απότομα (-20 %) μεταξύ 2007 και 2016. Καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου, η φθίνουσα κατανάλωση δομικών υλικών — ο τομέας των κατασκευών που επηρεάστηκε έντονα από την οικονομική κρίση — ήταν η κύρια αιτία για την πτώση της εγχώριας κατανάλωσης υλικών. Η κατανομή ανά υλικό που παρατίθεται παρακάτω δείχνει ότι η άμμος και το χαλίκι, μαζί με τον ασβεστόλιθο και τον γύψο, αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των μη μεταλλικών ορυκτών (Σχήμα 5B). Στην περίπτωση των μετάλλων (Σχήμα 5Γ), ο σίδηρος και ο χαλκός είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα στην ΕΕ. ο

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Η τάση στα διάφορα μέταλλα δείχνει ότι η κατανάλωση σιδήρου επηρεάστηκε επίσης από την οικονομική κρίση, παρόλο που ανέκαμψε γρήγορα μετά το 2010, λόγω της ζήτησης για χάλυβα στον εξοπλισμό κατασκευών και μεταφορών.

Από την άλλη πλευρά, η αυξανόμενη κατανάλωση χαλκού, χρυσού, αργύρου, πλατίνας και άλλων πολύτιμων μετάλλων μπορεί να εξηγηθεί από την αυξανόμενη ζήτηση για ενεργειακές τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα και εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας. Τέλος, τα βιοτικά υλικά (εκ των οποίων το στρογγυλό ξύλο αντιπροσωπεύει μόνο ένα σχετικά μικρό μέρος) είναι η μόνη κατηγορία υλικών που παρέμεινε σχετικά σταθερή κατά τη διάρκεια αυτής της 13ετούς περιόδου (Σχήμα 5Δ).



Σχήμα 5: Οικιακή κατανάλωση υλικών ανά κατηγορία πόρων (EE-28, 2002-2016)¹⁵⁶. (A: κύριες ομάδες πρώτων υλών· B: μη μεταλλικά ορυκτά· Γ: μέταλλα· και Δ: βιομάζα).

Συμπεράσματα

Τον Ιανουάριο του 2018 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε μια νέα δέσμη μέτρων¹⁵⁵ ως μέρος της συνεχιζόμενης υποστήριξης της στη μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία. Αυτά περιλαμβάνουν:

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

- (i) μια στρατηγική για μια πιο κυκλική χρήση των πλαστικών.
- (ii) επιλογές για την αντιμετώπιση της διεπαφής μεταξύ της νομοθεσίας για τα χημικά προϊόντα και τα απόβλητα.
- (iii) πληροφορίες σχετικά με την κυκλική χρήση κρίσιμων πρώτων υλών και
- (iv) ένα πλαίσιο παρακολούθησης προς μια κυκλική οικονομία.

Η κυκλικότητα της οικονομίας θα μπορούσε να βελτιωθεί με την αύξηση των ποσοστών επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των υλικών (διαδικασίες παραγωγής και προϊόντα), όποτε είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό, καθώς και με την αύξηση της ανθεκτικότητας, της επισκευασιμότητας και της αναβάθμισης των προϊόντων που παραμένουν σε χρήση αποθέματα. Ακόμη και με την αύξηση των ποσοστών επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής τους, η εξόρυξη πρωτογενών πόρων θα εξακολουθήσει να απαιτείται για την κάλυψη της ζήτησης υλικών της ΕΕ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι θα χρειαστούν τουλάχιστον δεκαετίες για να καταστούν διαθέσιμα προς ανακύκλωση υλικά που περιέχονται σε ορισμένα αυξανόμενα εν χρήσει αποθέματα. Ως εκ τούτου, η βιώσιμη εξόρυξη υλικών και η αποτελεσματική χρήση των πόρων θα συνεχίσουν να είναι υψίστης σημασίας.

3.3 Υποκατηγορίες Κυκλικής Οικονομίας: η περίπτωση των ηλεκτρονικών συσκευών

Η βιομηχανία των ηλεκτρικών συσκευών είναι μια πολλά υποσχόμενη αρένα για τη μελέτη της υιοθέτησης του CE, δεδομένων των υψηλών δυνατοτήτων του καθώς και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων [10]. Στην πραγματικότητα, οι οικιακές συσκευές όπως τα πλυντήρια ρούχων, τα ψυγεία και τα πλυντήρια πιάτων καταπονούν το περιβάλλον σε όλο τον κύκλο ζωής τους. Για την παραγωγή τους, η ευρωπαϊκή βιομηχανία χρησιμοποιεί κάθε χρόνο περίπου 500 kt χάλυβα, 200 kt πλαστικά, 60 kt χαλκό και 40 kt αλουμίνιο. κατά τη χρήση, η συνολική κατανάλωση ενέργειας και νερού στην ΕΕ ανέρχεται σε 25 TWh και σχεδόν 2 km³ νερού ετησίως. στο τέλος της ζωής τους, μόνο το 35% των συσκευών συλλέγεται και ανακυκλώνεται στην ΕΕ κάθε χρόνο.

Παρά αυτό το δυναμικό, η προηγούμενη βιβλιογραφία διερεύνησε το CE στη βιομηχανία οικιακών συσκευών με διάσπαρτο τρόπο όσον αφορά τις στρατηγικές,

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

τους μοχλούς, τα μέσα ενεργοποίησης και τα οφέλη. Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας διερεύνησε στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, αλλά χωρίς να ληφθεί υπόψη η απαιτούμενη αλλαγή στα επιχειρηματικά μοντέλα και στο σχεδιασμό προϊόντων. Για παράδειγμα, οι Curran και Williams ερεύνησαν τον ρόλο των οργανισμών επαναχρησιμοποίησης στην Ουαλία και την Αγγλία, ανακαλύπτοντας ότι αυτές οι πρακτικές παρεμποδίζονται από το τρέχον σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων που βασίζεται σε ποσότητες αντί για κοινωνική αξία που δημιουργείται. Οι Kissling et al. Προσδιόρισε εμπόδια και παράγοντες επιτυχίας για πολλά επιχειρηματικά μοντέλα επικεντρώθηκε στην επαναχρησιμοποίηση οικιακών συσκευών, τονίζοντας την έλλειψη νομοθεσίας και τη δυσκολία πρόσβασης σε επαρκείς όγκους καλά χρησιμοποιημένων συσκευών ως τα πιο επιδραστικά εμπόδια.

Οι Truttmann και Rechberger προσέγγισαν την επαναχρησιμοποίηση των οικιακών συσκευών ως αποτελεσματικό μέσο για την παράταση της διάρκειας ζωής τους, υπογραμμίζοντας την αντιστάθμιση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη χρήση και της εξοικονόμησης πόρων στη φάση της κατασκευής. Τέλος, ο Franco ανέλυσε τις επιδράσεις CE του συνδυασμού του σχεδιασμού προϊόντων και των στρατηγικών εξυπηρετούμενων επιχειρηματικών μοντέλων για το κλείσιμο του βρόχου μέσω της μοντελοποίησης προσομοίωσης δυναμικής συστήματος, εφαρμόζοντας το μοντέλο και στην κατηγορία των οικιακών συσκευών. Ένα άλλο μεγάλο μερίδιο της βιβλιογραφίας επικεντρώθηκε στον ρόλο των πολιτών και των κυβερνήσεων στη δημιουργία βιώσιμων προτύπων, χωρίς όμως να τα συνδέει με συστημικές στρατηγικές CE. Για παράδειγμα, οι Abeliotis et al. ανέλυσε τις στάσεις και τους παράγοντες που επηρεάζουν τις προτιμήσεις των Κυπρίων σχετικά με την ιδιοκτησία των οικιακών συσκευών, όπως η ηλικία, το φύλο και το εισόδημα. Οι Hennies και Stamminger ερεύνησαν εμπειρικά τις επιπτώσεις της απαξίωσης στις οικιακές συσκευές στη Γερμανία.

Οι Lieder et al. χρησιμοποίησε πλυντήρια ρούχων ως μελέτη περίπτωσης για να αξιολογήσει τις προτιμήσεις των πελατών και να διερευνήσει εμπειρικά τις ευκαιρίες του CE στην πόλη της Στοκχόλμης, ανακαλύπτοντας ένα γενικό ενδιαφέρον για πρόσβαση σε υπηρεσίες πλουσίματος και όχι στην κατοχή πλυντηρίων ρούχων . Η Kelly επανεξέτασε τα υπάρχοντα μέτρα πολιτικής και τα μέσα για να προσδιορίσει την αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας για οικιακές

συσκευές [19]. Τέλος, η προηγούμενη βιβλιογραφία επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση των επιπτώσεων του CE στη βιομηχανία οικιακών συσκευών, παρόλο που τα οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη σπάνια έχουν ερευνηθεί μαζί. Για παράδειγμα, οι Parajuly και Wenzel ποσοτικοποίησαν το οικονομικό δυναμικό του CE στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση οικιακών απορριμμάτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (WEEE). Οι Morioka et al. αξιολόγησε την οικολογική απόδοση ενός συστήματος κλειστού βρόχου για οικιακές συσκευές, με βάση την αξιολόγηση του κύκλου ζωής και την ανάλυση ροής υλικών, και διαπίστωσε ότι η αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος μέσω της ανακατασκευής είναι πιο βολική από την παραδοσιακή επιλογή της υποκατάστασης και της ανακύκλωσης Pini et al. συνέκρινε τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της προετοιμασίας για δραστηριότητες επαναχρησιμοποίησης για ηλεκτρονικά και οικιακές συσκευές, με εξωτερικές επιπτώσεις στο κόστος και τη δυνατότητα δημιουργίας θέσεων εργασίας.

3.3.1. Astelav (Ri-Generation)

Η Astelav είναι μια ιταλική εταιρεία, που ιδρύθηκε το 1963 και εδρεύει στο Τορίνο, η οποία διαχειρίζεται την προμήθεια ανταλλακτικών για οικιακές συσκευές. Ο όμιλος απασχολεί 60 άτομα και το 2018 κατέγραψε πωλήσεις 13 εκατ. ευρώ. Το 2017, η Astelav, μαζί με τη SERMIG (SERvizio MISSIONARIO GIOVANI, φιλανθρωπική ένωση) ξεκίνησαν το έργο Ri-Generation, με στόχο την ανάκτηση και την πώληση οικιακών συσκευών όπως πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων και στεγνωτήρια που έχουν φτάσει στο τέλος της ζωής τους. Αυτά τα προϊόντα, τα οποία διαφορετικά θα απορρίπτονταν, συλλέγονται από την εταιρεία απευθείας από τους πελάτες ή μέσω κέντρων logistics, για να πωληθούν ξανά σε ένα από τα κέντρα διανομής της Astelav ή μέσω του διαδικτυακού ιστότοπου. Επιπλέον, η εταιρεία δεν πουλά απλώς ανακτημένα προϊόντα αλλά υποστηρίζει τους πελάτες σε όλη τη φάση χρήσης, προσφέροντας υπηρεσίες τεχνικής βοήθειας σε μειωμένη τιμή.

Το έργο Ri-Generation μπορεί να οδηγήσει σε πολλά οφέλη, τόσο για τον πελάτη όσο και για την εφοδιαστική αλυσίδα. Οι πελάτες μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα αγοράζοντας ανακτημένες συσκευές των οποίων η τιμή είναι χαμηλότερη από αυτή των νέων. Από την πλευρά της εφοδιαστικής αλυσίδας, αυτή η πρωτοβουλία επιτρέπει τη μείωση του κόστους απόρριψης και της ανάγκης για νέα υλικά. Η πρωτοβουλία Ri-Generation αποφέρει επίσης κοινωνικά οφέλη, καθώς η

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

ανακαίνιση απαιτεί μεγαλύτερη ένταση εργασίας από την άμεση κατασκευή. Η SERMIG, ο φιλανθρωπικός σύλλογος, συνεργάζεται με την Astelav παρέχοντας άτομα με κοινωνικές ή οικονομικές δυσκολίες, τα οποία μπορούν να απασχοληθούν ως εργαζόμενοι. Από την πλευρά του περιβάλλοντος, η Ri-Generation μειώνει την παραγωγή απορριμμάτων αποφεύγοντας την υγειονομική ταφή ή την εξαγωγή συσκευών. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους του έργου, η Astelav ανέκτησε περισσότερα από 1000 πλυντήρια, εξοικονομώντας 23.000 κιλά σκυρόδεμα, 23.000 κιλά χάλυβα, 11.000 κιλά πλαστικά υλικά και 3.000 κιλά αλουμίνιο (https://corporate.enel.it/content/dam/enel-it/azienda/circular/case-study/Astelav_scheda_EN.pdf).

Αυτά τα δεδομένα υπολογίστηκαν μέσω μιας ποσοτικής ανάλυσης υλικού που έλαβε υπόψη έναν μέσο λογαριασμό υλικών πλυντηρίου ρούχων, όπου αφαιρέθηκε η ποσότητα των πόρων που απαιτούνται για την αντικατάσταση της τσιμούχας της πόρτας και της πλακέτας κυκλώματος (καθώς αυτά τα δύο εξαρτήματα συνήθως αντικαθίστανται κατά την ανακαίνιση). Τα στοιχεία είναι, επομένως, μια εκτίμηση του ποσού των πόρων που εξοικονομήθηκαν με την επισκευή και την πώληση 1000 μέσου όρου μεταχειρισμένων πλυντηρίων ρούχων στην αγορά, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη αγοράς νέου.

3.2.3. Bloomest

Η Bloomest είναι μια από τις πιο σημαντικές μάρκες στην Ευρώπη για πλυντήρια αυτοεξυπηρέτησης, που βασίζεται σε συσκευές που κατασκευάζονται από τη Miele, την OEM οικιακών συσκευών. Από το 2005, βοήθησε περισσότερα από 650 άτομα να ανοίξουν το δικό τους πλυντήριο αυτοεξυπηρέτησης, κυρίως στην ιταλική επικράτεια. Η δραστηριότητα Bloomest απλοποιεί το άνοιγμα νέων πλυντηρίων, προσφέροντας τη δυνατότητα κοινής χρήσης πλυντηρίων ρούχων, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για πλυντήρια ρούχων και στεγνωτήρια για την ικανοποίηση των αιτημάτων των πελατών. Η εταιρεία προσφέρει επίσης μαθήματα κατάρτισης και την ευκαιρία να επιλέξετε μεταξύ διαφορετικών εγκαταστάσεων από χαμηλού προϋπολογισμού έως τις πιο ακριβές αλλά πλήρως αυτοματοποιημένες και κατασκευασμένες για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και νερού. Επιπλέον, η Bloomest ξεκίνησε πρόσφατα ένα πρόγραμμα για την πλήρη ψηφιοποίηση του πλυντηρίου αυτοεξυπηρέτησης.

Η ψηφιοποίηση επιτρέπει τη σύνδεση όλων των συσκευών σε ένα κεντρικό σύστημα για την παρακολούθηση της κατανάλωσης και των εσόδων. Οι μικροί επιχειρηματίες που συνεργάζονται με την Bloomest αποκομίζουν οικονομικά οφέλη αφού το κόστος σχεδιασμού και εκπαίδευσης βαρύνει το τελευταίο. Η πρωτοβουλία Bloomest έχει επίσης θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον, καθώς η Miele παράγει συσκευές υψηλής ποιότητας και ενεργειακής απόδοσης. Επιπλέον, τα μοντέλα κοινής χρήσης έχουν τη δυνατότητα —μακροπρόθεσμα— να μειώσουν τον αριθμό των συσκευών που διατίθενται στην αγορά. Εάν περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν πλυντήρια αυτοεξυπηρέτησης, αντί να αγοράσουν πλυντήριο, η ανάγκη για νέα προϊόντα μειώνεται. Μακροπρόθεσμα, το απόθεμα των ιδιόκτητων πλυντηρίων ρούχων μειώνεται, ενώ αυξάνεται η ικανότητα αδράνειας των πλυντηρίων, αφού το ίδιο πλυντήριο που είναι εγκατεστημένο σε ένα πλυντήριο χρησιμοποιείται από πολλά άτομα.

3.3.3. Groupe SEB

Η Groupe SEB είναι μια γαλλική πολυεθνική εταιρεία με 20.600 υπαλλήλους και 6,8 δισ. € (2018) ετήσιο κύκλο εργασιών. Παράγει μικρές οικιακές συσκευές και μικρές ηλεκτρονικές συσκευές. Ιδρύθηκε το 1857. Αυτή η μεγάλη επιχείρηση περιλαμβάνει διάφορες μάρκες B2C και B2B, όπως Moulinex, Rowenta, Lagostina, Silit και άλλες. Η ομάδα είναι διευρυμένη παγκοσμίως. Διανέμει τα προϊόντα της σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, το 41% των πωλήσεων συγκεντρώνεται στη Δυτική Ευρώπη. Πρόσφατα, η εταιρεία αποφασίζει να εγγυηθεί διάρκεια ζωής τουλάχιστον 10 ετών για τη νέα γκάμα προϊόντων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η Groupe SEB παρεμβαίνει στο σχεδιαστικό κομμάτι και προσφέρει υπηρεσίες συντήρησης και επισκευής. Τα νέα προϊόντα έχουν σχεδιαστεί για να επισκευάζονται εύκολα, με τρόπο που να απλοποιεί επίσης τα βήματα αποσυναρμολόγησης και επανασυναρμολόγησης. Επιπλέον, η δυνατότητα επισκευής των προϊόντων ελέγχεται για να ληφθούν υπόψη πιθανές βελτιώσεις. Για να ενθαρρύνει τους πελάτες να επισκευάζουν τις οικιακές τους συσκευές αντί να τις αντικαθιστούν, η Groupe SEB παρέχει μια αποτελεσματική υπηρεσία τεχνικής βοήθειας. Το σέρβις επισκευής γίνεται από επαγγελματίες τεχνικούς της Groupe SEB, ενώ το πλησιέστερο επισκευαστικό κέντρο μπορεί να εντοπιστεί μέσω web ή μέσω τηλεφωνικής υποστήριξης. Για τη διασφάλιση της άμεσης διαθεσιμότητας των ανταλλακτικών, η εταιρεία προμηθεύει τα ανταλλακτικά και εγγυάται την παράδοση στο κέντρο επισκευών σε 48 ώρες.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Εκτός από αυτήν την παραδοσιακή υπηρεσία τεχνικής βοήθειας, η Groupe SEB δοκιμάζει την εκτύπωση 3D για την παραγωγή ανταλλακτικών με τρόπο που να μειώνει το κόστος αποθήκευσης.

Τα ανταλλακτικά 3D Printing επιτρέπουν τη μείωση της ανάγκης μετακίνησης τους. Αντίθετα, μόνο το ψηφιακό αρχείο μπορεί να αποσταλεί ηλεκτρονικά απευθείας στα κέντρα τεχνικής βοήθειας, με τρόπο ώστε να κατασκευάζονται απευθείας επί τόπου και κατ' απαίτηση μόνο τα εξαρτήματα που χρειάζονται για επισκευή. Η Groupe SEB έδωσε προσοχή στους κυκλικούς μοχλούς σχεδίασης ως σχεδιασμό για εύκολη συντήρηση και επισκευή και δυνατότητα αναβάθμισης, για να καταστεί δυνατή η τρισδιάστατη εκτύπωση των ανταλλακτικών απευθείας στα κέντρα τεχνικής εξυπηρέτησης και σχεδίασε ανθεκτικότητα και παράταση ζωής για να εξασφαλίσει 10 χρόνια διάρκεια ζωής. Η εταιρεία υιοθέτησε επίσης ένα προσανατολισμένο σε προϊόντα εξυπηρέτησης επιχειρηματικό μοντέλο, επειδή η παροχή στα κέντρα με τους τρισδιάστατους εκτυπωτές θέτει το επίκεντρο της πρωτοβουλίας στις εργασίες επισκευής και συντήρησης. Όσον αφορά τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η Groupe SEB έχει συνεργασία με την Eco-Systèmes στη Γαλλία για τη συλλογή υλικών. Επιπλέον, τα reverse logistics καθιερώνονται απευθείας με τους χρήστες, αφού ανταμείβονται με ένα κουπόνι σε αντάλλαγμα για τα παλιά τους προϊόντα. Η επισκευή προϊόντων αντί της αντικατάστασής τους μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να είναι οικονομικά κερδοφόρα για τους πελάτες.

3.3.4. Whirlpool (PolyCE Project)

Η Whirlpool είναι μια εταιρεία παραγωγής οικιακών συσκευών, που ιδρύθηκε το 1911 και δραστηριοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο. Πάνω από 90.000 εργαζόμενοι εργάζονται για τη Whirlpool σε περίπου 70 κέντρα παραγωγής, με συνολική πώληση περίπου 21.000 εκατομμυρίων δολαρίων. Το 2017, το Whirlpool εντάχθηκε στην πρωτοβουλία PolyCE, ένα έργο που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα UE Horizon 2020. Περίπου 20 εταιρείες και οργανισμοί εντάσσονται στην πρωτοβουλία PolyCE (Post-Consumer High-tech Recycled Polymers for a Circular Economy), δεσμευόμενοι να αναπτύξουν σωστές πρακτικές στην παραγωγή, χρήση και απόρριψη πλαστικών υλικών. Η ανακύκλωση πλαστικών εξακολουθεί να είναι πολύπλοκη και πολλές απαιτήσεις ασφαλείας, όπως η συμμόρφωση για τροφική επαφή ή η ανθεκτικότητα των υλικών, εξακολουθούν να

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

είναι αβέβαιες, ακόμη και για τα πιο κοινά υλικά όπως το πολυφαινυλένιο (PP) ή το σουλφίδιο πολυπροπυλενίου (PPS). Για να είναι αποτελεσματική από την παραγωγή έως τη φάση της ανακύκλωσης, η PolyCE συγκεντρώνει εταιρείες και οργανισμούς που δρουν σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Η Whirlpool, μπαίνοντας σε αυτό το έργο, επεμβαίνει στη φάση παραγωγής επιλέγοντας ανακυκλωμένα υλικά αντί για παρθένα. Η Whirlpool καταφέρνει να χρησιμοποιεί έως και το 32% των ανακυκλωμένων υλικών στο σχεδιασμό νέων συσκευών, σύμφωνα με τις προκαταρκτικές πρώτες εκτιμήσεις της εταιρείας (<https://www.zerosprechi.eu/index.php/recupero-plastica-raee>).

3.3.5 AquaFresco

Το AquaFresco είναι ένας μηχανισμός που σχεδιάστηκε από τρεις μεταπτυχιακούς φοιτητές του MIT για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων των πλυντηρίων ρούχων. Το έργο AquaFresco κέρδισε το τρίτο βραβείο του «Water Innovation Prize Competition» το 2014. Το σύστημα AquaFresco επιτρέπει τη μείωση της κατανάλωσης νερού, τον καθαρισμό του νερού μετά την πρώτη χρήση του και την επαναχρησιμοποίησή του πολλές φορές. Ο μηχανισμός χρησιμοποιεί ένα πολυμερικό φίλτρο που καθαρίζει το νερό, ανακτώντας το 95% του νερού του κύκλου πλύσης. Σύμφωνα με τους τρεις σχεδιαστές του MIT, χάρη στην εφαρμογή αυτού του μηχανισμού, οι χρήστες μπορούσαν να επαναχρησιμοποιήσουν το ίδιο νερό. Η συσκευή αποτελείται από μια αυτόνομη μονάδα που μπορεί να συνδυαστεί με διαφορετικά είδη πλυντηρίων ρούχων. Η ιδέα των σχεδιαστών είναι να δημιουργήσουν μια συσκευή που μπορεί να συνδυαστεί με τρία ή πέντε πλυντήρια ταυτόχρονα. Μέχρι τώρα υπάρχουν τρία ξενοδοχεία και τρεις υπηρεσίες πλυντηρίου που δοκιμάζουν το σύστημα στις ΗΠΑ. Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας IoT για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού. Αυτό το σύστημα επιτρέπει την απόκτηση περιβαλλοντικών και οικονομικών οφελών. Το σύστημα AquaFresco, πράγματι, μειώνει την υπερβολική χρήση του νερού και τη ρύπανση του νερού. Η μεγάλης κλίμακας χρήση αυτής της τεχνολογίας μπορεί επίσης να είναι οικονομικά συμφέρουσα. Σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια του έργου, ένα μεγάλο ξενοδοχείο που ξοδεύει περίπου 10.000 δολάρια την εβδομάδα σε νερό και απορρυπαντικά θα μπορούσε να εξοικονομήσει 500.000 δολάρια ετησίως χρησιμοποιώντας το σύστημα AquaFresco.

3.3.6. Homie

Το Homie είναι μια πρωτοβουλία που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Ντελφτ (πανεπιστήμιο τεχνολογίας του Ντελφτ, Ολλανδία) για τη δοκιμή νέων επιχειρηματικών μοντέλων στην αγορά λευκών ειδών. Η Homie επικεντρώθηκε στη μετάβαση από τα κλασικά συμβόλαια αγοράς και πώλησης στα συμβόλαια πληρωμής ανά μήνα και πληρωμής ανά χρήση. Η Homie παρέχει υπηρεσίες στις πόλεις του Ρότερνταμ, του Ντελφτ και της Χάγης. Η Homie παρεμβαίνει στη φάση της πώλησης και της χρήσης, διαχειρίζεται τα συμβόλαια και υποστηρίζει πελάτες που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση σε πλυντήρια ρούχων και άλλες οικιακές συσκευές αντί να τα αγοράζουν. Η Homie προσφέρει πλυντήρια ρούχων που παράγονται από την Zanussi-Electrolux για να εγγυάται συσκευές υψηλής ποιότητας και κατάταξης A+++. Κατά τη φάση χρήσης, η Homie παρέχει υπηρεσίες επισκευής και συμβουλές για το πώς να χρησιμοποιείτε τη συσκευή πιο αποτελεσματικά. Στο τέλος του συμβολαίου, η Homie πουλά τα πλυντήρια σε άλλους πελάτες, επισκευάζοντάς τα αν χρειαστεί. Οι πελάτες πληρώνουν μηνιαία και η τιμή διαφέρει ανάλογα με τον αριθμό και τον τύπο πλυσίματος.

Οι αισθητήρες που τοποθετούνται στα πλυντήρια επιτρέπουν στον Homie να παρακολουθεί πώς χρησιμοποιούν οι πελάτες τις συσκευές. Η Homie χρησιμοποιεί δεδομένα και πληροφορίες που συλλέγονται από αισθητήρες όχι μόνο για να υπολογίσει τη μηνιαία τιμή, αλλά και για να εφαρμόσει μια εξατομικευμένη εμπειρία πελάτη, συμβουλεύοντας πώς να χρησιμοποιήσετε τη συσκευή με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Η πρωτοβουλία βρήκε την κύρια πηγή βελτίωσής της στο παράρτημα του Ιδρύματος Τεχνολογίας του NWO (Ολλανδικός οργανισμός για την επιστημονική έρευνα), έναν οργανισμό υπό τον έλεγχο του Υπουργείου Παιδείας. Στη συνέχεια, το 2018, η Homie έλαβε κεφάλαια από το πρόγραμμα της ΕΕ ReCiPSS. Η δραστηριότητα του Homie είναι επωφελής για τους πελάτες και το περιβάλλον. Οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιούν πλυντήριο ρούχων υψηλής ποιότητας πληρώνοντας λιγότερα, χάρη στα συμβόλαια πληρωμής ανά μήνα. Με τη σειρά τους, τα συμβόλαια πληρωμής ανά μήνα διευκολύνουν το κλείσιμο του βρόχου και την επαναχρησιμοποίηση προϊόντων. Μαζί με την αποτελεσματικότερη χρήση των πλυντηρίων ρούχων, το Homie μειώνει τα απόβλητα και φέρνει οφέλη για το περιβάλλον.

3.3.7. Electrolux (μηδενική υγειονομική ταφή)

Η Electrolux είναι ένας κατασκευαστής οικιακών συσκευών με έδρα τη Στοκχόλμη που δραστηριοποιείται από το 1919 και πουλά περισσότερα από 60 εκατομμύρια προϊόντα παγκοσμίως ετησίως. Το 2017 η Electrolux ξεκίνησε το πρόγραμμα «Zero landfill», για την προώθηση πρακτικών μείωσης των απορριμμάτων και ανακύκλωσης εντός των εργοστασίων της. Το έργο ξεκίνησε στην αρχή σε πέντε εργοστάσια: Adelaide (Αυστραλία), Kinston (ΗΠΑ), São Carlos (Βραζιλία), Siewierz (Πολωνία) και Solaro (Ιταλία). Από τον Ιανουάριο του 2018 επεκτάθηκε σε όλα τα εργοστάσια του ομίλου Electrolux. Για αυτήν την πρωτοβουλία, η Electrolux έχει προσδιορίσει ένα σύνολο βημάτων που πρέπει να ακολουθήσει για να μπορέσει να περιορίσει τη διάθεση των απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής: παρακολούθηση δεδομένων απορριμμάτων εντός του εργοστασίου, καθορισμός σχεδίου για τη «Χωματερή μηδενικής υγειονομικής ταφής», δώστε προτεραιότητα στη στρατηγική μείωσης των απορριμμάτων, συμμετοχή όλο το εργατικό δυναμικό προωθώντας μια κουλτούρα βιωσιμότητας, αναπτύξτε ισχυρότερη συνεργασία με προμηθευτές, κινητοποιήστε για την επίλυση κανονιστικών και νομοθετικών προκλήσεων, επενδύστε στη συνεχή βελτίωση και, τέλος, μοιραστείτε τις βέλτιστες πρακτικές με τα άλλα εργοστάσια.

Πιο συγκεκριμένα, στο εργοστάσιο Solaro στην Ιταλία, η εταιρεία ανέλαβε δραστηριότητα παρακολούθησης απορριμμάτων για τη βελτίωση της διαχείρισής της και τον εντοπισμό των τομέων προτεραιότητας μείωσης. Μια πρώτη αλλαγή έγινε με την αναδιοργάνωση των οικολογικών πλατφορμών των χώρων παραγωγής και με τη βελτίωση της διαδικασίας διαχωρισμού των απορριμμάτων: εισήχθη ένα νέο σύστημα κωδικοποίησης και νέοι κάδοι. Επιπλέον, η Electrolux έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί συμπιεστές για τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς απορριμμάτων, μειώνοντας έτσι τον όγκο των απορριμμάτων που παράγονται και αυξάνοντας τον αριθμό των μονάδων που μπορούν να μεταφερθούν σε κάθε διαδρομή. Η εταιρεία δεν μεριμνά προσωπικά για τη διαδικασία ανακύκλωσης. Ωστόσο, από το 2018 απαιτεί από τους εταίρους της να υποβάλουν δήλωση που να επαληθεύει τις ποσότητες και τον προορισμό των απορριμμάτων που διατίθενται. Χάρη στη χωματερή «Zero» —και σύμφωνα με δηλώσεις της εταιρείας— η Electrolux ανέκτησε περισσότερους από 2400 τόνους απορριμμάτων. Αυτή η πρωτοβουλία οδήγησε επίσης σε οικονομικά οφέλη για την Electrolux, όσον

αφορά την εξοικονόμηση κόστους διαχείρισης απορριμμάτων. το εργοστάσιο Solaro στην Ιταλία ανέφερε, το 2017, μείωση 15.000 ευρώ.

3.3.8. Miele

Η Miele είναι μια γερμανική εταιρεία που παράγει οικιακές συσκευές. Ιδρύθηκε το 1899 στο Herzbrock από τους Carl Miele και Reinhard Zinkann. Το 2018 η εταιρεία είχε ετήσιο κύκλο εργασιών 4,16 δισ. € και περισσότερους από 20.000 εργαζομένους παγκοσμίως. Η Miele έχει εγκαταστάσεις σε 50 χώρες, με δικές της θυγατρικές πωλήσεων και 12 εγκαταστάσεις παραγωγής. Η εταιρεία προσέγγισε το CE με στόχο να αυξήσει την ενεργειακή απόδοση των συσκευών και να χρησιμοποιήσει ανακυκλωμένα πλαστικά στην παραγωγή νέων προϊόντων. Η Miele στοχεύει να παράγει πλυντήρια ρούχων μεγάλης διάρκειας με ανακυκλωμένα υλικά και όσο το δυνατόν λιγότερες διαφορετικές τυπολογίες υλικών. Στο στάδιο του σχεδιασμού, η Miele φροντίζει να χρησιμοποιεί πλαστικά του ίδιου τύπου, όπου είναι δυνατόν, για να κάνει τα προϊόντα ανακυκλώσιμα ή να διευκολύνει την ανακύκλωση. Τα σύνθετα υλικά, δηλαδή τα μη διαχωρίσιμα υλικά που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν μαζί, αποφεύγονται όπου είναι δυνατόν. Οι δύο στρατηγικές R που ακολουθούνται είναι η μείωση και η ανακύκλωση, καθώς η εταιρεία έχει στόχο να αυξήσει την ποσότητα των ανακυκλωμένων πλαστικών στην παραγωγή νέων συσκευών. Για παράδειγμα, τα πλυντήρια ρούχων Miele αναγνωρίζονται ως συσκευές που διαρκούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και κατασκευάζονται με ανακυκλωμένα υλικά. Το προϊόν μπορεί να κοστίζει περισσότερο από άλλα, αλλά είναι συνώνυμο της υψηλής ποιότητας και της μεγάλης αντοχής. Υιοθετούνται διάφορες κυκλικές πρακτικές σχεδιασμού προϊόντων: σχεδιασμός για ανθεκτικότητα και παράταση ζωής, επειδή τα πλυντήρια ρούχων Miele είναι σχεδιασμένα να έχουν λειτουργική διάρκεια ζωής 20 ετών. σχεδιασμός για δυνατότητα αναβάθμισης, καθώς οι μηχανικοί σέρβις μπορούν να παρέχουν αναβαθμίσεις λογισμικού για τα μηχανήματα. και επιλογή υλικών με την παραγωγή των πλυντηρίων ρούχων με ένα ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών. Συνολικά, επιτυγχάνονται περιβαλλοντικά οφέλη. Σύμφωνα με τη δήλωση της εταιρείας, τα νέα πλυντήρια ρούχων καταναλώνουν περίπου 20% λιγότερο νερό και 30% λιγότερη ενέργεια από τα προκάτοχά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ.

4.1 Διεργασίες Ανάκτησης

Το μοντέλο Ανάκτησης Πόρων βασίζεται στη μετατροπή των απορριμμάτων σε δευτερογενείς πρώτες ύλες. Ο στόχος αυτού του μοντέλου είναι να αποκτήσει πρόσθετες χρήσεις από πόρους και να αποσπάσει περισσότερη αξία από αυτούς, αποφεύγοντας την τελική διάθεση για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο.

Αυτό το μοντέλο μειώνει την ανάγκη για νέους, παρθένους πόρους επαναχρησιμοποιώντας τα απόβλητα και μετατρέποντάς τα σε πόρο. Ένα κρίσιμο στοιχείο για την επιτυχή υιοθέτηση αυτού του μοντέλου είναι ο εντοπισμός τρόπων ανάκτησης προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, έτσι ώστε τα πολύτιμα υλικά και η ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Μια εις βάθος αξιολόγηση του τρόπου ανάκτησης απορριμμάτων και υποπροϊόντων από κάθε στάδιο της παραγωγής αποτελεί βασική ανάλυση για την επιτυχή εφαρμογή αυτού του μοντέλου.

Υπάρχουν αρκετά στοιχεία στο μοντέλο Ανάκτησης Πόρων που λειτουργούν προς τη μείωση ή την εξάλειψη του κόστους διάθεσης και νέων υλικών, ενώ δημιουργούν νέες ροές εσόδων. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν:

- Εξαγωγή περισσότερης αξίας από υπάρχοντες πόρους
- Δημιουργία λιγότερης εξάρτησης από νέες πρώτες ύλες
- Εντοπισμός νέων ευκαιριών εσόδων από απόβλητα ή από προϊόντα

Εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο

Ευκαιρίες και τρέχουσες εφαρμογές του επιχειρηματικού μοντέλου Resource Recovery υπάρχουν κυρίως σε μεγάλες, βιομηχανικές επιχειρήσεις. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα αυτού του μοντέλου στον πραγματικό κόσμο, όπως:

Ανάκτηση θερμότητας από την καταστροφή του προϊόντος

Η ανάμειξη καυσίμων είναι συχνά η ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη επιλογή για την καταστροφή τόσο επικίνδυνων όσο και μη επικίνδυνων αποβλήτων. Η

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Θερμότητα που παράγεται από την καύση μπορεί να ανακτηθεί σε ορισμένες εργασίες και να χρησιμοποιηθεί στη δημιουργία σκυροδέματος.

Επαναχρησιμοποίηση τροφίμων και αγροτικών απορριμμάτων

Αντί να απορρίπτονται οργανικά απόβλητα όπως τρόφιμα και γεωργικά προϊόντα σε μια χωματερή, υπάρχουν τώρα διαδικασίες για τη μετατροπή αυτών των αποβλήτων σε αέριο βιομεθάνιο. Αυτό το αέριο χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας ή υδρογόνου για ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία ή κυψέλες καυσίμου.

Ανάκτηση λαδιού και λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση

Κατά την παραγωγή πετρελαίου και άλλων προϊόντων καυσίμου, παράγεται ελαιώδης ιλύς ως υποπροϊόν. Μέσω μιας καινοτόμου διαδικασίας ανακύκλωσης, τα διυλιστήρια ανακτούν την αξία από τους χρησιμοποιημένους πόρους χρησιμοποιώντας μια διαδικασία επεξεργασίας που διαχωρίζει το λάδι, το νερό και τα στερεά. Μόλις διαχωριστεί, το ανακτηθέν πετρέλαιο και το νερό επιστρέφονται στη συνέχεια στο διυλιστήριο για επαναχρησιμοποίηση σε ακατέργαστη επεξεργασία.

Ποια είναι τα οφέλη;

Υπάρχουν πολλά οφέλη που απολαμβάνουν οι οργανισμοί που υιοθετούν ένα κυκλικό επιχειρηματικό μοντέλο Resource Recovery. Το πρώτο είναι το πιθανό οικονομικό πλεονέκτημα για τις εταιρείες. Για τις επιχειρήσεις που μπορούν να βρουν έναν αποτελεσματικό, οικονομικά αποδοτικό τρόπο για την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων, ενδέχεται να είναι σε θέση να ανακτήσουν τον πόρο σε αξία ίση ή ακόμη και μεγαλύτερη από την αρχική επένδυση. Αυτή η ευκαιρία μπορεί να είναι σημαντική, ιδιαίτερα για εταιρείες που παράγουν μεγάλους όγκους υποπροϊόντων.

Εκτός από το οικονομικό πλεονέκτημα των νέων ροών εσόδων ή των μειώσεων κόστους, ένας μοχλός του μοντέλου Ανάκτησης Πόρων είναι να ικανοποιεί τον καταναλωτή που έχει συνείδηση του περιβάλλοντος. Υπάρχει ένας αυξανόμενος πληθυσμός καταναλωτών που επιδιώκουν ενεργά να συνεργαστούν με εταιρείες και βασίζουν την απόφασή τους στο πόσο φιλικά προς το περιβάλλον είναι τα προϊόντα και οι πρακτικές της εταιρείας.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

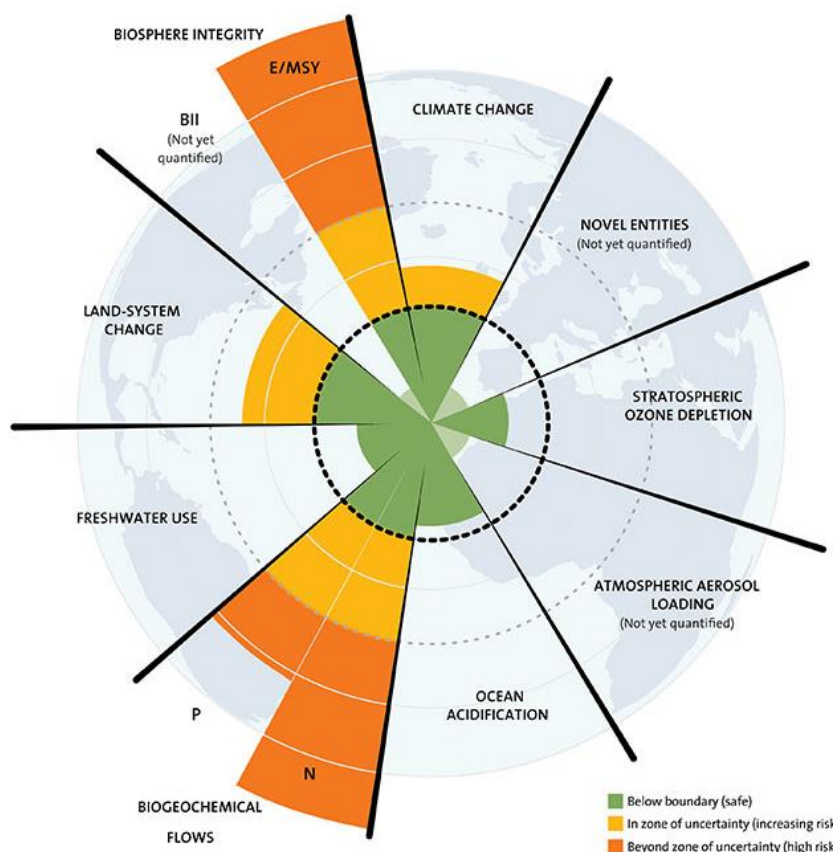
Είναι σημαντικό να αυξηθεί η ανακύκλωση κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε τύπου παραγωγής ως πρακτική πρωτοβουλία για τη μείωση της χρήσης των παγκόσμιων πόρων με παράλληλη μείωση του κόστους, αλλά είναι επίσης μια σημαντική θέση για την εταιρεία από την άποψη των δημοσίων σχέσεων. Οι εταιρείες που θέλουν να προσελκύσουν πελάτες με περιβαλλοντική συνείδηση αναζητούν τρόπους για να ανακτήσουν περισσότερα από τα απόβλητά τους και να επαναχρησιμοποιήσουν τους πόρους τους.

Η κυκλική οικονομία είναι ένας θεμελιωδώς διαφορετικός τρόπος προσέγγισης προϊόντων και υπηρεσιών, αλλά η αλλαγή είναι ένας πρακτικός και ρεαλιστικός στόχος για τις περισσότερες επιχειρήσεις. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας έμπειρος συνεργάτης για να βοηθήσει στην υλοποίηση.

4.1.1 Κατάλληλες υποδομές

Το τρέχον οικονομικό μας μοντέλο έχει ήδη ξεπεράσει τα οικολογικά όρια της Γης και θέτει σε κίνδυνο τη σταθερότητα του οικοσυστήματος και τα μέσα διαβίωσης της ανθρωπότητας.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης



Σχήμα 6: Εκτιμήσεις για το πώς έχουν αλλάξει οι διαφορετικές μεταβλητές ελέγχου για επτά πλανητικά όρια από το 1950 έως σήμερα. Το πράσινο σκιασμένο πολύγωνο αντιπροσωπεύει τον ασφαλή χώρο λειτουργίας. Πηγή: Steffen et al. 2015.

Το εναλλακτικό μοντέλο

Μια εναλλακτική είναι η κυκλική οικονομία. Ανάλογα με τον οικολογικό κύκλο της φύσης, δεν πρέπει να υπάρχει σπατάλη στην οικονομία. Η χρήση υλικών βελτιστοποιείται, η ενέργεια είναι ανανεώσιμη και αποφεύγονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Πολλαπλοί βρόχοι ανάδρασης, όπως επανεξέταση, μείωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση, ανάκτηση και ανακύκλωση (τα 7R), δημιουργούν και σταθεροποιούν ολόκληρο το σύστημα.

QI για την κυκλική οικονομία

Στη συζήτηση για την κυκλική οικονομία μέχρι στιγμής, ο ρόλος της ποιοτικής υποδομής (QI) δεν έχει εξεταστεί σχεδόν καθόλου. Πρόκειται για μια ατυχή άγνοια, καθώς τα ιδρύματα μετρολογίας, τυποποίησης, αξιολόγησης συμμόρφωσης και

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

διαπίστευσης θα μπορούσαν να παρέχουν βασικές υπηρεσίες παρέχοντας στην κυκλική οικονομία ένα αξιόπιστο τεχνικό πλαίσιο. Επιπλέον, ειδικά στις αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες χώρες, οι φορείς QI ανήκουν στον πυρήνα των εθνικών οργανισμών του συστήματος επιστήμης, τεχνολογίας και καινοτομίας (STIS) που απαιτούνται για την υποστήριξη επιχειρησιακών πρωτοβουλιών κυκλικότητας.

Πριν σκεφτούμε νέες υπηρεσίες QI για την κυκλική οικονομία, θα πρέπει να επισημάνουμε τι προσφέρουν ήδη σήμερα οι υπηρεσίες QI που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κυκλικό μετασχηματισμό:

Καθώς το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας βασίζεται κυρίως στην απόδοση πόρων και ενέργειας, πρότυπα όπως το ISO 14001:2015 (EMS) ή το ISO 50001:2018 (EnMS) και πολλά πρότυπα προϊόντων προσφέρουν πρακτική καθοδήγηση στις εταιρείες για τη δημιουργία βιώσιμων διαδικασιών παραγωγής.

Επιπλέον, υπάρχουν νέα πρότυπα που αναφέρονται ρητά στην κυκλική οικονομία. Εκπρόσωποι οργανισμών τυποποίησης από 72 χώρες και 15 παρατηρητές εργάζονται επί του παρόντος στην Τεχνική Επιτροπή 323 του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO) σε διάφορες ομάδες εργασίας για τα ακόλουθα θέματα: Πλαίσιο και αρχές εφαρμογής (ISO/WD 59004), κατευθυντήριες γραμμές για επιχειρηματικά μοντέλα και αλυσίδες αξίας (ISO/WD 59010.2), κυκλικότητα μέτρησης (ISO/WD 59020.2), ανάλυση μελέτης περίπτωσης (ISO/CD TR 59031), υλοποίηση επιχειρηματικών μοντέλων (ISO/DTR 59032.2) και κυκλικότητα προϊόντος (ISO/AWI 59040 φύλλο δεδομένων).

Τα νέα πρότυπα κυκλικής οικονομίας αναφέρονται σε υπάρχοντα πρότυπα και έννοιες όπως ο οικολογικός σχεδιασμός, ο κύκλος ζωής του προϊόντος, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, η εκτεταμένη ευθύνη προϊόντος ή τα πρότυπα δευτερογενών πρώτων υλών. Αυτό, με τη σειρά του, μεταφράζεται στην πρόκληση ενός συστημικού οράματος, το οποίο τοποθετεί τα διαφορετικά πρότυπα σε ένα συνεκτικό πλαίσιο.

Η συμμετοχή εκπροσώπων των αναπτυσσόμενων και των αναδυόμενων χωρών σε επιτροπές διεθνών προτύπων είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι τηρούνται οι συγκεκριμένες περιφερειακές πραγματικότητες. Για παράδειγμα, πρέπει να ληφθούν υπόψη υψηλοί βαθμοί παρατυπίας ορισμένων οικονομιών. Εάν

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

η έννοια της κυκλικής οικονομίας αποδίδει ιδιαίτερη σημασία στο σχεδιασμό προϊόντων, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πολλά προϊόντα εισάγονται στις χώρες του Παγκόσμιου Νότου. Ως εκ τούτου, οι έλεγχοι των εισαγωγών είναι ζωτικής σημασίας σε αυτήν την κατάσταση, όπως και η ανακύκλωση προϊόντων. Ακόμα κι αν, με την έννοια της κυκλικής οικονομίας, η ανακύκλωση είναι ένας λιγότερο αποτελεσματικός τρόπος επαναφοράς των υλικών στον κύκλο, θα πρέπει και πάλι να εκτιμηθεί, καθώς αποτελεί ουσιαστική πηγή εισοδήματος για πολλούς συλλέκτες απορριμμάτων.

Οι φορείς διαπίστευσης υποστηρίζουν επίσης τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία. Η IAF και η ILAC επικεντρώνονται φέτος στη διερεύνηση των διαπιστεύσεων για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης των προτύπων επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης, ανακατασκευής και διαχείρισης απορριμμάτων για τη διατήρηση των πόρων και τον περιορισμό των απορριμμάτων.



Σχήμα 7: Η αφίσα δημιουργήθηκε από τον Punyasorn Lumjuan και είναι το αποτέλεσμα ενός διαγωνισμού που διοργανώθηκε από την ILAC και την IAF [25].

Το QI είναι μέρος του συνασπισμού κυκλικής οικονομίας

Στη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική, οι περιφερειακοί οργανισμοί του Quality Infrastructure of the Americas (QICA), δηλαδή η Pan American Standards Commission (COPANT), η Inter-American Accreditation Cooperation (IAAC) και το Inter-American Metrology System (SIM), έχουν ξεκινήσει ένα έργο για την προώθηση της συμβολής των ποιοτικών υποδομών για την κυκλική οικονομία (QI4CE). Ο Οργανισμός Αμερικανικών Κρατών (OAS) και η γερμανική αναπτυξιακή συνεργασία μέσω του Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) υποστηρίζουν αυτό το έργο. Τρεις θεματικές ομάδες εργασίας (αγροδιατροφή, κατασκευές και πλαστικά), ινστιτούτα μετρολογίας, ινστιτούτα τυποποίησης και φορείς διαπίστευσης συνεργάζονται με φορείς της κυκλικής οικονομίας για τον

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

εντοπισμό των αναγκών και την ανάπτυξη σχετικών υπηρεσιών από κοινού. Ταυτόχρονα, φορείς ποιοτικής υποδομής συνεργάζονται στον Συνασπισμό Κυκλικής Οικονομίας για τη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική.

Με αυτές και άλλες πρωτοβουλίες, οι υποδομές ποιότητας συμβάλλουν στο να γίνει η οικονομία κυκλική και στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ).

4.2 Αναμενόμενα έσοδα

Έρευνα από την Accenture δείχνει ότι η άνοδος της κυκλικής οικονομίας θα ξεκλειδώσει 4,5 τρισεκατομμύρια δολάρια σε νέα οικονομική ανάπτυξη έως το 2030. Αλλά για να απελευθερωθεί αυτή η δωρεά, οι επιχειρήσεις, οι τράπεζες και οι κυβερνήσεις πρέπει να συνεργαστούν για να ενθαρρύνουν και να επιτρέψουν μια αλλαγή νοοτροπίας για να αγκαλιάσουν νέες επιχειρήσεις και χρηματοδότηση μοντέλα. Ακριβώς όπως η πρώτη βιομηχανική επανάσταση άλλαξε τον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε και αλληλεπιδρούμε, η μετάβαση από μια γραμμική σε μια κυκλική οικονομία παρουσιάζει μια παρόμοια σεισμική μετατόπιση — με τεράστια οφέλη και προκλήσεις, στην πορεία.

Μια βάση δεδομένων που ξεκίνησε από το Circular Economy Club αποκαλύπτει ότι περίπου το 62 τοις εκατό από τις 3.000 πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας που επισημάνθηκαν βασίστηκαν στην Ευρώπη. Η Βόρεια Αμερική υστερούσε πολύ με μόλις 12 τοις εκατό, ακολουθούμενη από 11 τοις εκατό στη Λατινική Αμερική, 10 τοις εκατό στην Ασία και την Αφρική με 6 τοις εκατό. Όμως, η κυκλική οικονομία και τα κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα υπόσχονται να ξεπεράσουν τις διπλές προκλήσεις της αύξησης και της διακύμανσης των τιμών των εμπορευμάτων και της εξάντλησης των πόρων, κάτι που είναι τόσο σημαντικό για τις εταιρείες της Βόρειας Αμερικής όσο και για εκείνες σε όλη τη λίμνη.

Καθώς οι πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας επικρατούν στη Βόρεια Αμερική, είναι σημαντικό οι εταιρείες να κατανοήσουν τα οικονομικά οφέλη από την υιοθέτηση αυτών των νέων επιχειρηματικών μοντέλων, συμπεριλαμβανομένης της ευκαιρίας για νέες ροές εσόδων, μειωμένου κόστους, πιο αποτελεσματικών αλυσίδων εφοδιασμού και βελτιωμένης επιχειρηματικής ευφυΐας. Και δεν είναι μόνο οι μεγάλες εταιρείες που μπορούν να επωφεληθούν από τις κυκλικές επιχειρηματικές πρακτικές. Εταιρείες, χρηματοδότες και ιδρύματα σε κυκλικές αλυσίδες εφοδιασμού

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

συχνά συνεργάζονται σε ένα δίκτυο συνεργασίας και συνδημιουργίας, παρέχοντας οφέλη σε όλους.

Για παράδειγμα, ως μέλος της Πλατφόρμας του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ για την Επιτάχυνση Κυκλικής Οικονομίας (PACE), η ING ηγείται της δημιουργίας ενός «κυκλικού επιταχυντή εφοδιαστικής αλυσίδας». Ο Joost van Dun, επικεφαλής της κυκλικής οικονομίας στην ING Sustainable Finance, σημειώνει: «Ο επιταχυντής προορίζεται να βοηθήσει τις μικρές και μεσαίες (ΜΜΕ) εταιρείες στην αλυσίδα εφοδιασμού μεγάλων πολυεθνικών να επιταχύνουν την ανάπτυξη κυκλικών επιχειρηματικών μοντέλων».

Νέα μοντέλα

Έρευνα από την Accenture εντοπίζει πέντε διακριτά κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα, καθένα από τα οποία προσφέρει τα δικά του οφέλη για τις επιχειρήσεις, τους προμηθευτές και τους τελικούς χρήστες προϊόντων και υπηρεσιών.

Στο μοντέλο των κυκλικών προμηθειών, η χρήση πλήρως ανανεώσιμων, ανακυκλώσιμων ή βιοαποδομήσιμων εισροών όχι μόνο δημιουργεί βιωσιμότητα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού αλλά αυξάνει επίσης την προβλεψιμότητα και τον έλεγχο — μειώνοντας τη διαταραχή και τον κίνδυνο. «Με τη μείωση των απορριμμάτων και τη χρήση κυκλικών εισροών, οι εταιρείες δημιουργούν αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνοντας έτσι το κόστος για τις ίδιες, τους προμηθευτές και τους πελάτες τους», είπε ο van Dun.

Στο μοντέλο Resource Recovery, η ανάκτηση της ενσωματωμένης αξίας στο τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος για τροφοδοσία σε άλλο μετατρέπει τα απόβλητα σε αξία μέσω καινοτόμων υπηρεσιών ανακύκλωσης και ανακύκλωσης. Οι εταιρείες είτε μπορούν να ανακτήσουν τα προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους για να ανακτήσουν και να επαναχρησιμοποιήσουν πολύτιμο υλικό, ενέργεια και εξαρτήματα είτε να ανακτήσουν απόβλητα και υποπροϊόντα από μια παραγωγική διαδικασία. Ο van Dun είπε: «Η επιδίωξη οποιασδήποτε οδού ανάκτησης πόρων για την επαναφορά των προϊόντων στον κύκλο παραγωγής προσφέρει εξοικονόμηση κόστους και περιβαλλοντικά οφέλη».

Σύμφωνα με το μοντέλο επέκτασης κύκλου ζωής προϊόντος, οι εταιρείες μπορούν να μεγιστοποιήσουν την αξία πέρα από το σημείο πώλησης, δημιουργώντας

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

πρόσθετα έσοδα από περιουσιακά στοιχεία. Τα αγαθά που διαφορετικά θα χάνονταν από σπατάλη υλικών συντηρούνται ή ακόμη και βελτιώνονται με επισκευή, αναβάθμιση, ανακατασκευή ή επαναληπτική εμπορία προϊόντων.

Για παράδειγμα, η JLG, ένας κατασκευαστής εξοπλισμού πρόσβασης στις ΗΠΑ, ανέπτυξε δυνατότητες επισκευής για να αξιοποιήσει πολλαπλούς κύκλους ζωής για τα ανθεκτικά και ακριβά μηχανήματα συλλογής κερασιών. Η εταιρεία συνεργάστηκε με μια εξειδικευμένη εταιρεία χρηματοδότησης προμηθευτών για να δημιουργήσει ένα πακέτο χρηματοδότησης για τα νέα και ανακαινισμένα περιουσιακά της στοιχεία, συμπεριλαμβανομένων λύσεων ενοικίασης, επιτρέποντας στην εταιρεία να αυξήσει τον κύκλο ζωής του εξοπλισμού της, ενώ παράλληλα να αποσβέσει το κόστος με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, σε μια προσπάθεια να αυξήσει τον κύκλο ζωής του προϊόντος, η Lockheed Martin δημιουργεί επίσης προϊόντα που μπορούν να παραμείνουν σε χρήση περισσότερο και στη συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν μόλις φθαρούν.

Το μοντέλο Πλατφόρμες κοινής χρήσης επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται περιουσιακά στοιχεία, εκμεταλλευόμενοι τόσο την πλεονάζουσα χωρητικότητα όσο και την υποχρησιμοποίηση για την αύξηση της παραγωγικότητας και του ποσοστού χρήσης. Οι εταιρείες με προϊόντα που έχουν χαμηλό ποσοστό χρήσης ή ιδιοκτησίας θα μπορούσαν να ωφεληθούν σημαντικά, αυξάνοντας τη δημιουργία εσόδων από αυτά τα περιουσιακά στοιχεία. Μπορούν επίσης να επωφεληθούν από τη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας καθώς χρησιμοποιούν τη δημιουργία δεδομένων για επιχειρηματική ευφυΐα.

Τα μοντέλα «Προϊόν ως υπηρεσία» ωφελούν τις εταιρείες των οποίων το κόστος λειτουργίας των προϊόντων είναι υψηλό και εκείνες τις εταιρείες που έχουν πλεονέκτημα δεξιοτήτων σε σχέση με τους πελάτες τους στη διαχείριση της συντήρησης των προϊόντων. Αυτό το μοντέλο προσφέρει νέες ροές εσόδων για τις εταιρείες, καθώς πωλούν υπηρεσίες και ανακτούν την υπολειμματική αξία στο τέλος της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Μπορεί να περιλαμβάνει μονάδα πληρωμής ανά υπηρεσία, όπου ο πελάτης πληρώνει ανά μία χρήση, ενοικίαση ή κοινή χρήση προϊόντος, όπου ο πελάτης πληρώνει για να έχει πρόσβαση στο προϊόν για μια ορισμένη περίοδο· μίσθωση προϊόντος, όπου η ιδιοκτησία εξακολουθεί να διατηρείται από τον πάροχο, αλλά ο πελάτης έχει συνεχή πρόσβαση στο προϊόν·

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

και τη συγκέντρωση προϊόντων, όταν ένα προϊόν χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από πολλούς πελάτες. Για παράδειγμα, τόσο η General Electric όσο και η Pratt & Whitney προσφέρουν κινητήρες τζετ μέσω ενός μοντέλου ενοικίασης.

Η αντικατάσταση των παραδοσιακών πωλήσεων προϊόντων με ένα μοντέλο προϊόντος ως υπηρεσίας έχει επιπτώσεις τόσο στο προφίλ ταμειακών ροών όσο και στον ισολογισμό μιας εταιρείας. «Είναι ένα πολύ διαφορετικό επιχειρηματικό μοντέλο με την εισαγωγή ενός νέου είδους κινδύνου», είπε ο van Dun. «Αυτή η ιδέα σύμφωνα με την οποία οι εταιρείες δεν έχουν μια εφάπαξ πώληση ενός προϊόντος, αλλά λαμβάνουν σταδιακά έσοδα με την πάροδο του χρόνου: ανατρέπει εντελώς μια επιχείρηση».

Το κυκλικό παράδειγμα

Η παγκόσμια αναγνώριση της εξάντλησης των πόρων, οι πολιτιστικές αλλαγές που απαιτούν μεγαλύτερη βιωσιμότητα και η πίεση στις εταιρείες να αυξήσουν τη λειτουργική τους αποτελεσματικότητα αποτελούν βασικούς μοχλούς πίσω από την άνοδο των κυκλικών οικονομικών πρωτοβουλιών στη Βόρεια Αμερική και αλλού.

Αισθανόμενη αυτή τη στροφή, η επαρχία του Οντάριο του Καναδά, μόλις πέρασε τον πρώτο νόμο περί κυκλικής οικονομίας της Βόρειας Αμερικής. Οι παραγωγοί και οι εισαγωγείς όλου του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που πωλείται στο Οντάριο σύντομα θα υποχρεωθούν να εκτρέψουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα από τους χώρους υγειονομικής ταφής μέσω εργασιών ανακύκλωσης. Σε απάντηση στους κανονισμούς, οι канаδικές εταιρείες ηλεκτρονικών ειδών σχεδιάζουν ήδη υπολογιστές και περιφερειακά με σκοπό την ευκολότερη αποσυναρμολόγηση.

Για να συμβάλει στην αύξηση της δυναμικής στη Βόρεια Αμερική, το Ίδρυμα Ellen MacArthur ξεκίνησε ένα κεφάλαιο των ΗΠΑ του προγράμματος Circular Economy 100 (CE100) το 2016 για να βοηθήσει —μέσω έρευνας, συνεργασίας, ανάπτυξης ικανοτήτων και δικτύωσης— οργανισμούς που εδρεύουν στη Βόρεια Αμερική και επικεντρώνονται σε υιοθετούν κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα για νέους ή υπάρχοντες επιχειρηματικούς τομείς.

Ως μέλος του προγράμματος CE100 και ως αρχιτέκτονας και πρωτοπόρος των δικών της μνημόνων, όπως το πρόγραμμα «Orange Circle», η ING τοποθετείται ως κορυφαίος υπέρμαχος της κυκλικής οικονομίας. Καθώς τα χρηματοοικονομικά

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

αποτελούν βασικό εμπόδιο για την εξέλιξη της κυκλικής οικονομίας, είναι σημαντικό οι επιχειρήσεις της Βόρειας Αμερικής να έχουν πρόσβαση σε χρηματοοικονομικούς εταίρους που κατανοούν τις ανάγκες χρηματοδότησής τους.

Η αντικατάσταση της απαρχαιότητας και της σπατάλης με μακροχρόνια αποδοτικότητα και επαναλαμβανόμενες ροές εσόδων προσφέρει στις επιχειρήσεις σε όλη τη Βόρεια Αμερική την ευκαιρία να αναπτυχθούν και να διατηρήσουν το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα σε έναν κόσμο όπου η βιωσιμότητα γίνεται ολοένα και πιο σημαντική και όσο οι πόροι γίνονται όλο και πιο σπάνιοι.

4.3 Τεχνικοοικονομικό μοντέλο (Δείκτες αξιολόγησης)

Δείκτες κυκλικής οικονομίας

Η πολυπλοκότητα του καθορισμού των μετρήσεων απόδοσης στο CE είναι σημαντική (Potting et al., 2017). Είναι δύσκολο για τους ερευνητές να καθορίσουν μετρήσεις που μετρούν την απόδοση του CE στις επιχειρήσεις (EASAC, 2016, Calzolari et al., 2022).

4.3.1. Δείκτες κυκλικής οικονομίας

Όπως συζητήθηκε προηγουμένως, ο ορισμός των μετρήσεων απόδοσης στο CE είναι αρκετά περίπλοκος, καθιστώντας δύσκολο για τους ακαδημαϊκούς να δημιουργήσουν δείκτες που μετρούν την απόδοση της οικονομίας στις επιχειρήσεις, όπως μέτρα για τη μείωση των απορριμμάτων, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση. Λόγω της έλλειψης δεικτών και των ασαφών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν, υπάρχει έλλειψη κατανόησης των επιλογών που προσφέρει η CE και του οικονομικού της πλεονεκτήματος για τις επιχειρήσεις και την κοινωνία. Σύμφωνα με τους Haas et al. (2015), ένα σύνολο αξιόπιστων δεικτών πρέπει να δημιουργηθεί ως εργαλεία για τη μέτρηση και την ποσοτικοποίηση των οφελών του CE.

Αυτό υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία τόνισε την ανάγκη για δείκτες κυκλικότητας στο σχέδιο δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission, 2015, MacArthur et al., 2015, Preisner et al., 2022), προσθέτοντας ότι «είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα σύνολο αξιόπιστων δεικτών για την αξιολόγηση της προόδου προς μια περισσότερο CE και την αποτελεσματικότητα της δράσης σε εθνικό και ενωσιακό επίπεδο». Στο CE, οι δείκτες πρέπει να στοχεύουν στις

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

πρακτικές CE για να ποσοτικοποιήσουν με ακρίβεια τον επιθυμητό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα των νέων πρακτικών CE (Kalmykova et al., 2018). Ως αποτέλεσμα, οι βασικοί παράγοντες απόδοσης, συμπεριλαμβανομένων των πολυάριθμων εφαρμογών τους, του επιπέδου απόδοσης και της επίδρασης των νόμων σε αυτό το είδος δραστηριότητας, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Linder et al., 2017, Thomas and Birat, 2013).

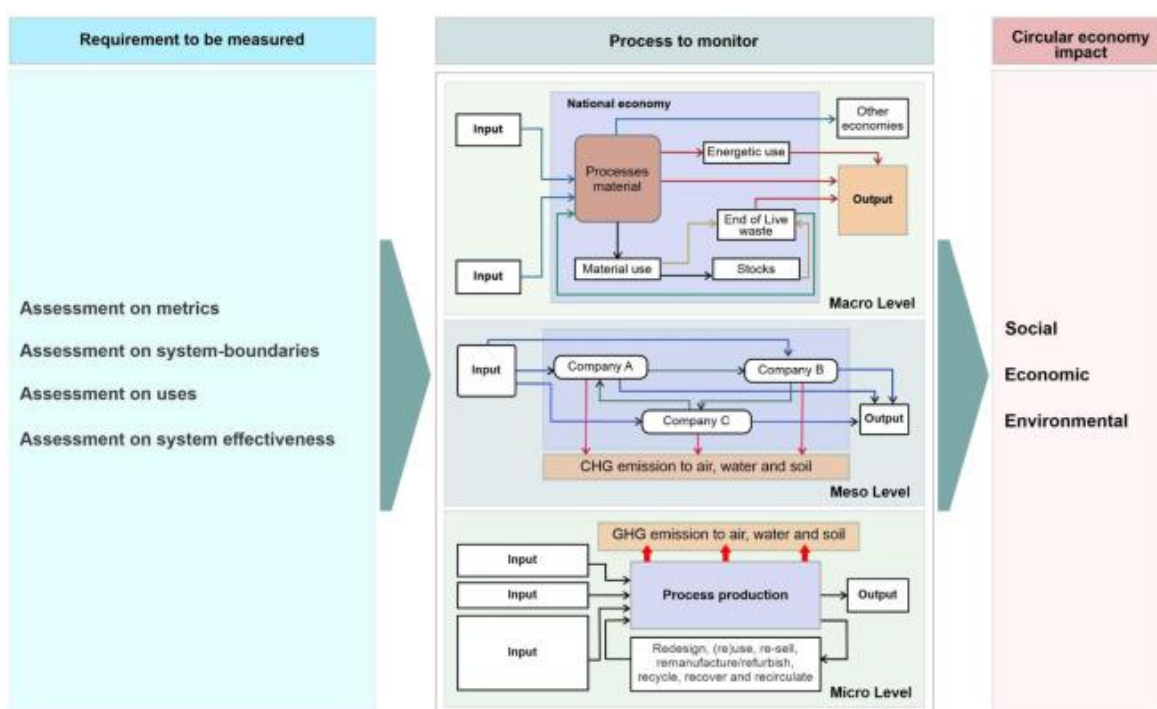
Σε ένα CE, ο καθορισμός των κατάλληλων δεικτών επιτρέπει την ποσοτικοποίηση της επίδρασής τους στην αποτελεσματικότητα του οργανισμού και χρησιμεύει ως πηγή σημαντικής γνώσης για να βοηθήσει τους διευθυντές και τους επιχειρηματίες να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις (Walker et al., 2018). Δεδομένου του όγκου και της ποικιλίας των παραγόμενων δεικτών βιωσιμότητας, οι διευθυντές δυσκολεύονται ολοένα και περισσότερο να κατανοήσουν το νόημα και τη σημασία κάθε δείκτη, ποσοτικοποιώντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο η μέτρηση επηρεάζει τα επίπεδα παραγωγικότητάς τους. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι ποσοστώσεις ανακύκλωσης και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη διαχείριση απορριμμάτων είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκτιμηθούν από τους ερευνητές και τους διαχειριστές του κλάδου.

Παρά τη θολή έννοια του CE, υπάρχει ανάγκη για ακριβείς μεθόδους για την παρακολούθηση της ανάπτυξης του CE (Moraga et al., 2019). Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της εναπομείνουσας απόστασης σε ένα πλήρως CE, τον υπολογισμό και τον ποσοτικό προσδιορισμό του βαθμού κυκλικότητας στα σημερινά συστήματα σε διάφορα μεγέθη υλοποίησης καθώς και για τον βαθμό κυκλικότητας σε τρέχοντα συστήματα, διεργασίες και προϊόντα (Ghisellini et al., 2016, Sánchez-Ortiz et al., 2020).

Ένα πλαίσιο για τον υπολογισμό και τον ποσοτικό προσδιορισμό του CE έχει δημιουργηθεί μέσω της ανάλυσης διαφόρων λογοτεχνικών πηγών. Τα πρώτα βήματα του πλαισίου είναι κριτήρια μέτρησης, το δεύτερο βήμα είναι οι διαδικασίες παρακολούθησης επιπέδου και το τρίτο βήμα είναι ο αντίκτυπος του CE, όπως απεικονίζεται στο Σχ. 6. Οι μελέτες που εξετάστηκαν προηγουμένως ομαδοποίησαν και συγκέντρωσαν πόρους μέσω ενδελεχών αναλύσεων, ξεκινώντας με τα πρώτα βήματα. Στο πρώτο βήμα, ορίζουμε τι είδους απαιτήσεις θέλουμε να μετρήσουμε (Van Bueren et al., 2021). Στο επόμενο πλαίσιο, αυτά τα επόμενα στάδια

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

αντιπροσωπεύουν τις διαδικασίες των οποίων η αποτελεσματικότητα πρέπει να αξιολογηθεί για να προσδιοριστεί πόσο κυκλικό είναι ολόκληρο το σύστημα υπό εξέταση. Το τρίτο πλαίσιο είναι το CE Impacts, που σχετίζεται με τον απώτερο στόχο του CE, ο οποίος είναι να βελτιώσει την κοινωνία και την ποιότητα ζωής της φύσης με βιώσιμο και δίκαιο τρόπο. Τρεις κύριες κατηγορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συνοψιστούν αυτές οι κυκλικές επιπτώσεις: διασφάλιση μιας κοινωνικά δίκαιης και σχετικής με την αγορά οικονομικής συνεισφοράς, ενίσχυση της περιβαλλοντικής απόδοσης και συμβολή στην κοινωνική ανάπτυξη (Garcia-Saravia Ortiz-de-Montellano και van der Meer, 2022).



Σχήμα 8: Πλαίσιο υλοποίησης δεικτών CE.

4.3.2. Μακροεπίπεδο

Το CE, το οποίο μπορεί να αναπτυχθεί σε πόλεις ή περιοχές, συνεπάγεται την ενοποίηση και επανασχεδιασμό τεσσάρων συστημάτων (το βιομηχανικό σύστημα, το σύστημα υποδομής που παρέχει υπηρεσίες, το πολιτιστικό πλαίσιο και το κοινωνικό σύστημα) (Naustdalslid, 2014). Ο δείκτης CE θα δώσει ιδιαίτερη προσοχή στις (υλικές) αλληλεπιδράσεις μεταξύ του περιβάλλοντος και της οικονομίας, του διεθνούς εμπορίου και των συσσωρεύσεων υλικών στις εθνικές οικονομίες σε μακροοικονομικό επίπεδο, αντί των ρών εντός της οικονομίας (Stahel and Clift, 2016).

4.3.3. Μεσο-επίπεδο

Το CE σε αυτό το επίπεδο περιορίζεται στην πλευρά της παραγωγής. Αυτό περιλαμβάνει επίσης την ανάπτυξη δικτύων βιομηχανικής συμβίωσης, οικολογικών βιομηχανικών πάρκων και άλλων περιοχών (Su et al., 2013). Σε αυτά τα βιομηχανικά συστήματα, επιχειρήσεις που λειτουργούσαν στο παρελθόν ως ανεξάρτητες οντότητες εμπλέκονται σε περίπλοκες ανταλλαγές πόρων (υλικά, νερό, ενέργεια και υποπροϊόντα), που αναφέρονται ως «βιομηχανική συμβίωση», προκειμένου να αποκομίσουν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη (Zhu et al., 2007). Η βιομηχανική συμβίωση εστιάζει στο επίπεδο μεταξύ των επιχειρήσεων, καθώς περιλαμβάνει φυσικές συναλλαγές μεταξύ πολλών ιδρυμάτων που δεν απαιτείται να πραγματοποιούνται εντός των «αυστηρών ορίων ενός «πάρκου» (Chertow, 2000). Τα οικολογικά βιομηχανικά πάρκα κατασκευάζονται όταν ένας κατάλληλος συνδυασμός μονάδων παραγωγής μπορεί να μειώσει τα απόβλητα και τις εκπομπές ολόκληρης της εγκατάστασης, καθώς η απόσταση μεταξύ των συμμετεχουσών εταιρειών αυξάνει τη ζήτηση ενέργειας.

4.3.4. Μικροεπίπεδο

Η υιοθέτηση μιας στρατηγικής CE περιλαμβάνει μια εταιρεία που εφαρμόζει διάφορες τεχνικές για να αυξήσει την κυκλικότητα των συστημάτων παραγωγής της και συνεργάζεται με άλλες εταιρείες σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού για να παράγει ένα πιο αποτελεσματικό κυκλικό μοτίβο. Στο πλαίσιο των παραγωγικών διαδικασιών μιας εταιρείας, ο οικολογικός σχεδιασμός ή ο πράσινος σχεδιασμός και η καθαρότερη παραγωγή (CP), είναι οι κύριες μέθοδοι που πρέπει να θεωρηθούν ως πρόδρομος του CE στις διαδικασίες παραγωγής μιας εταιρείας (Winkler, 2011). Ο φιλικός προς το περιβάλλον σχεδιασμός και η καθαρότερη κατασκευή είναι άρρηκτα συνδεδεμένα. Η καθαρότερη παραγωγή περιλαμβάνει τρεις αλληλένδετες πρακτικές: την αποφυγή της ρύπανσης, τη μείωση της χρήσης επικίνδυνων υλικών και τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Το στάδιο του σχεδιασμού είναι σημαντικό καθώς η σχετική βιωσιμότητα του προϊόντος καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από αποφάσεις που λαμβάνονται νωρίς στη διαδικασία σχεδιασμού (Ramani et al., 2010). Αυτό βοηθά στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ότι η μείωση ορισμένων επιπτώσεων θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση άλλων (Kristensen and Mosgaard, 2020). Επίσης σχετικά με το CE είναι προβλήματα όπως «αποσυναρμολόγηση, δυνατότητα χρήσης χωρίς αρνητικές περιβαλλοντικές

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

επιπτώσεις, ευκολία διανομής και ανθεκτικότητα επιστροφής, αξιοπιστία και επιτυχία του πελάτη».

Οι δείκτες μικροεπιπέδου προσφέρουν ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μιας εταιρείας ή μιας περιοχής, καθώς και συγκεκριμένα χημικά ή εμπορεύματα. Οι αξιολογήσεις μικροεπιπέδου υποστηρίζουν την εφαρμογή κανόνων και αποφάσεων σε τομείς όπως τα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων, η ενεργειακή απόδοση και οι κανόνες συσκευασίας (Kirchherr et al., 2017).

Επί του παρόντος, κανένας δείκτης ή μεθοδολογίες δεν θα μπορούσαν να παρακολουθήσουν όλα τα χαρακτηριστικά στο μοντέλο ενιαίου δείκτη CE. Σύμφωνα με τους Bocken et al. (2016), οι εταιρείες αδυνατούν να δώσουν λύσεις σε προβλήματα που προκύπτουν από ένα CE λόγω έλλειψης δεικτών και στόχων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστήριξε αυτή τη δήλωση, δηλώνοντας: «Είναι ζωτικής σημασίας να υπάρχει ένας αξιόπιστος δείκτης για την αξιολόγηση της προόδου προς μια περισσότερο CE και την αποτελεσματικότητα των δράσεων σε εθνικό και επίπεδο ΕΕ». Οι πιο προσιτοί δείκτες για τις στρατηγικές CE είναι σε μακρο και μεσο επίπεδο και όχι σε επίπεδο προϊόντος. Οι Linder et al. (2017) υποστηρίζουν ότι ένας δείκτης κυκλικότητας σε επίπεδο προϊόντος θα πρέπει να εστιάζει μόνο στον ποσοτικό προσδιορισμό της κυκλικότητας ως ενιαίο χαρακτηριστικό της ποιότητας του προϊόντος.

Μέχρι σήμερα, οι δείκτες CE επικεντρώνονται κυρίως σε μακρο ή μεσο επίπεδο, με τους μικροδείκτες να είναι λιγότερο καθιερωμένοι. Η πλειοψηφία των δεικτών προέρχεται από ακαδημαϊκές εργασίες, υποδεικνύοντας ότι οι ερευνητές τείνουν περισσότερο να ποσοτικοποιούν τις κυκλικές οικονομίες μικροεπιπέδου, με λιγότερες συνεισφορές από την πρακτική (Kristensen and Mosgaard, 2020). Οι περισσότεροι δείκτες μικροεπιπέδων έχουν σχεδιαστεί για να αξιολογούν μεμονωμένα αντικείμενα και υλικά. Αυτό σημαίνει ότι οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της κυκλικότητας των προϊόντων θα πρέπει να είναι πρακτικοί για τις επιχειρήσεις, και επιπλέον είναι σχετικοί και σημαντικοί για τους επαγγελματίες (De Pascale et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια τεχνικοοικονομική οικονομοτεχνική ανάλυση σε απλοποιημένη μορφή, για τον σκοπό της εργασίας αυτής. Θα μελετηθεί ένα εργοστάσιο το οποίο συλλέγει τηλεοράσεις τις ανακατασκευάζει και στην συνέχεια τις μεταπουλάει.

Παράδειγμα διαχείρισης τηλεοράσεων από την Φιλανδία

Ένα παράδειγμα καλής διαχείρισης των τηλεοράσεων αποτελεί η Φιλανδία [26]. Το 85% των Φιλανδών θεωρεί ότι είναι εύκολη η ανακύκλωση τηλεοράσεων. Μάλιστα, το 63% έχει ανακυκλώσει την παλιά τηλεόραση. Επιπροσθέτως, άτομα νεότερης ηλικίας προτιμούν να χαρίσουν την τηλεόρασή τους σε φίλους ή την οικογένεια τους με σκοπό να αγοράσουν καινούργια. Αντίθετα, άτομα μεγαλύτερης ηλικίας χρησιμοποιούν την τηλεόρασή τους μέχρι να χαλάσει. Κατά μέσο όρο, οι Φιλανδοί αλλάζουν τηλεόραση κάθε 5 με 10 χρόνια.

5.1 Εισαγωγή

Οι τηλεοράσεις αποτελούν μία κοινή συσκευή που συναντάται σε πολλές περιπτώσεις όπως οικίες, καταστήματα, σχολεία κλπ. Όταν μία τηλεόραση φτάσει στο τέλος της ζωής της ως προϊόν, η αντιμετώπιση που έχει συνήθως είναι να απορρίπτεται. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, αντί της απόρριψης των τηλεοράσεων, θα γίνεται συλλογή, μεταφορά στο εργοστάσιο, διαλογή και έπειτα ανάκτηση ή ανακύκλωση ανάλογα την κατάσταση της κάθε συσκευής. Στόχος είναι η καλύτερη διαχείριση των υλικών των συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.

Στην παρούσα μελέτη, θα παρουσιαστούν τα αναμενόμενα έσοδα και έξοδα σε χρονικό ορίζοντα ενός μήνα.

5.2 Περιγραφή τηλεοράσεων

Στα πλαίσια του εργοστασίου θεωρείται ότι επισκευάζονται 2 τύποι τηλεοράσεων:

- Τύπος 1
Αποτελείται από τηλεοράσεις παλαιού τύπου, τεχνολογίας CRT, οι οποίες δεν κατασκευάζονται πλέον μίας και πέρα από την παλιά τεχνολογία περιέχουν υψηλές ποσότητες γυαλιού, μόλυβδου και χαλκού.
- Τύπος 2

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Αποτελείται από τηλεοράσεις νέου τύπου τεχνολογίας LCD, LED, OLED, οι οποίες κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας λιγότερα υλικά σε σχέση με τον τύπο 1.

Το εργοστάσιο θα προμηθεύεται τις τηλεοράσεις μέσω ενός δικτύου μεταφορών. Στόχος είναι η δημιουργία σημείων σε όλη την χώρα στα οποία οι πολίτες θα μπορούν να διαθέτουν την συσκευή τους. Το μηνιαίο κόστος για την μεταφορά των συσκευών ορίζεται ως 2000 €/μήνα.

Όπως αναφέρθηκε, 2 διαδικασίες πραγματοποιούνται στο εργοστάσιο, ανάκτηση και ανακύκλωση. Τα ποσοστά ανάκτησης είναι διαφορετικά για τις 2 συσκευές και παρουσιάζονται στην συνέχεια:

- Τύπος 1: 30% ανάκτηση, 70% ανακύκλωση
- Τύπος 2: 80% ανάκτηση, 20% ανακύκλωση

Ο τύπος είναι παλαιότερος όποτε είναι δύσκολη η ανάκτηση του λόγω έλλειψης ανταλλακτικών.

5.3 Περιγραφή υποδομών

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του εργοστασίου θεωρείται ότι αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Τμήμα διαλογής
Σε αυτό το τμήμα διαχωρίζονται οι συσκευές ανάλογα τον τύπο τους αλλά και την δυνατότητα ανάκτησης.
- Τμήμα ανάκτησης
Σε αυτό το τμήμα γίνεται η ανάκτηση των συσκευών πραγματοποιώντας επισκευές και διορθώσεις βλαβών.
- Τμήμα ανακύκλωσης
Σε αυτό το τμήμα οι συσκευές οι οποίες δεν δύναται να ανακτηθούν, διασπώνται σε μικρότερα τμήματα ανάλογα με το υλικό που αποτελούνται για περαιτέρω επεξεργασία.
- Τμήμα αποθήκευσης
Σε αυτό το τμήμα αποθηκεύονται οι συσκευές πριν αλλά και μετά την επεξεργασία τους από το εργοστάσιο.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

- Γραφεία
Σε αυτό το τμήμα εκτελούνται όλες οι διαδικασίες για την αδιάλειπτη λειτουργία της μονάδας (λογιστήριο, επικοινωνία με τις εφοδιαστικές αλυσίδες κλπ)

Οι παραπάνω χώροι μισθώνονται με μηνιαίο κόστος 2000 €

5.4 Περιγραφή εξόδων εργοστασίου

Ως λειτουργικά έξοδα λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος
- Παροχή ύδρευσης
- Παροχή διαδικτύου

Θεωρείται κόστος ίσο με 1000 €/μήνα για τις παραπάνω παροχές.

Το κόστος σχετικό με το ανθρώπινο δυναμικό λαμβάνεται υπόψη στο κόστος ανάκτησης και ανακύκλωσης, το οποίο είναι διαφορετικό για κάθε περίπτωση. Τα κόστη για κάθε τύπο συσκευής παρουσιάζονται παρακάτω:

Για ανάκτηση:

- Τύπος 1: 30 €/συσκευή
- Τύπος 2: 50 €/συσκευή

Για ανακύκλωση:

- Τύπος 1: 20 €/συσκευή
- Τύπος 2: 30 €/συσκευή

Λόγω της ανάγκης ανταλλακτικών, τα κόστη ανάκτησης είναι υψηλότερα σε σχέση με της ανακύκλωσης. Και για τις 2 περιπτώσεις, λόγω παλαιότητας, τα κόστη είναι μικρότερα για τον τύπο 1. Τονίζεται ότι στα παραπάνω κόστη λαμβάνεται υπόψη και το κόστος του εξειδικευμένου τεχνίτη.

5.5 Περιγραφή εσόδων εργοστασίου

Τα έσοδα προκύπτουν από την πώληση των συσκευών που προήλθαν από ανάκτηση είτε των υλικών που θα διαχωριστούν και θα μεταφερθούν για ανακύκλωση. Τα έσοδα για κάθε διεργασία και τύπο παρουσιάζονται στην συνέχεια:

Για ανάκτηση:

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

- Τύπος 1: 100 €/συσκευή
- Τύπος 2: 300 €/συσκευή

Για ανακύκλωση:

- Τύπος 1: 30 €/συσκευή
- Τύπος 2: 70 €/συσκευή

Όπως είναι αναμενόμενο, τα κέρδη είναι υψηλότερα στην περίπτωση της ανάκτησης, μιας και η συσκευή συνεχίζει να χρησιμοποιείται και δεν υποβαθμίζεται σε πρωτογενή υλικά.

5.6 Περιγραφή λειτουργίας ενός μήνα

Λαμβάνεται υπόψη η προμήθεια τηλεοράσεων μέσω του δικτύου διανομής ως εξής:

- Τύπος 1: 20 συσκευές
- Τύπος 2: 30 συσκευές

Με βάση τα παραπάνω θα γίνει διαχωρισμός των συσκευών και θα προκύψουν:

Για ανάκτηση:

- Τύπος 1: 6 συσκευές με κόστος 180 €
- Τύπος 2: 24 συσκευές με κόστος 1200 €

Για ανακύκλωση:

- Τύπος 1: 14 συσκευές με κόστος 280 €
- Τύπος 2: 6 συσκευές με κόστος 180 €

Συνολικό κόστος επεξεργασίας: 1840 €

Για την λειτουργία του εργοστασίου για έναν μήνα λαμβάνονται υπόψη και τα:

- Έξοδα ενοικίασης: 2000 €
- Λειτουργικά έξοδα: 1000 €
- Μεταφορικά έξοδα: 2000 €

Συνολικό κόστος λειτουργίας: 5000 €

Συνολικά έξοδα: 6840 €

Τα έσοδά προκύπτουν από την πώληση των συσκευών και αναλύονται ως εξής:

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Από ανάκτηση:

- Τύπος 1: 600 €
- Τύπος 2: 7200 €

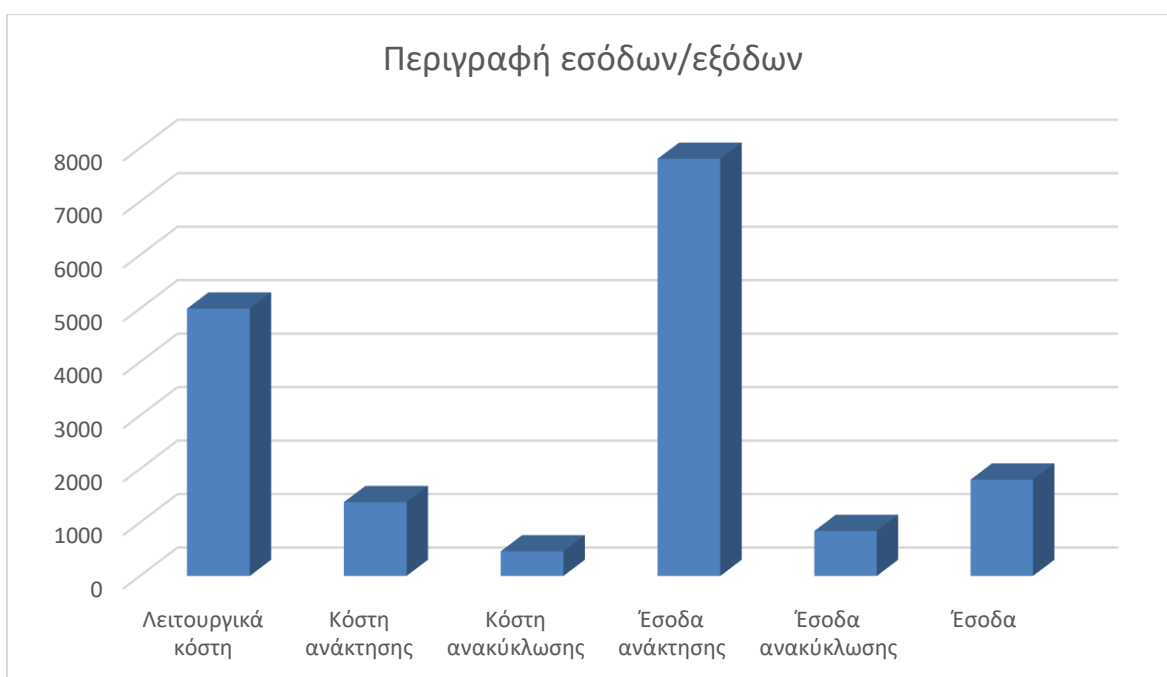
Από ανακύκλωση:

- Τύπος 1: 420 €
- Τύπος 2: 420 €

Συνολικά έσοδα: 8640 €

Κέρδη από την λειτουργία ενός μήνα: 8640 € - 6840 € = 1800 €

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα έσοδα και κόστη συνοπτικά:



Σχήμα 9: Περιγραφή εξόδων/εσόδων σε μηνιαία βάση.

Για να τονιστεί η σημαντικότητα της ανάκτησης υπολογίζεται ο λόγος των εσόδων από την διεργασία προς το κόστος χωρίς να ληφθούν υπόψη τα λειτουργικά κόστη τα οποία είναι ανεξάρτητα της διεργασίας.

$$\left(\frac{\text{Έσοδα}}{\text{Κόστος}}\right)_{\text{Ανάκτησης}} = \frac{7800}{1380} = 5.65$$

$$\left(\frac{\text{Έσοδα}}{\text{Κόστος}}\right)_{\text{Ανακύκλωσης}} = \frac{840}{460} = 1.82$$

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

Όπως είναι εμφανές, το περιθώριο κέρδους από την ανάκτηση είναι πολλαπλάσιο από την ανακύκλωση, οπότε πέρα από το όφελος για το περιβάλλον μέσω της επαναχρησιμοποίησης υπάρχει και οικονομικό όφελος για μία επιχείρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή έδειξε ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να επιταχύνουν τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον. Διαπίστωσε επίσης ότι η κυκλική οικονομία κερδίζει έδαφος στον κλάδο των καταναλωτών και του λιανικού εμπορίου και ότι η μετάβαση έχει ήδη ξεκινήσει. Συνάγεται το συμπέρασμα ότι η αλλαγή απαιτεί αλλαγές στις επιχειρηματικές διαδικασίες εντός του κύκλου ζωής του προϊόντος, αλλά η έκθεση απεικόνισε επίσης ότι τα συστήματα πληροφορικής δεν υποστηρίζουν αυτές τις αλλαγές με ικανοποιητικό τρόπο σήμερα. Η συνάφεια της εύρεσης βοηθητικών παραγόντων ήταν επομένως υψηλή, επιβεβαιώνοντας τον στόχο της μελέτης αυτής. Επίσης μέσω της μελέτης του εργοστασίου που παρουσιάστηκε η εργασία αυτή απέδειξε στην πράξη ότι η κυκλική οικονομία :

1. Είναι εδώ για να μείνει
2. Είναι ο μόνος τρόπος να καταφέρουμε να έχουμε ένα πιο υγιές περιβάλλον
3. Είναι οικονομικά συμφέρουσα λύση
4. Μέσω της τεχνικοοικονομικής μελέτης είναι εμφανής η σημαντικότητα της ανάκτησης έναντι της ανακύκλωσης.
5. Και είναι και βιώσιμη στο χρόνο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Congressional Research Service. "Introduction to U.S. Economy: The Business Cycle and Growth," Page 1.

[2] Corporate Finance Institute. "[Business Cycle](#)."

[3] National Bureau of Economic Research. "[Business Cycle Dating](#)."

[4] National Bureau of Economic Research. "[US Business Cycle Expansions and Contractions](#)."

[5] National Bureau of Economic Research. "[NBER Determination of the February 2020 Peak in Economic Activity](#)."

[6] Fidelity Investments. "[Business Cycle Updates: Fourth Quarter 2022](#)."

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

- [7] Iyyanki V. Muralikrishna, Valli Manickam, in *Environmental Management*, 2017
- [8] Kumar, V.; Sezersan, I.; Garza-Reyes, J.A.; Gonzalez, E.D.R.S.; AL-Shboul, M.A. Circular economy in the manufacturing sector: Benefits, opportunities and barriers. *Manag. Decis.* 2019.
- [9] Lieder, M.; Rashid, A. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *J. Clean. Prod.* 2016, 115, 36–51.
- [10] Bressanelli, G.; Sacconi, N.; Pigosso, D.C.A.; Perona, M. Circular Economy in the WEEE industry: A systematic literature review and a research agenda. *Sustain. Prod. Consum.* 2020, 23, 174–188.
- [11] APPLiA. The Home Appliance Industry in Europe, 2018–2017. 2018. Available online: <https://www.applia-europe.eu/statistical-report-2018-2019/introduction/index.html> (accessed on 30 October 2020).
- [12] Curran, A.; Williams, I.D. The role of furniture and appliance re-use organisations in England and Wales. *Resour. Conserv. Recycl.* 2010, 54, 692–703.
- [13] Kissling, R.; Coughlan, D.; Fitzpatrick, C.; Boeni, H.; Luepschen, C.; Andrew, S.; Dickenson, J. Success factors and barriers in re-use of electrical and electronic equipment. *Resour. Conserv. Recycl.* 2013, 80, 21–31.
- [14] Truttmann, N.; Rechberger, H. Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances. *Resour. Conserv. Recycl.* 2006, 48, 249–262.
- [15] Franco, M.A. A system dynamics approach to product design and business model strategies for the circular economy. *J. Clean. Prod.* 2019, 241, 118327.
- [16] Abeliotis, K.; Nikolaou, N.; Sardianou, E. Attitudes of Cypriot consumers on the ownership of household appliances: The case of the city of Limassol. *Int. J. Consum. Stud.* 2011, 35, 132–137.
- [17] Hennies, L.; Stamminger, R. An empirical survey on the obsolescence of appliances in German households. *Resour. Conserv. Recycl.* 2016, 112, 73–82.
- [18] Lieder, M.; Asif, F.M.; Rashid, A.; Mihelič, A.; Kotnik, S. A conjoint analysis of circular economy value propositions for consumers: Using “washing machines in Stockholm” as a case study. *J. Clean. Prod.* 2018, 172, 264–273.
- [19] Kelly, G. Sustainability at home: Policy measures for energy-efficient appliances. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2012, 16, 6851–6860.

Ανάπτυξη μοντέλων τεχνοοικονομικής αξιολόγησης για την επαναχρησιμοποίηση υλικών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας. Μελέτες περίπτωσης

[20] Parajuly, K.; Wenzel, H. Potential for circular economy in household WEEE management. J. Clean. Prod. 2017, 151, 272–285.

[21] <https://qi4d.org/2022/03/14/quality-infrastructure-as-an-ally-of-the-circular-economy/>

[22] F. Kusumo, T.M.I. Mahlia, S. Pradhan, H.C. Ong, A.S. Silitonga, I.M. Rizwanul Fattah, L.D. Nghiem, M. Mofijur, A framework to assess indicators of the circular economy in biological systems, Environmental Technology & Innovation, Volume 28,2022

[23] International Organization for Standardization. (2006). Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework, ISO 14040

[24] European Innovation Partnership on Raw Materials, 15. Material flows in the circular economy, URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/scoreboard2018/indicators/15. Material flows in the circular economy.pdf>

[25] International Accreditation Forum, URL: <https://iaf.nu/en/home/>

[26] Old televisions actively reused and recycled in Finland: “Last year almost 99% of television waste was reused”, URL: <https://www.traficom.fi/en/news/old-televisions-actively-reused-and-recycled-finland-last-year-almost-99-television-waste-was>