



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εφαρμογές κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία – Η περίπτωση των
κλάδων μετάλλων και δομικών υλικών**

Όνοματεπώνυμο: Ζάγκας Πέτρος

A.M: 47307

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ζάγκας Πέτρος με αριθμό μητρώου 47307 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής Της Σχολής Μηχανικών του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από της οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολο 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 ουσιώδης λόγος για ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

A/A	Ον/νυμο	Υπογραφή
1	Αιμιλία Κονδύλη	
2	Παπαποστόλου Χριστιάνα	
3	Ιωάννης Καλδέλης	

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	4
1. Εισαγωγή	6
2. Κυκλική Οικονομία	9
2.1 Μια κρίση απορριμμάτων	10
2.2 Ορισμός της κυκλικής οικονομίας.....	13
2.3 Οι απαρχές της κυκλικής οικονομίας	20
2.4 Γραμμική και κυκλική οικονομία	21
2.5 Αρχές της κυκλικής οικονομίας.....	23
2.6 Τα βασικά χαρακτηριστικά της κυκλικής οικονομίας: Τα 12 R	25
3. Εφαρμογές βασικών αρχών κυκλικής οικονομίας σε διάφορους κλάδους	33
3.1 Μεταφορές και logistics.....	33
3.1.1 Οικολογικός σχεδιασμός και ανακατασκευή	36
3.1.2. Πρώτες Ύλες	37
3.1.3. Κατασκευή και Ανακατασκευή	38
3.1.4. Διανομή, μεταφορά και αναδιανομή.....	40
3.1.5 Χρήση και κατανάλωση και επαναχρησιμοποίηση ή/και επισκευή	41
3.1.6. Συλλογή και μεταφορά	43
3.1.7. Απόβλητα και Ανακύκλωση και Εκπομπές.....	44
3.1.8. Απόρριψη και επεξεργασία	47
3.2 Τουρισμός	50
3.2.1 Επαναχρησιμοποίηση παλαιών κτιρίων και ερειπωμένων χώρων για πιο αυθεντικές τουριστικές εγκαταστάσεις.....	51
3.2.2 Μείωση υλικοτεχνικού και περιβαλλοντικού κόστους σε ξενοδοχεία και εστιατόρια	53
3.2.3 Αποτελεσματική ανακύκλωση και διαχείριση απορριμμάτων σε πιο τοπικό επίπεδο.....	55
3.3 Ενέργεια.....	57
3.4 Αστικό περιβάλλον: Κυκλικές πόλεις	61
4. Εφαρμογές των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία	69
4.1 Η εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στον τομέα της κατασκευής ηλεκτρονικών	69
4.2 Η βιομηχανία παραγωγής.....	75
5. Εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην Ελλάδα	85
5.1 Κατασκευές & Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)	86

5.2	Συσκευασίες.....	87
5.3	Τρόφιμα	88
5.4	Πλαστικά (Μη συσκευασίες)	90
5.5	Νερό.....	91
5.6	Αλουμίνιο.....	92
5.7	Χάλυβας.....	92
5.8	Λιπαντικά.....	93
6.	Τρόποι μέτρησης επιτυχίας στόχων κυκλικής οικονομίας (Δείκτες).....	94
6.1	Μάκρο-επίπεδο	95
6.2	Μέσο-επίπεδο	97
6.3	Μίκρο-επίπεδο	99
7.	Προκλήσεις στην υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας.....	101
	Βιβλιογραφία.....	106

1. Εισαγωγή

Η κατανάλωση πόρων και η παραγωγή αποβλήτων έχουν γίνει κρίσιμες ανησυχίες που αμφισβητούν τη βιωσιμότητα του πλανήτη σε σχέση με τον άνθρωπο αλλά και το περιβάλλον εν γένει. Η αύξηση του πληθυσμού υπήρξε ένας από τους κύριους μοχλούς. Υπολογίζεται ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός θα υπερδιπλασιαζόταν μέχρι το 2100 σε σύγκριση με το 1990. Παράλληλα, η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου, η έλευση του καπιταλισμού, το ηλεκτρονικό εμπόριο και το συνδεδεμένο παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα, έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της κατανάλωσης, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες.

Η δριμυία αύξηση του αριθμού των καταναλωτών αλλά και των καταναλισκόμενων προϊόντων και υπηρεσιών παγκοσμίως, με οδηγό πάντα τα ανεπτυγμένα κράτη, έχουν οδηγήσει σε μια στρέβλωση του πεδίου, όσον αφορά στις διαθέσιμες πρώτες ύλες. Το παρόν οικονομικό πλαίσιο είναι εντελώς γραμμικό, και έχει σαν στόχο την παραγωγή κερδών (οικονομικών κυρίως) εντός βραχυπρόθεσμων διαστημάτων. Ωστόσο, οι διαθέσιμοι πόροι του πλανήτη είναι πεπερασμένοι και η αλόγιστη χρήση τους και απόρριψη τους μετά την έλευση του τέλους ζωής των προϊόντων, οδηγεί στην απώλεια τους. Παράλληλα, και πιο σημαντικά, η πίεση αυτή έχει αρχίσει να εμφανίζεται δραματικά σε πόρους που είναι απαραίτητη για την επιβίωση του περιβάλλοντος και του ανθρώπου κατ' επέκταση, όπως το νερό, ο καθαρός αέρας και το υγιές έδαφος.

Στα πλαίσια αυτά, σειρά επιστημόνων και ερευνητών εδώ και δεκαετίες προωθούν ένα διαφορετικό οικονομικό μοντέλο, αυτό της κυκλικής οικονομίας. Στην κυκλική οικονομία, βασικός στόχος είναι η διαρκής επαναχρησιμοποίηση παρά απόρριψη των πόρων που αφορούν στην κατασκευή προϊόντων ή υπηρεσιών με την διαρκή διαδικασία ανανέωσης αυτών και επανεισαγωγής τους στο κύκλωμα. Ήδη, σε πιλοτικό επίπεδο, κυβερνήσεις, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και επιχειρήσεις έχουν αρχίσει να υιοθετούν το μοντέλο αυτό και τα αρχικά αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα θετικά.

Η βιομηχανία, ως βασικός κλάδος παραγωγής είναι σαφές ότι δεν μπορεί να εξαιρεθεί από την συζήτηση αυτή, πόσω δε μάλλον, εφόσον αποτελεί το κύριο χρήση φυσικών πόρων και πρώτων υλών. Όλα τα χρησιμοποιούμενα προϊόντα σήμερα, κάθε τύπου παράγονται από βιομηχανικές διαδικασίες και κατά συνέπεια η υιοθέτηση των πρακτικών και των αρχών της κυκλικής

οικονομίας από τον κλάδο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αειφορία τόσο του ίδιου όσο και του περιβάλλοντος εν γένει.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στο ζήτημα αυτό ακριβώς, ήτοι την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία. Στόχος είναι αφενός να διερευνηθούν και να αποδοθούν ορισμός, οι αρχές και τα χαρακτηριστικά της κυκλικής οικονομίας μέσω κατάλληλης βιβλιογραφικής ανασκόπησης και αφετέρου, μέσω κατάλληλης εστίασης να αναζητηθούν οι ιδιαίτερες πρακτικές και προκλήσεις για την εφαρμογή αυτών στην βιομηχανία. Παράλληλα, στόχο αποτελεί η διερεύνηση του βαθμού που οι αρχές της κυκλικής οικονομίας έχουν υιοθετηθεί από την βιομηχανία στην Ελλάδα. Η ανάλυση των ανωτέρω, αποφέρει την δυνατότητα για την διατύπωση κατάλληλων προτάσεων ως προς την υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας από την Ελληνική Βιομηχανία.

Η εργασία είναι δομημένη ως εξής:

Το **Πρώτο** κεφάλαιο της εργασίας εξετάζει μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης την κυκλική οικονομία, παραθέτοντας τον ορισμό, τα χαρακτηριστικά και τις αρχές της.

Το **Δεύτερο** κεφάλαιο, παρουσιάζει με την παράθεση παραδειγμάτων από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, παραδείγματα της εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας σε διάφορους κλάδους.

Το **Τρίτο** κεφάλαιο, εστιάζει στην εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία, περιλαμβάνοντας παραδείγματα ανά το κόσμο με εστίαση στην ΕΕ.

Το **Τέταρτο** κεφάλαιο εστιάζει στην διερεύνηση και ανάλυση του βαθμού της υιοθέτησης των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην Ελλάδα.

Το **Πέμπτο** κεφάλαιο παρουσιάζει τους αναφερόμενους στην συναφή βιβλιογραφία δείκτες για την μέτρηση της επιτυχίας των στόχων κυκλικής οικονομίας

Το **Έκτο** κεφάλαιο, μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης, καθώς και των αποτελεσμάτων της ανάλυσης για την υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία στην Ελλάδα και στον κόσμο γενικότερα συνοψίζει τα κύρια εμπόδια που υφίστανται ως προς αυτό.

Η εργασία κλείνει με την παρουσίαση των τελικών συμπερασμάτων και την διατύπωση προτάσεων σε σχέση με την υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην Ελλάδα.

2. Κυκλική Οικονομία

«Κάθε μερικές εκατοντάδες χρόνια στη δυτική ιστορία συμβαίνει μια απότομη μεταμόρφωση. Μέσα σε λίγες δεκαετίες, η κοινωνία – η κοσμοθεωρία της, οι βασικές της αξίες, η κοινωνική και πολιτική της δομή, οι τέχνες, οι βασικοί της θεσμοί – αναδιατάσσονται. Πενήντα χρόνια μετά υπάρχει ένας νέος κόσμος.»

PeterFDrucker

Γράφοντας τα λόγια που αναφέρονται παραπάνω το 1992, ο σεβαστός συγγραφέας και σύμβουλος επιχειρήσεων PeterDrucker συνέχισε: *«Και οι άνθρωποι που γεννήθηκαν τότε δεν μπορούν καν να φανταστούν τον κόσμο στον οποίο ζούσαν οι παππούδες τους και στον οποίο γεννήθηκαν οι δικοί τους γονείς».*

Τις τελευταίες δεκαετίες, ο άνθρωπος έχει αλλάξει τον τρόπο που ζει, εργάζεται και επικοινωνεί. Η κοινωνία, οι επιχειρήσεις και οι κυβερνήσεις συνειδητοποιούν ότι η «*γραμμική οικονομία*» της λογικής *«πάρε, φτιάξε και απόρριψε¹»*, που προέκυψε από τις πρώτες βιομηχανικές επαναστάσεις, δεν είναι βιώσιμη – οικονομικά, κοινωνικά ή οικολογικά.

Αντίθετα, μια νέα προσέγγιση, η κυκλική οικονομία, εμφανίζεται. Οι εταιρείες θα χρειαστεί να ξανασκεφτούν πώς σχεδιάζουν φορητούς υπολογιστές, έπιπλα, αθλητικά παπούτσια, αυτοκίνητα, κινητά τηλέφωνα, προϊόντα καθαρισμού, ακόμη και ρούχα. Αντί να επικεντρώνονται στο πώς να μεγιστοποιήσουν τις πωλήσεις και να ενθαρρύνουν τους πελάτες να αγοράσουν το πιο πρόσφατο μοντέλο, οι εταιρείες θα αναπτύξουν στρατηγικές για συνεχή δημιουργία αξίας και επικερδείς, μακροπρόθεσμες σχέσεις με τους πελάτες. Ο καθηγητής WalterStahel και άλλοι ζωγραφίζουν εικόνες της μετάβασης από την «ιδιοκτησία» στην «πρόσβαση» στην κυκλική οικονομία:

«Δεν κατέχω κινητό τηλέφωνο – αντίθετα, το νοικιάζω από μια εταιρεία που το έχει σχεδιάσει έτσι ώστε να μπορεί να αναβαθμιστεί, να προσαρμόζεται και να επισκευάζεται ή να ανακατασκευάζεται εύκολα. Δεν αγοράζω ακριβά πράγματα για περιστασιακή χρήση - αντ' αυτού, τα νοικιάζω.»

¹take, make and discard

2.1 Μια κρίση απορριμμάτων

Το 2015, το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του ΟΗΕ εξέδωσε μια συγκλονιστική δήλωση στη γλώσσα της κοινωνικής δικαιοσύνης ότι η διαχείριση των απορριμμάτων υποδαυλίζει την κοινωνία στον εικοστό πρώτο αιώνα. Η κατάλληλη διαχείριση της αποχέτευσης και των στερεών αποβλήτων ευθυγραμμίζεται με το πόσιμο νερό, την παροχή προστασίας, τα τρόφιμα, την ενέργεια, τις μεταφορές και τις επικοινωνίες ως απαραίτητα για την κοινωνία και την οικονομία συνολικά (UNEP 2015). Τα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας δείχνουν ότι 2,01 δισεκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) παρήχθησαν παγκοσμίως το 2016 και τουλάχιστον το 33% δεν αντιμετωπίστηκε με περιβαλλοντικά ασφαλή τρόπο (Ricci-Jurgensen et al. 2020). Μέχρι το 2050, ο κόσμος αναμένεται να αυξήσει την παραγωγή αποβλήτων κατά 70%, σε 3,40 δισεκατομμύρια τόνους αποβλήτων ετησίως (World Bank, 2018). Ένας αντίκτυπος αυτού του σεναρίου είναι ο πολλαπλασιασμός του πλαστικού στη ροή των απορριμμάτων. Οι τρέχουσες προβλέψεις δείχνουν ότι, ακόμη και με «άμεση συντονισμένη δράση», τα πλαστικά απόβλητα μόνα τους θα εισέλθουν στα παγκόσμια θαλάσσια οικοσυστήματα σε τριπλάσιους τρέχοντες όγκους τα επόμενα 20 χρόνια (Lau et al. 2020). Τα στοιχεία δείχνουν τις επιζήμιες συνέπειες της ρύπανσης από πλαστικό, συμπεριλαμβανομένης της κατάποσης από θαλάσσια πλάσματα, που οδηγεί σε οικονομικό κόστος για τις βιομηχανίες αλιείας, τουρισμού και ναυτιλίας. Τα μικροπλαστικά απόβλητα διακινούνται τώρα μέσω του ανθρώπινου συστήματος τροφίμων και έχουν γίνει ανιχνεύσιμα στα ανθρώπινα όργανα (Carrington 2020). Εξίσου σημαντική είναι η περιβαλλοντική πίεση που προκύπτει από την οικιακή κατανάλωση που αναγνωρίζεται πλέον ότι συμβάλλει σε περισσότερο από το 60% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μεταξύ 50% και 80% της συνολικής χρήσης γης, υλικών και νερού (Ivanova et al. 2016). Οι μέθοδοι αντιμετώπισης των απορριμμάτων εν ισχύ, αποτυγχάνουν να αποτρέψουν σημαντική περιβαλλοντική ζημιά και πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στον εντοπισμό βιώσιμων πρακτικών που θα συμβάλουν στη μείωση των επιπτώσεών μας στα οικολογικά συστήματα που είναι ζωτικής σημασίας για τη μακροπρόθεσμη επιβίωσή του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Ένα από τα πιο σημαντικά γεγονότα για την εστίαση της προσοχής στην τρέχουσα αδιαθεσία συνέβη τους πρώτους μήνες του 2018, όταν η κινεζική κυβέρνηση, ως μέρος της Εθνικής Πολιτικής, επέβαλε απαγόρευση στην εισαγωγή διαφόρων μορφών απορριμμάτων από την

Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και τη Βόρεια Αμερική και Ασία. Το 2017, μόνο οι ευρωπαϊκές χώρες είχαν εξάγει πάνω από δύο δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους πλαστικών απορριμμάτων στην Κίνα (d'Ambrières 2019). Το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων που αποστέλλονταν πωλούνταν σε ένα σύστημα διεθνών αγορών εμπορίας ανακυκλώσιμων υλικών. Η κινεζική κυβέρνηση υποστήριξε ότι πολλά από τα απόβλητα που έλαβε ήταν μολυσμένα και ακατάλληλα για ανακύκλωση - οι χώρες εξαγωγής δεν κατάφεραν να διαχωρίσουν τα απόβλητα σωστά (Smyth 2018). Ως αποτέλεσμα της κινεζικής απαγόρευσης, πολλές κυβερνήσεις και πολίτες σε ανεπτυγμένες χώρες ανακάλυψαν ξαφνικά ότι τα αποτελέσματα των προσπαθειών τους για ανακύκλωση είχαν πράγματι αποσταλεί σε αναπτυσσόμενες χώρες και συχνά είχαν απορριφθεί σε ποτάμια και ωκεανούς ως αποτέλεσμα κακών πρακτικών διαχείρισης απορριμμάτων (Sparrow 2018).

Στην απαγόρευση της Κίνας συνέβαλε η αποκάλυψη ότι τα απόβλητα επεξεργάζονταν σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες, όπως ο Καναδάς και το Ηνωμένο Βασίλειο, από ιδιώτες εργολάβους και έστελναν απόβλητα στις υπεράκτιες περιοχές χωρίς κρατική παρακολούθηση ή έγκριση (Rabson 2019). Κατά κύριο λόγο, ωστόσο, τα απόβλητα εξάγονταν επειδή είχαν υψηλότερη αγοραία αξία από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο επεξεργασίας τους. Η απαγόρευση δημιούργησε ένα φαινόμενο ντόμινο με άλλες αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθώντας το παράδειγμα της Κίνας αρνούμενες να πάρουν απόβλητα από ανεπτυγμένες χώρες. Ορισμένες, όπως η Μαλαισία, έστειλαν τα απόβλητα πίσω στις χώρες προέλευσης, για παράδειγμα στην Ισπανία (Reuters 2019). Αυτές οι απαγορεύσεις εξέθεσαν την αποτυχία πολλών ανεπτυγμένων χωρών να δημιουργήσουν τις δικές τους δυνατότητες ανακύκλωσης, καθώς προτιμούσαν να διατηρήσουν τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων για την απόρριψη και την αποτέφρωση. Οι ΗΠΑ και η Αυστραλία είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα όπου η ανακύκλωση παραμένει υπανάπτυκτη και περιθωριακή, απουσία συγκεκριμένων κανονισμών. Λόγω της προτίμησης για εξαγωγή απορριμμάτων από αυτές τις χώρες, λιγότερο από το 10% των πλαστικών απορριμμάτων ανακυκλώνεται τοπικά (d'Ambrières 2019). Οι προκλήσεις για τις κυβερνήσεις πρόκειται να συνεχιστούν, καθώς η κινεζική κυβέρνηση έχει απαγορεύσει όλες τις εισαγωγές στερεών αποβλήτων από το 2021 και δεν θα αποδέχεται ή θα εγκρίνει πλέον αιτήσεις εισαγωγής στερεών αποβλήτων.

Σε παγκόσμια κλίμακα, 193 χώρες, τόσο ανεπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες, έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ²) του UNDP (UNDP 2015). Ο ΣΒΑ Νο. 12 του ΟΗΕ αφορά στη «προώθηση της υπεύθυνης κατανάλωσης και παραγωγής». Είναι αυτή η κεντρική ιδέα ότι η παραγωγή και η κατανάλωση έχουν δημιουργήσει όγκους απορριμμάτων που απειλούν την ύπαρξη της ανθρωπότητας, που αναγκάζει την εξέταση εναλλακτικών λύσεων αντί των προσεγγίσεων απόρριψης και λειτουργίας. Ο Vidal (2020) υποστηρίζει ότι δεν υπάρχει τρόπος να γίνουν βιώσιμα τα τρέχοντα επίπεδα κατανάλωσης. Οι συμφωνίες μεταξύ κυβέρνησης και βιομηχανίας για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων και τη δημιουργία υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν ευκολότερα απέτυχαν να επιτύχουν τις απαραίτητες βελτιώσεις και να επιτύχουν την πρόοδο που απαιτείται από τους ΣΒΑ. Η πιο πρόσφατη έκθεση προόδου σχετικά με τους ΣΒΑ το καθιστά σαφές:

«Σε παγκόσμιο επίπεδο, η παραγωγή απορριμμάτων αυξάνεται. Περίπου το ένα τρίτο των τροφίμων που παράγονται για ανθρώπινη κατανάλωση κάθε χρόνο χάνεται ή σπαταλάται, το μεγαλύτερο μέρος του στις ανεπτυγμένες χώρες. Απαιτείται επείγουσα δράση για να διασφαλιστεί ότι οι τρέχουσες υλικές ανάγκες δεν οδηγούν σε υπερβολική εξόρυξη πόρων και περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Πρέπει να υιοθετηθούν πολιτικές για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων, τη μείωση της σπατάλης και την ενσωμάτωση των πρακτικών βιωσιμότητας σε όλους τους τομείς της οικονομίας». (UNDESA 2019, 46)

Η τρέχουσα κατάσταση λειτουργεί υπέρ των κεκτημένων συμφερόντων όπως ισχυρίζεται ένας παρατηρητής. «Αντί να σώσει τον πλανήτη, η διαχείριση απορριμμάτων είναι τώρα μια βιομηχανία 200 δισεκατομμυρίων δολαρίων που έχει εξελιχθεί σε περιβαλλοντική καταστροφή» (Financial Times 2020). Μια πρόσφατη έρευνα καταναλωτών στη Νοτιοανατολική Ασία διαπίστωσε ότι το 91% ανησυχούσε για τα πλαστικά απορρίμματα αλλά δεν άλλαζε τις αγοραστικές του συνήθειες. Έως και το 80% των επιχειρήσεων έχουν θέσει εθελοντικούς στόχους για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων, αλλά λιγότερο από το ένα τρίτο επικοινωνούν πραγματικά αυτόν τον στόχο.

Λιγότερες από τις μισές συμμετέχουν σε εθελοντικές συνεργασίες σε όλη τη βιομηχανία για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων. Υπάρχει μια προσδοκία τόσο από τις επιχειρήσεις

²Sustainable Development Goals (SDGs)

όσο και από τους καταναλωτές ότι οι κυβερνήσεις θα πρέπει να λάβουν πιο ισχυρή δράση, συμπεριλαμβανομένης της επιβολής του διαχωρισμού των απορριμμάτων, της ενίσχυσης των συστημάτων συλλογής και της επιβολής πρόστιμων για τα σκουπίδια (UNEP 2020).

Η κρίση των αποβλήτων έχει δημιουργήσει μια αίσθηση επείγουσας ανάγκης για τον εντοπισμό των ενεργειών που μπορούν να λάβουν οι κυβερνήσεις για να καθιερώσουν πιο βιώσιμες προσεγγίσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων (Muranko et al. 2018). Μια λύση που προωθείται από πολλές κυβερνήσεις είναι μια μετατόπιση παραδείγματος από την καθιερωμένη γραμμική οικονομία, που βασίζεται σε αρχές λήψης, κατασκευής και απόρριψης, προς βιώσιμες προσεγγίσεις που αναπτύσσονται σε μια κυκλική οικονομία. Η ιδέα της κυκλικής οικονομίας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για τους ερευνητές όσο και για τους επαγγελματίες, καθώς φαίνεται ότι αναζωογονεί το ενδιαφέρον για την έννοια της βιωσιμότητας.

Οι προτάσεις για κυκλικές προσεγγίσεις απαιτούν μια ευδιάκριτη μετατόπιση από τις μακροπρόθεσμες γραμμικές πρακτικές που περιλαμβάνουν μια από τις κινητήριες αρχές του καπιταλισμού - την προγραμματισμένη απαξίωση. Μια κυκλική προσέγγιση προωθείται ως προσέγγιση όπου τα προϊόντα μπορούν να σχεδιαστούν καλύτερα ώστε να διαρκούν περισσότερο: οι αλυσίδες τροφίμων και οι παιχνιδοποιοί δεν χρειάζεται να φτιάχνουν προϊόντα κακής ποιότητας. Οι παραγωγοί μπορούν να χρησιμοποιούν λιγότερες παρθένες πρώτες ύλες, τα απόβλητα μπορούν να γίνουν πόρος. Με τέτοιες αλλαγές υποστηρίζεται ότι μπορεί να αρχίσει να αναπτύσσεται μια κυκλική οικονομία. Για να επιτευχθούν αυτά τα αποτελέσματα, οι κυβερνητικές πολιτικές μπορούν να βοηθήσουν να γίνουν οι εταιρείες πιο υπεύθυνες όσον αφορά τον αντίκτυπό τους στους φυσικούς πόρους και στο περιβάλλον γενικότερα.

2.2 Ορισμός της κυκλικής οικονομίας

Πρώτα απ' όλα, είναι σημαντικό να οριστεί το τι σημαίνει στην πραγματικότητα κυκλική οικονομία. Σύμφωνα με το Ίδρυμα Ellen MacArthur, η κυκλική οικονομία είναι μια αναγεννητική οικονομία που στοχεύει να διατηρεί τα υλικά και τα προϊόντα στην υψηλότερη χρησιμότητα (Ellen MacArthur Foundation 2017a). Με άλλα λόγια, η έννοια της κυκλικής οικονομίας είναι σχεδόν μια παραγωγή χωρίς απόβλητα, που στοχεύει στη μείωση των απορριμμάτων και της ρύπανσης. Η κυκλική οικονομία αναφέρεται ως μια βιομηχανική οικονομία που διακρίνει μεταξύ βιολογικών

και τεχνικών κύκλων. Τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά επανασχεδιάζονται για να εισέρχονται στη βιόσφαιρα με ασφάλεια, ενώ τα τεχνικά θρεπτικά συστατικά δεν θα επιστραφούν στη βιόσφαιρα, καθώς έχουν σχεδιαστεί για να κυκλοφορούν με την υψηλότερη χρησιμότητα στη διαδικασία/σύστημα παραγωγής. (Ίδρυμα Ellen MacArthur 2017a.)

Η κυκλική οικονομία έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί παραγωγή και κατανάλωση χωρίς απόβλητα. Ένα τέτοιο οικονομικό μοντέλο περιλαμβάνει τον σταθερό κύκλο του υλικού κατά την κατασκευή και την κατανάλωση, ο οποίος θα πρέπει να είναι ένας κύκλος κλειστού τύπου ουσιών που επιστρέφουν στην παραγωγή χωρίς να βλάπτουν το περιβάλλον. Οι εταιρείες θα πρέπει να σχεδιάζουν τα προϊόντα για να προβλέψουν τους τρόπους χρήσης ή ανακύκλωσής τους. (Petman, Ma, McGilvray & Common 2003)

Στην κυκλική οικονομία, το περιβάλλον αντιμετωπίζεται με σεβασμό. Η χρήση της οικονομίας χωρίς απόβλητα σημαίνει υπάρχει πλέον η ανησυχία και η προσοχή για το μέλλον από οικονομική, κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική άποψη. Η εικόνα 1 παρακάτω παρουσιάζει τις βασικές δράσεις που μπορεί να προσφέρει η κυκλική οικονομία.



Εικόνα 1 Κυκλική Οικονομία (Economena 2013)

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας έχει βαθιές ρίζες. Οι πρακτικές εφαρμογές έχουν αποκτήσει δυναμική από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 ή τις αρχές της δεκαετίας του 1980 έως τα σύγχρονα οικονομικά συστήματα και τις βιομηχανικές διαδικασίες. Η ιδέα και η διαδικασία πιστοποίησης

από το λίκνο στο λίκνο³ξεκίνησε στη Γερμανία εδώ και πολύ καιρό. Η σχεδιαστική φιλοσοφία πίσω από την ιδέα αυτή είναι να θεωρούνται όλα τα υλικά που εμπλέκονται σε βιομηχανικές και εμπορικές διεργασίες ως θρεπτικά συστατικά, στα οποία δύο κύριες κατηγορίες είναι οι παράγοντες: (α) τεχνικά και (β) βιολογικά. Το πλαίσιο αυτό εστιάζει στον σχεδιασμό για αποτελεσματικότητα όσον αφορά τα προϊόντα με θετικό αντίκτυπο και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του εμπορίου μέσω της αποτελεσματικότητας. Οι ασφαλείς και παραγωγικές διεργασίες του «βιολογικού μεταβολισμού» της φύσης έχουν ληφθεί στο σχέδιο από λίκνο σε λίκνο που οδηγεί σε ένα μοντέλο για την ανάπτυξη μιας ροής «τεχνικού μεταβολισμού» βιομηχανικών υλικών. Απαιτεί το προϊόν/τα συστατικά που μπορούν να σχεδιαστούν για ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση σε συνεχή βάση ως βιολογικά και τεχνικά θρεπτικά συστατικά σε αυτούς τους μεταβολισμούς.

Τα προϊόντα, οι διαδικασίες και τα υλικά πρέπει να σχεδιάζονται με κύκλους ζωής που να είναι ασφαλείς για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Το σύστημα θα πρέπει να αναπτυχθεί για να κινητοποιεί και να ανακτά την αξία των υλικών μετά τη χρήση τους ως συγκεκριμένο προϊόν. Η έννοια της κυκλικής οικονομίας εξελίχθηκε από το πλαίσιο από λίκνο σε λίκνο.

Υπάρχουν αρκετοί ερευνητές που όρισαν την κυκλική οικονομία με διάφορους τρόπους. Καθώς η ιδέα ωριμάζει, οι εισροές στο θέμα και η εμπειρία της υλοποίησης εγείρουν πολλά ερωτήματα και ζητήματα ως προς την σαφήνεια. Ο παρακάτω, θεωρείται ως έναν από τους κατάλληλους ορισμούς που καλύπτει όλες τις σχετικές πτυχές.

«Η κυκλική οικονομία είναι μια προσέγγιση σε επίπεδο συστήματος για την οικονομική ανάπτυξη και μια αλλαγή παραδείγματος από την παραδοσιακή έννοια του μοντέλου γραμμικής οικονομίας εξαγωγής-παραγωγής-κατανάλωσης-απόρριψης-εξάντλησης σε ένα υψηλό επίπεδο επίτευξης μηδενικής σπατάλης με διατήρηση των πόρων μέσω αλλαγμένης έννοιας του σχεδιασμού των διαδικασιών παραγωγής και της επιλογής υλικών για υψηλότερο κύκλο ζωής, διατήρηση όλων των ειδών πόρων, ανάκτηση υλικών ή/και ενέργειας σε όλες τις διεργασίες και στο τέλος του κύκλου ζωής για μια συγκεκριμένη χρήση του προϊόντος θα είναι ακόμα κατάλληλο να χρησιμοποιηθούν ως υλικά εισροής σε μια νέα παραγωγική διαδικασία στην αλυσίδα αξίας με κύκλους υλικών στενού βρόχου που βελτιώνει την αποδοτικότητα των πόρων, την παραγωγικότητα των πόρων, ωφελεί τις

³Cradle-to-cradle

επιχειρήσεις και την κοινωνία, δημιουργεί ευκαιρίες απασχόλησης και παρέχει περιβαλλοντική βιωσιμότητα.» (Ghosh, 2019)

Η κυκλική οικονομία μπορεί να οριστεί με τους ακόλουθους τρόπους που μοιράζονται πολλοί ερευνητές, αν και υπάρχουν αρκετοί άλλοι. Ο Πίνακας 1 παρέχει τη συλλογή ορισμένων ορισμών που αναφέρθηκαν από λίγους ερευνητές σε διαφορετικούς χρόνους. Δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί ένας τέλειος ορισμός, αλλά οι περισσότεροι από αυτούς είναι πολύ κατάλληλοι με τον ένα ή τον άλλο τρόπο.

Με τα χρόνια, η έννοια της κυκλικής οικονομίας έχει επίσης προσελκύσει πολλές επικρίσεις για διάφορους λόγους, συμπεριλαμβανομένων των λόγων για τους διαφορετικούς ορισμούς της έννοιας. Η κυκλική οικονομία έχει επιτύχει μια ευρεία απήχηση στο ακαδημαϊκό, το πολιτικό και το επιχειρηματικό κοινό (Vanner et al. 2014· Ghisellini et al. 2016), αλλά η ερμηνεία και η εφαρμογή της ήταν πολύ διαφορετικές. Αυτό με τη σειρά του προκάλεσε σύγχυση και ως εκ τούτου μείωσε τις ευκαιρίες για διεθνή συνεργασία (Preston 2012).

Μία από τις ανησυχίες του ζητήματος της ερμηνείας είναι η πρόκληση της αξιολόγησης του αντίκτυπου της μετάβασης στην κυκλική οικονομία. Ωστόσο, αρκετές μελέτες από ερευνητές έχουν προκύψει ότι η κυκλική οικονομία έχει τη δυνατότητα να αποφέρει οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, αν και η εστίασή τους και οι πτυχές που μετρούν συχνά ποικίλλουν. Επιπλέον, σύμφωνα με την EASAC (2015), αυτό το ερευνητικό πεδίο βρίσκεται ακόμη στην πρώιμη φάση του και επομένως τα εφαρμοσμένα ποσοτικά μοντέλα μερικές φορές βασίζονται σε απλοποιήσεις και υποθέσεις που θα μπορούσαν να αμφισβητηθούν.

Πηγή	Ορισμός/ερμηνεία του όρου	Σχόλια
Ghosh (2019)	Βλ. παραπάνω	Μιλάει για αλλαγή παραδείγματος, καινοτόμο διατήρηση πόρων, όλα τα είδη πόρων, επανασχεδιασμό της διαδικασίας, επιλογή υλικών, ανάκτηση ενέργειας και υλικών, χρήση των

		<p>αποβλήτων της πρώτης διαδικασίας ως εισροή στη δεύτερη διαδικασία, κύκλο υλικών κλειστού βρόχου, δημιουργία απασχόλησης, επιχειρήσεις μοντέλο, αποδοτικότητα πόρων και περιβαλλοντική βιωσιμότητα</p>
EEA (2016)	<p>Παρέχει ευκαιρίες για τη δημιουργία ευημερίας, ανάπτυξης και θέσεων εργασίας, ενώ μειώνει τις περιβαλλοντικές πιέσεις. Η ιδέα μπορεί, καταρχήν, να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη φυσικών πόρων, συμπεριλαμβανομένων των βιοτικών και αβιοτικών υλικών, του νερού και της γης</p>	<p>Μιλάει για την ευημερία, την ανάπτυξη και την περιβαλλοντική πίεση, όλα τα είδη φυσικών πόρων, π.χ., βιοτικά και αβιοτικά υλικά, νερό και γη</p>
Ghisellini et al. (2016)	<p>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</p>	<p>Μιλάει για αναμόρφωση όλων των διαδικασιών, καινοτομία, ανάκτηση υλικών ή ενέργειας, βελτίωση του βιοτικού και οικονομικού μοντέλου</p>

	βιοτικό και οικονομικό μοντέλο	
Sauvé et al. (2016)	<p>«Παραγωγή και κατανάλωση αγαθών μέσω ροών υλικών κλειστού βρόχου που περιβαλλοντικές εξωτερικές εσωτερικεύουν περιβαλλοντικές εξωτερικές επιδράσεις που συνδέονται με την εξόρυξη παρθένων πόρων και τη δημιουργία αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης)».</p>	<p>Μιλάει για ροές υλικών κλειστού βρόχου, περιβαλλοντικές εξωτερικές επιδράσεις, εξόρυξη παρθένων πόρων, σύνδεση με απόβλητα/ρύπανση</p>
Mitchell (2015)	<p>Η κυκλική οικονομία είναι μια εναλλακτική λύση σε μια παραδοσιακή γραμμική οικονομία (κατασκευή, χρήση, διάθεση) στην οποία διατηρούμε τους πόρους σε χρήση για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο, εξάγοντας τη μέγιστη αξία από αυτούς κατά τη χρήση, ανακτώντας και επαναχρησιμοποιώντας προϊόντα και υλικά.</p>	<p>Μιλάει για εναλλακτική στη γραμμική οικονομία, μεγαλύτερο κύκλο ζωής των πόρων, εξαγωγή μέγιστης αξίας πόρων, ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση</p>
European Commission (2015)	<p>Η κυκλική οικονομία είναι μια οικονομία «όπου η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρείται στην</p>	<p>Μιλάει για την αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων που πρέπει να διατηρηθούν για μεγάλο</p>

οικονομία για όσο το δυνατόν περισσότερο και η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται». χρονικό διάστημα και για την ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων

Η μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία θα συνεισφέρει ουσιαστικά στις προσπάθειες της ΕΕ να αναπτύξει μια βιώσιμη, χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αποδοτική από πλευράς πόρων και ανταγωνιστική οικονομία.

Ίδρυμα Ellen MacArthur (2013, σελ. 7)	Η κυκλική οικονομία ως «ένα βιομηχανικό σύστημα που είναι επανορθωτικό 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». Ο γενικός στόχος	Μιλάει για ένα αποκαταστατικό ή αναγεννητικό βιομηχανικό σύστημα που από πρόθεση και σχεδιασμό, αναγεννά φυσικά συστήματα, επαναπροσδιορίζει την ανάπτυξη, επικεντρώνεται σε θετικά οφέλη σε ολόκληρη την κοινωνία, αποσυνδέει την οικονομική δραστηριότητα από την κατανάλωση πεπερασμένων πόρων
---------------------------------------	---	---

είναι να «επιτρέψει αποτελεσματικές ροές υλικών, ενέργειας, εργασίας και πληροφοριών, έτσι ώστε να μπορεί να ανοικοδομηθεί το φυσικό και κοινωνικό κεφάλαιο».

Η κυκλική οικονομία και οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης έχουν στενή σχέση από πολλές απόψεις. Η κυκλική οικονομία θα βοηθήσει σίγουρα στην εφαρμογή των SDG 2030 στον κόσμο. Οι πρακτικές κυκλικής οικονομίας και τα σχετικά επιχειρηματικά μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη αρκετών από τους στόχους των ΣΒΑ. Οι πρακτικές κυκλικής οικονομίας συμβάλλουν άμεσα στην επίτευξη είκοσι ενός στόχων ΣΒΑ και έμμεσα σε επιπλέον 28 στόχους. Οι στόχοι στα ΣΒΑ 6, ΣΒΑ 7, ΣΒΑ 8, ΣΒΑ 12 και ΣΒΑ 15 έχουν τις ισχυρότερες σχέσεις με τις πρακτικές κυκλικής οικονομίας. Οι πρακτικές της κυκλικής οικονομίας προσφέρουν επίσης δυνατότητες δημιουργίας συνεργειών μεταξύ πολλών ΣΒΑ, όπως εκείνων που προάγουν την οικονομική ανάπτυξη και τις θέσεις εργασίας, την εξάλειψη της φτώχειας, τον τερματισμό της πείνας και τη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων και τους ΣΒΑ που στοχεύουν στην προστασία της βιοποικιλότητας στους ωκεανούς και στην ξηρά. Οι πρακτικές κυκλικής οικονομίας δεν θα λύσουν όλα τα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από τους ΣΒΑ, καθώς τουλάχιστον 35 από τους στόχους δεν έχουν καμία ή μικρή επιρροή στις πρακτικές κυκλικής οικονομίας, ενώ η κυκλική οικονομία προσφέρει δυνατότητες ως προσέγγιση εφαρμογής για συγκεκριμένους στόχους ΣΒΑ (Schroeder et al. 2018a, b).

2.3 Οι απαρχές της κυκλικής οικονομίας

Οι ρίζες της κυκλικής οικονομίας τοποθετούνται στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και δεν μπορούν να αναφέρονται σε έναν μόνο συγγραφέα. Η ιδέα μιας τέτοιας ιδέας γεννήθηκε με τη βοήθεια

πολλών ερευνητών, επιχειρηματιών και καινοτόμων. Ωστόσο, λίγοι διακεκριμένοι ακαδημαϊκοί έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας.

Οι Pearce και Turner, οι οποίοι ήταν οι πρωτοπόροι της περιβαλλοντικής οικονομίας (Pearce & Turner 1989.) Στα πολυάριθμα βιβλία και άρθρα τους, έχουν μελετήσει και παρουσιάσει τη θεωρία της κυκλικής οικονομίας, τις αρχές, τα πλεονεκτήματά της και άλλες σημαντικές πτυχές. Ωστόσο, η πραγματική ώθηση στην προώθηση της ιδέας ήταν το 2012 λόγω της οικονομικής έκθεσης του Ιδρύματος Ellen MacArthur, η οποία περιλάμβανε την έννοια της κυκλικής οικονομίας (Ιδρυμα Ellen MacArthur 2016.). Ο αναφερόμενος οργανισμός μελέτησε θεωρίες όπως η Βιομηχανική Οικολογία, η Βιομimική και το Cradle to Cradle, οι οποίες δημιούργησαν το αναμφισβήτητο θεμέλιο για τη σημασία και την αναγκαιότητα της κυκλικής οικονομίας για τον σύγχρονο κόσμο. (Mentink 2016.)

Επιπλέον, υπάρχουν άλλα δύο ονόματα που πρέπει να αναφερθούν: Stahel και Parker. Ο Stahel ήταν Ελβετός αρχιτέκτονας και οικονομολόγος και ο πατέρας της βιομηχανικής βιωσιμότητας. Είναι ένας από τους μεγαλύτερους παράγοντες επιρροής στον τομέα της βιωσιμότητας. Η διάσημη φιλοσοφία του φανερώνει «επέκταση της διάρκειας ζωής των αγαθών - επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακατασκευή, τεχνολογική αναβάθμιση». (Product-Life Institute 2016.) Επίσης, είναι ιδρυτής της γνωστής φράσης «Cradle to Cradle», που είναι το αντίθετο της έννοιας «Cradle to Grave», που δείχνει τον σύγχρονο τρόπο κατανάλωσης πραγμάτων. Ο Stahel ήταν ένας από τους πρώτους που πρότεινε τη μεταρρύθμιση της τρέχουσας οικονομίας και το κλείσιμο των υλικών κύκλων. Ήδη το 1972, παραδέχτηκε ότι το καθιερωμένο οικονομικό μοντέλο δεν είναι βιώσιμο, καθώς η ζήτηση για πρώτες ύλες και η κατανάλωσή τους αυξάνεται κάθε χρόνο και οι πόροι μόνο μειώνονται. (Meadows & Behrens 1972, 18.)

Ο Πάρκερ ήταν Βρετανός επιστήμονας και ερευνητής που μελέτησε τα απόβλητα ως πόρο στη γεωργική βιομηχανία. Εργάστηκε επίσης σε συστήματα κλειστού βρόχου, αναπτύσσοντας νέα που μπορούν να αξιοποιηθούν στη γεωργία στη Μεγάλη Βρετανία. Τα έργα του Parker ήταν κάτι παραπάνω από χρήσιμα στην ανάπτυξη της θεωρίας της κυκλικής οικονομίας. (Wharton School 2017.)

2.4 Γραμμική και κυκλική οικονομία

Η συζήτηση για την κυκλική οικονομία είναι αδύνατη χωρίς την κατανόηση του αντίθετου της – της γραμμικής οικονομίας. Ενώ η κυκλική οικονομία στοχεύει στην ανακατασκευή ή επαναχρησιμοποίηση προϊόντων και υλικών, η γραμμική οικονομία είναι εκείνη που βρίσκεται εγκαθιδρυμένη σήμερα: ο άνθρωπος παράγει, καταναλώνει και απορρίπτει. Τα προϊόντα είναι κατασκευασμένα από πρώτες ύλες, η διάρκεια ζωής τους μπορεί να διαρκέσει από αρκετά λεπτά έως λίγα χρόνια το πολύ και στη συνέχεια το μεγαλύτερο μέρος αυτών επιστρέφουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρωτήρες. Αυτός ο τρόπος χρήσης των πραγμάτων έχει πλέον εξαπλωθεί και χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο, δημιουργώντας εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων κάθε χρόνο (Green Alliance 2012). Το μοντέλο γραμμικής οικονομίας βασίζεται σε μεγάλες ποσότητες φθηνών και εύκολα προσβάσιμων υλικών και ενέργειας (Ιδρυμα Ellen MacArthur 2015).

Σύμφωνα με την World Waste Survey (2015), δημιουργούνται ετησίως περίπου 2,8 δισεκατομμύρια τόνοι τεχνικών αποβλήτων. Δύο εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων είναι εξαιρετικά τοξικά. Οκτώ εκατομμύρια τόνοι πλαστικών καταλήγουν στον ωκεανό μολύνοντας κατά συνέπεια και το γλυκό νερό. (World Waste Survey 2015.) Σύμφωνα με πολυάριθμες έρευνες, λαμβάνοντας υπόψη τους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης και του αστικού πληθυσμού, ο όγκος παραγωγής αστικών απορριμμάτων μπορεί να διπλασιαστεί έως το 2025 (Παγκόσμια Τράπεζα 2017).

Τα νοικοκυριά στις αναπτυγμένες χώρες ήταν παραδοσιακά πρωτοπόροι στη δημιουργία κατά κεφαλήν απορριμμάτων (στις ΗΠΑ, για παράδειγμα, 733,7 κιλά, ενώ στη Ρωσία είναι 340 κιλά ανά άτομο ετησίως). Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ (2017), το 35% των αστικών απορριμμάτων ανακυκλώθηκε στις ΗΠΑ το 2013 και το 65% στη Γερμανία. Το μοντέλο γραμμικής οικονομίας δημιουργεί την έλλειψη πόρων και ακολουθεί την ιδέα του κέρδους μόνο στο εγγύς μέλλον, οδηγώντας σε αύξηση του κόστους.

Αντίθετα από τη γραμμική οικονομία, η κυκλική οικονομία αναζητά τρόπους σεβασμού των φυσικών ορίων αυξάνοντας τον δείκτη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μειώνοντας επομένως την κατανάλωση πρώτων υλών. Οι εκπομπές θα ελαχιστοποιηθούν επίσης. Το προϊόν θα χρησιμοποιηθεί στην υψηλότερη δυνατή χρησιμότητα του, εξαλείφοντας τα απόβλητα. (The European Environment Agency 2016.) Η εικόνα 2 παρακάτω δείχνει το περίγραμμα της γραμμικής οικονομίας εν συντομία.



Εικόνα 2 Το μοντέλο της γραμμικής οικονομίας

2.5 Αρχές της κυκλικής οικονομίας

Με στόχο την βαθύτερη κατανόηση του μοντέλου κυκλικής οικονομίας, πρέπει να εξεταστούν οι βασικές αρχές του. Η κυκλική οικονομία βασίζεται σε τρεις αρχές: την ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου, τη βελτιστοποίηση των αποδόσεων των πόρων και τον προσδιορισμό των φυσικών εξωτερικών παραγόντων. Αυτοί οι παράγοντες διακρίνουν την κυκλική οικονομία από τη γραμμική οικονομία.

Διατήρηση και Ενίσχυση του Φυσικού Κεφαλαίου

Η διατήρηση και η ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου είναι δυνατή χάρη στην ορθολογική διαχείριση των πεπερασμένων αποθεμάτων και των ροών ανανεώσιμων πόρων. Πρώτον, η χρησιμότητα πρέπει να αποϋλοποιηθεί. Σε περίπτωση που απαιτούνται πόροι, το κυκλικό σύστημα θα τους επιλέξει με ακρίβεια χρησιμοποιώντας έξυπνες τεχνολογίες για την επιλογή ανανεώσιμων πηγών.

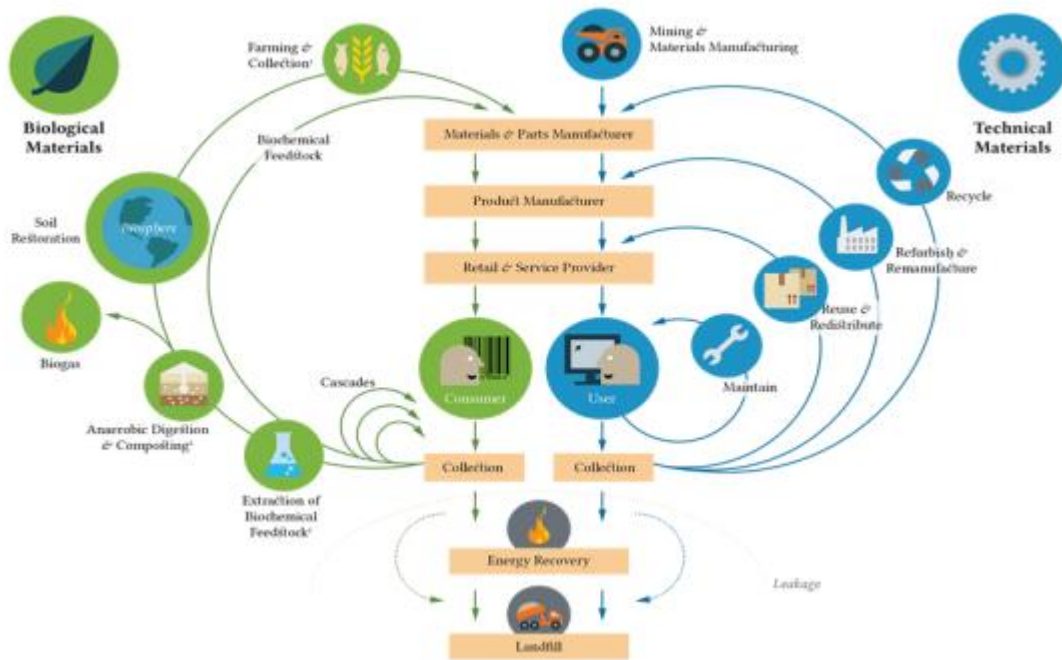
Εκτός από αυτό, το κυκλικό σύστημα ενισχύει τις διαδικασίες αναγέννησης βελτιώνοντας το φυσικό κεφάλαιο και παρέχοντας τα θρεπτικά συστατικά μέσα στο σύστημα. Για παράδειγμα, το έδαφος μπορεί να αναγεννηθεί λόγω αρχών της κυκλικής οικονομίας ή οι εταιρείες μπορούν να αποφέρουν καλύτερα κέρδη χρησιμοποιώντας ανανεώσιμα υλικά στην παραγωγή τους. (Ίδρυμα Ellen MacArthur 2015, 6.)

Βελτιστοποίηση απόδοσης πόρων

Η βελτιστοποίηση της απόδοσης πόρων γίνεται με την κυκλοφορία υλικών, προϊόντων, εξαρτημάτων με την υψηλότερη χρησιμότητα. Η κυκλοφορία πρέπει να γίνεται τόσο σε βιολογικούς όσο και σε τεχνικούς κύκλους. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα πρέπει να

επανασχεδιαστεί για να υποστηρίζει τα στοιχεία και την κυκλοφορία των πόρων στην οικονομία. Επίσης, το σύστημα αυξάνει τον αριθμό των κύκλων ή του χρόνου που δαπανούνται σε αυτό αλλάζοντας και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής του προϊόντος βελτιστοποιώντας την επαναχρησιμοποίηση του. Τα κυκλικά συστήματα θα πρέπει επίσης να ενθαρρύνουν τα θρεπτικά συστατικά να εισέλθουν ξανά στη βιόσφαιρα όσο το δυνατόν ασφαλέστερα για να αποσυντεθούν και να γίνουν νέα πρώτη ύλη για τους μελλοντικούς κύκλους. (Ίδρυμα Ellen MacArthur 2015, 6.)

Για τα βιολογικά υλικά, είναι σημαντικό να δημιουργηθεί μια πρόσθετη χρησιμότητα από τα προϊόντα χρησιμοποιώντας τα σε διάφορες εφαρμογές. Τόσο η γραμμική όσο και η κυκλική οικονομία απαιτούν να αναπτύξουν και να βελτιώσουν το δηλωμένο σύστημα, αλλά η κυκλική οικονομία δεν θέτει σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητα. (Ίδρυμα Ellen MacArthur 2015, 7.) Η εικόνα 3 παρακάτω δείχνει το περίγραμμα της κυκλικής οικονομίας από το Ίδρυμα Ellen MacArthur (2015).



Εικόνα 3 Περίγραμμα μιας κυκλικής οικονομίας (Ίδρυμα EllenMacArthur 2015)

Η εικόνα 3 αντιπροσωπεύει το απλοποιημένο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Στο μοντέλο, οι βιολογικοί και οι τεχνικοί κύκλοι έχουν διαχωριστεί. Αυτό συμβαίνει λόγω της διαφοράς των

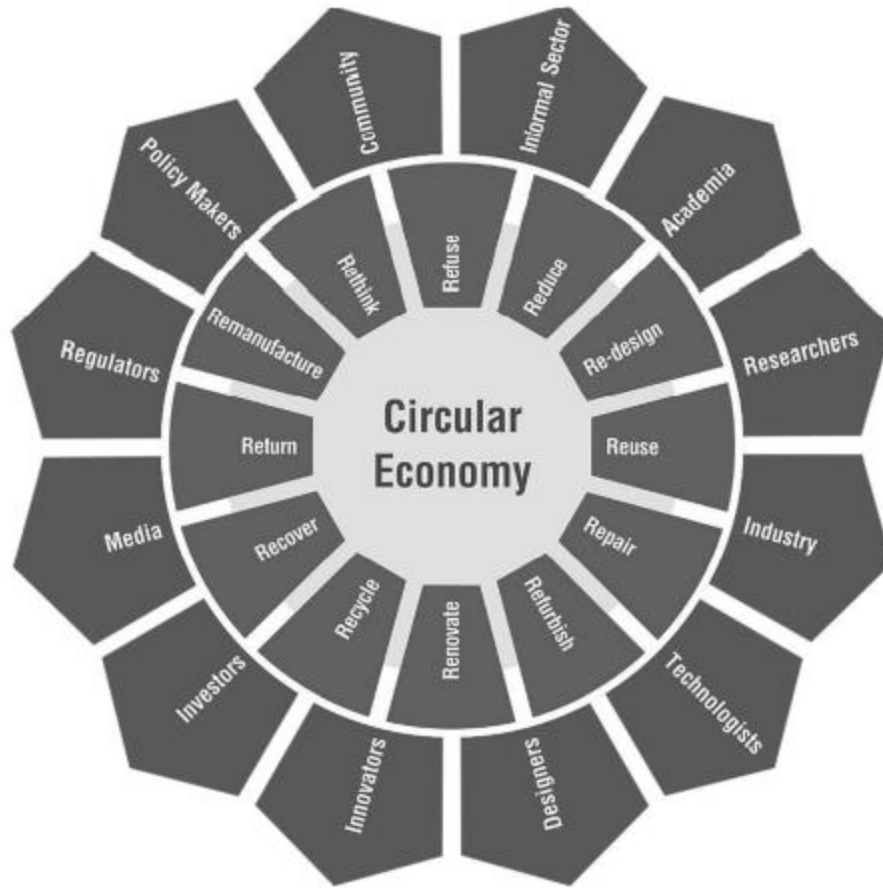
κύκλων των υλικών. Τα βιολογικά υλικά μπορούν να επιστραφούν στη βιόσφαιρα με ασφάλεια. Τα τεχνικά υλικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερο. (Potocnik 2013, 24-25.)

Προσδιορισμός αρνητικών εξωτερικών παραγόντων

Για να δημιουργηθεί πρόοδος, είναι ζωτικής σημασίας να εντοπισθούν οι αρνητικοί εξωτερικοί που επηρεάζουν το σύστημά μας και δημιουργούν ζημιές. Οι αρνητικοί παράγοντες μπορεί να έχουν αντίκτυπο σε συστήματα όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η στέγαση, η ψυχαγωγία και το φαγητό. Επίσης, είναι σημαντικός ο έλεγχος πόρων όπως ο αέρας, το νερό, η χρήση γης, η προστασία από τη ρύπανση και την απελευθέρωση τοξικών ουσιών. Αυτές οι ενέργειες θα επιτύχουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος και θα επισημάνουν τις πτυχές που απαιτούν περισσότερη προσοχή και δουλειά. (Ίδρυμα Ellen MacArthur 2015, 7.)

2.6 Τα βασικά χαρακτηριστικά της κυκλικής οικονομίας: Τα 12 R

Οι εργασίες και η εμπειρία από την χρήση της κυκλικής οικονομίας έχουν οδηγήσει στην εγκαθίδρυση 12 στρατηγικών αρχών/χαρακτηριστικών, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 4.

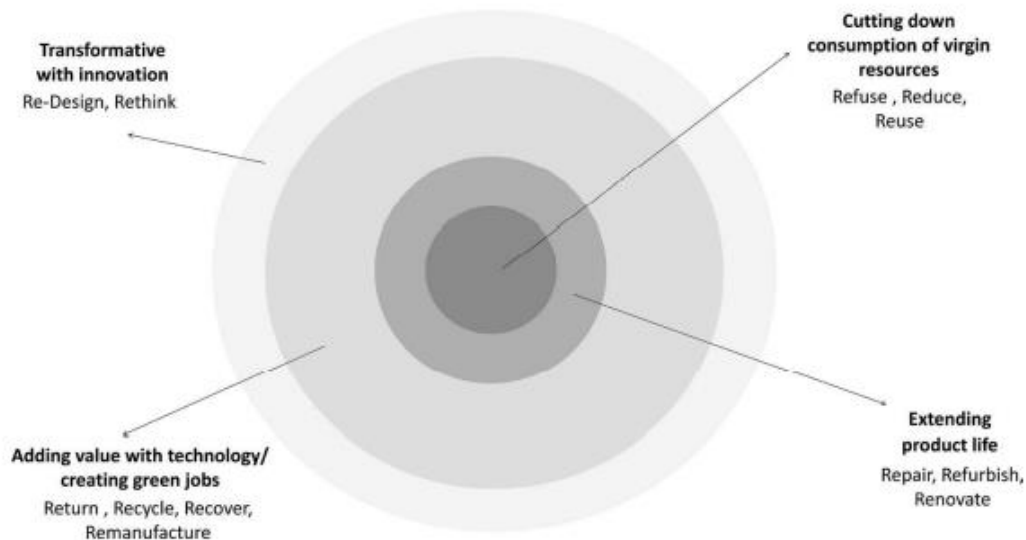


Εικόνα 4 Τα 12 R της κυκλικής οικονομίας

Ενώ καθένα από τα R έχει τον ρόλο του, κατά καιρούς, επικαλύπτονται στην εφαρμογή ή στην πράξη. Για παράδειγμα, η επιδιόρθωση, η ανανέωση και η ανακαίνιση (Repair, Refurbish, and Renovate) επικαλύπτονται όταν σκεφτόμαστε να επαναφέρουμε ένα παλιό προϊόν σε κατάσταση χρήσης και να παρατείνουμε τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Η εικόνα 4 δείχνει επίσης τους 12 βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς που πρέπει να εμπλακούν στην εφαρμογή των διαφόρων R στην πράξη ανάλογα με το πλαίσιο. Όλοι αυτοί οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να συνεργαστούν για να εξασφαλίσουν οφέλη σε όλη την αλυσίδα αξίας και να ευθυγραμμίσουν και να υιοθετήσουν ένα ή περισσότερα R. Για παράδειγμα, οι εταιρείες στη βιομηχανία ηλεκτρονικών μπορεί να μειώσουν το περιεχόμενο των επικίνδυνων ουσιών του προϊόντος και να επανασχεδιάσουν για αποσυναρμολόγηση και επισκευή μέσω καινοτομίας. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι ρυθμιστικές αρχές μπορούν στη συνέχεια να διαδραματίσουν ρόλο στην εισαγωγή σχετικών κανονισμών και προτύπων για την προώθηση των οικολογικών σχεδίων. Οι εταιρείες

ενδέχεται να αναπτύξουν σχέδια αντίστροφης εφοδιαστικής για να πάρουν πίσω μεταχειρισμένα προϊόντα για επισκευή, ανακαίνιση και ανακατασκευή.

Τέλος, η κοινότητα θα πρέπει να δείξει μια προτίμηση για τα ανακαινισμένα προϊόντα κατανοώντας πώς αυτή η προτίμηση θα οδηγήσει σε μειωμένη εξόρυξη παρθένων πόρων και παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Τα μέσα ενημέρωσης και η ακαδημαϊκή κοινότητα μπορεί να διαδραματίσουν ρόλο στην άρση των παρανοήσεων σχετικά με την ποιότητα των ανακαινισμένων προϊόντων και τους κινδύνους από τη χρήση τους. Είναι επίσης σημαντικό να αναγνωριστεί ο ρόλος που διαδραματίζει ο άτυπος τομέας στην εφαρμογή αυτών των στρατηγικών. Ο επίσημος τομέας, ειδικά στις αναπτυσσόμενες οικονομίες, έχει δημιουργήσει με επιτυχία επιχειρήσεις σε συνεργασία με τον άτυπο τομέα για τη συλλογή, τη διαλογή, τον καθαρισμό και την ανακύκλωση των ροών αποβλήτων.



Εικόνα 5 Οι τέσσερις κύκλοι των 12 R

Η εικόνα 5 δείχνει πώς τα 12 R μπορούν να απεικονιστούν σε τέσσερις κύκλους για να δομηθούν οι παρεμβάσεις σε μια κυκλική οικονομία. Ο πιο εσωτερικός ή ο κεντρικός κύκλος πρέπει να είναι η προτεραιότητα ή ο στόχος. Η άρνηση, η μείωση και η επαναχρησιμοποίηση (Refuse, Reduce, and Reuse) σχετίζονται στενά με τη βιώσιμη κατανάλωση. Αυτός ο κύκλος τονίζει τη σημασία της μετάβασης προς βιώσιμους τρόπους ζωής. Η πρόοδος σε μια κυκλική οικονομία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την υιοθέτηση αυτού του βασικού κύκλου.

Ο δεύτερος κύκλος δίνει σημασία στην επέκταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος μέσω Επισκευής, Ανανέωσης και Ανακαίνισης (Repair, Refurbish, and Renovate). Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτός ο κύκλος προωθεί πρωτοβουλίες σε επίπεδο κοινότητας και μικρές επιχειρήσεις. Αυτά τα 3 R διαθέτουν σημαντική καινοτομία σχετικά με το προϊόν που γενικά δεν αξιοποιείται. Οι επιχειρήσεις που ακολουθούν αυτά τα 3 R έχουν μεγάλες δυνατότητες να δημιουργήσουν πράσινες θέσεις εργασίας, ειδικά στην επισκευή, την ανακαίνιση και την ανακαίνιση σχετικών υπηρεσιών. Η δημιουργία δεσμών με την αγορά και η εισαγωγή ενός συστήματος πιστοποίησης για τα ανακαινισμένα προϊόντα είναι απαραίτητα για την κλιμάκωση των οικονομικών δραστηριοτήτων σε αυτόν τον κύκλο.

Ο τρίτος κύκλος υποδηλώνει τη σημασία της προσθήκης αξίας στην οικονομία μέσω τεχνολογιών και υλικών «πιο πράσινων και αποδοτικότερων πόρων». Αυτά τα 4 R που αποτελούνται από Επιστροφή, Ανακύκλωση, Ανάκτηση και Ανακατασκευή (Return, Recycling, Recovery, and Remanufacturing) προσελκύουν επενδύσεις και είναι πιο κατάλληλα για επιχειρήσεις μεσαίας έως μεγάλης κλίμακας. Αυτά τα R βοηθούν όχι μόνο στη μείωση της εξόρυξης και της μεταφοράς παρθένων πόρων, αλλά παρέχουν επίσης ευκαιρίες για σημαντικά κέρδη μέσω καινοτόμων επιχειρηματικών μοντέλων. Για παράδειγμα, το R όπως η επιστροφή απαιτεί ρύθμιση μιας αντίστροφης αλυσίδας εφοδιαστικής και ανάπτυξη Αντίστροφων Αυτόματων Μηχανημάτων (Reverse Vending Machines - RVM). Τον τελευταίο καιρό, έχει διαπιστωθεί ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην υλοποίηση των επιχειρήσεων επιστροφής.

Η ανακύκλωση και η ανάκτηση είναι δυνατές τόσο επιτόπου όσο και εκτός της εγκατάστασης και προσελκύουν μοντέλα δέσμευσης που βασίζονται στη Σύμπραξη Δημόσιου Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) με την υποστήριξη της κυβέρνησης όταν βρίσκονται σε κλίμακα. Η ανακατασκευή είναι γενικά μια επιλογή υψηλής επένδυσης και υψηλής τεχνολογίας, που συχνά απαιτεί παρέμβαση πολιτικής για τον καθορισμό του τι είναι το τέλος της ζωής (EoL).

Ο πιο εξωτερικός ή ο τέταρτος κύκλος είναι τόσο κρίσιμος όσο ο πυρήνας ή οι εσωτερικοί κύκλοι. Στοχεύει να μεταμορφώσει την κοινωνία μέσω της καινοτομίας στα υλικά, τις τεχνολογίες και το σχεδιασμό προϊόντων και να επιφέρει μια αλλαγή συμπεριφοράς. Τα R της επανασχεδίασης και αναστοχασμού (Re-Design και Rethink) τέμνουν έτσι τον πυρήνα καθώς και τους εσωτερικούς κύκλους. Όταν αξιολογούμε την αξία των R σε οικονομικούς όρους, δεν θα πρέπει να περιοριζόμαστε μόνο στη χρηματική αξία (δηλαδή, απόδοση επένδυσης ή κερδοφορία). Αντίθετα,

θα πρέπει επίσης να συμπεριλάβουμε άλλα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη, ιδίως στον άτυπο τομέα, όπως η δημιουργία μέσων διαβίωσης, η βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας και η μετάδοση δεξιοτήτων, δηλαδή η οικοδόμηση ικανοτήτων.

- Άρνηση (Refuse)

Ο λιτός τρόπος ζωής και η βιώσιμη ζωή βοηθούν στη διδασκαλία της ιδέας της άρνησης και της κατανάλωσης μόνο για τις βασικές ανάγκες και όχι τις επιθυμίες. Στην επιστήμη της συμπεριφοράς, η λιτότητα έχει οριστεί ως *«η τάση απόκτησης αγαθών και υπηρεσιών με περιορισμένο τρόπο, και η επινοητική χρήση ήδη κατεχόμενων οικονομικών αγαθών και υπηρεσιών, για την επίτευξη ενός μακροπρόθεσμου στόχου»*.

Η άρνηση ουσιαστικά σημαίνει να ζεις με βάση τις βασικές σου ανάγκες και να μην καταναλώνεις περισσότερο από όσο χρειάζεται

- Μείωση (Reduce)

Η μείωση σημαίνει μείωση της κατανάλωσης. Η ιδέα είναι επίσης να μειωθεί το μέγεθος, η ποσότητα, η τοξικότητα ή η ένταση της χρήσης υλικών και ενέργειας στο προϊόν. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), περισσότερο από το 80% όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τα προϊόντα σε όλο τον κύκλο ζωής μπορούν να επηρεαστούν κατά τη φάση του σχεδιασμού. Το Design for Sustainability (D4S) χρησιμοποιείται για την εφαρμογή του R της μείωσης.

- Επανασχεδιασμός (Re-design)

Ο επανασχεδιασμός είναι ένα σχέδιο για την πραγματοποίηση αλλαγών στη δομή και τις λειτουργίες ενός αντικειμένου, κτιρίου ή συστήματος έτσι ώστε να εξυπηρετεί καλύτερα τον σκοπό του αρχικού σχεδίου ή να εξυπηρετεί σκοπούς διαφορετικούς από αυτούς που αναφέρονται στο αρχικό σχέδιο. Η ιδέα είναι επίσης να φτιάξουμε ανθεκτικά προϊόντα που δεν είναι τοξικά και μπορούν εύκολα να επισκευαστούν και να αποσυναρμολογηθούν.

- Επαναχρησιμοποίηση (Reuse)

Η επαναχρησιμοποίηση αναφέρεται στη χρήση ενός αντικειμένου όπως είναι για άλλη μια φορά. Τα επαναχρησιμοποιημένα είδη περιλαμβάνουν οτιδήποτε αγοράστηκε από δεύτερο χέρι, συχνά

έπιπλα και ρούχα. Η επαναχρησιμοποίηση είναι η διαδικασία επαναχρησιμοποίησης ενός προϊόντος για τον ίδιο σκοπό χωρίς να πραγματοποιηθεί καμία σημαντική επισκευή στο προϊόν.

- Επισκευή (Repair)

Επισκευή σημαίνει να επαναφέρεται σε καλή κατάσταση κάτι κατεστραμμένο, σπασμένο ή που δεν λειτουργεί σωστά ή να καταστεί ικανό να λειτουργήσει ξανά.

Για ένα δεδομένο σφάλμα σε ένα προϊόν, εάν έχει διεξαχθεί μια λειτουργία για τη διόρθωση του σφάλματος, τότε το προϊόν λέγεται ότι έχει επισκευαστεί. Σχεδόν σίγουρα όλα τα επισκευασμένα προϊόντα δεν έχουν αποκατασταθεί στο αρχικό πρότυπο και οποιαδήποτε εγγύηση εκδοθεί θα καλύπτει γενικά μόνο τη διορθωμένη βλάβη. Αυτή η διαδικασία απαιτεί λιγότερη εργασία από την ανακατασκευή και την ανακαίνιση.

- Αναπλαισίωση (Refurbish)

Η αναπλαισίωση βελτιώνει τον παλαιότερο ή κατεστραμμένο εξοπλισμό για να τον φέρει σε λειτουργική ή καλύτερη κατάσταση. Η αναπλαισίωση αντιμετωπίζεται συχνά ως ισοδύναμη με την ανανέωση.

Η αναπλαισίωση περιλαμβάνει τη λήψη ενός προϊόντος και την αποκατάσταση/αντικατάσταση όλων των εξαρτημάτων που έχουν παρουσιάσει βλάβη ή βρίσκονται στα πρόθυρα βλάβης, το προϊόν επιστρέφεται σε ένα αποδεκτό πρότυπο (συνήθως χαμηλότερο από το αρχικό πρότυπο). Γενικά, τυχόν εγγυήσεις που εκδίδονται για το ανακαινισμένο προϊόν είναι συνήθως μικρότερες από μια εγγύηση που παρέχεται σε ένα παρθένο προϊόν. Η επισκευή απαιτεί λιγότερη εργασία από την ανακατασκευή αλλά περισσότερο από επισκευή.

- Ανακαίνιση (Renovate)

Η ανακαίνιση είναι να επαναφέρεις κάτι σε νεότερη ή καλύτερη κατάσταση. Γενικά, η ανακαίνιση φαίνεται να εφαρμόζεται περισσότερο σε υπάρχουσες κτισμένες κατασκευές όπως κατοικίες, εμπορικά κτίρια και δημόσιους χώρους.

- Ανακύκλωση (Recycle)

Στην ανακύκλωση, ένα αντικείμενο μετατρέπεται σε πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά, συνήθως για μια εντελώς νέα διαδικασία ή προϊόν. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα ανακύκλωσης και κυριαρχούν σε παραδείγματα για την απεικόνιση ευκαιριών και οφελών στην κυκλική οικονομία. Δυστυχώς, πολλοί θεωρούν ότι η σκέψη της κυκλικής οικονομίας ισοδυναμεί με τη διαδεδομένη πρακτική της ανακύκλωσης.

Η ανακύκλωση είναι μια σειρά διαδικασιών όπου τα απόβλητα προϊόντα/υλικά συλλέγονται, υποβάλλονται σε επεξεργασία και επιστρέφονται στη δεξαμενή των πρώτων υλών. Τα προϊόντα με ανακυκλωμένο περιεχόμενο αναγνωρίζονται ως ανακυκλωμένα προϊόντα όπως στην περίπτωση ενός πλαστικού μπουκαλιού, για παράδειγμα, ενός ανακυκλωμένου μπουκαλιού.

- Ανάκτηση (Recover)

Κατά την ανάκτηση, τα απόβλητα μετατρέπονται σε πόρους (όπως ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ταχυδρομείο και καύσιμα) μέσω θερμικής, μηχανικής

- Επιστροφή (Return)

Στην επιστροφή, οι εταιρίες παίρνουν πίσω προϊόντα και συσκευασίες μετά τη χρήση ως υπεύθυνοι κατασκευαστές.

- Ανακατασκευή (Remanufacture)

Στην ανακατασκευή, ανακατασκευάζουμε ένα προϊόν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του αρχικού κατασκευασμένου προϊόντος χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό επαναχρησιμοποιούμενων, επισκευασμένων και νέων εξαρτημάτων.

Η ανακατασκευή είναι η μόνη διαδικασία στο τέλος του κύκλου ζωής της, όπου τα μεταχειρισμένα προϊόντα φέρουν τουλάχιστον τις προδιαγραφές απόδοσης των κατασκευαστών αυθεντικού εξοπλισμού από την οπτική γωνία του πελάτη και, ταυτόχρονα, λαμβάνουν πολεμικές εγγυήσεις ίσες με αυτές των ισοδύναμων νέων προϊόντων.

Μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι περισσότερες λειτουργίες «επιστροφής» απαιτούν συνεργασία με τους φορείς εκμετάλλευσης αντίστροφης εφοδιαστικής και τους καταναλωτές. Είναι επίσης αμφίβολο μερικές φορές εάν θα πρέπει να ανακατασκευαστεί ένα προϊόν, δεδομένης της έντασης των εργασιών που περιλαμβάνουν συλλογή, μεταφορά, αποσυναρμολόγηση εξαρτημάτων και

ανακατασκευή ή επεξεργασία. Ίσως σας αρέσει να διαβάσετε βιβλιογραφία σχετικά με τέτοιες αξιολογήσεις και συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν για προϊόντα με βάση την αξιολόγηση του κύκλου ζωής.

- Επανεξέταση (Rethink)

Επανεξέταση σημαίνει να σκέφτεσαι από το κουτί για να καινοτομήεις. Οι καινοτομίες δεν χρειάζεται να περιορίζονται σε υλικά ή σχεδιασμό, αλλά μπορούν να περιλαμβάνουν επιχειρηματικά μοντέλα και μέσα πολιτικής.

3. Εφαρμογές βασικών αρχών κυκλικής οικονομίας σε διάφορους κλάδους

Έχοντας αναπτύξει τα βασικά στοιχεία και τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται επί παραδείγματι η εφαρμογή αυτών σε διάφορους οικονομικούς τομείς.

3.1 Μεταφορές και logistics

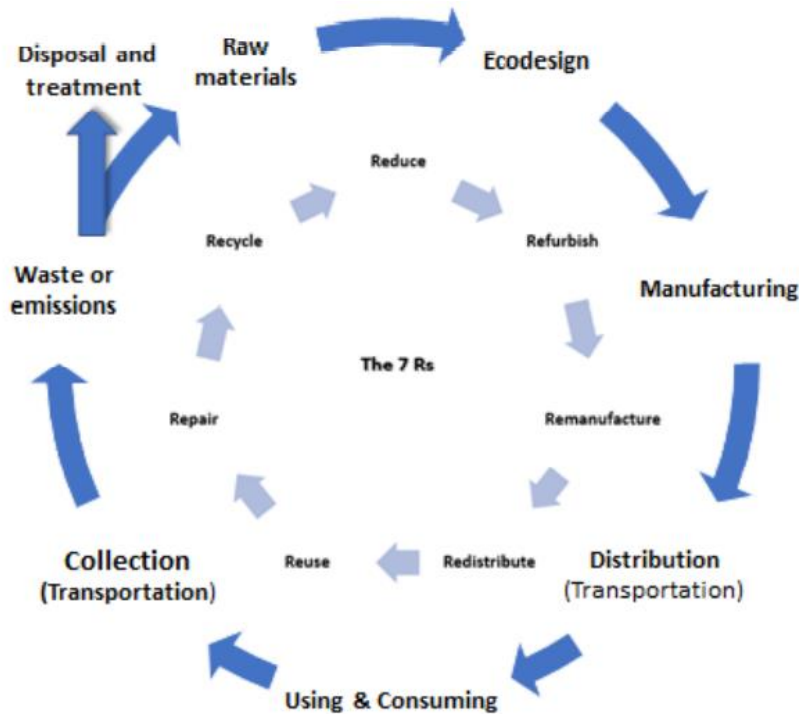
Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα των μεταφορών είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη σε σχέση με την σημαντική του αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Αν και είναι σημαντικές για την αστική κινητικότητα, οι οδικές μεταφορές είναι επίσης σημαντικός χρήστης καυσίμων με βάση τον άνθρακα (Santos et al, 2021). Πάνω από το 60% του συνόλου του πετρελαίου που καταναλώνεται στον κόσμο πηγαίνει στον τομέα των μεταφορών, εκ των οποίων το 76% καταναλώνεται στα οδικά ταξίδια (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε ένα αστικό πλαίσιο, καθώς το 15% της συνολικής ενέργειας παγκοσμίως χρησιμοποιείται για αστικές μεταφορές επιβατών και εμπορευμάτων (IEA, 2016). Αυτή η πραγματικότητα μπορεί να γίνει ακόμη χειρότερη επειδή εκτιμάται ότι ο αστικός παγκόσμιος πληθυσμός θα φτάσει το 68% έως το 2050 (UN, 2018).

Όσον αφορά τις άμεσες εκπομπές CO₂ από την καύση καυσίμων, οι μεταφορές ευθύνονται για το 24%, με τα οδικά οχήματα να αντιπροσωπεύουν σχεδόν τα τρία τέταρτα αυτού του συνόλου (IEA, 2020). Ο τομέας των μεταφορών εκπέμπει επί του παρόντος περίπου 9,7 GtCO₂eq και εάν δεν εφαρμοστούν πολιτικές μετριασμού, οι εκπομπές των μεταφορών θα μπορούσαν να φτάσουν περίπου τους 10 έως 18 GtCO₂eq το 2050 (Climate Chance Association 2019). Οι αλλαγές στις μεταφορές, όπως οι βελτιώσεις της απόδοσης έναντι της διατήρησης του σεναρίου business-as-usual, είναι μια επιλογή που θα επηρεάσει τις κοινότητες, τις περιφερειακές οικονομίες και άλλες μεταβλητές (Santos et al, 2021). Μια απάντηση που θα πρέπει να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον βρίσκεται στην εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας, η οποία μπορεί να αποτελέσει ένα μονοπάτι για αλλαγή στο σύγχρονο σύστημα παραγωγής και κατανάλωσης (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019). Οι αρχές της κυκλικής οικονομίας

περιλαμβάνουν μέσα υποστήριξης τόσο της οικονομικής ανάπτυξης όσο και της βιώσιμης διαχείρισης των πόρων και προσφέρουν μια θετική ευκαιρία για αλλαγή (Santos, 2019), λόγω της αυξανόμενης ανησυχίας για τη βιωσιμότητα (Walmsley et al, 2019) και των συνδεδεμένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η σπατάλη πόρων (Mitchell et al, 2015) και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019).

Η αποδοχή από τις εθνικές και υποεθνικές κυβερνήσεις του πλαισίου της Συμφωνίας του Παρισιού σε συνδυασμό με τις στρατηγικές κυκλικής οικονομίας είναι ουσιαστικής σημασίας για την κατανόηση της πιθανής επίδρασής της στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (IEA, 2021a). Όσον αφορά την ανάγκη αυξανόμενης φιλοδοξίας για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ορισμένες χώρες έχουν ανακοινώσει τη σταδιακή κατάργηση των πωλήσεων νέων οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Επίσης, ο αριθμός των χωρών που ανακοινώνουν ότι δεσμεύονται να επιτύχουν καθαρές μηδενικές εκπομπές έως το 2050 αυξάνεται (IEA, 2021b).

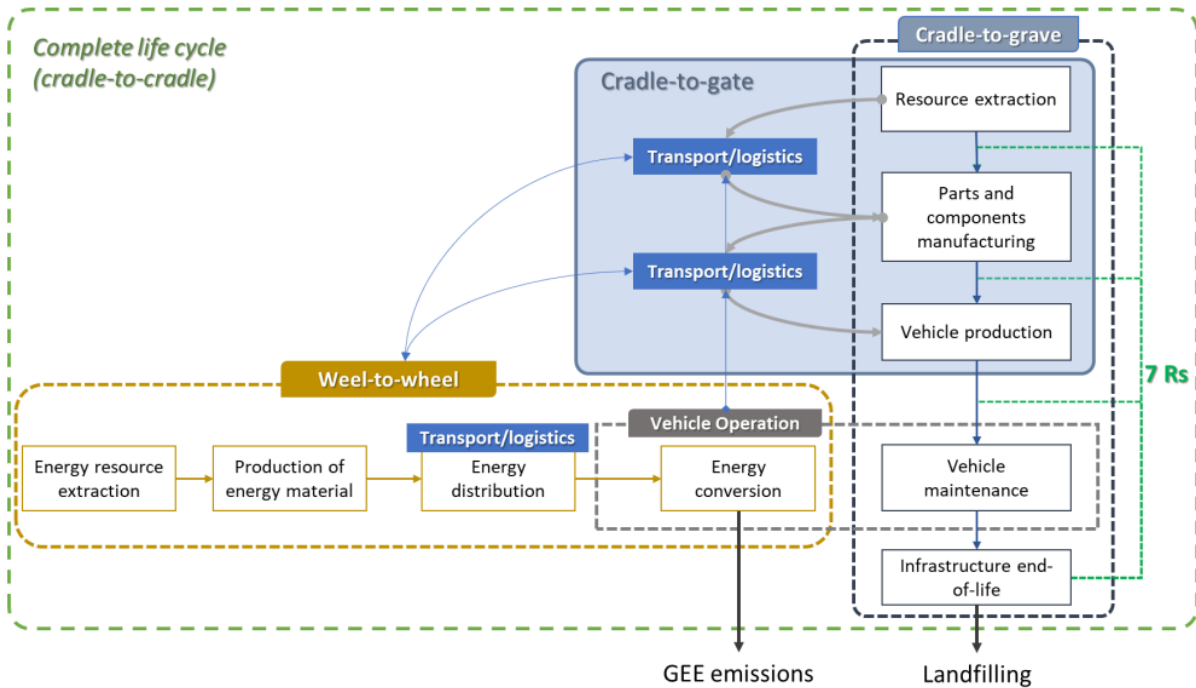
Σύμφωνα με τους deAbreu et al, (2022), η αξιοποίηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στις μεταφορές θα μπορούσε να χωριστεί σε έναν πρώτο και δεύτερο κύκλο ζωής και θα πρέπει να λάβει υπόψη την τελική διάθεση για υπολείμματα που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, όπως εκφράζεται στην εικόνα 6. Ο πρώτος κύκλος περιλαμβάνει οκτώ στάδια: (1) πρώτες ύλες, (2) οικολογικός σχεδιασμός, (3) κατασκευή, (4) διανομή, (5) χρήση και κατανάλωση, (6) συλλογή, (7) απόβλητα ή εκπομπές· και (8) διάθεση και επεξεργασία. Ο αντίστροφος κύκλος χωρίζεται στα 7 Rs, τα οποία μπορούν να ληφθούν υπόψη σε περισσότερα από ένα στάδια του κύκλου: (1) μείωση, (2) ανακαίνιση, (3) ανακατασκευή, (4) αναδιανομή, (5) επαναχρησιμοποίηση, (6) επισκευή, και (7) ανακύκλωση.



Εικόνα 6 Στάδια της κυκλικής οικονομίας σε εφαρμογή στις μεταφορές (deAbreu et al, 2022)

Το όχημα ως προϊόν εντάσσεται πλήρως στις έννοιες της κυκλικής οικονομίας. Από την άλλη πλευρά, η ενέργεια που καταναλώνεται από ένα όχημα, είτε μέσω της καύσης καυσίμου είτε μέσω ηλεκτρικής ενέργειας, εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου και ρύπους στην ατμόσφαιρα που ταιριάζουν στην έννοια της κυκλικής οικονομίας, η οποία επίσης λαμβάνει υπόψη τον ενεργειακό βρόχο και τις εκπομπές (Suárez-Eiroa et al, 2019). Η ιδέα της κυκλικής οικονομίας έχει αποκτήσει ισχύ λόγω της σύνδεσής της με άλλες στρατηγικές όπως ο σχεδιασμός από λίκνο σε λίκνο [29] και η προσέγγιση του κύκλου ζωής.

Η εικόνα 7 παρουσιάζει τα στάδια του κύκλου ζωής της παραγωγής και λειτουργίας ενός οχήματος, καθώς και την κατανάλωση ενέργειας, και παρουσιάζεται ένα πλαίσιο που εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των καταστάσεων από τροχό σε τροχό, από το λίκνο στην πύλη, από το λίκνο στην απόρριψη και του πλήρους κύκλου ζωής (από λίκνο σε λίκνο) (Bauer et al. 2015).



Εικόνα 7 Στάδια κύκλου ζωής του συστήματος μεταφορών, λαμβάνοντας υπόψη τη ροή για την παραγωγή, τη λειτουργία και το EoL, καθώς και την κατανάλωση ενέργειας. (Bauer et al. 2015).

Η προσέγγιση κύκλου ζωής από την πηγή έως τον τροχό (well-to-wheel) αναφέρεται στη συνολική ροή ενέργειας που καταναλώνεται από τη λειτουργία του οχήματος και εκπέμπεται στο περιβάλλον με τη μορφή αερίων του θερμοκηπίου, από την εξόρυξη και τη μεταφορά έως την κατανάλωση στο στάδιο λειτουργίας του οχήματος. Η προσέγγιση από το λίκνο στην πύλη (cradle-to-gate) αναφέρεται στο στάδιο παραγωγής του οχήματος, λαμβάνοντας υπόψη την εξόρυξη πρώτων υλών, εξαρτημάτων παραγωγής και την κατασκευή οχημάτων, καθώς και τη μεταφορά πόρων, εξαρτημάτων και εξαρτημάτων, μέχρι να φτάσει στην πύλη της βιομηχανίας. .

Η προσέγγιση από το λίκνο μέχρι τον τάφο (cradle-to-grave) είναι μια ευρύτερη έννοια, η οποία περιλαμβάνει την προσέγγιση από την κούνια σε πύλη μαζί με τη διανομή του οχήματος στους καταναλωτές, τη συντήρηση ενώ βρίσκεται σε λειτουργία και το EoL, στη συνέχεια εξετάζοντας τη διαχείριση απορριμμάτων και την επεξεργασία τους και τη σωστή τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα 7R εφαρμόζονται, κατά πλειοψηφία, στο EoL για να διασφαλιστεί η κυκλικότητα.

3.1.1 Οικολογικός σχεδιασμός και ανακατασκευή

Η έννοια του οικολογικού σχεδιασμού μπορεί να επεκταθεί από την ανάπτυξη προϊόντων σε περιβάλλοντα σχεδιασμού, αλυσίδες logistic ή υπηρεσίες (Al-Sheyadi et al, 2019). Επομένως, ο ίδιος ο οικολογικός σχεδιασμός μπορεί να θεωρηθεί ως βέλτιστη πρακτική. Ο οικολογικός σχεδιασμός μειώνει την κατανάλωση πόρων, προωθεί τη χρήση ανακυκλώσιμων υλικών και αποφεύγει τη χρήση επικίνδυνων υλικών, αποτελώντας την καλύτερη πρακτική της βιώσιμης διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Hu et al, 2019).

Σύμφωνα με τους Al-Sheyadi et al. (2019), ο οικολογικός σχεδιασμός συνίσταται στη δημιουργία πιο ανθεκτικών προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών λιγότερο εντατικών στη χρήση ενέργειας, θεωρώντας αυτόν ως βέλτιστη πρακτική διαχείρισης της πράσινης αλυσίδας εφοδιασμού. Οι αλλαγές στο σχεδιασμό του προϊόντος μπορούν να είναι προσανατολισμένες προς τη χρήση λιγότερης πρώτης ύλης ή πηγών ενέργειας που ελαχιστοποιούν τις εκπομπές (El-Haggar, 2007) και τους ρύπους, σχεδιάζοντας το προϊόν ώστε να αποσυναρμολογείται, να ανακατασκευάζεται ή να ανακυκλώνεται εύκολα (Al-Sheyadi et al, 2019) .

Μια άλλη βέλτιστη πρακτική είναι η ανακαίνιση προϊόντων και η επιστροφή τους στην αγορά σε καλή κατάσταση, παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής τους αντικαθιστώντας ή επισκευάζοντας τα ελαττωματικά εξαρτήματά τους (Ellen MacArthur Foundation 2013). Ένα παράδειγμα βέλτιστων πρακτικών για τις μεταφορές λαμβάνοντας υπόψη τον οικολογικό σχεδιασμό είναι μια δομή οχήματος που να παρέχει χαμηλή αεροδυναμική αντίσταση για μείωση της κατανάλωσης καυσίμου ή η επανεξέταση του συστήματος πρόωσης του οχήματος με σκοπό τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εναλλακτικής ενέργειας (Soo et al, 2016).

3.1.2. Πρώτες Ύλες

Η αστική βιωσιμότητα είναι ένα μοντέλο που συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων, η οποία σχετίζεται αιτιολογικά με τις ανάγκες και τα όρια των φυσικών πόρων (Rogers, 2001). Οι κύριες προκλήσεις αυτού του σταδίου είναι η ελαχιστοποίηση της χρήσης υλικών και η αύξηση της επαναχρησιμοποίησης φυσικών πόρων (Koroneos, 2013). Οι κύριες πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή οχημάτων είναι: (i) μέταλλα, όπως ο χάλυβας, το αλουμίνιο και ο χαλκός, που είναι κυρίως υπεύθυνα για τη σύνθεση του αμαξώματος, του πλαισίου και των μερών του κινητήρα, (ii) γυαλί, (iii) καουτσούκ, που βρίσκεται κυρίως σε ελαστικά,· (iv)

ειδικές ίνες και (vii) υλικά που αποτελούνται από άλλα μέρη, όπως μπαταρίες (Vermeulen et al, 2011). Στην περίπτωση των ενεργειακών πόρων, οι κύριες πηγές ενέργειας είναι το ντίζελ και η βενζίνη και οι κύριες εναλλακτικές και μεταβατικές πηγές ενέργειας είναι η ηλεκτρική ενέργεια, τα αέρια καύσιμα (φυσικό αέριο, υδρογόνο και υγροποιημένο αέριο), τα βιοκαύσιμα, όπως οι αλκοόλες (μεθανόλη και αιθανόλη) και βιοντίζελ, και άλλα (Vermeulen et al, 2011).

Σημαντικές πηγές δευτερογενών πρώτων υλών μπορούν να βρεθούν στα απορριπτόμενα οχήματα. Η χρήση αυτού του δευτερεύοντος πόρου, όταν ευθυγραμμίζεται με την επένδυση σε τεχνολογίες ανακύκλωσης και την αυξημένη χρήση ανακυκλωμένου υλικού, παρέχει μια πολλά υποσχόμενη προοπτική. Ωστόσο, όσον αφορά την οικονομική πτυχή, το κόστος των εργασιών στο τέλος του κύκλου ζωής τους - με την εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών για τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας ανακύκλωσης - αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, ιδίως λόγω των νέων υλικών και εξοπλισμού που απαιτούνται στα οχήματα και τεράστια επέκταση της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων (Aguilar et al, 2021).

Σύμφωνα με τους Cusenza et al. (2019), νέες ιδέες εμπνέονται από τους τομείς των κατασκευών και των μεταφορών για την επαναχρησιμοποίηση μπαταριών EV σε κατοικημένες περιοχές, μαζί με τεχνολογίες παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιστοίχιση των άκρων ανανεώσιμων μορφών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη ζήτηση.

Όσον αφορά στη χρήση ενέργειας από τη λειτουργία του οχήματος, οι στόχοι μηδενικών εκπομπών από την ενεργειακή μετάβαση στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και στην αναζήτηση νέων εναλλακτικών λύσεων καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας, όπως η σύνθεση υγρών καυσίμων από απόβλητα ως μέσο προσέγγισης της μηδενικής υγειονομικής ταφής και του κλεισίματος του κύκλου ή η χρήση ενός συμπροϊόντος μιας διεργασίας ως πόρο για την παραγωγή βιοκαυσίμων, π.χ. η παραγωγή βιοντίζελ από το υπόλειμμα έλαιού της διαδικασίας παραγωγής αιθανόλης (Kerr et al, 2017).

3.1.3. Κατασκευή και Ανακατασκευή

Η βιομηχανία εν γένει ήταν υπεύθυνη για το 24% των παγκόσμιων εκπομπών το 2018 (IEA, 2020c). Συγκεκριμένα, η αυτοκινητοβιομηχανία παρήγαγε το 9% όλων των ετήσιων παγκόσμιων εκπομπών GHG το ίδιο έτος. Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας όχι μόνο εκπέμπει CO₂

απευθείας από την καύση καυσίμου από τα οχήματα αλλά και έμμεσα από την ίδια την κατασκευή οχημάτων και την αλυσίδα εφοδιασμού υλικών και ανταλλακτικών (Nakamoto et al, 2019).

Η πράσινη κατασκευή, όπως στο σύστημα που προτείνει ο Deif (2011), σχετίζεται με τη φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία παραγωγής όπου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό και τον έλεγχο της αποδοτικότητας. Αρκετές μελέτες επισήμαναν τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ως βέλτιστη πρακτική στον τομέα της μεταποίησης, δηλαδή καθιστώντας τις διαδικασίες παραγωγής της πιο ενεργειακά αποδοτικές. Οι πρακτικές για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη μεταποίηση έχουν ως αποτέλεσμα λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι λαμβάνεται υπόψη ο κύκλος ζωής και ενδέχεται να ληφθούν υπόψη οι εκπομπές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μια βέλτιστη πρακτική που μπορεί να ληφθεί υπόψη σε αυτή την περίπτωση είναι η χρήση καθαρής ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια (Silva et al, 2018).

Επιπλέον, η πράσινη μεταποίηση μπορεί επίσης να συμβάλει έμμεσα στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την παραγωγή οχημάτων με υλικά που διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την αποσυναρμολόγηση. Η πράσινη κατασκευή οχημάτων μπορεί επίσης να συμβάλει στην επανεξέταση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ελαφρύτερων οχημάτων. Αυτό συμβάλλει στην αποδοτικότερη κατανάλωση καυσίμου και, κατά συνέπεια, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Εκτός από τις προαναφερθείσες βέλτιστες πρακτικές, η διαδικασία ανακατασκευής μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση της κλιματικής αλλαγής και στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης μιας χώρας. Ωστόσο, για να επιτευχθεί η απαιτούμενη ζήτηση στο τέλος του κύκλου ζωής τους με αποτέλεσμα αυξημένες πωλήσεις οχημάτων, οι πολιτικές πρέπει να κατευθύνονται προς τη βελτίωση των τεχνολογιών ανακατασκευής και την ενθάρρυνση της ανακατασκευής από την αυτοκινητοβιομηχανία (Xiang et al, 2011).

Η μελέτη που αναπτύχθηκε από τους Saidani et al. (2017) ασχολείται με το τέλος του κύκλου ζωής των βαρέων οχημάτων και τη δεύτερη ζωή τους, καθώς τα περισσότερα από αυτά είναι ανακαινισμένα ή ανακατασκευασμένα. Παραδείγματος χάριν, στο Ηνωμένο Βασίλειο, περίπου το 50% είναι ανακαινισμένο και το 43% ανακατασκευάζεται. Σχεδόν όλα τα ανακαινισμένα βαρέα οχήματα μεταπωλούνται, κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες. Στη Σουηδία, περίπου το 50%

μεταπωλείται μετά από πέντε χρόνια. Ωστόσο, η μελέτη επισήμανε τις ανισότητες μεταξύ αναπτυσσόμενων και αναπτυγμένων χωρών, καθώς, ακόμη και στην Ευρώπη, οι δραστηριότητες ανακατασκευής δεν είναι πλήρως οργανωμένες. Έτσι, στις αναπτυσσόμενες χώρες, τα μεταπωλούμενα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους πιθανότατα δεν ανακαινίζονται ή ανακατασκευάζονται για να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους.

3.1.4. Διανομή, μεταφορά και αναδιανομή

Η βελτιστοποίηση του συστήματος διανομής είναι απαραίτητη για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και μπορεί να αναπαρασταθεί με προσεγγίσεις μοντελοποίησης για το κλείσιμο και την επιβράδυνση των βρόγχων πόρων. Οι τρόποι προώθησης της μείωσης των εκπομπών περιλαμβάνουν την επιλογή καθαρότερων τρόπων μεταφοράς, ενεργειακά αποδοτικών logistics και συσκευών do-it-yourself (όπως οι εκτυπωτές 3D), μειώνοντας την ανάγκη για υπηρεσίες παράδοσης. Σε όλη τη διαδικασία ροής υλικών, η χρήση βελτιωμένων διαδικασιών διανομής για τη μείωση των αιτημάτων μεταφοράς και την ενθάρρυνση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης απορριμμάτων, π.χ. μέσω κλειστού βρόχου, μπορεί να μειώσει περαιτέρω τα απόβλητα και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Bekrar, 2021).

Όσον αφορά στη διανομή, οι βέλτιστες πρακτικές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, όπως από τους Barbosa et al. (2017), περιλαμβάνουν μέτρα όπως επιλογή θέσεων εγκατάστασης, υλοποίηση κέντρου διανομής και κέντρων ενοποίησης εμπορευμάτων σε αστικές περιοχές και μείωση της απόστασης χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, βελτιστοποίηση δρομολόγησης. Ανέφεραν επίσης τη χρήση χρονικών παραθύρων και παραδόσεων εκτός αιχμής ως στρατηγικά μέτρα για τη μείωση του αντίκτυπου που προκαλείται από τη δραστηριότητα διανομής, όπως η νυχτερινή παράδοση, καθώς και ένα σύστημα πληροφοριών που επικεντρώνεται σε προβλήματα όπως η παρακολούθηση του στόλου.

Η απόδοση παραγωγής και η απόδοση διανομής περιλαμβάνουν την αντίστροφη εφοδιαστική: η απόδοση παραγωγής περιλαμβάνει τη διαδικασία με την οποία οι επιχειρήσεις μπορούν να επαναχρησιμοποιήσουν, να επισκευάσουν ή να ανακτήσουν ελαττωματικά ή περιττά προϊόντα. Η επιστροφή διανομής μπορεί να αντιπροσωπεύεται από την αφαίρεση από την αγορά ενός απούλητου προϊόντος ή ενός κατεστραμμένου προϊόντος κατά τη μεταφορά, καθώς και με την

αναδιανομή από αποθήκες προϊόντων που μπορούν να ανανεωθούν, όπως παλέτες και συσκευασίες. Ως εκ τούτου, η αντίστροφη εφοδιαστική είναι μια σημαντική διάσταση της κυκλικής οικονομίας που επιτρέπει τη διαχείριση οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Επιπλέον, η αναδιανομή μπορεί να περιλαμβάνει πρακτικές όπως η ανακατανομή αντικειμένων ή υπηρεσιών που δεν χρειάζονται πλέον από κάποιο άτομο ή σε κάποιο μέρος. Αυτό θεωρείται μαζί με τη συλλογή, την επιθεώρηση, τον διαχωρισμό, την επανεπεξεργασία και την απόρριψη ως μέρος της κατηγορίας της διαδικασίας ανάκτησης. Ένα σύστημα αναδιανομής μπορεί να βελτιωθεί μέσω μιας βέλτιστης πρακτικής, όπως η αναδιαμόρφωση ενός τοπικού συστήματος παράδοσης (Barbosa et al. 2017).

3.1.5 Χρήση και κατανάλωση και επαναχρησιμοποίηση ή/και επισκευή

Οι συνιστώμενες πρακτικές για τη χρήση αστικών οχημάτων με τρόπους που να μειώνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, κατά την συναφή βιβλιογραφία συνίστανται στις (Kolbe, 2019):

- Ζώνες χαμηλών εκπομπών, που ορίζονται από νόμο και απαιτείται από τους οδηγούς να έχουν ειδικό περιβαλλοντικό αυτοκόλλητο στα αυτοκίνητά τους εντός αυτών.
- Χρήση διοδίων για την καταπολέμηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, μέτρο που εφαρμόζεται για να αποθαρρύνει την είσοδο προσωπικών οχημάτων στα αστικά κέντρα και να ενθαρρύνει τους ανθρώπους να χρησιμοποιούν πιο αποτελεσματικά μέσα, όπως τα δημόσια μέσα μεταφοράς με αυξημένη διαθεσιμότητα.
- Χρήση της ιδέας της Φιλικής Πόλης για την προώθηση της ανάπτυξης άνετων συνθηκών διαβίωσης και την ενθάρρυνση των πολιτών να σταματήσουν να χρησιμοποιούν τα αυτοκίνητά τους, δίνοντας προτεραιότητα σε ένα άνετο αστικό περιβάλλον και μια υγιή πόλη.
- Πλήρης ή μερική επιστροφή για την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε για την παροχή ρεύματος σε εργαζόμενο που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ή υβριδικό προσωπικό αυτοκίνητο, καθώς και φόρος για τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Η συνεργατική κατανάλωση είναι μια σειρά διαδικασιών κυκλοφορίας πόρων που βοηθούν τους καταναλωτές να αποκτούν και να παρέχουν, σε προσωρινή ή μόνιμη βάση, σημαντικούς πόρους

ή υπηρεσίες μέσω άμεσης αλληλεπίδρασης με άλλους πελάτες ή μέσω ενδιάμεσου. Αυτές οι ενέργειες συμβαίνουν σε οργανωμένα συστήματα ή δίκτυα, στα οποία οι συμμετέχοντες εκτελούν δραστηριότητες κοινής χρήσης με τη μορφή ενοικίου, δανείων και διαπραγματεύσεων ή ανταλλαγής αγαθών, υπηρεσιών, λύσεων μεταφοράς, χώρου ή χρημάτων (Ertz et al, 2016).

Η οικονομία του διαμοιρασμού αντιπροσωπεύεται από δραστηριότητες όπως: η ενίσχυση της χρήσης διαρκών αγαθών, η ανακυκλοφορία αγαθών, η κοινή χρήση παραγωγικών περιουσιακών στοιχείων και η ανταλλαγή υπηρεσιών. Οι πρωτοβουλίες που εφαρμόζονται στις μεταφορές περιλαμβάνουν τη ομαδοποίηση αυτοκινήτου, την κοινή χρήση αυτοκινήτου με ή χωρίς οδηγό και τη μεταφορά εμπορευμάτων (Skjelvik et al, 2017).

Υπάρχει δυνατότητα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και της τοπικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης, του θορύβου, της κυκλοφοριακής συμφόρησης κ.λπ., λόγω της μείωσης της χρήσης και παραγωγής ιδιωτικών αυτοκινήτων, καθώς οι περισσότερες από αυτές τις πρωτοβουλίες λαμβάνουν χώρα σε πόλεις των οποίων το πρόβλημα με τις μεταφορές είναι μεγαλύτερο (Skjelvik et al, 2017).

Άλλες σχετικές βέλτιστες πρακτικές στοχεύουν επίσης σε μειωμένες εκπομπές, όπως αυτές που υποδεικνύονται από τους Barbosa et al. (2017) (i) βελτιστοποίηση πληρότητας οχημάτων, (ii) χρήση διαφορετικών τύπων οχημάτων για παραδόσεις και παραλαβές, (iii) μετατόπιση εμπορευματικών μεταφορών σε καθαρότερους τρόπους μεταφοράς (μετατόπιση μεταφορών), (iv) χρήση οχημάτων με μεγαλύτερη αποδοτικότητα ενέργειας (κατανάλωση καυσίμου), (v) χρήση εναλλακτικών οχημάτων (συστήματα πρόωσης) και (vi) μείωση του βάρους των οχημάτων. Επιπλέον, υπάρχουν συστάσεις για τη βελτίωση της ανάπτυξης των οχημάτων: (i) χρήση ελαστικών χαμηλής αντίστασης κύλισης, (ii) ανακαίνιση και εκσυγχρονισμός του στόλου, (iii) προώθηση βελτιώσεων στην αεροδυναμική των οχημάτων, (iv) προληπτική συντήρηση των οχημάτων, (v) χρήση καθαρότερων πηγών ενέργειας και (vi) χρήση προσθέτων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των καυσίμων (UNECE 2013).

Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες ολοκληρωμένου αστικού σχεδιασμού προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα: μια στροφή προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς μπορεί να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές. Τα έργα για την αναβάθμιση των ποδηλατοδρόμων και των πεζοδρομίων μπορούν να προσφέρουν μεγάλες μειώσεις εκπομπών. Ο

συνδυασμός ταχείας διέλευσης με λεωφορεία και περπάτημα προσφέρει δυνατότητες για ουσιαστικό μετριασμό του CO₂ που παράγεται στις αστικές μεταφορές, μειώνοντας παράλληλα το κόστος μετακίνησης και η υιοθέτηση μιας βραχυπρόθεσμης και μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την αντιμετώπιση των εκπομπών άνθρακα είναι όλες σημαντικές βέλτιστες πρακτικές (UNECE 2013).

3.1.6. Συλλογή και μεταφορά

Η συλλογή οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη ροή αποβλήτων, επομένως απαιτούνται συγκεκριμένες δραστηριότητες συλλογής για την αποφυγή της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της εξάντλησης των πόρων που τροφοδοτείται από το παλιό μοντέλο γραμμικής οικονομίας, «make-take-use-dispose». Έτσι, υπάρχει μια ποικιλία μεθόδων συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων που ευθυγραμμίζονται με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας αυτής της δραστηριότητας γενικά περιλαμβάνει τη μείωση του αριθμού των οχημάτων και των εμπορευματοκιβωτίων που εμπλέκονται στη διαδικασία και τη βελτιστοποίηση της διαδρομής (Modoi et al, 2022).

Ένας σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με τη συλλογή και τη μεταφορά απορριμμάτων είναι η αστική κυκλοφοριακή συμφόρηση που παρεμποδίζει τη ροή του στόλου εξυπηρέτησης. Επιπλέον, η κυκλοφορία των απορριμματοφόρων μπορεί να είναι υπεύθυνη για καθυστερήσεις στη ροή της κυκλοφορίας και κατά συνέπεια να δημιουργήσει πρόσθετη συμφόρηση, ειδικά όταν διέρχεται από πολλούς κυκλικούς κόμβους προς τη χωματερή (Modoi et al, 2022).

Ένα άλλο ζήτημα είναι το οικονομικό, όπου ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί το κόστος συλλογής και μεταφοράς. Οι Economidou et al. (2015) ανέλυσαν τη συμβολή της μεταφοράς απορριμμάτων, έχοντας κατά νου την ελαχιστοποίηση της ετήσιας επένδυσης κεφαλαίου και του ετήσιου λειτουργικού κόστους ολόκληρης της αλυσίδας επεξεργασίας απορριμμάτων και λαμβάνοντας υπόψη οικονομικά κίνητρα ή αντικίνητρα, π.χ. πιθανά έσοδα από την πώληση προϊόντων ή υπηρεσιών. Όσον αφορά στα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων, οι Das και Bhattacharyya (2015) πρότειναν ένα βέλτιστο πρόγραμμα συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων που επικεντρώνεται στην ελαχιστοποίηση του μήκους της διαδρομής και στην εξέταση του κόστους και των κερδών.

Αναλύοντας τις περιβαλλοντικές πτυχές της συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων, ορισμένες μελέτες εξέτασαν παράγοντες όπως η επιλογή και η βελτιστοποίηση διαδρομής, καθώς και το μήκος διαδρομής. Αρκετές μελέτες αντιμετώπισαν επίσης την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων, ιδιαίτερα CO₂, ως σημαντικό δείκτη που πρέπει να ληφθεί υπόψη λόγω της κλιματικής αλλαγής. Οι Bektas και Laporte (2011) παρουσίασαν μια επέκταση του κλασικού προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων, με μια ευρύτερη αντικειμενική συνάρτηση που περιλαμβάνει τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, και οι Demir et al. (2011) πραγματοποίησαν μια συγκριτική ανάλυση πολλών μοντέλων εκπομπών οχημάτων για να εντοπίσουν τρόπους ελαχιστοποίησης των επιβλαβών επιπτώσεων των οδικών εμπορευματικών μεταφορών στο περιβάλλον.

Επιπλέον, ο σχεδιασμός μεταφοράς από το σημείο συλλογής των απορριμμάτων στον χώρο υγειονομικής ταφής πρέπει να δίνει ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή εκτίμηση του συνόλου του φόρτου των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων. Οι Calabrò et al. (2015) απέδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από ένα ολοκληρωμένο σύστημα που παρουσιάζει αποτελεσματική συλλογή, υψηλή ανάκτηση ενέργειας και εξαιρετικά περιορισμένη διάθεση σε ΧΥΤΑ. Υπό αυτές τις συνθήκες, οι Chi et al. (2015), π.χ., ανέλυσαν τη σημασία της χωριστής συλλογής για ολόκληρη την περιβαλλοντική απόδοση ενός συστήματος αποβλήτων και οι Pérez et al. (2017), χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία αξιολόγησης του κύκλου ζωής (LCA), παρουσίασαν έναν υπολογισμό του αντίκτυπου στην κλιματική αλλαγή που σχετίζεται με τα οχήματα συλλογής απορριμμάτων.

3.1.7. Απόβλητα και Ανακύκλωση και Εκπομπές

Στην πρόοδο προς πιο βιώσιμες αστικές πολιτικές, το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων είναι ένα θέμα με μεγάλη πρόκληση, επειδή πολλές περιοχές παγκοσμίως χρησιμοποιούν την υγειονομική ταφή ως κύρια μέθοδο διάθεσης απορριμμάτων, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, η διαχείριση των απορριμμάτων διαδραματίζει θεμελιώδη ρόλο στην κυκλική οικονομία, καθώς καθιερώνει μια διαδρομή με μακροπρόθεσμους στόχους για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων που βρίσκονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και την αύξηση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης (Kristanto et al, 2020).

Βασικός παράγοντας για τη σωστή διαχείριση των απορριμμάτων είναι η γνώση για την παραγωγή απορριμμάτων και τις τάσεις της. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τη δημιουργία απορριμμάτων από τις οδικές μεταφορές, ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός και η αστικοποίηση και η εντατική χρήση ιδιωτικών οχημάτων που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες προκαλεί σημαντική αύξηση των αποβλήτων. Υπάρχει, επιπλέον, η αυξανόμενη κατανάλωση πόρων που χρησιμοποιούνται για την πρόωση των οχημάτων και η προκύπτουσα περιβαλλοντική ρύπανση. Συγκεκριμένα, για τις οδικές μεταφορές, ο αντίκτυπος στις εκπομπές από τα οχήματα συλλογής απορριμμάτων σχετίζεται με τη βελτίωση της αποδοτικότητας των μεταφορών και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, γεγονός που θα επιτρέψει στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων να επιτύχει στόχους βιωσιμότητας (Kristanto et al, 2020).

Στον τομέα των μεταφορών, η έρευνα κύκλου ζωής εξετάζει όλες τις περιβαλλοντικά σημαντικές διεργασίες καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του οχήματος, που περιλαμβάνουν την εξόρυξη πρώτων υλών, την κατασκευή εξαρτημάτων, τη συναρμολόγηση, τη μεταφορά, τη διανομή, τη χρήση οχήματος και την επεξεργασία στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Έτσι, διαφορετικές τεχνολογίες πρόωσης, συμπεριλαμβανομένης της εσωτερικής καύσης, της υβριδικής, της plug-in υβριδικής και της 100% ηλεκτρικής, παρουσιάστηκαν σε διάφορες μελέτες που επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση του οικολογικού προφίλ των οχημάτων (Del Pero et al, 2018).

Για παράδειγμα, οι ηλεκτρικοί και οι υβριδικοί κινητήρες υπόσχονται αναδυόμενες τεχνολογίες για την προώθηση οχημάτων με δυνατότητα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές καθώς είναι πιο ενεργειακά αποδοτικοί από τους συμβατικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης. Επιπλέον, με την πλήρως ηλεκτρική πρόωση, υπάρχει μηδενική άμεση εκπομπή ρύπων, και επομένως δεν χρειάζεται εξάτμιση (Del Pero et al, 2018).

Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν επίσης σημαντικά λιγότερα εξαρτήματα από αυτά που προωθούνται από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης. Έτσι, δεν υπάρχει ανάγκη για κανενός είδους αλλαγή λαδιού, ούτε ψυκτικού νερού, ούτε σπινθηριστή, επιτρέποντας έτσι λιγότερη φθορά στα εξαρτήματα του κινητήρα του οχήματος και, κατά συνέπεια, παράταση της διάρκειας ζωής τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά δείχνουν ότι τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση για τη μείωση των εκπομπών και της παραγωγής απορριμμάτων (Manoharan et al, 2019).

Μια άλλη τεχνολογική εναλλακτική που χρησιμοποιείται για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές είναι η χρήση οχημάτων κυψελών καυσίμου υδρογόνου. Το υδρογόνο είναι ένας αποτελεσματικός φορέας καθαρής ενέργειας. Έτσι, η κυψέλη καυσίμου μπορεί να παράγει ισχύ συνεχούς ρεύματος για να οδηγεί το όχημα. Ένα πιο βιώσιμο υβριδικό όχημα μπορεί να παραχθεί ενσωματώνοντας μπαταρίες και στρατηγικές συστημάτων ελέγχου μαζί με μια κυψέλη καυσίμου υδρογόνου (Manoharan et al, 2019).

Αξίζει να σημειωθεί ότι μια επαρκής περιβαλλοντική αξιολόγηση των διαφορετικών τεχνολογιών πρόωσης (π.χ. υβριδικά, plug-in υβριδικά και 100% ηλεκτρικά οχήματα) απαιτεί διερεύνηση όλων των σταδίων κύκλου του οχήματος (παραγωγή, χρήση, επεξεργασία και απόρριψη) σε ένα ευρύ φάσμα κατηγορίες επιπτώσεων (Manoharan et al, 2019) που αντιπροσωπεύουν περιβαλλοντικά ζητήματα ανησυχίας.

Τα βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, όπως η αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο ή το βιοντίζελ, έχουν κλειστό κύκλο για τις εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου και θεωρούνται το καταλληλότερο εναλλακτικό καύσιμο για να αντικαταστήσει τη χρήση καυσίμου με βάση το πετρέλαιο. Ωστόσο, αυτός ο κλειστός κύκλος δεν λαμβάνει υπόψη τους ρύπους που δεν βασιζονται σε άνθρακα. Τα αποτελέσματα των μελετών από τους Dias et al. (2017) και Glensor et al. (2019) δείχνουν ότι η χρήση βιοκαυσίμων αύξησε τις εκπομπές NO_x. Επιπλέον, οι Moreira et al. (2018) συμπέραναν ότι η αύξηση του βιοντίζελ που αναμιγνύεται με το ντίζελ αυξάνει τις εκπομπές τοξικών στοιχείων που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία.

Οι πολιτικές που προσανατολίζονται στην εφαρμογή πρακτικών ανακύκλωσης είναι επίσης σημαντικές, όπως ο νόμος ανακύκλωσης οχημάτων και εξαρτημάτων στην Ιαπωνία, που δημιουργήθηκε για την προώθηση της συλλογής και ανάκτησης απορριμμάτων από κατασκευαστές και εισαγωγείς οχημάτων σε μια διαδικασία ανακύκλωσης, καθώς και για την εφαρμογή τελών ανακύκλωσης που πρέπει να καταβάλλονται από ιδιοκτήτες οχημάτων, δημιουργώντας ένα νέο σύστημα ανακύκλωσης για τη σωστή επεξεργασία και διάθεση των οχημάτων και των εξαρτημάτων και την αποτελεσματική χρήση τους ως πόρους (Zhao et al, 2011).

Συνολικά, οι κύριες διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από τα οχήματα προέρχονται από την απόσταση μεταξύ μιας μονάδας αποσυναρμολόγησης και της

μονάδας ανακύκλωσης και τη φύση των εξαρτημάτων του οχήματος, όπως η μάζα του κινητήρα, το ρεζερβουάρ καυσίμου, τα εξαρτήματα, τα ελαστικά, οι τροχοί και η μπαταρία. Συγκεκριμένα, για τα εξαρτήματα του οχήματος, ο ρυθμός ανακύκλωσης μπορεί να βελτιωθεί ακολουθώντας τις τεχνικές διαχωρισμού και επιλογής υλικού. Οι Ferrão και Amaral (2006) ανέφεραν ότι ο διαχωρισμός 68 εξαρτημάτων, που ισοδυναμεί με 14% της μάζας του οχήματος και αντιστοιχεί σε ποσοστό ανακύκλωσης άνω του 80%, απαιτεί συνολικό χρόνο περίπου μία ώρα ανά όχημα και δύο εργαζόμενους αφοσιωμένους στον διαχωρισμό των εξαρτημάτων. Επιπλέον, μπορούν να υιοθετηθούν σταδιακά μέτρα ρύθμισης-στόχων για μια πιο αποτελεσματική διαδικασία ανακύκλωσης, όπως ο καθορισμός ποσοστού ανάκτησης οχημάτων (Šomplák et al, 2019).

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Soo et al. (2016), η διαδικασία ανάκτησης χάλυβα μέσω ανακύκλωσης και καθαρισμού είναι υπεύθυνη για την αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής του υλικού κατά 68%. Αυτό δείχνει ότι ακόμη και το βήμα της ανακύκλωσης στη διαχείριση των απορριμμάτων μπορεί να συμβάλει στην κλιματική αλλαγή και ότι οι επενδύσεις θα πρέπει να κατευθύνονται σε νέες τεχνολογίες για την ανάκτηση υλικών.

Για την επίλυση ή τουλάχιστον την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων από την παραγωγή αποβλήτων και την τόνωση των διαδικασιών πρόληψης, ανακύκλωσης, ανάκτησης ενέργειας και υλικών στη διάθεσή τους, είναι απαραίτητο να προωθηθεί ο σχεδιασμός σε όλο το σύστημα εντός της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της κατάλληλης επεξεργασίας απορριμμάτων και ο ορισμός δομής συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων. Αυτό θα μπορούσε να προωθήσει την αποτελεσματικότητα για τη μείωση τόσο του συνολικού κόστους του συστήματος όσο και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με βάση δράσεις για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων που σχετίζονται με την ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων, όπως η μέθοδος που προτείνεται από τους Šomplák et al. (2019).

3.1.8. Απόρριψη και επεξεργασία

Η έρευνα και η ανάλυση της πραγματικής κατάστασης της διαχείρισης των απορριπτόμενων οχημάτων είναι επίσης σημαντική. Ως τέτοιο ορίζεται ένα όχημα που απορρίπτεται από τον εγγεγραμμένο ιδιοκτήτη του ως απόβλητο. Υπάρχουν δύο απώλειες που συνδέονται με την απουσία σωστής ανακύκλωσης και την τοποθέτηση όλων των απορριμμάτων σε χωματερές:

κόστος διάθεσης και κόστος μη πώλησης αυτών . Για τα οχήματα και τη διαχείριση της διάθεσης υπολειμμάτων λαδιού, μπορούν να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν εθνικές κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμοί ως μέσο μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Dri et al, 2018).

Επιπλέον, η ανάπτυξη κανονισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βέλτιστη πρακτική για την απαγόρευση των παράνομων καναλιών συλλογής απορριμμάτων και ανεπαρκούς διάθεσης και για να επιτραπεί στους κατασκευαστές που ευθυγραμμίζονται με τις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης να ανακυκλώνουν τα προϊόντα τους και τα προϊόντα των ανταγωνιστών [26]. Παραθέτοντας ένα παράδειγμα ρύθμισης στον τομέα των μεταφορών, η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/53/EK (EU, 2019) έχει ως σκοπό τη μείωση των απορριμμάτων που προέρχεται από την απόρριψη και θέτει στόχους για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση στο τέλος του κύκλου ζωής των οχημάτων .

Περίπου το 75% των εξαρτημάτων του οχήματος είναι ανακυκλώσιμα, ιδιαίτερα τα μέταλλα, συμπεριλαμβανομένου του αλουμινίου, ενώ το 25% χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα. Στην Ευρώπη, η κύρια δραστηριότητα του συστήματος ανακύκλωσης οχημάτων είναι η ανακύκλωση μετάλλων. Στην Ιαπωνία, η ανακύκλωση αυτοκινήτων έχει φτάσει το 95%. Στην Κίνα, όπου η εστίαση είναι κυρίως στην ανάκτηση και ανακύκλωση μετάλλων, το ποσοστό είναι μικρότερο από 70%. Σε αναδυόμενες χώρες, όπως η Βραζιλία, μόνο το 1,5% του στόλου που εγκαταλείπει την κυκλοφορία ανακυκλώνεται (Karagoz et al, 2020).

Είναι σημαντικό να καθιερωθεί η διαχείριση των απορριπτόμενων οχημάτων για την αποφυγή της περιβαλλοντικής ρύπανσης και την ανάκτηση χρήσιμων υλικών, κυρίως μετάλλων. Τα υγρά και τα επικίνδυνα εξαρτήματα, όπως οι μπαταρίες, πρέπει να αφαιρούνται, να επαναχρησιμοποιούνται και να ανακυκλώνονται. Σε αντίθεση με τα μέταλλα, τα οποία μπορούν εύκολα και επικερδώς να ταξινομηθούν, τα μη μεταλλικά υπολείμματα, γνωστά ως «υπολείμματα τεμαχισμού αυτοκινήτων» (ASR), καταλήγουν σε χωματερές σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Μετά τα μέταλλα, τα πλαστικά είναι το πιο χρησιμοποιούμενο υλικό οχημάτων και αποτελούν το 7–9,3% της μάζας του οχήματος. Το ποσοστό πλαστικού αυξάνεται στα νεότερα οχήματα. Τα οχήματα αποσυναρμολογούνται σε εγκαταστάσεις τεμαχισμού που ανακτούν ορισμένα υλικά και παράγουν επίσης ASR. Το ASR περιέχει πλαστικά, καουτσούκ, υφάσματα και ίνες, ξύλο και γυαλί, τα οποία δεν μπορούν να ανακυκλωθούν και αντιπροσωπεύουν το 20-25% της μάζας του οχήματος. Το ASR μπορεί να ταξινομηθεί ως βαρύ ή ελαφρύ με το δεύτερο να περιλαμβάνει περίπου το 75%

του συνολικού ASR. Λόγω της ετερογένειας των ουσιών του, το ASR πρέπει να χαρακτηρίζεται πριν ανακτηθεί (Mancini et al, 2020).

Για την αντιμετώπιση αυτής της ανάγκης, αναπτύχθηκε και πραγματοποιήθηκε στην Ιταλία μια δοκιμαστική εκστρατεία τεμαχισμού το 2008, με στόχο την επαλήθευση της επιτεύξιμης παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας ανάκτησης ενέργειας της αντίστροφης αλυσίδας εφοδιασμού με προσεκτική εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών αποσυναρμολόγησης. Στον τελικό διαχωρισμό των μετάλλων και πριν από την αυτόματη σύνθλιψη, διαπιστώθηκε ότι το 8% των μετάλλων και το 40% των πολυμερών θα μπορούσαν ακόμη να ανακτηθούν και, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί αυτή η απόδοση, απαιτείται μεγαλύτερη τυποποίηση στη διαδικασία αποσυναρμολόγησης και επίσης στη τεχνολογίες που υιοθετήθηκαν (Mancini et al, 2020).

Σύμφωνα με τους Vermeulen et al. (2011), η ενέργεια μπορεί να ανακτηθεί από τη θερμότητα που δημιουργείται κατά την αποτέφρωση των εύφλεκτων αποβλήτων. Η αποτέφρωση ως λύση για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων είναι συχνά η προτιμώμενη επιλογή σε χώρες που δεν διαθέτουν χώρο για διάθεση απορριμμάτων, ειδικά σε ανεπτυγμένες χώρες όπως η Ελβετία, η Ιαπωνία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Σουηδία και η Δανία. Ωστόσο, η αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων δεν είναι βιώσιμη σε αυτούς τους χώρους. Το ASR θεωρείται επικίνδυνο υλικό στην Ευρώπη εάν έχει ταξινομηθεί ως περιέχον επικίνδυνες ουσίες και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάκτηση ενέργειας, εκτός από την περίπτωση που χρησιμοποιείται επεξεργασία καυσαερίων για την αποφυγή της εκπομπής επικίνδυνων ρύπων. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος του ASR στην Ευρώπη εξακολουθεί να αποδίδεται εις χέρσο (σε ΧΥΤΑ) (Vermeulen et al. 2011).

Ορισμένα μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη βιωσιμότητας της ανακύκλωσης απορριπτόμενων οχημάτων παρουσιάστηκαν από τους Berzi et al. (2013). Οι συγγραφείς πρότειναν στόχους για την αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης-ανάκτησης και, κατά συνέπεια, τη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων για διάθεση και επεξεργασία, μέσω των ακόλουθων στόχων: μείωση της παραγωγής αποβλήτων, ιδιαίτερα επικίνδυνων αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένης της καινοτομίας στον σχεδιασμό του οχήματος και της απαγόρευσης της χρήσης βαρέων μετάλλων, όπως ο υδράργυρος και το κάδμιο), διαθεσιμότητα κοντινών εγκαταστάσεων συλλογής (συμπεριλαμβανομένης της αποστολής του οχήματος σε εξουσιοδοτημένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας)· και ανακατασκευή/επισκευή των απορριπτόμενων οχημάτων. Αυτό περιλαμβάνει αξιόπιστη αποθήκευση για την αποφυγή

περιβαλλοντικής ρύπανσης, αποσυναρμολόγηση (επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση), χρήση τυπικής κωδικοποίησης για υλικά και διάθεση πληροφοριών αποσυναρμολόγησης οχημάτων και διαμόρφωση συστημάτων αναφοράς και πληροφοριών.

3.2 Τουρισμός

Ο τουρισμός είναι μια εγγενώς επεκτατική οικονομία, που οικειοποιείται και κατασκευάζει συνεχώς εμπειρίες και υπηρεσίες (Xie, 2015). Καθορίζοντας τις μελλοντικές προοπτικές για τα ταξίδια και τον τουρισμό, με 2 δισεκατομμύρια τουρίστες (UNWTO, 2011) ή περισσότερα από 280 εκατομμύρια νοικοκυριά να ταξιδεύουν διεθνώς μέχρι το 2030 (Visa Study, 2016) θα υπάρχουν διπλάσιοι τουρίστες στους πιο δημοφιλείς τουριστικούς προορισμούς, καθώς αυξάνεται ο παγκόσμιος πληθυσμός ταυτόχρονα.

Με άλλα 2,5 δισεκατομμύρια παγκόσμιους καταναλωτές να αναμένεται να ενταχθούν στη μεσαία τάξη μέχρι το 2030 (Visa Study, 2016) θα υπάρχει επίσης μια αυξανόμενη ζήτηση για την «κομψή διαβίωση» ως τάση στα ταξίδια και τον τουρισμό. Φυσικά, η ανταπόκριση στις αναδυόμενες ανάγκες της μεσαίας τάξης δεν θα πρέπει να έχει το κόστος της πρόσθετης χρήσης των φυσικών πόρων. Όπως κάθε άλλη βιομηχανία, ο τουρισμός καθοδηγείται από τις δυνάμεις της αγοράς ζήτησης και προσφοράς. Για να αλλάξει η προσφορά και να γίνει βιώσιμη σε κάθε επίπεδο, η ζήτηση θα πρέπει επίσης να γίνει βιώσιμη. Αυτό σημαίνει την ανάγκη καταβολής περισσότερων προσπάθειών για την εκπαίδευση των καταναλωτών πώς να ταξιδεύουν με καλύτερο και πιο υπεύθυνο τρόπο και να καταστούν μέρος αυτής της σημαντικής στροφής προς τον αειφόρο και κυκλικό τουρισμό.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν νέες τάσεις στον τουρισμό που δεν πρέπει να αγνοηθούν. Η ζήτηση για την παροιμιώδη «τοπική αυθεντική ταξιδιωτική εμπειρία» διαπερνά κάθε τομέα της φιλοξενίας και του τουρισμού και οδηγεί τις μεγάλες ξενοδοχειακές εταιρείες να αναπτύξουν νέα brands και πιο εξελιγμένες συνεργασίες, νέες πρωτοβουλίες μάρκετινγκ και branding και νέα επιχειρηματικά μοντέλα για να διαφοροποιηθούν και να προσφέρουν εμπειρίες που «βυθίζουν» τους επισκέπτες στις τοπικές κοινωνίες (Skift, 2013). Αυτό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί περαιτέρω και να ενσωματωθεί στην τουριστική ανάπτυξη μέσω κατάλληλων πολιτικών, μηχανισμών υποστήριξης και δραστηριοτήτων μάρκετινγκ και επωνυμίας.

3.2.1 Επαναχρησιμοποίηση παλαιών κτιρίων και ερειπωμένων χώρων για πιο αυθεντικές τουριστικές εγκαταστάσεις

Η σύνδεση της οικονομίας και της αυθεντικότητας με την κοινότητα είναι καθοριστική για την ανάπτυξη του τουρισμού (Xie, 2015). Ένα από τα πιο επιτακτικά οφέλη του τουρισμού είναι το εύρος των θετικών οικονομικών επιπτώσεων που γίνονται δυνατά με τη χρήση της τοπικής ιστορίας και κληρονομιάς. Ο μετασχηματιστικός αντίκτυπος του τουρισμού στις τοπικές κοινότητες αναζωογονεί επίσης τους τοπικούς πολιτισμούς, των οποίων η ταυτότητα έχει αποδυναμωθεί λόγω της ερήμωσης (Xie, 2015). Αυτό είναι ένα κοινό ζήτημα που προκύπτει από την αυξανόμενη διαδικασία αστικοποίησης παγκοσμίως. Η ερήμωση των μικρών πόλεων και χωριών, μαζί με άλλες αρνητικές επιπτώσεις έχει οδηγήσει σε αυξανόμενο αριθμό εγκαταλελειμμένων κτιρίων και ερημωμένων χώρων. Τέτοιοι χώροι και δομές θα μπορούσαν να ξαναζωντανέψουν και να μεταμορφωθούν για τουριστική χρήση. Η διαδικασία μετασκευής παλαιών κτιρίων για νέες χρήσεις, η οποία επιτρέπει στις κατασκευές να διατηρούν την ιστορική τους ακεραιότητα ενώ ικανοποιούν τις ανάγκες των σύγχρονων ενοίκων, ονομάζεται προσαρμοστική επαναχρησιμοποίηση (Dave and Clark, 2008). Είναι ουσιαστικά η ανακύκλωση ενός κτιρίου (Ijila and Brostrom 2015).

Η προσαρμοστική επαναχρησιμοποίηση μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην κάλυψη της αυξανόμενης ανάγκης νέων τουριστικών εγκαταστάσεων. Μια τέτοια προσέγγιση τείνει να επικεντρώνεται σε μοναδικά χαρακτηριστικά, καθώς ένας αυξανόμενος αριθμός τουριστών δίνει σημαντική αξία στις πρωτότυπες πτυχές των τόπων που επισκέπτονται. Ο μετασχηματισμός των υφιστάμενων κτιρίων και η παροχή νέων λειτουργιών δεν είναι νέο φαινόμενο. Στο παρελθόν τα κτίρια προσαρμόστηκαν για να ταιριάζουν στις μεταβαλλόμενες ανάγκες των ανθρώπων. Παρόλο που αυτές οι αλλαγές έγιναν για πραγματιστικούς λόγους, αυτή η πρακτική θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένας τρόπος που αυτά τα κτίρια παρέμειναν διατηρημένα για τους ντόπιους με ένα επιπλέον στρώμα τοπικής αυθεντικότητας πάνω τους. Σήμερα, τα κτίρια έχουν την ικανότητα να συνεισφέρουν σημαντικά σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον για τον πλανήτη (Ίδρυμα Lafarge Holcim, 2015). Περίπου το 50% όλων των μη ανανεώσιμων πόρων που καταναλώνουν οι άνθρωποι χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, καθιστώντας την μια από τις λιγότερο βιώσιμες βιομηχανίες στον κόσμο.

Η πολιτική προσαρμοστικής επαναχρησιμοποίησης θα μπορούσε να λειτουργήσει ως αναπόσπαστο εργαλείο τοπικής αναγέννησης και βιωσιμότητας. Οι τοπικές κυβερνήσεις μπορούν να προστατεύσουν το περιβάλλον τους με την προσαρμοστική επαναχρησιμοποίηση, καθώς τέτοια έργα παράγουν πολύ λιγότερα απόβλητα από τις νέες κατασκευές. Η επαναχρησιμοποίηση υπαρχόντων κτιρίων εξοικονομεί ενέργεια και μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αποφεύγοντας νέες κατασκευές και εκτρέπει τα απόβλητα κατεδάφισης από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η κατασκευή και η κατεδάφιση αντιπροσωπεύουν το ένα τέταρτο της παραγωγής απορριμμάτων (OECD, 1997). Ο ΟΟΣΑ εκτιμά επίσης ότι τα κτίρια στις ανεπτυγμένες χώρες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το σαράντα τοις εκατό της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια της ζωής τους (συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής πρώτων υλών, της κατασκευής, της λειτουργίας, της συντήρησης και του παροπλισμού) (OECD, 2002).

Όπως αναφέρεται από το ενημερωτικό δελτίο του Εθνικού Καταπιστεύματος για την Ιστορική Διατήρηση των ΗΠΑ – χρειάζονται περίπου 65 χρόνια για ένα ενεργειακά αποδοτικό νέο κτίριο ώστε να εξοικονομήσει την ποσότητα ενέργειας που χάνεται κατά την κατεδάφιση ενός υπάρχοντος κτιρίου. Η προσαρμοστική επαναχρησιμοποίηση δεν χρειάζεται να περιλαμβάνει ένα σημαντικό κομμάτι αρχιτεκτονικής για να είναι επιτυχής (Ijila και Brostrom 2015). Ταυτόχρονα, αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να αποτελέσει εργαλείο για την αναζωογόνηση των ερημωμένων περιοχών, δημιουργώντας ταυτόχρονα πολύτιμους κοινοτικούς πόρους από μια μη παραγωγική ιδιοκτησία και να χρησιμεύσει ως καταλύτης για την περαιτέρω οικονομική και τουριστική ανάπτυξη. Όσον αφορά τη βιωσιμότητα, η σημασία του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος ως οικονομικό, κοινωνικό και πολιτιστικό κεφάλαιο δεν πρέπει να χαθεί. Αυτού του είδους τα επαναχρησιμοποιημένα κτίρια βάζουν στο κοινό «κρυμμένους θησαυρούς» τονώνοντας την κοινωνική παρουσία και το μάρκετινγκ από στόμα σε στόμα.

Ένα παράδειγμα επαναχρησιμοποίησης παλαιών και ιστορικών κτιρίων για τουριστικές εγκαταστάσεις είναι το ισπανικό Paradores. Έχοντας ιδρυθεί από τον Alfonso XIII για την προώθηση του τουρισμού σε ολόκληρη την Ισπανία, τα Paradores είναι εξαιρετικά ως ιδέα για την προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς και τη δημιουργία θέσεων εργασίας σε περιοχές εκτός της πεπατημένης διαδρομής. Αυτή η δημόσια αλυσίδα ξενοδοχείων και εστιατορίων αποτελείται από 94 εγκαταστάσεις, μερικά από τα οποία σε κάστρα, μοναστήρια και μοναστήρια, παλάτια,

ιστορικούς χώρους και τοπικές κατασκευές. Ένα τέτοιο πολυτελές κατάλυμα γίνεται και βιώσιμο. Τα Paradores έχουν διατηρήσει την αυθεντικότητα, την αίσθηση του τόπου και την αρχιτεκτονική ακεραιότητα, ενώ είναι ευαίσθητα στο περιβάλλον (Giles, 2014).

Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού Ωκεανού, τα Historic Hotels of America είναι το επίσημο πρόγραμμα του National Trust for Historic Preservation για την αναγνώριση των καλύτερων ιστορικών ξενοδοχείων. Το Historic Hotels of America διαθέτει περισσότερα από 295 ιστορικά ξενοδοχεία που έχουν διατηρήσει την αυθεντικότητα, την αίσθηση του τόπου και την αρχιτεκτονική τους ακεραιότητα. Το Historic Hotels of America αποτελείται ως επί το πλείστον από ανεξάρτητες και λειτουργούσες ιδιοκτησίες, με περισσότερα από 30 από τα καλύτερα εμπορικά σήματα και αλυσίδες φιλοξενίας στον κόσμο να αντιπροσωπεύονται στη συλλογή του. Μερικά από τα ιστορικά ξενοδοχεία είναι έργα προσαρμοστικής επαναχρησιμοποίησης που περιλάμβαναν τη μετατροπή μέρους ή του συνόλου ενός ιστορικού κτιρίου σε ξενοδοχείο. Παραδείγματα περιλαμβάνουν κτίρια που χτίστηκαν αρχικά ως θέατρα, στρατώνες, ταχυδρομεία, κτίρια γραφείων, ιδιωτικές κατοικίες, αγροικίες, κτίρια κατοικιών, εργοστάσιο σοκολάτας, βιοτεχνίες αργυροχοΐας και στούντιο κινηματογράφου.

Ένα παράδειγμα του πώς ένα επαναχρησιμοποιημένο βιομηχανικό κτίριο θα μπορούσε να μετατρέψει μια κοινότητα που εξαρτάται από ορυκτά καύσιμα σε έναν νέο ακμάζοντα τουριστικό προορισμό είναι το ανθρακωρυχείο Stara Kopalnia στο Walbrzych της Πολωνίας. Αυτό το ανθρακωρυχείο ήταν ενεργό από το 1770 έως το 1996 και είχε δημιουργήσει μια πυρετώδη οικονομία σε όλη την τοπική κοινωνία. Μετά το κλείσιμό του ανακαινίστηκαν 11 από τα κτίριά του. Το 2014 ήταν η χρονιά έναρξης λειτουργίας του σύγχρονου κέντρου Stara Kopalnia - ένα μέρος για τουρισμό, πολιτισμό, τέχνες, μάθηση και εκπαίδευση στο άλλοτε βιομηχανικό Walbrzych. Αποτελεί πλέον σημαντικό πόλο έλξης στην περιοχή για τουρίστες και προσφέρει στους ντόπιους ευκαιρίες απασχόλησης, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

3.2.2 Μείωση υλικότεχνικού και περιβαλλοντικού κόστους σε ξενοδοχεία και εστιατόρια

Τα συστήματα τροφίμων βρίσκονται στο επίκεντρο της Ατζέντας 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (UN, 2015) και στο πλαίσιο της η τοπική παραγωγή είναι τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά επωφέλης για τους προορισμούς. Τα τρόφιμα διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό

ρόλο στην ανάπτυξη των τουριστικών υπηρεσιών, καθώς συχνά αποτελούν το 30% ή περισσότερο των τουριστικών δαπανών. (OECD 2012).

Έχοντας κατά νου ότι περίπου το 30 τοις εκατό των τροφίμων που παράγονται σπαταλιέται, σύμφωνα με εκτιμήσεις του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO, 2011), το 20 τοις εκατό εκ των οποίων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, υπάρχει αρκετός χώρος για τις επιχειρήσεις να εξοικονομήσουν χρήματα, ενώ επίσης συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη γεωργία και τις μεταφορές (Journal of Cleaner Production, 2017). Ταυτόχρονα, η ζήτηση των πελατών για τρόφιμα βιώσιμης προέλευσης δεν ήταν ποτέ ισχυρότερη, καθώς η εμπιστοσύνη στις πηγές τροφίμων συνδέεται ολοένα και περισσότερο με την έννοια της βιώσιμης και τοπικής προμήθειας – οι πελάτες θέλουν να γνωρίζουν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την προέλευση των τροφίμων (Green Hotelier,, 2013).

Ο τομέας του τουρισμού θα μπορούσε να επωφεληθεί από τη συμμετοχή τοπικών παραγωγών και κοινοτήτων, κάτι που προσθέτει αξία και αυθεντικότητα στους προορισμούς, καθιστώντας τους πιο ελκυστικούς. Το τοπικό φαγητό προσελκύει ταξιδιώτες και συμβάλλει στην τουριστική εμπειρία, υποδεικνύοντας τις δυνατότητες μάρκετινγκ για τις βιομηχανίες φιλοξενίας, τις τουριστικές επιχειρήσεις και την περιφερειακή ανάπτυξη. (P. Björk, H.Räisänen, 2016) Το φαγητό είναι ένα ολοένα και πιο σημαντικό μέρος των τουριστικών εμπειριών και οι διατροφικές κουλτούρες σε όλο τον κόσμο αποτελούν πλούσια πηγή πολιτιστικής, οικονομικής και κοινωνικής ποικιλομορφίας. Αλλά με πιο παγκοσμιοποιημένα τρόφιμα απειλείται η αυθεντικότητα των εμπειριών (Food and theτουριστική εμπειρία, ΟΟΣΑ 2012).

Πολλά ξενοδοχεία έχουν ήδη παρουσιάσει τοπικά προϊόντα στις προσφορές τους. Η AccorHotels, η οποία περιλαμβάνει τις αλυσίδες Pullman, Sofitel, Novotel, Mercure και Ibis, σκοπεύει να «μειώσει τη σπατάλη τροφίμων κατά 30%, ιδίως μέσω της τοπικής προμήθειας τροφίμων». Το πρόγραμμα Responsible Business του Ομίλου InterContinental Hotels ενθαρρύνει τα ξενοδοχεία να χρησιμοποιούν προϊόντα και υπηρεσίες φιλικά προς το περιβάλλον και τοπικής προέλευσης. Το 2015 η Hilton ενημέρωσε την Πολιτική Υπεύθυνης Προμήθειας για να υποστηρίξει μια μακροπρόθεσμη βιώσιμη προσφορά αντιμετωπίζοντας γνωστά επιχειρηματικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα. Το Όραμα Περιβαλλοντικής Αειφορίας 2020 της Hyatt δίνει επίσης έμφαση στη στήριξη των τοπικών οικονομιών.

3.2.3 Αποτελεσματική ανακύκλωση και διαχείριση απορριμμάτων σε πιο τοπικό επίπεδο

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της μελλοντικής βιώσιμης ανάπτυξης θα είναι η διαχείριση των απορριμμάτων. Η διαχείριση των απορριμμάτων στον τουρισμό είναι σημαντική για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεών τους. Ο ταχέως αυξανόμενος αριθμός τουριστών, που θα παράγει όλο και περισσότερα στερεά και υγρά απόβλητα, αναπόφευκτα θα ασκήσει πίεση στα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων των τοπικών κοινωνιών. Τα απόβλητα δεν έχουν μόνο άμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και έμμεσες επιπτώσεις, απειλώντας την υγεία των κατοίκων της περιοχής. Περισσότερο από το 70 % όλων των απορριμμάτων είναι βιομάζα και τα ξενοδοχεία και τα εστιατόρια θεωρούνται κύρια πηγή αυτών των αποβλήτων βιομάζας. Η βιομάζα είναι ογκώδης και σχετικά ακριβή στη μεταφορά, γι' αυτό τείνει να αποθηκεύεται τοπικά.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τον τομέα της φιλοξενίας εξακολουθεί να είναι η σπατάλη τροφίμων. Σύμφωνα με μια μελέτη, που έγινε από τον Bohdanowicz (2005) περίπου το 20% όλων των απορριμμάτων σε ξενοδοχεία και εστιατόρια είναι απόβλητα τροφίμων. Το εκτιμώμενο μέσο κόστος της αποφυγής σπατάλης τροφίμων για τις επιχειρήσεις είναι 0,52 £ ανά γεύμα (WRAP, 2014). Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν τη σημαντική οικονομική επίδραση της σπατάλης τροφίμων στις επιχειρήσεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα απόβλητα τροφίμων έχουν πραγματικά τεράστιο αντίκτυπο στην περιβαλλοντική και οικονομική βιωσιμότητα. Ο παγκόσμιος όγκος σπατάλης τροφίμων ανά έτος εκτιμάται ότι είναι 1,3 δισεκατομμύρια τόνοι και οι άμεσες οικονομικές συνέπειες για τους παραγωγούς σπατάλης τροφίμων (εξαιρουμένων των ψαριών και των θαλασσινών) ανέρχονται σε 750 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως (FAO, 2013). Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) εκτίμησε επίσης ότι το αποτύπωμα άνθρακα των σπατάλης τροφίμων ισοδυναμεί με 3,3 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα απόβλητα τροφίμων προσελκύουν την προσοχή διεθνώς. Οι Ηνωμένες Πολιτείες σχεδιάζουν να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων τους κατά 50 τοις εκατό έως το 2030 και η Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδιάζει να κάνει το ίδιο έως το 2020. Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, η Στρατηγική Ευρώπη 2020 απαιτεί την εξεύρεση νέων τρόπων για την ελαχιστοποίηση της σπατάλης, την αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων,

βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, διαχείρισης και επιχειρηματικών μεθόδων και βελτίωση των logistics.

Η εύρεση καινοτόμων λύσεων για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων θα είναι ο δρόμος για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να είναι οι πρώτες που θα δουν τις ευκαιρίες και τα οικονομικά οφέλη από τη μείωση των απορριμμάτων και τον επαναπροσανατολισμό των δραστηριοτήτων τους σε μια καλύτερη χρήση αυτού που αρχικά πετάχτηκε στους κάδους. Η ανακύκλωση των απορριμμάτων, καθώς και η πρόληψη των απορριμμάτων, θα πρέπει να προωθηθεί περαιτέρω στον τουρισμό, μετατρέποντας τα απόβλητα σε χρήσιμους πόρους. Στην εποχή των τεχνολογιών, είναι ευκολότερο να βρεθεί το καταλληλότερο λογισμικό ή εφαρμογή για τη μέτρηση των απορριμμάτων και με αυτόν τον τρόπο την καλύτερη διαχείρισή τους.

Μια νέα τάση που υποστηρίζει την ιδέα της ενσωμάτωσης συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων στον τομέα της φιλοξενίας είναι η πλατφόρμα Zero Waste. Εξ ορισμού, *«Μηδενικά Απόβλητα σημαίνει σχεδιασμό και διαχείριση προϊόντων και διεργασιών για τη μείωση του όγκου και της τοξικότητας των αποβλήτων και των υλικών, τη διατήρηση και ανάκτηση όλων των πόρων και όχι την καύση ή την ταφή τους»*. Υπάρχουν όλο και περισσότερα ξενοδοχεία Zero Waste παγκοσμίως - ένα σημάδι ότι τα περιβαλλοντικά διαπιστευτήρια γίνονται ολοένα και πιο σημαντικά και για τους καταναλωτές. Μαζί με άλλα οφέλη, αυτή η πλατφόρμα διαχείρισης απορριμμάτων συμβάλλει στη διαφοροποίηση της επωνυμίας.

Η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων δεν σταματά στην επιλογή του σωστού λογισμικού ή στην αγορά των απαραίτητων εγκαταστάσεων. Για να είναι επιτυχημένο οποιοδήποτε πρόγραμμα μείωσης ή ανακύκλωσης, πρέπει να δεσμευτεί το προσωπικό (Green Hotelier, 2013). Οι συνήθειες δεν αλλάζουν γρήγορα. Τα μέλη του προσωπικού πρέπει να ενδιαφέρονται πραγματικά για τα αποτελέσματα και να εργάζονται συντονισμένα για την πρόληψη των απωλειών.

Ένα παράδειγμα ψηφιακού προϊόντος που αναπτύχθηκε για την παρακολούθηση και τη μέτρηση των απορριμμάτων στον τομέα της φιλοξενίας είναι το σύστημα που δημιουργήθηκε από την εταιρεία Winnow με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο (Winnow, 2016). Αυτό το σύστημα δεσμεύει τους υπαλλήλους να ελέγχουν σε μια οθόνη κάθε απόβλητο που τοποθετούν σε έναν κάδο

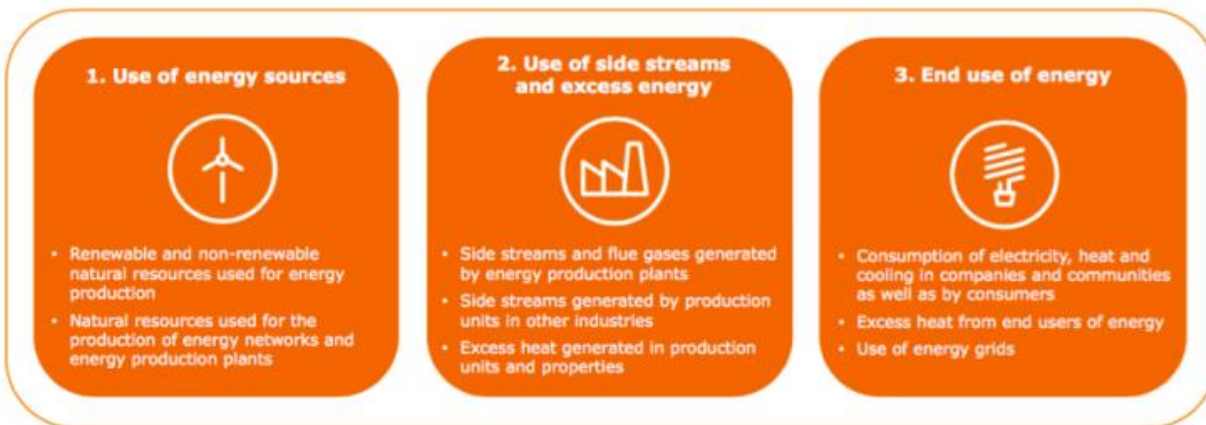
ανακύκλωσης. Η ποσότητα των απορριμμάτων στους κάδους απορριμμάτων τροφίμων μετράται σε καθημερινή βάση. Υπάρχουν επίσης δεδομένα σχετικά με το είδος των τροφίμων που συλλέγονται και τον λόγο. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τα εστιατόρια και τα ξενοδοχεία να προετοιμάζονται και να παράγουν πιο αποτελεσματικά και να ελαχιστοποιούν τη σπατάλη τροφίμων που μένουν επανειλημμένα χωρίς κατανάλωση από τους καταναλωτές.

Ένα καλό παράδειγμα συνεργατικών ενεργειών σε εθνικό επίπεδο είναι η εθελοντική συμφωνία Hospitality and Food Service για τον περιορισμό των απορριμμάτων τροφίμων και των σχετικών συσκευασιών και την αύξηση της ανακύκλωσης – που ξεκίνησε από τις τέσσερις κυβερνήσεις του Ηνωμένου Βασιλείου και το WRAP. Πάνω από 100 εταιρείες, που αντιπροσωπεύουν το 19% του κλάδου της φιλοξενίας και των υπηρεσιών εστίασης στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν υπογράψει αυτήν τη συμφωνία.

3.3 Ενέργεια

Η προσέγγιση της Κυκλικής Οικονομίας στο ενεργειακό σύστημα αποτελείται από σχέδια, διαδικασίες και λύσεις που μεγιστοποιούν την αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων για την παραγωγή ενέργειας, την τελική χρήση ενέργειας, την περίσσεια ενέργειας και τα πλευρικά ρεύματα. Η ενέργεια αποτελεί ουσιαστικό μέρος ενός βιώσιμου οικονομικού συστήματος, καθώς επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση υλικών. Η κυκλική οικονομία στον κλάδο της ενέργειας προωθείται από τη συνέργεια μεταξύ βιομηχανιών και επιχειρήσεων, καθώς και από υπηρεσίες που μειώνουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας (Deloitte Oy, 2018).

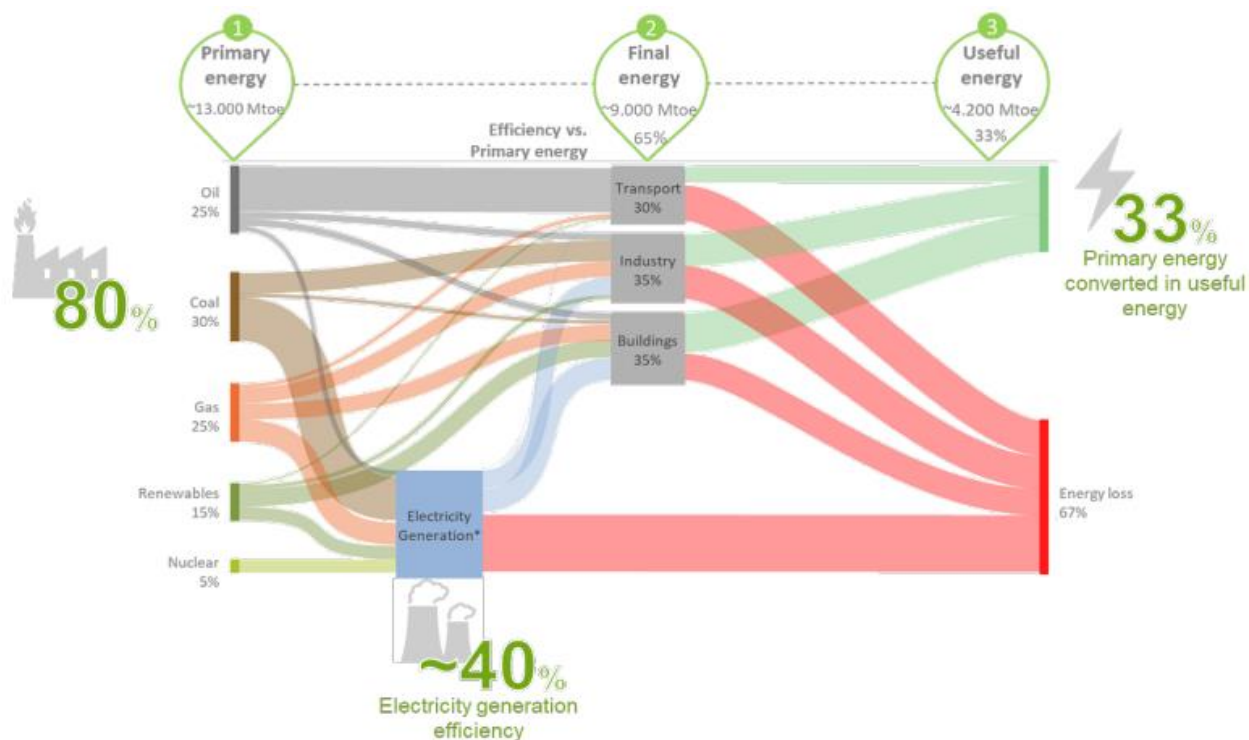
Η Deloitte Oy, στη δημοσιευμένη μελέτη της «Κυκλική Οικονομία στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας» το 2018, χαρακτήρισε την Κυκλική Οικονομία στο πλαίσιο του ενεργειακού τομέα, «ως πηγή έμπνευσης για την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών ευκαιριών που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το ανανεώσιμο αέριο, ενεργειακή απόδοση, και αποκεντρωμένη παραγωγή, καθώς και να τους προετοιμάσει για τη μείωση της διαθεσιμότητας των πρώτων υλών και την αύξηση των τιμών τους». Επιπλέον, έχουν ορίσει τρία κύρια πεδία δραστηριότητας που παρουσιάζονται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8 Τα στοιχεία προς βελτιστοποίηση στο σύστημα παραγωγής μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας (Deloitte Oy, 2018)

Επίσης, ως παράδειγμα βελτιστοποίησης του ενεργειακού συστήματος, υπάρχει μια σειρά ευκαιριών για την ανάπτυξη του κλάδου με βιώσιμο τρόπο. Η κοινωνία μας εξαρτάται πλήρως από την κατανάλωση ενέργειας. Βασικά όλες οι παραγωγικές μας διαδικασίες, οι συνήθειες της ζωής μας και η δραστηριότητά μας εξαρτώνται, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, από την κατανάλωση ενέργειας. Καθώς ο παγκόσμιος πλούτος αυξάνεται, τόσο αυξάνεται η ανάγκη για ενέργεια στην κοινωνία μας. Αυτό σημαίνει ότι η πίεση στα παραγωγικά μέσα που συντηρούν την παραγωγή και τη χρήση ενέργειας στον κόσμο δεν σταματά να αυξάνεται. Οι προσπάθειες για την αύξηση της απόδοσης επιτυγχάνουν μια αποσύνδεση μεταξύ ανάπτυξης και κατανάλωσης ενέργειας στις πιο ανεπτυγμένες κοινωνίες. Όμως, ακόμη κι έτσι, η σημαντική ανάπτυξη των αναδυόμενων οικονομιών σημαίνει ότι, παρά τις αποδόσεις, οι ενεργειακές ανάγκες του κόσμου συνεχίζουν να αυξάνονται σε απόλυτη τιμή.

Αν αναλυθούν οι παγκόσμιες πηγές πρωτογενούς ενέργειας, η εφαρμογή τους και η ποσότητα της χρήσιμης ενέργειας που χρησιμοποιείται σε κάποια διαδικασία, είναι εμφανές ότι ο άνθρωπος είναι τρομερά αναποτελεσματικός στη χρήση της ενέργειας. Το σενάριο της παγκόσμιας ενέργειας επί του παρόντος επιτυγχάνει απόδοση μόλις 33% στη χρήση της ενέργειας (εικ. 9).



Εικόνα 9 Πρωτογενής ενεργειακή απόδοση (Iberdrola, 2019)

Στην πραγματικότητα, τα καύσιμα με τις υψηλότερες εκπομπές CO₂ είναι ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, ενώ οι δραστηριότητες που εκπέμπουν το περισσότερο CO₂ μέσω της χρήσης αυτών των καυσίμων είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι μεταφορές, αντίστοιχα (Iberdrola, 2019).

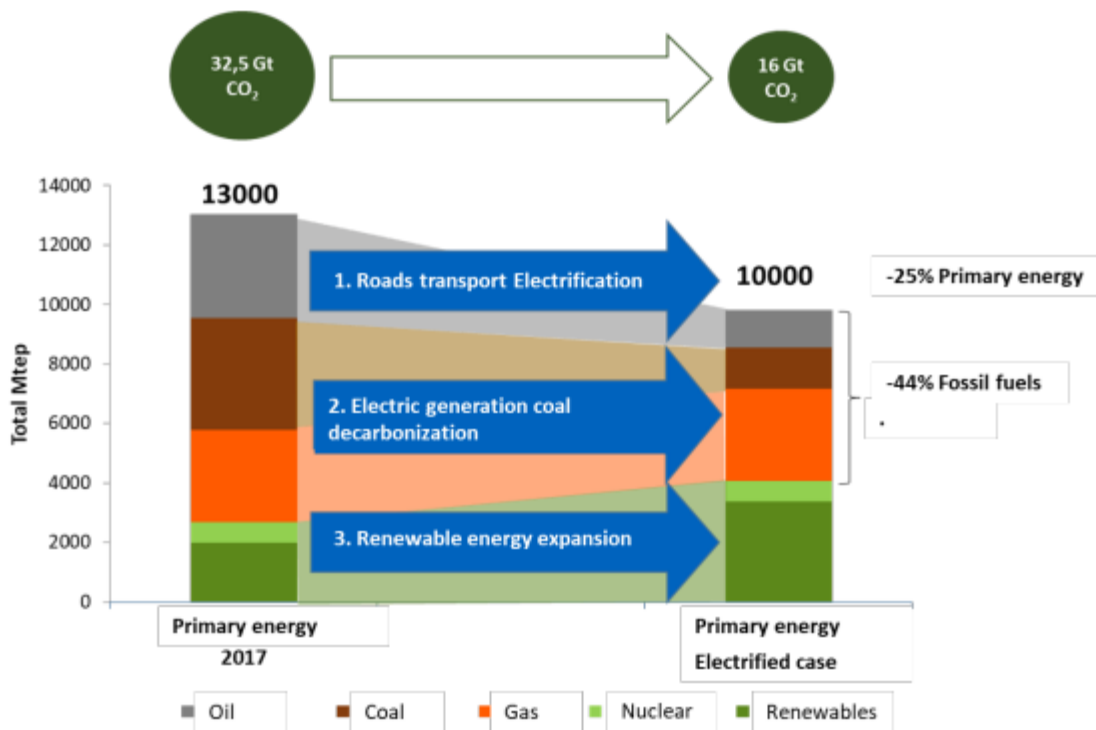
Επιπλέον, μπορεί να φανεί ότι ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος της κατανάλωσης και των χρήσεων της ενέργειας στον κόσμο. Επομένως, η μείωση της παραγωγής απορριμμάτων και η χρήση ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν θεμελιώδες σημείο για τη βελτίωση της κυκλικότητας της οικονομίας.

Η χρήση τεχνολογιών παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βελτιώνει την κυκλικότητα του συστήματος σε δύο πτυχές, μειώνοντας την κατανάλωση πρώτων υλών (μη ανάγκη καυσίμου) και βελτιώνοντας την απόδοση ολόκληρης της αλυσίδας κατανάλωσης ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει για το έτος 2030, η μισή από την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται να είναι ανανεώσιμη, γεγονός που καθιστά την καθαρή ενέργεια κρίσιμο στοιχείο για τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών.

Από τη μία πλευρά, η απαλλαγή από τον άνθρακα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι απαραίτητη για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολύ πιο αποδοτικές από τα ορυκτά καύσιμα, καθώς αποτελούν απεριόριστη πηγή, όπως στην περίπτωση της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας. Αυτή η βελτίωση της απόδοσης οδηγεί σε μείωση της ανάγκης για πρωτογενή ενέργεια, ένας άλλος από τους θετικούς παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εφαρμογή μιας κυκλικής οικονομίας.

Στην ίδια γραμμή, η ηλεκτροδότηση των μεταφορών είναι θεμελιώδης για τη μείωση των εκπομπών CO₂ και βοήθησε στην ενσωμάτωση πιο βιώσιμων μεταφορών, όπως το ηλεκτρικό όχημα. Επιπλέον, η ηλεκτροδότηση των μεταφορών έχει επίδραση στη βελτίωση της απόδοσης αφού, για την ίδια ζήτηση ενέργειας, η απόδοση ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι έως και 4 φορές μεγαλύτερη (~ 80%) από ένα όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης (~ 20%) .

Συνοπτικά, η απαλλαγή από τον άνθρακα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η ηλεκτροδότηση των μεταφορών θα μπορούσε ενδεχομένως να μειώσει περίπου το 50% των εκπομπών CO₂ στο παγκόσμιο ενεργειακό τοπίο, σε σύγκριση με το 2017. Επιπλέον, όντας πιο αποτελεσματικές, αυτές οι ενέργειες θα μειώσουν έως και 25% την πρωτογενή ενέργεια και Μείωση 44% στη χρήση ορυκτών καυσίμων (Εικόνα 5).



Εικόνα 10 Σημασία της Κυκλικής Οικονομίας στον ηλεκτρικό τομέα (Iberdrola, 2019)

Στον ηλεκτρικό τομέα, όπου τα προϊόντα θεωρούνται ως υπηρεσία, δεν υπάρχει ένας μοναδικός τρόπος μέτρησης της κυκλικότητας ενός οργανισμού. Η τρέχουσα πρόκληση του τομέα είναι πώς να πάρει τις μετρήσεις του σε πολλές διαστάσεις και να τις προσθέσει σε μια ενιαία τιμή. Με άλλα λόγια, πώς να μετατρέψουμε δράσεις, σχέδια, επενδύσεις, μεταξύ άλλων, σε δείκτες. Ως εκ τούτου, η συγκριτική αξιολόγηση είναι μια συστηματική διαδικασία σύγκρισης διαδικασιών, υπηρεσιών ή/και προϊόντων, με την οποία επιδιώκεται να γνωρίζουμε ποιες είναι οι «βέλτιστες πρακτικές» που πραγματοποιούνται σε άλλες εταιρείες του ίδιου κλάδου ή σε παρόμοιους τομείς, οι οποίες είναι δυνατές μέσω τη λεγόμενη συγκριτική αξιολόγηση για την ανάπτυξη ενός τελικού σχήματος μέτρησης της κυκλικής οικονομίας σε εταιρικό επίπεδο (Good Practices Guide, 2009).

3.4 Αστικό περιβάλλον: Κυκλικές πόλεις

«Η ταχεία αστικοποίηση και η αυξημένη κατανάλωση έχουν οδηγήσει σε οικονομική ανάπτυξη σε πολλά μέρη του κόσμου, αλλά έχουν δημιουργήσει επίσης πρωτοφανείς ποσότητες αποβλήτων» (Chery, 2018). Το παράδειγμα γραμμικής οικονομίας, όπως υιοθετήθηκε παγκοσμίως, ιδίως στις

πόλεις, δεν είναι πλέον βιώσιμο, ειδικά λόγω της αυξανόμενης παραγωγής απορριμμάτων, η οποία γίνεται αδιαχείριστη σε πολλά πλαίσια. Η εφαρμογή της κυκλικής προσέγγισης σημαίνει αναδιαμόρφωση όλων των ροών υλικών εντός της πόλης (δομικά υλικά, νερό, στερεά απόβλητα, ηλεκτρονικά απόβλητα, ακόμη και θερμότητα και ενέργεια), προκειμένου να αποφευχθούν τα απόβλητα. Οι αστικές περιοχές, από αυτή την άποψη, αντιπροσωπεύουν ένα ιδανικό περιβάλλον για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, ξεκινώντας από τους πόρους που ενσωματώνονται στο δομημένο περιβάλλον και ειδικότερα στο υπάρχον κτιριακό απόθεμα. Πόλεις σε όλο τον κόσμο κινούνται ήδη προς αυτή την κατεύθυνση, πειραματίζοντας δράσεις και παρεμβάσεις για την προώθηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ διαφορετικών αλυσίδων αξίας και ενδιαφερομένων, που μπορούν να προωθήσουν αποτελεσματικά την κυκλικότητα, την αστική εξόρυξη και την οικονομία κοινής χρήσης. Αυτό ισχύει για το Μοντεβιδέο, για παράδειγμα, όπου λιγότερο από το 2% των στερεών αστικών απορριμμάτων πηγαίνει σε χώρους υγειονομικής ταφής μέσω του συστήματος συλλογής απορριμμάτων και, χάρη στην υποστήριξη του ARUP, η κυκλική οικονομία εφαρμόζεται ως στρατηγική προσέγγιση για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της πόλης (ENEL 2020).

Πράγματι, οι πόλεις διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη μετάβαση προς τη βιωσιμότητα και την κυκλική οικονομία: οι αστικοί οικισμοί συμβάλλουν σημαντικά στην κλιματική αλλαγή και στην υπερεκμετάλλευση των πόρων, με επιπτώσεις όπως χρήση γης, κατανάλωση εδάφους, ρύπους λόγω κινητικότητας, κατανάλωση νερού και ενέργειας, ποιότητα αέρα, απόβλητα. Ωστόσο, με την υψηλή συγκέντρωση πόρων, οι άνθρωποι, τα κεφάλαια, τα δεδομένα, οι πόλεις προσφέρουν εξαιρετικές ευκαιρίες για διασταυρούμενη συνεργασία μεταξύ όλων των βασικών παραγόντων (άτομα, εταιρείες, κυβέρνηση, κοινωνία των πολιτών, έρευνα κ.λπ.) που να αναλάβουν δράση και να «οδηγήσουν σε ένα πιο βιώσιμο και βιώσιμο μέλλον για την επόμενη γενιά των κατοίκων των πόλεων» (Chery, 2018).

Στην πραγματικότητα, όπως αναφέρεται το 2020 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο επικαιροποιημένο Σχέδιο Δράσης Κυκλικής Οικονομίας (EU, 2020), η κυκλικότητα αποτελεί προϋπόθεση για την κλιματική ουδετερότητα, έχοντας σημαντικό αντίκτυπο στον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μέσω της απομάκρυνσης του άνθρακα. . Οι δράσεις μπορούν να βασίζονται στη φύση, μεταξύ άλλων μέσω της αποκατάστασης των οικοσυστημάτων, της δασικής προστασίας, της δάσωσης,

της βιώσιμης διαχείρισης των δασών και της δέσμευσης εκτροφής άνθρακα ή βασίζονται σε αυξημένη κυκλικότητα, για παράδειγμα, μέσω της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης σε κατασκευές ξύλου, επαναχρησιμοποίησης και αποθήκευσης άνθρακα σε προϊόντα όπως η ανοργανοποίηση σε οικοδομικά υλικά.

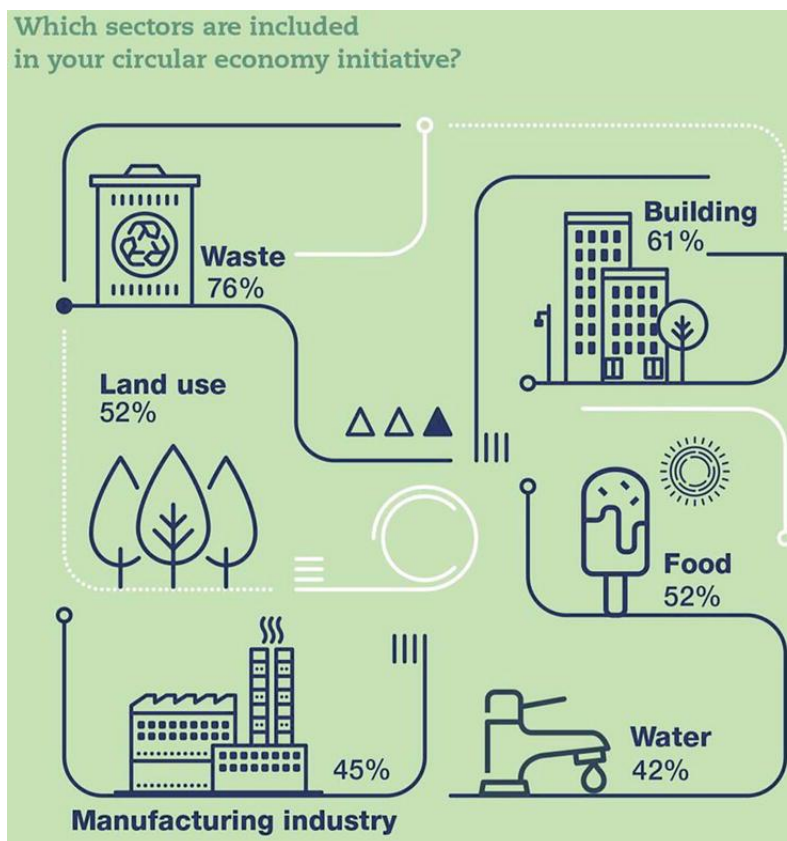
Η μετάβαση σε κυκλικές πόλεις συνεπάγεται τον καθορισμό ενός οράματος. Σύμφωνα με το Ίδρυμα Ellen MacArthur (Sukhdev et al, 2017), μια κυκλική πόλη ενσωματώνει τις αρχές μιας κυκλικής οικονομίας σε όλες τις λειτουργίες της, δημιουργώντας ένα αστικό σύστημα που είναι αναγεννητικό και αποκαταστατικό από το σχεδιασμό. Σε μια τέτοια πόλη, η ιδέα των απορριμμάτων εξαλείφεται, με τα περιουσιακά στοιχεία να διατηρούνται πάντα στα υψηλότερα επίπεδα χρησιμότητας και τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών μια ζωτικής σημασίας διαδικασία. Μια κυκλική πόλη στοχεύει να δημιουργήσει ευημερία και οικονομική ανθεκτικότητα για την ίδια και τους πολίτες της, ενώ αποσυνδέει τη δημιουργία αξίας από την κατανάλωση πεπερασμένων πόρων (World Economic Forum, 2018). Το Άμστερνταμ, μια από τις κορυφαίες πόλεις στην εφαρμογή των εννοιών της κυκλικής οικονομίας στη διακυβέρνηση της πόλης, ακολουθεί επτά αρχές στη μετάβασή του προς μια κυκλική οικονομία, όπως αναλύεται σε μια έκθεση που ανατέθηκε από την κυβέρνηση της πόλης (TNO, 2016):

- Κλειστός βρόχος: όλα τα υλικά μπαίνουν σε έναν άπειρο κύκλο (τεχνικό ή βιολογικό).
- Μειωμένες εκπομπές: όλη η ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.
- Δημιουργία αξίας: οι πόροι χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία (οικονομικής ή άλλης) αξίας.
- Ο αρθρωτός και ευέλικτος σχεδιασμός προϊόντων και αλυσίδων παραγωγής αυξάνει την προσαρμοστικότητα των συστημάτων.
- Καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα: νέα επιχειρηματικά μοντέλα για την παραγωγή, τη διανομή και την κατανάλωση επιτρέπουν τη μετάβαση από την κατοχή αγαθών στη (χρήση) υπηρεσιών.
- Αντίστροφη επιμελητεία προσανατολισμένη στην περιοχή: τα συστήματα εφοδιαστικής μετατοπίζονται σε μια υπηρεσία πιο προσανατολισμένη στην περιοχή με δυνατότητες αντίστροφης εφοδιαστικής.

- Αναβάθμιση φυσικών συστημάτων: οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν θετικά στα οικοσυστήματα, στις υπηρεσίες οικοσυστήματος και στην ανασυγκρότηση του «φυσικού κεφαλαίου».

Η «κυκλική πόλη» μειώνει τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις από πολλές απόψεις: από τις εκπομπές CO₂ που σχετίζονται με τις κατασκευές έως την παραγωγή ενέργειας. Στον κατασκευαστικό τομέα, μια κυκλική πόλη θα επέτρεπε 10πλάσια μείωση των εκπομπών CO₂ και 75% μείωση της κατανάλωσης εδάφους, με εξοικονόμηση 30-50% στο κόστος κατασκευής. Η κυκλική κατασκευή επιτρέπει την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, δεδομένου ότι ο τομέας των κτιρίων και των υποδομών καταναλώνει το 1/3 των παγκόσμιων πρώτων υλών, απελευθερώνει το 11% των παγκόσμιων εκπομπών και παράγει το 40% των αστικών στερεών αποβλήτων στις διαδικασίες κατεδάφισης. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η χρήση ανακυκλωμένων οικοδομικών υλικών θα μείωνε τις εκπομπές CO₂ κατά 40-70%.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο κτιριακός τομέας είναι στην πραγματικότητα κρίσιμος τομέας για την εφαρμογή κυκλικών στρατηγικών, όπως καταδεικνύεται από την έρευνα για την κατάσταση της κυκλικής οικονομίας σε 34 πόλεις και περιφέρειες που τεκμηριώνεται στην Έκθεση «Η κυκλική οικονομία σε πόλεις και περιφέρειες » από τον OECD (2020), όπου το 61% των εμπλεκόμενων πόλεων και περιφερειών δήλωσε ότι έχει μια πρωτοβουλία κυκλικής οικονομίας που περιλαμβάνει κτίρια (Εικόνα 11).



Εικόνα 11 Fifteen out of 34 cities and regions have a circular economy initiative, where buildings are included in 61% of cases. (OECD 2020)

Οι βασικοί τομείς για την εφαρμογή μιας «αστικής πολιτικής για τη μετάβαση» προσανατολίζονται κυρίως στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών από τις κτιριακές διαδικασίες και τις αστικές αλυσίδες αξίας (αστική εξόρυξη), μέσω της δημιουργίας κόμβων διαχείρισης και ανάκτησης υλικών και της υιοθέτησης πρακτικές επαναχρησιμοποίησης για το υπάρχον κτιριακό απόθεμα (TNO, 2016).

Σε επίπεδο ΕΕ, οι επιπτώσεις που σχετίζονται με τις κατασκευαστικές δραστηριότητες είναι ακόμη υψηλότερες από αυτές που αναφέρονται σε παγκόσμιο επίπεδο: ο τομέας των κτιρίων και των υποδομών χρησιμοποιεί σχεδόν το 50% των υλικών στην ΕΕ κατά βάρος. Τα κτίρια καταναλώνουν το 40% της ενέργειας της ΕΕ και ευθύνονται για το 35% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ (EU, 2020). Πράγματι, το επίπεδο αποδοτικότητας των υλικών πόρων στον ευρωπαϊκό οικοδομικό τομέα πρέπει να βελτιωθεί, προκειμένου να αυξηθεί η συμβολή του δομημένου περιβάλλοντος στην απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και στην κυκλικότητα, στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της σπανιότητας των πόρων. Μέσω του Οδικού

Χάρτη για μια Ευρώπη με αποδοτική χρήση των πόρων, ήδη από το 2016, η ΕΕ τόνισε τον σοβαρό αντίκτυπο της κατανάλωσης πρώτων υλών στον κατασκευαστικό κλάδο, που αντιπροσωπεύει το 50% των υλικών που εξορύσσονται κάθε χρόνο. Επιπλέον, η συνολική ποσότητα αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (C&D) που παράγονται ετησίως στην ΕΕ αντιπροσωπεύει σχεδόν το ήμισυ των συνολικών αποβλήτων, με ποσοστό ανάκτησης που είναι αρκετά υψηλό για πολλά κράτη μέλη, αλλά πολύ αβέβαιο για πολλά άλλα. Την αναγκαιότητα σημαντικής ενίσχυσης του κλεισίματος των κύκλων παραγωγής στον κτιριακό τομέα δήλωσε η Διεύθυνση Ε.Ε. 98/2008 για τα απόβλητα, που απαιτούσε την αύξηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανάκτησης υλικών αποβλήτων C&D σε τουλάχιστον 70% κατά βάρος έως το 2020. Αυτός ο στόχος, ο οποίος έχει επιτευχθεί από πολλά κράτη μέλη, μεταξύ των οποίων η Γερμανία, Η Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, για ορισμένες χώρες είναι ιδιαίτερα φιλόδοξο. Η κατάσταση στην Ιταλία, προφανώς σύμφωνη με το όριο της ΕΕ για την ανάκτηση αποβλήτων, παρεμποδίζεται από την έλλειψη πλήρους και αξιόπιστα δεδομένα —λόγω ενός συστήματος μερικής ιχνηλασιμότητας— στα οποία θα αναπτυχθεί μια αποτελεσματική πολιτική αποβλήτων C&D, σχεδιάζοντας κατάλληλες στρατηγικές και υποδομές.

Ωστόσο, ακόμη και οι ενάρετες χώρες πρέπει να αντιμετωπίσουν μια νέα πρόκληση, που τονίζεται από την προαναφερθείσα Οδηγία της ΕΕ, η οποία τοποθετεί την επαναχρησιμοποίηση πάνω από την ανακύκλωση στην ιεραρχία των απορριμμάτων. Στην πραγματικότητα, προκειμένου να κλείσουν οι κύκλοι των δομικών υλικών μειώνοντας τόσο την κατανάλωση ενέργειας όσο και υλικών, είναι απαραίτητο να ενσωματωθούν οι δύο στρατηγικές, προωθώντας την επαναχρησιμοποίηση έναντι της ανακύκλωσης όποτε είναι δυνατόν (Addis, 2005). Επί του παρόντος, ενώ η υψηλής ποιότητας ανακύκλωση απορριμμάτων C&D αρχίζει να εξαπλώνεται, η πρόληψη και η επαναχρησιμοποίηση, παρά τις μεγάλες περιβαλλοντικές και ενεργειακές τους δυνατότητες, εξακολουθούν να είναι σπάνιες. Τόσο η επαναχρησιμοποίηση όσο και η ανακύκλωση είναι έγκυρες στρατηγικές, αλλά τα περιβαλλοντικά τους οφέλη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση. Ενώ στο μέλλον θα πρέπει να χρησιμοποιούμε μόνο ανακυκλώσιμα ή βιοαποδομήσιμα υλικά στα κτίρια, έτσι ώστε να μπορούν να αναγεννηθούν απεριόριστα σε ένα μοντέλο κλειστού βρόχου, όσον αφορά τα υπάρχοντα κτίρια, η επαναχρησιμοποίηση είναι συχνά η καλύτερη επιλογή από περιβαλλοντική άποψη. (Sassi, 2004). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τούβλα από πηλό, πέτρινες πλάκες και μπλοκ, στοιχεία από χάλυβα και άλλα εξαρτήματα με υψηλή ενσωματωμένη ενέργεια και χαμηλή απόδοση αποσύνθεσης. Το

Ολυμπιακό Πάρκο στο Λονδίνο αντιπροσωπεύει μια βέλτιστη πρακτική με αυτή την έννοια (Hartman, 2012). Η επαναχρησιμοποίηση, παρά το γεγονός ότι ήταν καλά διαδεδομένη στο παρελθόν, εγκαταλείφθηκε σχεδόν εντελώς από τον κατασκευαστικό κλάδο. Αντέχει μόνο σε επεμβάσεις αποκατάστασης, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ιταλία, που συχνά καταφεύγουν σε επαναχρησιμοποίηση για τη συντήρηση ιστορικών κτιρίων. Ωστόσο, στα οράματα των σύγχρονων κυκλικών πόλεων, η αλυσίδα αξίας κατασκευής κλειστού βρόχου —όπως προβλέπεται, για παράδειγμα, στην περίπτωση του Άμστερνταμ— κρίσιμο ρόλο διαδραματίζουν όλες οι διαδικασίες που απαιτούνται για να επιτραπεί η επαναχρησιμοποίηση: η αποδόμηση, επιλεκτική κατεδάφιση, διαχωρισμός και αποθήκευση επαναχρησιμοποιήσιμων εξαρτημάτων, ενδεχόμενη ανακατασκευή, επανατοποθέτηση σε άλλα εργοτάξια. Αυτό το μοντέλο ερμηνεύει το αστικό δομημένο περιβάλλον στην προοπτική μιας «επαναχρησιμοποιήσιμης πόλης», με τα κτίρια να ονομάζονται «τράπεζες υλικών», μια έννοια που διερευνήθηκε σε βάθος στο πρόσφατο Ερευνητικό Έργο H2020 BAMB (Buildings As Material Banks).

Επιπλέον, για να ευνοηθεί η βιώσιμη διαχείριση των δομικών υλικών και η υψηλότερη αποδοτικότητα των πόρων, υπάρχουν τρεις κρίσιμοι παράγοντες. Πρώτον, απαιτείται ακριβής ποσοτικοποίηση της πιθανής προσφοράς και ζήτησης δευτερογενών υλικών σε κατάλληλη περιοχή (περιφερειακή/τοπική κλίμακα). Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση δευτερογενών πηγών οικοδομικών υλικών εντός του πολεοδομικού σχεδιασμού και στην πρόβλεψη της απόσυρσης πόρων (όπως άμμος, πέτρες και αδρανή) από το περιβάλλον. Δεύτερον, ένα ευρύ φάσμα εργαλείων που υποστηρίζουν τους φορείς εκμετάλλευσης του οικοδομικού τομέα μπορεί ουσιαστικά να βοηθήσει στην εφαρμογή της οικολογικά αποτελεσματικής διαχείρισης των απορριμμάτων, όπως έλεγχοι πριν από την κατεδάφιση ή λογισμικό για την παρακολούθηση της παραγωγής απορριμμάτων σε μεγάλα εργοτάξια. Ένας τρίτος παράγοντας, που θα αποδώσει μακροπρόθεσμα, είναι η χαρτογράφηση δευτερογενών πηγών υλικών που δεν προέρχονται από εργοτάξια αλλά μάλλον από τη βιομηχανία, όχι απαραίτητα από αλυσίδες αξίας που συνδέονται άμεσα με τον οικοδομικό τομέα.

Η ποσοτικοποίηση της προσφοράς και ζήτησης αδρανών αποβλήτων και ανακυκλωμένων αδρανών σε περιφερειακό επίπεδο, που πειραματίστηκε σε λίγες μελέτες στη βιβλιογραφία την τελευταία δεκαετία πρότεινε τη δυνατότητα να διερευνηθεί, με παρόμοια προσέγγιση, το δυναμικό

διατήρησης των πόρων που προκύπτει από την επαναχρησιμοποίηση δομικών στοιχείων και απορριμμάτων που προέρχονται από άλλους κλάδους της βιομηχανίας.

4. Εφαρμογές των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην βιομηχανία

Από την αρχική εμφάνιση της κυκλικής οικονομίας ως μέθοδο και πακέτο στρατηγικών για την βελτίωση της αειφορίας και την εξασφάλιση της ορθής χρήσης πόρων και προϊόντων μέχρι και σήμερα, οι εφαρμογές των αρχών της σε διάφορους οικονομικούς κλάδους ανά τον κόσμο είναι μια συνεχής διαδικασία και συνάμα πρόκληση. Η κυκλική οικονομία αντιπροσωπεύει μια ευρύτερη ομπρέλα στρατηγικών που επικεντρώνονται σε προϊόντα, επιχειρηματικά μοντέλα και οικοσυστήματα. Υπάρχουν μελέτες που αναλύουν και εννοιολογούν τη κυκλική οικονομία. Επιπλέον, υπάρχουν συνεχείς εργασίες τυποποίησης παγκοσμίως στον τομέα της κυκλικής οικονομίας. Ένα παράδειγμα τέτοιας ανάπτυξης είναι τα έγγραφα εργασίας του ISO/TC 323 Circular economy—ISO/WD 59004 «Κυκλική οικονομία—Πλαίσιο και αρχές εφαρμογής» και ISO/WD 59010.2 «Κυκλική οικονομία—Οδηγίες για επιχειρηματικά μοντέλα και αλυσίδες αξίας». Ωστόσο, εξακολουθεί να λείπει μια σαφής κατανόηση από τη μεταποιητική βιομηχανία των στρατηγικών της CE. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται παραδείγματα της εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας ανά τον κόσμο, εστιάζοντας στον τομέα της βιομηχανίας που αποτελεί και την εστίαση της παρούσας εργασίας.

4.1 Η εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στον τομέα της κατασκευής ηλεκτρονικών

Παρά τα τεράστια οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που αποφέρει στην κοινωνία η ψηφιοποίηση προϊόντων και υπηρεσιών και η αυξανόμενη διασύνδεσή τους, υπάρχουν επίσης σοβαρές αρνητικές συνέπειες που δεν μπορούν να αγνοηθούν. Η ποσότητα των αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ) που παράγεται παγκοσμίως αυξήθηκε από 44,7 Mt το 2016 σε 53,6 Mt το 2019 και αναμένεται να φτάσει τους 74,7 Mt έως το 2030. Από τα ΑΗΗΕ που παράγονται, μόνο ένα μικρό ποσοστό 17,4% έχει τεκμηριωθεί ότι συλλέγεται και ανακυκλώνεται παγκοσμίως. Ωστόσο, η κατάσταση είναι διαφορετική στην ΕΕ, όπου το 47% των ΑΗΗΕ συλλέχτηκε το 2017, τα περισσότερα από τα οποία ανακυκλώθηκαν. Οι Cucchiella et al. (2018) εντόπισαν έλλειψη εναρμόνισης των στρατηγικών κυκλικής οικονομίας για την ενισχυμένη ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από ΑΗΗΕ.

Για να αποφευχθεί ο υψηλός βαθμός γραμμικότητας στον τομέα των ηλεκτρονικών, έχουν προταθεί αρχές κυκλικής οικονομίας για τον τομέα των ηλεκτρονικών. Τα κύρια οφέλη της κυκλικής οικονομίας έναντι της γραμμικής σχετίζονται με τη μειωμένη κατανάλωση ορυκτών υλικών και την αυξημένη χρήση ανανεώσιμων υλικών μέσω διαφόρων ενεργειών, όπως η παρατεταμένη διάρκεια ζωής, η οποία είναι 1,73 έως 3,62 φορές μικρότερη από την αναμενόμενη διάρκεια ζωής. Η επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ειδών βρέθηκε επίσης ότι είναι φιλική προς το περιβάλλον και υιοθετείται στις ανεπτυγμένες χώρες, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες εξακολουθούν να υστερούν. Η επαναχρησιμοποίηση νοείται είτε ως άμεση επαναχρησιμοποίηση λειτουργικών ηλεκτρονικών συσκευών είτε ως επαναχρησιμοποίησή τους μετά από επισκευή, ανακαίνιση ή ανακατασκευή. Οι Meloni, Souchet και Sturges (2017) προσδιόρισαν πέντε βιομηχανικές ενέργειες για την επιτάχυνση της μετάβασης προς μια κυκλική οικονομία, οι οποίες περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, σχεδιασμό για κυκλικότητα. Οι Bressanelli et al. (2019) προσδιόρισαν επίσης τον κυκλικό σχεδιασμό προϊόντων και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ως τους κύριους μοχλούς αντιμετώπισης της κυκλικής οικονομίας στον τομέα των ηλεκτρονικών. Συχνά, ωστόσο, η ανακύκλωση ηλεκτρονικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού στο τέλος της ζωής τους (EoL) θεωρείται ως μία από τις πιο κοινές στρατηγικές για μια κυκλική οικονομία. Οι O'Connor et al. (2015) πρότειναν μια στρατηγική για την ενεργοποίηση της κυκλικής οικονομίας στον τομέα των ηλεκτρονικών, εστιάζοντας κυρίως στο κλείσιμο των βρόχων, δηλ. στη χρήση ανακυκλωμένων υλικών και στη συλλογή των ΑΗΗΕ.

Οι Deviatkin et al (2021) στην αντίστοιχη μελέτη τους μεταξύ εταιριών κατασκευής ηλεκτρονικών στην Φινλανδία ανέδειξαν τα επίπεδα εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας στον κλάδο αυτό στην χώρα. Επί του παρόντος, οι στρατηγικές κυκλικής οικονομίας εφαρμόζονται μόνο στο 25% των περιπτώσεων κατά μέσο όρο. Η μεγαλύτερη συνεισφορά στην ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας οφείλεται σε στρατηγικές που στοχεύουν στην αξιοποίηση λιγότερων πρώτων υλών, στο 50%. Ωστόσο, καθώς οι συσκευές γίνονται μικρότερες, δίνεται λίγη προσοχή στις στρατηγικές που επικεντρώνονται στην ανακύκλωση των συσκευών και στη χρήση ανακυκλωμένης πρώτης ύλης, κάτι που φαίνεται από το μικρό μερίδιο των στρατηγικών που απευθύνονται σε αυτή τη κατηγορία, στο 13%. Οι στρατηγικές αυτής της κατηγορίας θεωρήθηκαν συχνά ως μελλοντικές ευκαιρίες ανάπτυξης, με το 60% των υποθέσεων να σχεδιάζεται να εφαρμοστούν στο μέλλον, το υψηλότερο από όλες τις κατηγορίες κυκλικής οικονομίας. Κατά μέσο όρο, στο 36% των περιπτώσεων, σχεδιάστηκε να αντιμετωπιστούν στο μέλλον στρατηγικές κυκλικής οικονομίας.

Από όλες τις στρατηγικές, το μεγαλύτερο μερίδιο 39% θεωρήθηκε άσχετο για τις συμμετέχουσες εταιρείες και τα προϊόντα που αξιολογήθηκαν.

Ανακαλύφθηκε ότι το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας που αφορούσε την κυκλική οικονομία από τις συμμετέχουσες εταιρείες αφορούσε τρεις στρατηγικές: (1) ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των πελατών τους, (2) ανάπτυξη προϊόντων ελαφρού βάρους και (3) χρήση τοπικών προϊόντων και εξαρτημάτων όποτε είναι δυνατόν. Η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των πελατών συνεπάγεται λιγότερη κατανάλωση κατά τη φάση χρήσης των προϊόντων. Τέτοιες εξελίξεις απαιτούν συνεχή ανάπτυξη από τις εταιρείες μέσω της συμμετοχής σε ερευνητικές δραστηριότητες. Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη προϊόντων ελαφρού βάρους σχετίζονται συχνά με τα ενσωματωμένα οικονομικά οφέλη από τη χρήση λιγότερων πρώτων υλών, με αποτέλεσμα πιο αποτελεσματικά logistics. Τα ίδια οφέλη παρατηρούνται επίσης συχνά στον εντοπισμό της προμήθειας. Και οι δύο αυτές στρατηγικές αναμένεται να μειώσουν επίσης τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ωστόσο, η ενσωμάτωση ελαφρών προϊόντων μπορεί να απαιτεί σημαντικό κόστος E&A και επενδύσεων, που είναι συνήθως πιο διαθέσιμα στις ανεπτυγμένες χώρες. Ένα παράδειγμα ελαφρού βάρους προϊόντος είναι η χρήση σύνθετων υλικών, όπως σύνθετα υλικά ενισχυμένα με ίνες άνθρακα ή γυαλιού στην αυτοκινητοβιομηχανία και τις αεροπορικές βιομηχανίες, αν και η ανακύκλωσή τους μπορεί να είναι προκλητική και ανεξερεύνητη σε σύγκριση με τα συμβατικά υλικά, όπως ο χάλυβας.

Η πιο απαιτητική στρατηγική, αντίθετα, ήταν η μεγιστοποίηση της χωρητικότητας των προϊόντων που συχνά αντανάκλα τη λεγόμενη «οικονομία διαμοιρασμού». Η πρόκληση με αυτή τη στρατηγική σχετιζόταν με την αντίστροφη εφοδιαστική των προϊόντων, εάν οι εταιρείες επρόκειτο να λειτουργήσουν οι ίδιες την οικονομία του διαμοιρασμού ή την έλλειψη υπάρχουσών εταιρειών που θα μπορούσαν να λειτουργήσουν για λογαριασμό τους και να εξασφαλίσουν καλή εξυπηρέτηση πελατών και τεχνική υποστήριξη. Επιπλέον, ορισμένα από τα προϊόντα είναι προσαρμοσμένα, πράγμα που σημαίνει ότι η κοινή χρήση τους είναι αδύνατη λόγω προσωπικών πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στις συσκευές.

Η ανάπτυξη ηλεκτρονικών ειδών που μπορούν να παραμείνουν σε χρήση περισσότερο εφαρμόστηκε στο 33% των περιπτώσεων. Η φυσική αντοχή ήταν η πιο πρακτική στρατηγική. Αυτή η στρατηγική είναι γενικά μέρος της επωνυμίας της εταιρείας, διασφαλίζοντας την ποιότητα των προϊόντων. Αυτή η στρατηγική, ωστόσο, συχνά εμπόδιζε την ευρύτερη εφαρμογή ελαφρών

προϊόντων που θα είχαν χαμηλότερη αντοχή, εκτός εάν χρησιμοποιούσαν άλλους τύπους πρώτων υλών. Όλες οι άλλες στρατηγικές από την κατηγορία "Αργή" που απαιτούν κάποιο είδος φυσικής παρέμβασης στα προϊόντα, όπως δυνατότητα αναβάθμισης, επισκευή, αποσυναρμολόγηση, αλλαγή χρήσης ή ανακατασκευή, θα μπορούσαν να χωριστούν σε στρατηγικές με και χωρίς αλληλεπίδραση με τον πελάτη. Συχνά, οι εταιρείες τείνουν να αναπτύσσουν προϊόντα κατάλληλα για δυνατότητα αναβάθμισης και να οργανώνουν την επισκευή τους 6 από τις 11 υπηρεσίες, όταν ένα συγκεκριμένο προϊόν το επιτρέπει. Σε περιπτώσεις τυπωμένων ετικετών RFID ή ολογραμμάτων, η επισκευή είναι πρακτικά αδύνατη. Αντίθετα, οι εταιρείες δεν εξετάζουν στρατηγικές όπου οι πελάτες θα επισκευάζουν, θα επαναχρησιμοποιούν ή θα ανακατασκευάζουν τα προϊόντα τους ως σχετικές. Αυτή η στάση οφείλεται στην πιθανή ευθύνη του τροποποιημένου προϊόντος και στην αντίληψη του πελάτη εάν το προϊόν παρουσιάσει δυσλειτουργία στη συνέχεια.

Οι στρατηγικές που σχετίζονται με το κλείσιμο των βρόχων, δηλαδή τη χρήση απορριμμάτων ως πρώτες ύλες ή την ανακύκλωση των προϊόντων, αντιμετωπίστηκαν λιγότερο σε σύγκριση με άλλες κατηγορίες. Μόνο το 13% των περιπτώσεων των εταιριών αντιμετώπιζαν αυτές τις στρατηγικές. Η πιο κοινή στρατηγική που αντιμετωπίστηκε ήταν η ανακύκλωση των προϊόντων σε κατάλληλες εγκαταστάσεις, πράγμα που στις περισσότερες περιπτώσεις σήμαινε ότι δίνονται οδηγίες στον χρήστη για το πώς να ανακυκλώσει, αλλά η ευθύνη για την εφαρμογή παραμένει στους καταναλωτές. Η σχετικά χαμηλή συμμετοχή στη στρατηγική θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα προϊόντα χρησιμοποιούνται αλλού, αποτρέποντας κάθε πιθανότητα να επηρεαστούν άμεσα οι πρακτικές συλλογής και διάθεσης. Ωστόσο, οι συνεχώς αυστηρότεροι νόμοι για την εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού συμβάλλουν στην προώθηση αυτής της στρατηγικής, αναγκάζοντας τις εταιρείες να αναπτύξουν τα συστήματα συλλογής απορριμμάτων τους ή να συμμετάσχουν σε υπάρχοντα που εργάζονται με ηλεκτρονικά απόβλητα. Ωστόσο, «η συλλογή των ΑΗΗΕ μπορεί να είναι δύσκολη, ακόμη και με την εφαρμογή διαφόρων παρεμβάσεων, όπως η αυξημένη κάλυψη του συστήματος συλλογής και των σημείων συλλογής, καθώς και η ανταμοιβή.

Οι επερχόμενες δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης θα αφορούν κυρίως την ανάπτυξη προϊόντων μέσω της χρήσης ανακυκλωμένων εισροών, όπως στοιχεία από ανακυκλωμένο χάλυβα ή ανακυκλωμένα πλαστικά, καθώς και την ανάπτυξη προϊόντων μεμονωμένου υλικού κατάλληλων για ανακύκλωση. Οποιοσδήποτε δραστηριότητες που σχετίζονται με την άμεση

διαχείριση εργασιών στο τέλος του κύκλου ζωής τους από κατασκευαστικές εταιρείες, όπως η εφοδιαστική επιστροφών προϊόντων, η ενασχόληση με τη βιομηχανική συμβίωση ή η επαναχρησιμοποίηση και πώληση εξαρτημάτων θεωρήθηκαν άσχετες. Μια τέτοια στάση θα μπορούσε να σχετίζεται με τους περιορισμούς των υφιστάμενων επιχειρηματικών μοντέλων, όπου τα προϊόντα φαίνονται μόνο στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων των εταιρειών και όχι ως προς τα απόβλητα που παράγονται από αυτές. Επιπλέον, η υπολειπόμενη αξία των προϊόντων θα μπορούσε να είναι χαμηλή, καθιστώντας τη συλλογή και την ανακύκλωσή τους οικονομικά αδύνατη για τις εταιρείες.

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υλικών θεωρήθηκε ως επί το πλείστον ως δυνατή και η εφαρμογή σχεδιάστηκε στις στρατηγικές σε επίπεδο προϊόντος, π.χ. σχεδιασμός αυτοφορτιζόμενων προϊόντων με μη τοξικά και ανανεώσιμα υλικά και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία. Οι περισσότερες από τις προαναφερθείσες δραστηριότητες πρέπει ακόμη να αντιμετωπιστούν από τις εταιρείες και αντιμετωπίζουν ορισμένα εμπόδια, όπως η απουσία αποδεδειγμένων τεχνολογικών λύσεων και το υψηλό κόστος. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, τοποθεσίες παραγωγής ή χρήσης προϊόντων ή χρήσης προϊόντων, θεωρήθηκε αδύνατο να επηρεαστεί η πηγή παραγωγής ενέργειας. Αντίθετα, οι εργασίες για τη βελτίωση των κρίσιμων οικοσυστημάτων θεωρήθηκαν ως επί το πλείστον άσχετες, παρόλο που η κατασκευή ηλεκτρονικών ειδών χρησιμοποιεί σημαντικές ποσότητες μετάλλων, η εξόρυξη των οποίων προκαλεί ουσιαστικές αλλαγές στα φυσικά οικοσυστήματα. Η ανάκτηση των θρεπτικών συστατικών θεωρήθηκε ως άσχετη κατηγορία. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ιδιαιτερότητες του τομέα δεν συνεπάγονται άμεσα καμία χρήση θρεπτικών ουσιών, σε αντίθεση, π.χ., με τον αγροτικό τομέα.

Η χρήση των τεχνολογιών της πληροφορίας θεωρήθηκε ως η πιο άσχετη κατηγορία στον τομέα της κατασκευής ηλεκτρονικών ειδών, παρόλο που τα ίδια τα ηλεκτρονικά αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του τομέα της πληροφορικής. Αυτές οι στρατηγικές περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, πλατφόρμες και μεγάλα δεδομένα, για τα οποία η υλοποίηση λύσεων μπορεί να είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Στις μισές περιπτώσεις, η κατηγορία ενημέρωσης εφαρμόστηκε μέσω του σχεδιασμού συνδεδεμένων προϊόντων που μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα με εξωτερικά στοιχεία. Σε σχέση με αυτή τη στρατηγική, εφαρμόστηκαν επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις οι δυνατότητες παρακολούθησης της κατάστασης, της τοποθεσίας ή της

έντασης των πόρων των προϊόντων που χρησιμοποιούνται και έπρεπε να αντιμετωπιστούν σε άλλες.

Οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές κυκλικής οικονομίας, καθώς και αυτές που έχουν προγραμματιστεί για εφαρμογή, επιλέχθηκαν από τις εταιρείες με βάση την αντίληψή τους για τα οικοσυστήματα στα οποία δραστηριοποιούνται, την οικονομική βιωσιμότητα των επιχειρηματικών μοντέλων και τις τεχνικές προδιαγραφές των προϊόντων. Ωστόσο, οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις θα πρέπει επίσης να αξιολογηθούν. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) είναι ένα κατάλληλο εργαλείο για τέτοιες αξιολογήσεις. Ωστόσο, η εφαρμογή της AKZ στην κυκλική οικονομία φέρνει την προσοχή σε ανεπίλυτα μεθοδολογικά ζητήματα, όπως η κατανομή, ειδικά όταν εξετάζονται πολλαπλά στάδια ανακύκλωσης υλικών. Επομένως, οι μελέτες LCA θα πρέπει να εκτελούνται με προσοχή, δηλώνοντας ξεκάθαρα τις μεθοδολογικές επιλογές που έγιναν για να διασφαλιστεί ότι τα αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευθούν ανεξάρτητα. Οι Nassajfar et al. παρουσίασαν ένα παράδειγμα μελέτης που εστιάζει στην εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αντικατάστασης συμβατικών υλικών με βάση τα ορυκτά με ανανεώσιμα.

Όσον αφορά την εφαρμογή των στρατηγικών που επιλέχθηκαν ως «προς αντιμετώπιση», οι εταιρείες αφέθηκαν να συνεχίσουν τις εργασίες για την εφαρμογή τους εντός κάθε εταιρείας. μερικά από αυτά απαιτούν περαιτέρω έρευνα και πιο στρατηγικές προτάσεις, που περιλαμβάνουν επίσης τη διαχείριση της εταιρίας. Ορισμένες στρατηγικές προσδιορίστηκαν ότι είναι τέτοιες που η εφαρμογή μπορεί να γίνει άμεσα, ειδικά σε μικρότερες εταιρείες. Αυτό το εργαστήριο άνοιξε τα μάτια για τις εταιρείες για τις τεράστιες ευκαιρίες που βρίσκονται σε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των στρατηγικών κυκλικής οικονομίας και του τρόπου με τον οποίο εμπλέκεται ολόκληρη η εταιρεία από το σχεδιασμό έως την παραγωγή, την παράδοση και την ανακύκλωση, καθώς και τις αλυσίδες αξίας πριν και μετά τις εργασίες της εταιρείας.

Ο αριθμός των στρατηγικών που αξιολογήθηκαν ως ήδη ανεπτυγμένες αποτελούν εν μέρει θετική έκπληξη για τις εταιρείες. Η εξωτερική επικοινωνία αυτών των επιτευγμάτων είναι σημαντική για την ενίσχυση της εικόνας της επωνυμίας και της θέσης στην αγορά. Επιπλέον, αυτές είναι πιο ώριμες στρατηγικές και επομένως, σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι εύκολο να αναπτυχθούν περαιτέρω. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτές οι στρατηγικές μπορούν επίσης να αξιολογηθούν σχετικά απλά για τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις χρησιμοποιώντας την αξιολόγηση του

κύκλου ζωής. Τέλος, αυτές οι στρατηγικές μπορούν να μεταφερθούν στο επόμενο επίπεδο μέσω της συνεργασίας με ενδιαφερόμενα μέρη και εταίρους σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας.

Η κατηγορία μη σχετικών στρατηγικών είναι οι στρατηγικές που οι εταιρείες αξιολόγησαν ότι δεν εφαρμόζουν σε αυτές αυτήν τη στιγμή. Ωστόσο, η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει σχετική αργότερα με το μεταβαλλόμενο πολιτικό, οικονομικό ή νομοθετικό περιβάλλον λειτουργίας.

4.2 Η βιομηχανία παραγωγής

Οι επιχειρήσεις στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, των κατασκευών και των υποδομών, της υγειονομικής περίθαλψης και άλλων μεταποιητικών τομέων βλέπουν τις ευκαιρίες μιας κυκλικής οικονομίας και αποφασίζουν πώς να εξελίξουν τις στρατηγικές τους ώστε να συμπεριλάβουν κυκλικές προσεγγίσεις κατά μήκος της αλυσίδας αξίας. Η εικόνα 6 μας υπενθυμίζει το πλαίσιο και τα στοιχεία ή τα σημεία παρέμβασης.



Εικόνα 12 Το πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας

Τα καλά δημοσιοποιημένα παραδείγματα κυκλικών προσεγγίσεων σε βιομηχανικούς τομείς περιλαμβάνουν το μοντέλο απόδοσης της Rolls-Royce «*power by the hour*» για αεροδιαστημικούς κινητήρες (που χρονολογείται από το 1962), και δραστηριότητες ανακατασκευής, συμπεριλαμβανομένων επωνυμιών υψηλού προφίλ όπως Caterpillar, GKN και Siemens Healthcare.

Εταιρείες όπως η Interface Global έχουν προχωρήσει περισσότερο, με το «Mission Zero», που ξεκίνησε το 1994 από τον ιδρυτή Ray Anderson. Το Mission Zero στοχεύει να «εξαλείψει κάθε αρνητικό αντίκτυπο που μπορεί να έχει η εταιρεία μας στο περιβάλλον έως το 2020». Τα προηγούμενα κεφάλαια αναφέρουν τη διαδικτυακή εργαλειοθήκη Chemical Leasing, η οποία παρέχει κατευθυντήριες γραμμές, υλικά, περιπτώσιολογικές μελέτες βέλτιστων πρακτικών και διδάγματα από το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Μίσθωσης Χημικών της UNIDO.

Στο Institute for Manufacturing Review, ο Neely (2014) υπογραμμίζει τις τάσεις των επιχειρηματικών προμηθειών που μετατοπίζονται από την αγορά προϊόντων σε λύσεις και την αντικατάσταση των συναλλαγών με σχέσεις. Οι αγορές Business-to-business (B2B) είναι κατάλληλες για επιχειρηματικά μοντέλα που βασίζονται στα αποτελέσματα και τις επιδόσεις, αντί για αγορά και ιδιοκτησία. Τα επιχειρηματικά μοντέλα απόδοσης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν εκτενώς στη βιομηχανική κατασκευή και τις κατασκευές, και ορισμένες χημικές εταιρείες πωλούν ήδη τη χρήση διαλυτών και όχι από την ιδιοκτησία. Όπως εξηγεί ο Walter Stahel, ο διαγωνισμός για την οδογέφυρα Millau στη Γαλλία ανέθεσε τα έξοδα συντήρησης στον κατασκευαστή. Αυτό οδήγησε τον επιτυχημένο πλειοδότη να σχεδιάσει μια κατασκευή ταχείας κατασκευής με ελάχιστη ευθύνη και κόστος συντήρησης κατά τη διάρκεια ζωής των 75 ετών. Οι στενότερες σχέσεις με τον τελικό χρήστη μπορούν να βελτιώσουν τον σχεδιασμό και τα αποτελέσματα για όλα τα μέρη. Άλλες παγκόσμιες επιχειρήσεις ξεκινούν τη μετάβαση σε κυκλικές προσεγγίσεις και βλέπουμε νεοφυείς επιχειρήσεις και μικρές επιχειρήσεις να διαταράσσουν τα υπάρχοντα μοντέλα. Μερικοί από αυτούς είναι «εκμεταλλευτές του κενού», οι οποίοι βλέπουν την ευκαιρία να ανακτήσουν και να αποσπάσουν αξία από εξοπλισμό και προϊόντα στο τέλος χρήσης. Παραδείγματος χάριν η Axion Solutions, στην Ισπανία, προσφέρει ως υπηρεσία επαναχρησιμοποιήσιμο χειρουργικό πολυεστερικό υλικό. Το ύφασμα είναι από ανακυκλωμένες πηγές και πλήρως ανακυκλώσιμο μετά τις 75 χρήσεις του.

Αντίστοιχα η Schneider αναφέρει ότι:

«Η κυκλική οικονομία είναι μέρος όλων όσων κάνουμε στη Schneider: μειώνει το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας για τους πελάτες μας, διατηρεί πολύτιμους φυσικούς πόρους για το μέλλον και δημιουργεί νέα έσοδα και θέσεις εργασίας για τη δική μας εταιρεία. Είναι win-win-win για το τριπλό τελικό αποτέλεσμα.»

Η προσέγγιση της Schneider περιλαμβάνει:

- οικολογικό σχεδιασμό προϊόντων με ελάχιστη χρήση παρθένων πρώτων υλών.
- κυκλικές προτάσεις αξίας (συνδεδεμένα αντικείμενα, υπηρεσίες, χρηματοδοτική μίσθωση, επισκευή, ανάληψη κ.λπ.).
- μια κυκλική αλυσίδα εφοδιασμού που περιλαμβάνει κέντρα αντίστροφης εφοδιαστικής, επισκευής και επισκευής.
- τέσσερις δείκτες «κυκλικής οικονομίας» στις τριμηνιαίες μετρήσεις επιπτώσεων της αειφορίας της Schneider, που συνδέονται με συστήματα ανταμοιβής διαχείρισης.

Η Schneider έχει ήδη έσοδα 12 τοις εκατό από κυκλικές προσεγγίσεις και σχεδιάζει να αποφύγει 100.000 τόνους κατανάλωσης πρωτογενών πόρων από το 2018-2020

Η Philips είχε ως στόχο και κατάφερε να παραδώσει το 15 τοις εκατό των συνολικών εσόδων από κυκλικές λύσεις έως το 2020. Ο Διευθύνων Σύμβουλος Frans van Houten αναφέρει *«Τα καινοτόμα μοντέλα υπηρεσιών, οι έξυπνες διαδρομές αναβάθμισης και τα προγράμματα ανάκτησης και ανακατασκευής προϊόντων δεν είναι μόνο καλά για τον πλανήτη και βελτιώνουν τη ζωή των ανθρώπων. έχουν επίσης καλό επιχειρηματικό νόημα»*. Οι εξελίξεις στην κυκλική οικονομία της Philips περιλαμβάνουν το σύστημα Diamond Select Advance, το οποίο προσφέρει μεταχειρισμένα, ανακαινισμένα προϊόντα υγειονομικής περίθαλψης, όπως σαρωτές MRI. Ένα πολύ δημοσιευμένο παράδειγμα είναι η λύση φωτισμού LED «pay per lux», σύμφωνα με την οποία η Philips προσφέρει φως ως υπηρεσία και διατηρεί την ευθύνη για την απόδοση του φωτισμού

Ο σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση παρέχει ευκαιρίες αξίας για μεγάλα κατασκευαστικά έργα. Μια νέα γέφυρα στο Οχάιο χρησιμοποίησε δοκούς από την προηγούμενη κατασκευή. Μια ολόκληρη χαλύβδινη κατασκευή 3.270 τόνων μεταφέρθηκε από υπόστεγο αερόπλοιων εν καιρώ πολέμου του Ηνωμένου Βασιλείου και επανασυναρμολογήθηκε για να μετατραπεί σε μονάδα δοκιμών του Building Research Establishment (BRE), και μεθοδολογίες για τη δημιουργία βιώσιμων κτιρίων, κατοικιών και κοινοτήτων. Το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ (USGBC) ανέπτυξε το Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), με έργα παγκοσμίως ικανά να κερδίσουν ένα από τα τέσσερα επίπεδα

αξιολόγησης LEED για να δείξουν ότι είναι αποδοτικά ως προς τους πόρους, χρησιμοποιούν λιγότερο νερό και ενέργεια και εκπέμπουν λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Το Buildings As Material Banks (BAMB) είναι ένα πρόγραμμα Horizon 2020 που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση με 15 εταίρους. Μετά την κατεδάφιση ή την ανακαίνιση, η επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών είναι σπάνια. Αντίθετα, σπαταλούνται και γίνονται κόστος αντί περιουσιακό στοιχείο (οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά). Το BAMB στοχεύει να χρησιμοποιήσει την πραγματική αξία αυτών των υλικών και να επιτρέψει μια κυκλική οικοδομική βιομηχανία, ξεκινώντας από τα θεμέλια του έργου. Το BAMB επαναπροσδιορίζει ένα κτίριο ως ένα δυναμικό αποθετήριο εμπορεύσιμης αξίας με παρακολούθηση δεδομένων.

Έρευνα από το SPECIFIC Innovation & Knowledge Center (2019) του Πανεπιστημίου Swansea λέει ότι η κατανάλωση ενέργειας θα μπορούσε να μειωθεί περισσότερο από 60 τοις εκατό εάν τα σπίτια σχεδιάζονταν για να παράγουν, να αποθηκεύουν και να απελευθερώνουν τη δική τους ηλιακή ενέργεια. Το concept λειτουργεί με επιτυχία στην πρώτη ενεργειακά θετική τάξη του Ηνωμένου Βασιλείου, συνδυάζοντας μια ενσωματωμένη ηλιακή οροφή και αποθήκευση μπαταρίας με συλλογή ηλιακής θερμότητας σε τοίχους με νότιο προσανατολισμό - πάνω από έξι μήνες έχει παράγει περισσότερη ενέργεια από ό,τι έχει καταναλώσει.

Για όλα τα προϊόντα, ο σχεδιασμός με γνώμονα την επισκευή και την ανάκτηση είναι απαραίτητος. Η καρέκλα γραφείου Think® της Steelcase, που κυκλοφόρησε το 2004, έγινε το πρώτο προϊόν Cradle to Cradle Certified™ στον κόσμο. Η αποσυναρμολόγηση για ανακύκλωση διαρκεί περίπου πέντε λεπτά χρησιμοποιώντας κοινά εργαλεία χειρός (π.χ. σφυρί, κατσαβίδι).

Η Herman Miller διαθέτει αρκετές πιστοποιήσεις Cradle to Cradle Certified™ (C2C) σε όλα τα προϊόντα επίπλων γραφείου της. Μέχρι το 2009, περισσότερες από τις μισές πωλήσεις της εταιρείας προέρχονταν από προϊόντα C2C. Το πρόγραμμα «Design for Environment Programme», που ξεκίνησε τη δεκαετία του 1990, χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο σχεδίασης MBDC C2C, αξιολογώντας νέα σχέδια προϊόντων για ανακυκλωσιμότητα και ασφάλεια, συμπεριλαμβανομένων: σχεδιασμού για αποσυναρμολόγηση, ανακυκλωσιμότητας και αξιολόγησης χημείας υλικών, συμπεριλαμβανομένων κριτηρίων ανθρώπινης και οικολογικής υγείας.

Η χρήση λιγότερων, απλούστερων υλικών απλοποιεί τις ευκαιρίες επαναχρησιμοποίησης και διευκολύνει την παρακολούθηση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Το ξύλο μπορεί να είναι ένα δομικό υλικό υψηλής τεχνολογίας και είναι καλό στην απορρόφηση των σεισμικών κραδασμών. Τα ψηλά κτίρια χρησιμοποιούν ήδη ξύλο ως κατασκευή και το Pyscraper στο Τόκιο, που σχεδιάστηκε για το 2041, θα έχει ύψος 350 μέτρα.

Από το 1949, η Renault έχει ανακατασκευάσει εξαρτήματα στο εργοστάσιό της στο Choisy-le-Roi της Γαλλίας, συμπεριλαμβανομένων τώρα μπεκ, αντλιών έγχυσης και στροβιλοσυμπιεστές. Το 2014, τα ανακατασκευασμένα κιβώτια ταχυτήτων της Renault περιείχαν περίπου 75 τοις εκατό προχρησιμοποιημένα εξαρτήματα και αντίστοιχα οι κινητήρες περίπου 38 τοις εκατό. Στο εργοστάσιό της στην Indra, επίσης στη Γαλλία, η Renault έχει μια κοινοπραξία με την ειδική για την ανακύκλωση Suez. Οι εργαζόμενοι εξάγουν εξαρτήματα από οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ELV) για χρήση σε επισκευές οχημάτων. Το 2017 διαχειρίστηκε 350.000 ELV. Επιπλέον, η Renault μεταφέρει τις χρησιμοποιημένες μπαταρίες από τα ηλεκτρικά της οχήματα, για παράδειγμα σε κτίρια, δίνοντας στις μπαταρίες μια δεύτερη ζωή.

Οι εταιρείες αποκτούν μεγαλύτερη συνείδηση των χημικών ουσιών στο περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας μας, καθώς καταλαβαίνουμε περισσότερα για τις επιπτώσεις της «αέρωσης» από υφάσματα, χρώματα, έπιπλα, επιβραδυντικά φλόγας και ούτω καθεξής.

Το βιοδιασπώμενο ύφασμα Climatex Lifecycle, που παράγεται από την ελβετική εταιρεία Rohner, χρησιμοποιείται εκτενώς στην κατασκευή επίπλων γραφείου. Μειώνει τις γεωργικές εισροές (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, νερό), εξαλείφει τις ίνες με βάση το πετρέλαιο και χρησιμοποιεί λιγότερες, πιο καλοήθειες χημικές εισροές. Το έργο ξεκίνησε το 1991, με στόχο ένα πιο καλοήθει και κομποστοποιήσιμο προϊόν, ένα «ύφασμα μιας χρήσης με ασφάλεια». Επιλέχθηκαν μόνο 16 ασφαλείς χημικές ουσίες, από περίπου 8.000 χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται συνήθως στην επεξεργασία υφασμάτων. Τα υλικά περιελάμβαναν μαλλί από πρόβατα ελευθέρως βοσκής και ραμί χωρίς φυτοφάρμακα (μια ίνα «βάστου» στην οικογένεια της τσουκνίδας, που χρησιμοποιείται για περίπου 6.000 χρόνια). Το 2001, οι DesignTex, Rohner και MBDC συμφώνησαν να επιτρέψουν σε ολόκληρη την κλωστοϋφαντουργία να χρησιμοποιήσει τη διαδικασία παραγωγής Climatex, για να δημιουργήσει ασφαλή, πλήρως βιοδιασπώμενα υφάσματα.

Η bioMASON, στις ΗΠΑ, μας υπενθυμίζει ότι πάνω από 4 δισεκατομμύρια τόνοι τσιμέντου παράγονται κάθε χρόνο, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 8 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών CO₂. Οι ιδιόκτητες διαδικασίες και τα υλικά κατασκευής της επιχείρησης χρησιμοποιούν μικροοργανισμούς για την ανάπτυξη δομικών υλικών με βάση το biocement™. Λέει ότι η αντοχή των υλικών biocement™ είναι συγκρίσιμη με την παραδοσιακή τοιχοποιία και τα προϊόντα παράγονται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας τοπικά διαθέσιμα υλικά, εξοικονομώντας ενέργεια και «επιτρέποντας μηδενικές εκπομπές άνθρακα.

Υπάρχουν ευκαιρίες να βρεθούν χρήσεις υψηλής αξίας για παλιοσίδηρα, είτε ανακτώνται για επαναχρησιμοποίηση εσωτερικά είτε πωλούνται ως υποπροϊόν. Η αυτοκινητοβιομηχανία Jaguar LandRover και η παραγωγός αλουμινίου Novelis δημιούργησαν το έργο REALCAR, με στόχο να κλείσουν τον κύκλο σε ένα από τα βασικά υλικά της, το αλουμίνιο. Έθεσαν στόχο για 75 τοις εκατό ανακυκλωμένο περιεχόμενο για κάθε φύλλο αλουμινίου αυτοκινήτου, το 50 τοις εκατό του οποίου θα προέρχεται από σκραπ που παράγονται από την αλυσίδα παραγωγής και εφοδιασμού της JLR και το 25 τοις εκατό από ροές απορριμμάτων μετά την κατανάλωση.

Η κατανεμημένη παραγωγή, σε μικρότερες, τοπικές εγκαταστάσεις και όχι σε κεντρικές τοποθεσίες «μαζικής παραγωγής», αυξάνεται, με τη βοήθεια της τρισδιάστατης εκτύπωσης, του υπολογιστικού νέφους και των εργαλείων ομαδικής δικτύωσης.

Η Opendesk περιγράφει τον εαυτό της ως «*μια παγκόσμια πλατφόρμα για τοπική παραγωγή*». Η Opendesk είναι μια διαδικτυακή αγορά που φιλοξενεί ανεξάρτητα σχεδιασμένα έπιπλα και συνδέει τους πελάτες της με τοπικούς κατασκευαστές σε όλο τον κόσμο. Δημιουργεί μια κατανεμημένη και ηθική αλυσίδα εφοδιασμού μέσω ενός παγκόσμιου δικτύου κατασκευαστών, αντί για μαζική παραγωγή και αποστολή σε όλο τον κόσμο.

Ο ακριβέστερος σχεδιασμός μπορεί να μειώσει τις εισροές πόρων, το απόθεμα σε εξέλιξη και το τελικό απόθεμα, και τα μεγάλα δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια πρόβλεψης ζήτησης – όλα συμβάλλουν στη μείωση των υπεραποθεμάτων, της απαρχειότητας και των χαμένων πωλήσεων.

Η Plastics Europe εξηγεί τις διαφορετικές επιλογές για τα πλαστικά:

- Η μηχανική ανακύκλωση, η οποία αποφεύγει την άμεση αλλαγή της χημικής δομής του υλικού, ευθύνεται για το 99 τοις εκατό της ανακύκλωσης πλαστικών στην Ευρώπη. Κατ' αρχήν, όλοι οι τύποι θερμοπλαστικών μπορούν να ανακυκλωθούν μηχανικά με ελάχιστη ή καθόλου ποιοτική υποβάθμιση.
- Ανακύκλωση πρώτης ύλης σημαίνει κάθε θερμική διαδικασία που μετατρέπει τα πολυμερή σε μικρότερα μόρια, έτοιμα για νέες χημικές αντιδράσεις. Αυτά θα μπορούσαν να είναι για επαναχρησιμοποίηση (χημική ανακύκλωση) ή για παραγωγή ενέργειας.
- Χημική ανακύκλωση σημαίνει ότι το πλαστικό ή/και το πολυμερές τροποποιούνται από έναν χημικό παράγοντα ή διαδικασία, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά. Για την παραγωγή ενέργειας, διεργασίες όπως η αεριοποίηση και η πυρόλυση διασπών τα πλαστικά απόβλητα για την παραγωγή αερίου σύνθεσης (αέριο σύνθεσης) καθώς και άλλα υγρά και ημι-υγρά προϊόντα.

Ο Julian Allwood βλέπει νέες προσεγγίσεις για την ανάκτηση και τις κυκλικές ροές μετάλλων, ειδικά χάλυβα, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής κοπής και χειρισμού και νέων τεχνολογιών διαλογής. Η Veolia αναπτύσσει νέους τρόπους εξόρυξης υλικών για επαναχρησιμοποίηση υψηλής αξίας, με μελέτες περιπτώσεων που καλύπτουν τη μόνιμη καλλιέργεια, τη λιτή καινοτομία και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην ιστοσελίδα της «#Living Circular».

Εμφανίζονται συστήματα ανάκτησης για χρώματα, χημικά και άλλα δύσκολα ανακυκλώσιμα προϊόντα. Το Paintback, μια πρωτοβουλία συνεργασίας στην Αυστραλία, διαθέτει σημεία παράδοσης σε μεγάλες πόλεις για τους εμπορικούς και οικιακούς πελάτες να επιστρέφουν αχρησιμοποίητο χρώμα. Το Community RePaint είναι ένα δίκτυο επαναχρησιμοποίησης χρωμάτων σε ολόκληρο το Ηνωμένο Βασίλειο, με χορηγία της Dulux, που στοχεύει να συλλέξει τα υπολείμματα χρώματος και να τα αναδιανείμει προς όφελος ατόμων, οικογενειών, κοινοτήτων και φιλανθρωπικών οργανώσεων που έχουν ανάγκη με προσιτό κόστος.

Οι νεοφυείς επιχειρήσεις βρίσκουν τρόπους να δημιουργήσουν αξία από απόβλητα βιολογικών και μικτών υλικών. Το RamBrick™ είναι «το πρώτο οικολογικό τούβλο 5 αστέρων της Αφρικής που κατασκευάζεται από τοπικούς πόρους και αδρανή απόβλητα». Το σύστημα RamBrick™ μετατρέπει τα απόβλητα εδάφη και τα μπάζα από τους χώρους υγειονομικής ταφής σε δομικά προϊόντα για όλους τους τύπους κατοικιών, με τουλάχιστον ένα τρίτο λιγότερο αποτύπωμα άνθρακα από τα συμβατικά υλικά.

Ο σχεδιασμός του αυτοκινήτου RASA της Riversimple «θα προσφέρει μια σταδιακή αλλαγή στην απόδοση καυσίμου και την περιβαλλοντική απόδοση. Τροφοδοτείται από υδρογόνο. κατασκευασμένο με ελαφριά αλλά ισχυρά σύνθετα υλικά. ζυγίζει λιγότερο από το μισό από ένα συμβατικό αυτοκίνητο και είναι εξαιρετικά αεροδυναμικό και σταθερό. Το Riversimple θα προσφέρει κινητικότητα ως υπηρεσία. *«Για μια σταθερή μηνιαία χρέωση, οι πελάτες μας θα λάβουν ένα αυτοκίνητο – το αυτοκίνητό τους – και όλη τη συντήρηση, την ασφάλεια και τα καύσιμα για να το λειτουργήσουν.»*

Η συστημική σκέψη οδήγησε ένα συμβούλιο του Ηνωμένου Βασιλείου να δημιουργήσει ένα «αναδυόμενο χωριό», παρέχοντας οικονομικά αποδοτικές κοινωνικές κατοικίες για οικογένειες που ζουν σε προσωρινή στέγαση και επιτρέποντας στο συμβούλιο να χρησιμοποιήσει τη γη «brownfield» ενώ ολοκληρώνονται μακροπρόθεσμα έργα. Τα διαμερίσματα σχεδιασμένα από τον αρχιτέκτονα εξελίχθηκαν από το YMCA «Y-cube», έχουν διάρκεια ζωής 60 ετών και μπορούν να μετακινηθούν πολλές φορές. Είναι εργοστασιακά και καλά μονωμένα, βγαίνουν σε δύο κομμάτια: σαλόνι με εντοιχισμένες συσκευές και τα υπνοδωμάτια.

Η πίεση στους πεπερασμένους πόρους διεγείρει την έρευνα για νέα υλικά, ειδικά εκείνα που χρησιμοποιούν άφθονα, φυσικά υλικά. Η Chip[s] Board®, στις ΗΠΑ, έχει αναπτύξει βιοπλαστικά από κατακάθι καφέ, αλεύρι πεύκου, υπολείμματα πατάτας και ρινίσματα δρυός. Η Continental Tire καλλιεργεί πικραλίδες κοντά στο εργοστάσιό της στη Γερμανία, για να αντικαταστήσει το λατέξ από καουτσούκ που καλλιεργούνται γύρω από ισημερινό (και στον κατάλογο κρίσιμων πρώτων υλών της ΕΕ).

Τα φύκια είναι άφθονα και μπορεί να είναι προβληματικά, για παράδειγμα, όταν η απορροή λιπασμάτων προκαλεί «άνθιση φυκιών», με σοβαρά προβλήματα για άλλα ζωντανά συστήματα. Μια ερευνητική ομάδα στη Γερμανία ανέπτυξε μια διαδικασία που δημιούργησε ίνες άνθρακα από λάδι φυκιών. Εκτός από τον γεγονός ότι χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια από την παραγωγή χάλυβα ή εναλλακτικών σκυροδέματος, τα φύκια απορροφούν CO₂ κατά τη διάρκεια της ζωής τους, έτσι το CO₂ «κλειδώνεται» στην πρώτη ύλη για τις ίνες άνθρακα, επιτρέποντας την αποθήκευση του ατμοσφαιρικού άνθρακα ενώ το υλικό είναι άθικτο.

Οι καινοτομίες στην ανακύκλωση δημιουργούν επίσης αξία. Κάθε χρόνο, πάνω από 1 δισεκατομμύριο ελαστικά εγκαταλείπονται ή καίγονται παγκοσμίως, απελευθερώνοντας τοξικές

χημικές ουσίες. Η Black Bear ανακυκλώνει τα ελαστικά τέλους ζωής σε υψηλής ποιότητας αιθάλη και άλλες πρώτες ύλες (χάλυβας, καουτσούκ κ.λπ.), μειώνοντας τόσο τη ρύπανση όσο και τις εκπομπές CO₂.

Η HP, η Teleplan, η IKEA, η Philips και η iFixit συνεργάζονται σε ένα έργο (Co.Project) που διερευνά νέες εφαρμογές τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης για ανταλλακτικά. Αντί για αποθήκες γεμάτες εξαρτήματα (που μπορεί να μην χρειαστούν ποτέ), τα εξαρτήματα μπορούν να εκτυπωθούν κατ' απαίτηση, απαιτώντας μόνο ψηφιακά αρχεία ή ακόμα και τρισδιάστατη σάρωση του υπάρχοντος εξαρτήματος. Για εταιρείες όπως η IKEA, με περίπου 12.000 τύπους προϊόντων (και πολλά περισσότερα εξαρτήματα), τα πιθανά οφέλη είναι σημαντικά.

Το 2016, η GE Aviation άρχισε να εκτυπώνει ακροφύσια καυσίμου 3D για τον κινητήρα LEAP στο Airbus A320neo, διεκδικώντας την παγκόσμια πρωτιά για τον κλάδο των επιβατικών αεροπορικών εταιρειών. Το αρχικό σχέδιο είχε 20 ξεχωριστά μέρη. Χρησιμοποιώντας τρισδιάστατη εκτύπωση, μπόρεσαν να σχεδιάσουν το ακροφύσιο ως ένα ενιαίο κομμάτι. Κάθε ακροφύσιο είναι πέντε φορές πιο ανθεκτικό. ο αριθμός των μπρατσών και των συγκολλήσεων μειώθηκε από 25 σε 5 και το τελικό εξάρτημα ζυγίζει 25 τοις εκατό λιγότερο από ένα συνηθισμένο ακροφύσιο. Το 2016, η GE ξόδεψε περισσότερα από 1 δισεκατομμύριο δολάρια ΗΠΑ για να αγοράσει μερίδια ελέγχου σε δύο κορυφαίους κατασκευαστές βιομηχανικών τρισδιάστατων εκτυπωτών. Η GE σκοπεύει το νέο της τμήμα Additive να γίνει κορυφαίος προμηθευτής μηχανών, υλικών και λογισμικού προσθέτων για τομείς όπως η αεροδιαστημική, η παραγωγή ενέργειας, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ιατρική και η ηλεκτρονική.

Εμφανίζονται συνεργατικές πλατφόρμες ανταλλαγών. Για τον κατασκευαστικό τομέα, τον μεγαλύτερο συνεισφέροντα στην υγειονομική ταφή στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι παραγγελίες τείνουν να περιλαμβάνουν επιπλέον υλικά για να παρέχουν ένα περιθώριο ασφαλείας για την ποσότητα παραγγελίας ή τη ζημιά. Το Enviromate είναι μια διαδικτυακή αγορά όπου οι κατασκευαστές μπορούν να «βρίσκουν και να εμπορεύονται υπολείμματα υλικών» και να μειώνουν το κόστος αποθήκευσης ή υγειονομικής ταφής. Θεωρεί το κόστος των αποβλήτων, συνήθως 2-3 τοις εκατό του κόστους του έργου, ως ευκαιρία αξίας. Η Αγορά Υλικών Ηνωμένων Πολιτειών, ένα έργο που υποστηρίζεται από το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και άλλους, στοχεύει στην κλιμάκωση της επαναχρησιμοποίησης υλικών B2B σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες. Το Δίκτυο Επαναχρησιμοποίησης Επίπλων συνεργάζεται με

περισσότερες από 300 φιλανθρωπικές οργανώσεις και έχει «Εγκεκριμένα Κέντρα Επαναχρησιμοποίησης» που καλύπτουν ολόκληρο το Ηνωμένο Βασίλειο. Η Cohealo, στις ΗΠΑ, μοιράζεται εξοπλισμό υγειονομικής περίθαλψης. Υπάρχουν πολλά άλλα δίκτυα επαναχρησιμοποίησης για συγκεκριμένο τομέα και δημόσιο τομέα, όπως το Warp It.

Το Warp It, με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, στοχεύει να παρέχει ένα δίκτυο «όπου η αγορά νέου είναι η τελευταία λύση και τίποτα δεν πάει χαμένο», επιτρέποντας την αναδιανομή επαναχρησιμοποιήσιμων αντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων επίπλων, ηλεκτρικού εξοπλισμού, αναλώσιμων γραφείου, εργαστηρίου και ιατρικού εξοπλισμού.

Το δίκτυο περιλαμβάνει πάνω από 1.000 φιλανθρωπικά ιδρύματα, 1.000 σχολεία, περισσότερα από τα μισά πανεπιστήμια του Ηνωμένου Βασιλείου, καθώς και συμβούλια, το NHS και εταιρείες του ιδιωτικού τομέα.

Η αυτοκινητοβιομηχανία Nissan και η Ονο, προμηθευτής ενέργειας στο Ηνωμένο Βασίλειο, πρόκειται να προσφέρουν ένα πρόγραμμα από όχημα σε δίκτυο. Η Ονο θα διαχειρίζεται την ενέργεια της μπαταρίας, αγοράζοντας ισχύ σε περιόδους εκτός αιχμής και πωλώντας σε περιόδους αιχμής.⁵⁶ Peer-to-peer εφαρμογές ενοικίασης αυτοκινήτων, όπως το Turo και το Getaround, εμφανίζονται, επιτρέποντας στους ιδιοκτήτες αυτοκινήτων να κερδίζουν έσοδα από την αδράνεια περιουσιακά στοιχεία.

Η υπηρεσία MOIA ride-sharing της Volkswagen σχεδιάζει να προσφέρει υπηρεσίες ομαδοποίησης σε 50 πόλεις σε όλη την Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Η επιχείρηση στο Αμβούργο θα συνεργαστεί με το «switchh», μια κοινή υπηρεσία χρηστών που λειτουργεί από την εταιρεία υπόγειων μεταφορών του Αμβούργου και η οποία χρησιμοποιεί ήδη οχήματα BMW DriveNow και Daimler car2go.

5. Εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην Ελλάδα

Η ελληνική κυβέρνηση έχει θεσπίσει μια φιλόδοξη Πράσινη Ατζέντα, υποστηρίζοντας ενεργά τους δύο αλληλένδετους πράσινους στόχους, δηλαδή την κλιματική ουδετερότητα πριν από το 2050 και την προώθηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας. Ανέλαβε επίσης δεσμεύσεις στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας που αφορούν στην έγκαιρη υιοθέτηση της Οδηγίας 2019/904 για τα Πλαστικά Μιας Χρήσης (SUP) στις 15 Οκτωβρίου 2020, την ανάπτυξη ενός Εθνικού Σχεδίου Δράσης για τις Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις έως τον Δεκέμβριο του 2020 και την ενίσχυση της δευτερογενούς αγοράς πρώτων υλών. Όσον αφορά τις απαιτήσεις της Οδηγίας-πλαισίου για τα αποβλήτα (άρθρα 28 και 29, ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/851), το εγκριθέν Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) 2020- 2030 αναμένεται να ανοίξει τώρα το δρόμο καταδεικνύοντας την τρέχουσα κατάσταση διαχείρισης αποβλήτων και θέτοντας νέους στόχους (Hilton et al, 2021):

- Μέγιστο όριο 10% στην ποσότητα των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρο υγειονομικής ταφής έως το 2030 (5 έτη νωρίτερα από την προθεσμία του 2035 της οδηγίας της ΕΕ).
- 60% ανακύκλωση των Αστικών Στέρεων Αποβλήτων (ΑΣΑ) έως το 2030.
- Παύση λειτουργίας των υφιστάμενων παράνομων χώρων υγειονομικής ταφής μέχρι το 2022.
- Χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων σε εθνικό επίπεδο έως το 2022.
- 30 έως 38 μονάδες Μηχανικής-βιολογικής επεξεργασίας (ΜΒΤ) έως το 2023 (εκτός από τις υπάρχουσες) (Παράρτημα ΙΙΙ, ΕΣΔΑ).
- 30 μονάδες επεξεργασίας βιολογικών αποβλήτων (τουλάχιστον) έως το 2023 (Παράρτημα ΙΙΙ, ΕΣΔΑ).
- 3 έως 4 μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης (WtE) (ενδεικτικά, κατ' ελάχιστο).

Εκτός από τους κύριους στόχους, έχουν καθοριστεί συγκεκριμένα βασικά μέτρα, τα οποία πρέπει να υλοποιηθούν έως το 2030, όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Hilton et al, 2021):

- «Εκσυγχρονισμός» του υφιστάμενου «περιβαλλοντικού τέλους» με σκοπό την παροχή κινήτρου για εκτροπή των αποβλήτων από την υγειονομική ταφή.
- Εφαρμογή της αρχής «Πληρώνω Όσο Πετώ».

- Προώθηση της διαλογής στην πηγή ανακυκλώσιμων υλικών (ανά τύπο υλικού)
- Προώθηση της διαλογής στην πηγή βιοαποβλήτων (επέκταση του εξοπλισμού συλλογής σε εθνικό επίπεδο).
- Αύξηση και αναβάθμιση των Κέντρων Διαλογής Υλικών (ΚΔΑΥ).
- Αύξηση της αναξιοποίησης ενέργειας από τα υπολείμματα από τις Μονάδες Μηχανικής/Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΕΑ) και τους σταθμούς διαλογής και ανάπτυξη μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης.
- Ανάπτυξη χώρων υγειονομικής ταφής επικίνδυνων αποβλήτων έως το 2022-2023
- Προώθηση της χωριστής συλλογής και ανάπτυξη του συστήματος EPR (Διευρυμένης Ευθύνης Παραγωγού) για τα πλαστικά γεωργικών χρήσεων.
- Προώθηση της χωριστής συλλογής και ανάπτυξη συστημάτων EPR για κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και άλλες ροές αποβλήτων, όπως στρώματα, έπιπλα, ληγμένα φάρμακα, επικίνδυνα οικιακά απορρίμματα.
- Αύξηση των δραστηριοτήτων ευαισθητοποίησης του κοινού

5.1 Κατασκευές & Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)

Τα σχετικά στοιχεία για την Ελλάδα όσον αφορά στον τομέα αυτό είναι τα κάτωθι (Hilton et al, 2021):

- Χρήση εναλλακτικών υλικών - βιομηχανία τσιμέντου. Συγκεκριμένα, η τοπική βιομηχανία τσιμέντου μπορεί να συν-επεξεργαστεί περαιτέρω ποσότητες αδρανών υλικών από ΑΕΚΚ, αντικαθιστώντας τον ασβεστόλιθο (βασικό στοιχείο του κλίνκερ) και να επιτρέψει την ανάκτηση μεγαλύτερων ποσοτήτων ΑΕΚΚ που παράγονται στην Ελλάδα.
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων - βιομηχανία τσιμέντου. Στην Ελλάδα, τα ποσοστά ανακύκλωσης είναι προς το παρόν χαμηλά και θα πρέπει να βελτιωθούν σημαντικά τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια. Η χρήση αποβλήτων ως εναλλακτικού καυσίμου για την παραγωγή ενέργειας μπορεί να έχει νόημα εάν αυτά τα απόβλητα δεν μπορούν να ανακυκλωθούν και, στη συνέχεια, έχει νόημα μόνο εάν αυτό προσφέρει το καλύτερο περιβαλλοντικό αποτέλεσμα συνολικά.

- Ανακύκλωση ΑΕΚΚ. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το ποσοστό ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα κυμαινόταν μεταξύ 12% και 15% το 2015. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η γεωγραφική κάλυψη των υπαρχόντων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης αυξάνεται σταδιακά από το 2015, αναμένεται ότι ο ρυθμός ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα είναι επί του παρόντος υψηλότερος από 15%, αλλά το τρέχον ποσοστό ανακύκλωσης/ επαναξιοποίησης δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια, λόγω του γεγονότος ότι ο υπολογισμός των ποσοτήτων ΑΕΚΚ που παράγονται στη χώρα βασίζεται σε εκτιμήσεις.

5.2 Συσκευασίες

Συνολικά, ο κλάδος συσκευασίας στην Ελλάδα έχει σημειώσει πρόοδο στην ενσωμάτωση στοιχείων Κυκλικής Οικονομίας στην αλυσίδα αξίας του (Hilton et al, 2021).

Φάση παραγωγής

- Πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή - Η πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή αποτελεί επί του παρόντος κοινή πρακτική σε ολόκληρο τον κλάδο συσκευασιών, διασφαλίζοντας ότι καταλήγουν λιγότερα απόβλητα σε χώρους υγειονομικής ταφής, μέσω της μείωσης ή της αποτροπής τους κατά τη φάση της παραγωγής.
- Πρόσληψη/ μίσθωση εξοπλισμού από προμηθευτές - Σημειώνεται ότι η μίσθωση εξοπλισμού από προμηθευτές αυξάνεται και γίνεται κοινή πρακτική, μειώνοντας μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα το κόστος κεφαλαίου.
- Μέτρα ελαχιστοποίησης/ ανακύκλωσης νερού - Στην πλειονότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής συσκευασιών, έχουν καθοριστεί δείκτες μείωσης της κατανάλωσης νερού και επαναχρησιμοποίησης νερού, οι οποίοι παρακολουθούνται σε ετήσια βάση, ώστε να διασφαλίζεται η εφαρμογή ενός συστήματος κλειστού βρόχου.

Σχεδιασμός/ συμβάσεις προμηθειών συσκευασίας

- Χαμηλό βάρος – Οι μεγαλύτερες βιομηχανίες παραγωγής υλικών & συσκευασίας συνεχίζουν να μειώνουν το βάρος της συσκευασίας όλων των ειδών όπου είναι δυνατόν, τόσο για τη μείωση του κόστους όσο και για τον αντίκτυπο στις εκπομπές άνθρακα. Παραδείγματα από τη βιομηχανία στην Ελλάδα, μετά από συνεντεύξεις με εμπλεκόμενους

φορείς, περιλαμβάνουν: Μείωση βάρους κατά 12,5% στη συσκευασία γυαλιού, μείωση βάρους κατά 7% στη συσκευασία αλουμινίου και αντικατάσταση γυαλιού από πλαστικό.

- Σχεδιασμός/προδιαγραφή για τη δυνατότητα ανακύκλωσης - Μερικοί από τους μεγάλους παραγωγούς συσκευασιών στην Ελλάδα επικεντρώθηκαν κυρίως στον σχεδιασμό πλαστικών συσκευασιών, προκειμένου να διευκολύνουν τη διαλογή και την ανακύκλωση. Στο πλαίσιο αυτό εστιάζουν σε μονομερή-πολυμερή σχέδια, για παράδειγμα σακουλάκια από 100% PP ή δίσκους από 100% PET.
- Αποφυγή επικίνδυνων ουσιών (σχεδιασμός/ προδιαγραφή) - Η αποφυγή επικίνδυνων ουσιών και 'προβληματικών' υλικών παραμένει στην κορυφή της λίστας προτεραιοτήτων όταν γίνεται λόγος για συσκευασίες, και ιδίως σε σχέση με τα υλικά συσκευασιών που περιέχουν τρόφιμα. Για παράδειγμα, τα οξο-βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά απαγορεύονται πλέον από τον νόμο στην ΕΕ από το 2021 λόγω της ποσότητας μικροπλαστικών που διαχέονται στο περιβάλλον στο τέλος της διάρκειας ζωής του προϊόντος.
- Καινοτομία και Τεχνολογία Υλικών - Ποικίλα παραδείγματα σε εθνικό επίπεδο μαρτυρούν στροφή προς την καινοτομία και την τεχνολογία, όπως τα PureCycle Technologies, NaturALL Bottle Alliance και άλλες πρακτικές.
- Συνεργασίες - Ο ΣΥΒΠΠΥΣ (Σύνδεσμος Βιομηχανιών Παραγωγής Υλικών & Συσκευασίας) ξεκίνησε τη συνεργασία του με τον EUROPEN (Ευρωπαϊκός Οργανισμός για τις Συσκευασίες και το Περιβάλλον) στο πλαίσιο της Κυκλικής Οικονομίας. Συνολικά, οι παραγωγοί συσκευασιών στην Ελλάδα συνεργάζονται στενότερα με τους προμηθευτές τους για να βελτιώσουν την αλυσίδα εφοδιασμού τους και να ορίσουν προδιαγραφές σύμβασης που πληρούν τους στόχους και τα πρότυπα προϊόντων της ΕΕ.

5.3 Τρόφιμα

Οι ποσότητες βιοαποδομήσιμων αποβλήτων (ΒΑΑ) που έχουν οδηγηθεί σε ΧΥΤΑ, ξεπερνούν κατά σχεδόν 2 εκατ. τόνους τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα που ορίζει η νομοθεσία και το προηγούμενο ΕΣΔΑ. Συγκεκριμένα, κατά το έτος 2018, 2.771.773 τόνοι ΒΑΑ κατέληξαν σε ΧΥΤΑ, έναντι μέγιστης επιτρεπόμενης ποσότητας 910.000 τόνων ΒΑΑ. Μεταξύ 2015 και 2018, η χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων αυξήθηκε από το 4,7% στο 5,7% της συνολικής ποσότητας βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που παράγονται στη χώρα. Σύμφωνα με το εγκριθέν ΕΣΔΑ 2020 -

2030, η χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων θα καταστεί υποχρεωτική από τις 31 Δεκεμβρίου 2022 μέσω της επέκτασης του «καφέ κάδου» σε εθνικό επίπεδο (Hilton et al, 2021).

- Πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων και αναδιανομή τροφίμων

Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών καταβάλλει σημαντικές προσπάθειες για την πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή με σκοπό τη μείωση του κόστους, αν και δεν υπάρχουν ολοκληρωμένες εθνικές πρωτοβουλίες για την προώθηση ή την υποστήριξη της πρόληψης των αποβλήτων τροφίμων, όπως υπάρχουν σε ορισμένες χώρες (π.χ. Ηνωμένο Βασίλειο, όπου το WRAP ηγείται της πρωτοβουλίας Courtauld 2025). Ο Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών Τροφίμων (ΣΕΒΤ) συμμετέχει σε μια σειρά πρωτοβουλιών σε εθνικό επίπεδο για τη μείωση των αποβλήτων τροφίμων και τη στήριξη πιο υποβαθμισμένων κοινωνικών ομάδων. Συνεργάζεται στενά με τον οργανισμό «Μπορούμε»⁴ μέσω του προγράμματος ««Διάσωση & Προσφορά Τροφίμων», του οποίου αποστολή είναι ο περιορισμός της σπατάλης τροφίμων και η αύξηση της επισιτιστικής προσφοράς προς κοινωφελείς φορείς και τους ωφελούμενους τους.

- Ανακύκλωση (Open loop/close loop)

Είναι προφανές ότι υπάρχει τεράστιο περιθώριο αύξησης της ποσότητας των βιοαποβλήτων που συλλέγονται χωριστά από τα νοικοκυριά, και ήδη αρκετοί Δήμοι υλοποιούν νέα συστήματα συλλογής βιοαποβλήτων, ακολουθώντας μια σειρά πιλοτικών προγραμμάτων σε διάφορα μέρη της Ελλάδας, όπως ο Δήμος Βάρης-Βούλας- Βουλιαγμένης. Όλοι οι μεγάλοι παραγωγοί τροφίμων έχουν δημιουργήσει συστήματα ανακύκλωσης στην εφοδιαστική τους αλυσίδα, προκειμένου να μειωθεί η διάθεση αποβλήτων τροφίμων. Συνήθως συνάπτουν συμβάσεις με φορείς που εμπλέκονται στη διαχείριση βιοαποβλήτων μέσω εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης, για την παραγωγή βιοαερίου και compost. Δυστυχώς, αυτό είναι πολύ λιγότερο διαδεδομένο σε μικρότερους παραγωγούς και λιανοπωλητές.

- Συνεργασία

Ο Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών Τροφίμων (ΣΕΒΤ) είναι μέλος της Food Drink Europe και συμμετέχει σε μια σειρά ευρωπαϊκών έργων (LIFE FOODPRINT, PEFMED, EUMERCI, CIRCforBIO, ICCEE). Άλλες συνεργατικές πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν, το Σύνδεσμο

Ελληνικών Βιομηχανιών Παραγωγής Υλικών και Συσκευασίας (ΣΥ.ΒΙ.Π.Υ.Σ.) που είναι μέλος της διεθνούς πρωτοβουλίας SAVEFOOD υπό την αιγίδα των FAO και UNEP.

- Επιχειρηματικά μοντέλα Κυκλικής Οικονομίας

Ο Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών Τροφίμων (ΣΕΒΤ) συνεργάστηκε με 3 εταιρείες στον τομέα των τροφίμων και ποτών (Ελληνική Ζυθοποιία Αταλάντης Α.Ε. (EZA S.A.), TSAKIRIS Α.Ε. και ΑΣΠΙΣ Κ. ΔΕΔΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΧΥΜΟΙ ΑΕ) που θα συλλέγουν βιοαπόβλητα μέσω της παραγωγικής τους διαδικασίας για την παραγωγή βιοκαυσίμων

5.4 Πλαστικά (Μη συσκευασίες)

Με συνεισφορά περίπου 3 δισεκατομμυρίων ευρώ ή 1,6% στο ΑΕΠ (στοιχεία 2018), 1,8% στην απασχόληση και σχεδόν 4% στις εξαγωγές προϊόντων, ο κλάδος των πλαστικών αποτελεί μια σημαντική βιομηχανία για τη χώρα, αλλά αντιμετωπίζει προκλήσεις ενόψει της μετάβασης της οικονομίας από το γραμμικό στο κυκλικό μοντέλο. Τα βασικά που καταγράφονται για τον κλάδο είναι (Hilton et al, 2021):

- Πρόληψη των αποβλήτων - Η πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή αποτελεί σήμερα κοινή πρακτική σε ολόκληρη τη βιομηχανία πλαστικών στην Ελλάδα, διασφαλίζοντας ότι διατίθενται λιγότερα απόβλητα σε χώρους υγειονομικής ταφής.
- Χρήση ανακυκλωμένου περιεχομένου - Η συχνότητα της χρήσης ανακυκλωμένου περιεχομένου υλικού αυξάνεται στη βιομηχανία πλαστικών που επικεντρώνεται σε λύσεις συσκευασίας PP/PC/PE για τους τομείς των τροφίμων και των χημικών ουσιών/χρωμάτων, συμπεριλαμβανομένου του ανακυκλωμένου πολυπροπυλενίου (rPP).
- Ανακύκλωση (Open / Closed Loop)- Η ανακύκλωση είναι συνήθης πρακτική στη βιομηχανία πλαστικών, μέσω της αξιοποίησης υπολειμμάτων παραγωγής ως τροφοδοσία στο εργοστάσιο παραγωγής (π.χ. επανεπεξεργασία) και για παραγωγή καλής ποιότητας PE (LDPE, HDPE), PP, PS, PET και PVC για χρήση σε άλλες εφαρμογές.
- Επιχειρηματικό μοντέλο κυκλικής οικονομίας – Αναφορικά με τα επιχειρηματικά μοντέλα κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανία πλαστικών υπάρχει η πιστοποίηση EuCertPlast. Οι προδιαγραφές της EuCertPlast επικεντρώνονται στην ιχνηλασιμότητα των πλαστικών

υλικών (σε όλη τη διαδικασία ανακύκλωσης και στην αλυσίδα εφοδιασμού). Το ίδιο το σύστημα πιστοποίησης λειτουργεί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 15343: 2007.

- Συνεργασία - Ο ΣΒΠΕ είναι μέλος της Plastics Europe και συνεργάζεται στενά με τον Σύνδεσμο και τα μέλη της. Συγκεκριμένα, παίρνει μέρος στην προσπάθεια του ευρωπαϊκού συνδέσμου βιομηχανίας πλαστικών, μέσω του «Plastics 2030 – Voluntary Commitment» (Πλαστικά 2030 - Εθελοντική δέσμευση), που εκδόθηκε από την Plastics Europe⁸. Άλλες βασικές συνεργασίες περιλαμβάνουν: τη συμμετοχή εταιρειών στην ευρωπαϊκή κοινοπραξία CEFLEX, μια ευρωπαϊκή κοινοπραξία αλυσίδων αξίας ευέλικτων συσκευασιών και πλαστικών, τη συμμετοχή στο Plastics Recyclers Europe και δημιουργία του Ερευνητικού κέντρου «Plastics for People (PfP)».
- Έρευνα και Ανάπτυξη (R&D) – η οποία συνεχίζει να αναπτύσσεται στη βιομηχανία πλαστικών στην Ελλάδα.
- Επενδύσεις σε υποδομές –Ενίσχυση εταιριών στο πλαίσιο Επιχειρησιακών Προγραμμάτων Χρηματοδότησης (ΕΣΠΑ, ΕΠΑΝΕΚ, Πράσινο Ταμείο).

5.5 Νερό

Η Ελλάδα είναι ένα από τα έξι κράτη μέλη (Κύπρος, Ελλάδα, Γαλλία, Ιταλία και Ισπανία) που διαθέτουν πρότυπα που καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις για το νερό από επαναξιοποίηση, πριν μπορέσει να επαναχρησιμοποιηθεί (2018)¹¹. Το ελληνικό νομικό πλαίσιο σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων που αναπτύχθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 145116/11, ορίζει μέτρα, όρους και διαδικασίες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων. Ο τρέχων ρυθμός επαναχρησιμοποίησης νερού παραμένει χαμηλός στην Ελλάδα λόγω των διοικητικών εμποδίων και της πολυπλοκότητας που σχετίζεται με την εφαρμογή των προτύπων, γεγονός που δημιουργεί ισχυρά αντικίνητρα για την ανάπτυξη νέων συστημάτων. Η μόνη εφαρμογή μεγάλης κλίμακας σημειώνεται στη Βόρεια Ελλάδα, όπου η Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.), η δεύτερη μεγαλύτερη εταιρεία ύδρευσης στην Ελλάδα, εξυπηρετεί πάνω από ένα εκατομμύριο ανθρώπους, κατάφερε να προωθήσει την επαναχρησιμοποίηση νερού (Hilton et al, 2021).

5.6 Αλουμίνιο

Ο κλάδος αλουμινίου περιλαμβάνει: παραγωγή αλουμίνιας, παραγωγή πρωτογενούς και δευτερογενούς αλουμινίου, βιομηχανία έλασης, βιομηχανία εξώθησης, καλώδια, χύτευση, ανοδίωση και ηλεκτροστατική βαφή και τελικές χρήσεις (πόρτες/ παράθυρα και άλλα προϊόντα συσκευασίας). Τα βασικά στοιχεία για τον τομέα συνίστανται στα κάτωθι (Hilton et al, 2021):

- Αποφυγή επικίνδυνων ουσιών - Οι επιχειρήσεις έχουν μειώσει τη χρήση επικίνδυνων ουσιών.
- Ανακύκλωση
 - ο Τα κατάλοιπα βωξίτη, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που παράγονται μέσω της διαδικασίας παραγωγής αλουμίνιας, χρησιμοποιούνται πλέον σε άλλες βιομηχανίες (π.χ. βιομηχανία τσιμέντου).
 - ο Τα δευτερογενή απορρίμματα αλουμινίου επαναευστοποιούνται ευρέως σε χυτήρια αλουμινίου.
 - ο Το σκραπ αλουμινίου επαναευστοποιείται ευρέως σε χυτήρια αλουμινίου. Η χρήση του Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων για ορισμένα κατασκευαστικά έργα, στοχεύει στη μεγιστοποίηση της ανάκτησης των υπολειμμάτων αλουμινίου και του αλουμινίου κατεδαφίσεων, ώστε να επιτρέπεται η ανακύκλωση απευθείας από τον προμηθευτή ή μέσω εργολάβων που δραστηριοποιούνται στη διαχείριση αποβλήτων.
 - ο Η επεξεργασία και εμπορία κραμάτων αλουμινίου και παραγώγων προϊόντων, φυσικά, γίνεται ευρέως λόγω της αξίας των υλικών. Η ΕΛΒΑΛ Α.Ε. είναι ο μεγαλύτερος ανεξάρτητος παραγωγός ανακυκλωμένου (δευτερογενούς) αλουμινίου στην Ελλάδα.
- Συνεργασία και ευαισθητοποίηση – Εντοπίστηκαν μια σειρά από συνεργασίες με σκοπό την καλύτερη διαχείριση του αλουμινίου και την ανάκτηση σπάνιων γαιών (κράματα αλουμινίου σκανδίου από υπολείμματα βωξίτη) όπως συνεργάτες, συμπεριλαμβανομένων των Rusal, Rio Tinto και Alcoa.

5.7 Χάλυβας

Στην ελληνική χαλυβουργία υπάρχουν αρκετά στοιχεία κυκλικής οικονομίας (Hilton et al, 2021):

- Πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή - Συνθήκες λειτουργίας που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση της παραγωγής σκωρίας (απόβλητα) μεγιστοποιώντας την παραγωγή προϊόντος.
- Επαναχρησιμοποίηση εξοπλισμού/υλικού - Αγορά μεταχειρισμένου εξοπλισμού (π.χ. από χαλυβουργεία που κλείνουν), ανακαίνιση και χρήση σε υπάρχουσες και νέες χαλυβουργικές εγκαταστάσεις.
- Ανακύκλωση αποβλήτων εσωτερικά (σε κλειστούς βρόχους - close loop) - Συστηματικός διαχωρισμός μεταλλικών στοιχείων από σκωρία (απόβλητα) για ανακύκλωση σε νέο κύκλο παραγωγής.
- Ανακύκλωση αποβλήτων εξωτερικά (σε ανοιχτούς βρόχους - open loop) - Η σκωρία χάλυβα αποστέλλεται στην ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΕ και στη συνέχεια χρησιμοποιείται, π.χ. ως αντιολισθητικό υλικό σε ασφαλτικά οδοστρώματα ενώ η πούδρα από τα φίλτρα σάκων χρησιμοποιείται για την επαναξιοποίηση ψευδαργύρου.

5.8 Λιπαντικά

Σύστημα EPR (Διευρυμένης Ευθύνης Παραγωγών) για τα πετρελαϊκά απόβλητα Επιτυγχάνονται οι στόχοι συλλογής και διύλισης που καθορίζονται από το σύστημα EPR στη χώρα και η Ελλάδα αναγνωρίζεται ως η καλύτερη περίπτωση μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ.¹² Συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία του συστήματος EPR στην Ελλάδα, περίπου το 60% όλων όσων αγοράζονται (60.000 τόνοι, 2017) θα γίνει πετρελαϊκά απόβλητα¹³ (36.000 τόνοι, 2017) και από αυτά περίπου το 70% αντιστοιχεί στα συλλέξιμα¹⁴ πετρελαϊκά απόβλητα (25.570τ, 2017). Ο στόχος ανάκτησης των πετρελαϊκών αποβλήτων (20.160τ, 2017) που έχει τεθεί στη χώρα είναι 80% ο οποίος επιτεύχθηκε και ξεπεράστηκε (25.250τ, 2017) (Hilton et al, 2021)

6. Τρόποι μέτρησης επιτυχίας στόχων κυκλικής οικονομίας (Δείκτες)

Μια πρόσφατη διεθνής μελέτη που δημοσιεύτηκε από το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WBCSD, 2018) εξέτασε την τρέχουσα κατάσταση του τρόπου με τον οποίο οι εταιρείες μετρούν τις επιδόσεις τους στην Κυκλική Οικονομία. Η μελέτη διαπίστωσε ότι σχεδόν το 75% των εταιρειών που ερωτήθηκαν χρησιμοποιούν δικά τους πλαίσια για να μετρήσουν την απόδοση της κυκλικότητας τους. Η θετική πτυχή της χρήσης ενός δικού της πλαισίου είναι ότι η εταιρεία γνωρίζει τη συγκεκριμένη πτυχή και τα ουσιαστικά θέματα που συνεπάγεται για την εταιρεία η μετάβαση προς μια Κυκλική Οικονομία, ενώ από την αρνητική πλευρά, η επιλογή δείκτη για ένα συγκεκριμένο πλαίσιο εταιρείας μπορεί να είναι πιο υποκειμενική και εμποδίζει τη συγκρισιμότητα (WBCSD, 2018). Η Philips έχει εφαρμόσει μια συγκεκριμένη προσέγγιση για τη μέτρηση της προόδου της μετάβασης στην κυκλική οικονομία. Μετρά και αναφέρει τα «Κυκλικά Έσοδα» της: τα έσοδα από προϊόντα και υπηρεσίες που πληρούν συγκεκριμένες απαιτήσεις Κυκλικής Οικονομίας που ορίζει η ίδια η Philips (π.χ. ανακαινισμένα προϊόντα ή επιχειρηματικά μοντέλα που βασίζονται στην απόδοση) (Philips, 2017). Ένα άλλο παράδειγμα για μια συγκεκριμένη μέτρηση της εταιρείας είναι η KPN, το οποίο στοχεύει να έχει σχεδόν 100% κυκλικές λειτουργίες έως το 2025. Η KPN αναφέρει τη διαδικασία αυτής της μετάβασης με βάση δείκτες που μετρούν το ποσοστό του εξοπλισμού και του υλικού, το οποίο επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται (KPN, 2018).

Η μελέτη του WBCSD (2018) εντόπισε επίσης τους κύριους λόγους για τους οποίους οι επιχειρήσεις μετρούν την κυκλικότητα. Οι 3 κορυφαίοι λόγοι ήταν: 1) προώθηση της επιχειρηματικής απόδοσης ή στρατηγικής, 2) αιτιολόγηση των επιτευγμάτων εξωτερικά και 3) ενσωμάτωση της κυκλικότητας σε όλη την επιχείρηση. Σύμφωνα με αυτούς τους λόγους και άλλα ευρήματα, το WBCSD (2018) προσδιόρισε 7 συστάσεις για την ανάπτυξη ενός μελλοντικού πλαισίου μέτρησης Κυκλικής Οικονομίας (εικόνα 13). Μία από τις κύριες προκλήσεις για την ανάπτυξη μιας νέας αξιολόγησης είναι σύμφωνα με το WBCSD (2018) ο αριθμός των μοναδικών και διαφορετικών ορισμών που χρησιμοποιούνται για την Κυκλική Οικονομία.

Recommendations for Circular Economy framework development	
1.	Drive circular business performance
2.	Target specific audiences depending on company objectives
3.	Cover a comprehensive sustainability scope
4.	Ensure flexibility and inclusion
5.	Adopt a phased approach to incorporating capitals
6.	Build upon existing frameworks and standards
7.	Drive culture change and provide guidance

Εικόνα 13 Συστάσεις για την ανάπτυξη ενός πλαισίου μέτρησης κυκλικής οικονομίας (WBCSD, 2018)

Όσον αφορά τις αξιολογήσεις για τη μέτρηση της κυκλικότητας που αναπτύχθηκαν από μελετητές, οι προσεγγίσεις ήταν πολύ διαφορετικές: από ποιοτικές σε ποσοτικές, από ερωτηματολόγια στη χρήση δημόσιων δεδομένων και από αναλύσεις δεδομένων έως αναλύσεις ροής υλικού (Banaitė & Tamošiūnienė, 2016; Cooper, Seiford, & Zhu, 2004).

Οι πρώτες αξιολογήσεις για τη μέτρηση της κυκλικής οικονομίας αναπτύχθηκαν για μακροοικονομικό επίπεδο (εθνικό/περιφερειακό). Το επίπεδο meso (τομέας/εταιρεία) και micro (προϊόν) ακολούθησε μόνο σε μεταγενέστερο στάδιο. Επί του παρόντος, ο αριθμός των αξιολογήσεων και για τα τρία επίπεδα ανάλυσης είναι σχεδόν εξίσου κατανομημένος. Ο αριθμός των αξιολογήσεων που εστιάζονται ειδικά σε επίπεδο εταιρείας πρέπει να θεωρείται κάπως χαμηλότερος, καθώς ένας αριθμός αξιολογήσεων εστιάζεται σε επίπεδο τομέα ή βιομηχανικού πάρκου (π.χ. Geng et al., 2012; R. Li & Su, 2012; Wen & Meng, 2015).

6.1 Μάκρο-επίπεδο

Οι πρώτες αξιολογήσεις (Moriguchi, 2007, Pintér, 2006) βασίστηκαν στην ανάλυση ροής υλικών και ως εκ τούτου περιλάμβαναν τη χρήση υλικών και πόρων, αφήνοντας την οικονομική και κοινωνική διάσταση εκτός του πλαισίου αξιολόγησης. Η ανάλυση ροής υλικού αργότερα υιοθετήθηκε επίσης από αξιολογήσεις κυκλικότητας (Geng et al., 2012; Haas et al., 2015). Το κοινό όλων αυτών των αξιολογήσεων είναι ότι δεν αποδίδουν το αποτέλεσμα άμεσα, αλλά κάποιος πρέπει να αναλύσει τα δεδομένα και να τα συγκρίνει με δεδομένα από άλλες οντότητες ή με μια προκαθορισμένη τυποποιημένη τιμή. Οι Geng et al. (2009) χρησιμοποίησαν επίσης σύγκριση με έναν προκαθορισμένο λόγο στόχο για να αξιολογήσουν την απόδοση κυκλικότητας διαφορετικών κινεζικών πόλεων στην κατανάλωση πόρων, την απόρριψη/επεξεργασία/ανάκτηση αποβλήτων. Στη μελέτη των Su et al. (2013), εφαρμόστηκε η ίδια μεθοδολογία με τους ίδιους δείκτες.

Καθώς η αξιολόγηση αναπτύχθηκε για τη σύγκριση των επιδόσεων διαφορετικών οντοτήτων, απαιτεί πρόσθετα δεδομένα από κάθε οντότητα για τη σύγκριση. Οι εκτιμήσεις που αναπτύχθηκαν από τους Li et al. (2010), Guo-gang and Jing (2011) και Qing et al. (2011) ήταν οι πρώτες ελπιδοφόρες εκτιμήσεις, επειδή κάλυψαν και τις τρεις διαστάσεις του αντίκτυπου. Η μεθοδολογία από τους Guo-gang και Jing (2011) αναπτύχθηκε για να αποδώσει ένα άμεσο αποτέλεσμα και περιλαμβάνει μια διαδικασία επικύρωσης που βασίζεται στη συμβολή των ειδικών σχετικά με τους παράγοντες στάθμισης για τους επιμέρους δείκτες.

Η χρήση μιας ομάδας ειδικών για τον καθορισμό του συντελεστή στάθμισης εφαρμόστηκε επίσης από τους Qing et al. (2011). Οι Guo-gang και Jing (2011) ανέπτυξαν επιπλέον τέσσερις κατηγορίες επιδόσεων για την αξιολόγησή τους: 1) στάδιο μη-ανάπτυξης, 2) αρχικό στάδιο ανάπτυξης, 3) μέτρια προχωρημένο στάδιο και 4) πολύ προχωρημένο στάδιο. Οι τέσσερις κατηγορίες συνδέονται με καθορισμένα όρια, τα οποία είναι <25%, 25-49%, 50-74% και >75%. Η δύσκολη πτυχή της αξιολόγησης που αναπτύχθηκε από τους Guo-gang και Jing (2011) έγκειται στο γεγονός ότι για κάθε κατηγορία τα όρια (ελάχιστα και μέγιστα κατώφλια) έπρεπε να είναι προκαθορισμένα. Σε αντίθεση με τις τρεις εκτιμήσεις, οι Chun-rong και Jun (2011) επεσήμαναν συγκεκριμένα ότι δεν ήθελαν να συμπεριλάβουν δείκτες και από τις τρεις διαστάσεις του αντίκτυπου στην αξιολόγησή τους. Υποστήριζαν ότι ο δείκτης δεν μπορούσε να διαφοροποιηθεί αρκετά με δείκτες βιωσιμότητας και ότι ένας τέτοιος δείκτης δεν θα αντικατοπτρίζει καλά τα χαρακτηριστικά της Κυκλικής Οικονομίας. Αντίθετα, εστίασαν σε δείκτες μείωσης, ανακύκλωσης και μείωσης με κατηγορίες που είχαν προκαθορισμένα όρια.

Επίσης, η μεθοδολογία μηδενικού δείκτη αποβλήτων από τους Zaman και Lehmann (2013) κατασκευάστηκε για να επικεντρωθεί αποκλειστικά στο θέμα των αποβλήτων και δεν έχει αναπτυχθεί για να περιλαμβάνει την οικονομική και κοινωνική διάσταση. Συμπεριλαμβάνοντας την ανάπτυξη με την πάροδο του χρόνου, οι Wu et al. (2014) ήταν οι μόνοι που συμπεριέλαβαν την απόδοση στην κυκλικότητα για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ως στοιχείο αξιολόγησης. Το χρησιμοποίησαν για να συγκρίνουν έναν αριθμό κινεζικών περιοχών σχετικά με την απόδοση κυκλικότητας τους. Αυτή η μεθοδολογία απαιτούσε συνεπείς μετρήσεις δεδομένων για μια περίοδο πέντε ετών και επομένως είναι χρήσιμη μόνο για δεδομένα που συλλέγονται περιοδικά με τυποποιημένο τρόπο, όπως οι κρατικές στατιστικές.

Οι πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2017) και του γαλλικού υπουργείου περιβάλλοντος, ενέργειας και θαλάσσιων υποθέσεων (Magnier, C., M. Auzanneau, P. Calatayud, M. Gauche, X. Ghewy, M. Granger, 2017) δεν είναι τόσο εκτιμήσεις, παρά μόνο 10 ανεξάρτητοι δείκτες ο καθένας, που καλύπτουν ένα συγκεκριμένο θέμα της Κυκλικής Οικονομίας που θεωρείται σχετικό.

6.2 Μέσο-επίπεδο

Η μεθοδολογία των Geng et al. (2009) για το μεσο επίπεδο είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που είχαν αναπτύξει για το μακρο επίπεδο. Οι Li and Su (2012) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία για την απόδοση μιας βαθμολογίας κυκλικότητας μεταξύ 0 και 1. Ο υπολογισμός βασίζεται σε απόλυτα δεδομένα, τα οποία τυποποιούνται για να υπολογιστεί στη συνέχεια ένα σταθμισμένο άθροισμα. Η προσέγγιση απαιτεί προκαθορισμένες τιμές για την τυποποίηση των απόλυτων δεδομένων, γεγονός που μειώνει τη γενική εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης.

Οι Wen και Meng (2015) έχτισαν τη μεθοδολογία τους γύρω από την παραγωγικότητα των πόρων και τη ροή των αναλυόμενων ουσιών. Η εστίασή στα υλικά κατέστησε αδύνατη τη συμπερίληψη της κοινωνικής διάστασης στη μεθοδολογία. Μια διαφορετική προσέγγιση χρησιμοποιείται από το Ίδρυμα Ellen MacArthur (2015a), το οποίο ανέπτυξε μια μεθοδολογία για το μικροεπίπεδο, συμπεριλαμβάνοντας ειδικές τιμές προϊόντος για το χρησιμοποιούμενο υλικό, την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας ανακύκλωσης και τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Με βάση τα δεδομένα υλικού του προϊόντος μπορεί να υπολογιστεί ένας δείκτης κυκλικότητας υλικού (MCI) για συγκεκριμένο προϊόν. Με τον υπολογισμό ενός σταθμισμένου αθροίσματος όλων των αποτελεσμάτων των επιμέρους προϊόντων, μπορεί να προσδιοριστεί μια βαθμολογία κυκλικότητας της εταιρείας. Η μεθοδολογία κατασκευάστηκε με σαφή εστίαση στην ποσοτικοποίηση κάθε δείκτη του τύπου. Λόγω των δυσκολιών της ακριβούς ποσοτικοποίησης των κοινωνικών δεικτών, θα ήταν δύσκολο να προσαρμοστεί η μεθοδολογία ώστε να συμπεριλάβει και τις τρεις διαστάσεις του αντίκτυπου.

Ο Ruiter (Verbeek, 2016) ανέπτυξε μια αξιολόγηση κυκλικότητας που προσπάθησε να συνδυάσει ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους μαζί αναπτύσσοντας τέσσερα επίπεδα απόδοσης για κάθε δείκτη. Αυτή η κατηγοριοποίηση καθιστά δυνατή τη σύγκριση εταιρειών από διαφορετικούς

κλάδους και μεγέθη μεταξύ τους, καθώς δεν βασίζεται σε απόλυτα δεδομένα αλλά σε αναλογίες και ποσοστά. Με τη χρήση περιγραφικών επιπέδων απόδοσης αντί της ζήτησης απόλυτων δεδομένων, η αξιολόγηση μπορεί να επιστρέψει ένα άμεσο αποτέλεσμα και είναι κατάλληλη για να καλύψει θέματα που είναι πιο δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, όπως οι κοινωνικοί δείκτες. Επιπλέον, εάν μια εταιρεία δεν σκοράρει στο υψηλότερο επίπεδο απόδοσης, αυτά τα υψηλότερα επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καθοδήγηση για τα επόμενα βήματα. Ο Ruiters (Verbeek, 2016), ωστόσο, δεν κάλυψε την κοινωνική διάσταση στην αξιολόγηση.

Η Verbeek (2016) προσαρμόισε στην έρευνά της τους δείκτες που ανέπτυξε ο Ruiters (Verbeek, 2016) για τον τομέα των καταναλωτικών αγαθών, αλλά κράτησε την ίδια μεθοδολογία. Η βάση για την αξιολόγηση της κυκλικότητας από τους Scheepens et al. (2016) είναι και πάλι ποσοτική χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία οικολογικού κόστους, η οποία είναι ένας δείκτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέεται με το οικονομικό κόστος. Ο περιορισμός, όπως αναφέρουν και οι συγγραφείς, είναι η μη συμπερίληψη της κοινωνικής διάστασης με τη μεθοδολογία τους. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από τους Genovese et al. (2017) αξιολόγησε επίσης τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αλλά μέσω της αξιολόγησης του κύκλου ζωής (LCA). Χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της κυκλικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι αξιολογήσεις κύκλου ζωής απαιτούν συγκεκριμένα δεδομένα, τα οποία μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα για τη συλλογή μικρότερων εταιρειών. Επιπρόσθετα, η μέθοδος θεωρείται ακατάλληλη για την κάλυψη της οικονομικής και κοινωνικής διάστασης. Η αξιολόγηση από την Ολλανδική Ένωση Επενδυτών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (VBDO, 2016) χρησιμοποίησε αμφίδρομες ερωτήσεις κλειστού τύπου (ναι/όχι) για κάθε δείκτη και ήταν κυρίως ποιοτική. Το αποτέλεσμα κάθε ερώτησης συνδέθηκε με έναν συγκεκριμένο συντελεστή στάθμισης και η αξιολόγηση απέδωσε ένα άμεσο αποτέλεσμα. Κάθε εταιρεία κατατάχθηκε στο τέλος σύμφωνα με τη βαθμολογία της αξιολόγησης. Η αξιολόγηση κάλυψε μόνο τις διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες.

Οι Potting et al. (2017) δημοσίευσαν επίσης μια λίστα ερωτήσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί ποιες πτυχές της Κυκλικής Οικονομίας εφαρμόζονται. Σε σύγκριση με την αξιολόγηση VBDO (2016) επικεντρώνεται περισσότερο στην παροχή καθοδήγησης για τη μετάβαση παρά στη μέτρηση της απόδοσης της κυκλικότητας. Οι Di Maio et al. (2017) χρησιμοποίησαν την οικονομική τιμή των πόρων εκφοβισμού για να καθορίσουν με μια προσέγγιση βάσει αξίας την αποτελεσματικότητα της χρήσης των πόρων. Το μειονέκτημα αυτής

της μεθόδου είναι ότι το εξωτερικό κόστος και επομένως η περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση δεν αντικατοπτρίζονται καλά στην τιμή της αγοράς (Atkinson, 2000). Στη μεθοδολογία των Franklin-Johnson et al. (2016) και Figge et al. (2018) επιλέχθηκε μια μη χρηματική μέθοδος εστιάζοντας στη μακροζωία, η οποία μέτρησε τη χρονική διάρκεια για την οποία χρησιμοποιείται ένα υλικό.

6.3 Μίκρο-επίπεδο

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε από τους Evans και Bocken (2013) είναι παρόμοια με αυτή του Ruiters (Verbeek, 2016). Για κάθε δείκτη ορίστηκαν τρία επίπεδα απόδοσης, ωστόσο μόνο το χαμηλό και το υψηλό περιγράφονται με λίγες λέξεις. Η αξιολόγηση απέδωσε μια ποιοτική ανατροφοδότηση που κατηγοριοποιήθηκε σε διαφορετικά στάδια του χρόνου ζωής ενός προϊόντος (π.χ. ανάπτυξη προϊόντος, φάση χρήσης, τέλος ζωής).

Οι Park και Chertow (2014) εστίασαν στη μεθοδολογία τους στην ανάλυση των διαθέσιμων τεχνολογιών και της τιμής αυτών των τεχνολογιών για να κάνουν τα υλικά επαναχρησιμοποιήσιμα. Υπολόγισαν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των χρησιμοποιημένων υλικών με βάση την ποσότητα του διαθέσιμου υλικού που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί μέσω διαφορετικών υπαρχουσών τεχνολογιών με θετικά καθαρά οριακά έσοδα. Η ποσότητα του οικονομικά βιώσιμου επαναχρησιμοποιούμενου υλικού στη συνέχεια θεωρήθηκε ως υλικό που μοιάζει με πόρους, ενώ το οικονομικά μη βιώσιμο μέρος βαθμολογείται ως υλικό που μοιάζει με απόβλητο. Παρόμοια με το μεσο επίπεδο, υπήρξαν επίσης μερικές αξιολογήσεις που ακολούθησαν μια προσέγγιση βασισμένη στην αγορά εστιάζοντας στις τιμές των υλικών.

Οι περιορισμοί των μεθοδολογιών των Di Maio & Rem (2015) και Linder et al. (2017) βασίζονται και πάλι στο γεγονός ότι το εξωτερικό κόστος δεν αποτιμάται στην υλική αξία· ενώ οι περιορισμοί της μεθοδολογίας μικροεπίπεδου από το Ίδρυμα Ellen MacArthur (2015a) αναφέρθηκαν ήδη.

Η αξιολόγηση των Cayzer et al. (2017), ήταν παρόμοια με το MCI από το ίδρυμα Ellen MacArthur, το οποίο αναπτύχθηκε για να επιστρέψει μια ενιαία συγκεντρωτική βαθμολογία για να επικοινωνήσει την κυκλικότητα ενός προϊόντος. Η αξιολόγηση κάλυψε ολόκληρο τον χρόνο ζωής του προϊόντος από το σχεδιασμό έως τη χρήση και το τέλος της ζωής του. Περιλάμβανε επίσης

μια αιτιολογική ερώτηση για κάθε δείκτη και μια σύντομη εξήγηση για τη συλλογή δεδομένων για τη βελτίωση της χρηστικότητας της αξιολόγησης. Η αδυναμία της αξιολόγησης είναι ότι η στάθμιση της διαφορετικής ερώτησης φαίνεται πιο αυθαίρετη από ό,τι σε άλλες αξιολογήσεις. Οι συντελεστές στάθμισης καθορίστηκαν με βάση την ποιοτική αξιολόγηση των συνεντεύξεων ειδικών. Επιπλέον, οι μέγιστοι βαθμοί της αξιολόγησης ήταν 152, κάτι που δεν αποτελεί μια διαισθητική κλίμακα.

Οι μεθοδολογίες από τους Huysman et al. (2017) και οι Niero και Kalbar (2019) βασίστηκαν σε αναλύσεις κύκλου ζωής και, ως εκ τούτου, επανέλαβαν την προσπάθεια συλλογής συγκεκριμένων δεδομένων για την αξιολόγηση, χωρίς να συμπεριλάβουν την κοινωνική διάσταση. Οι Mesa et al. (2018) πρότειναν μια αξιολόγηση χρησιμοποιώντας έναν αριθμό έξι διαφορετικών και ανεξάρτητων δεικτών που καλύπτουν το πιθανό ποσοστό ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης και τη λειτουργικότητα του προϊόντος. Η γενική μεθοδολογία ήταν παρόμοια με την MCI από το ίδρυμα Ellen MacArthur και επομένως φέρει τους ίδιους περιορισμούς όσον αφορά τη συμπερίληψη της κοινωνικής διάστασης στην αξιολόγηση. Το ίδιο ίσχυε και για τη μεθοδολογία των Lonca et al. (2018), ο οποίος συνδύασε το MCI με την ανάλυση κύκλου ζωής.

7. Προκλήσεις στην υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας

Ανεξάρτητα από τα οφέλη του CE, η εφαρμογή του στις επιχειρηματικές πρακτικές φαίνεται να είναι προκλητική.

Οι παράγοντες υιοθέτησης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, οι οποίοι επιτρέπουν τις συνθήκες όπου είναι δυνατή η επιτυχία της εφαρμογής της CE, παίζουν σημαντικό ρόλο, διότι εάν υπάρχουν κάποια εμπόδια, είναι δύσκολο να επιτευχθεί κερδοφορία κλειστών κύκλων. Αυτές οι προκλήσεις σχετίζονται με γενικούς παράγοντες (π.χ. επαρκώς πολύτιμα υλικά, εύκολη επαναχρησιμοποίηση, ανακατασκευή, ανακύκλωση υλικών και προβλέψιμες μελλοντικές απαιτήσεις), ανθρώπινους πόρους, επιχειρηματικούς κινδύνους, πολιτικό σύστημα και νομοθεσία και διαχείριση πληροφορικής και δεδομένων. (Lewandowski, 2016) Γενικά οι προκλήσεις μπορούν να χωριστούν σε τεχνολογικές, πολιτικές και διαχειριστικές προκλήσεις.

Οι τεχνολογικές προκλήσεις σχετίζονται πρώτα με το υπάρχον γραμμικό σύστημα που υποστηρίζεται από την τρέχουσα τεχνολογία. (Lewandowski, 2016) Η συντήρηση πληροφορικής και δεδομένων είναι σημαντική στο CE, επειδή επιτρέπουν την παρακολούθηση δεδομένων υλικού και στοιχείων. Ωστόσο, αυτό είναι ακόμα δύσκολο και οι πρακτικές δεν υποστηρίζουν πλήρως τη χρήση των δεδομένων. (Scott, 2015) Η τεχνολογία και η επιστήμη διαδραματίζουν βασικούς ρόλους κατά την επιδίωξη CE. Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε νέες τεχνολογίες χρειάζονται οικονομικοί πόροι και εκπαίδευση, που μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο σε πολλές περιπτώσεις.

Αντίστοιχα, απαιτείται ανταλλαγή πληροφοριών, για να καταστεί δυνατή η διάδοση των νέων τεχνολογιών. (Geng & Doberstein 2008) Korhonen et al. (2018) παρατηρούν ότι οι βελτιώσεις στην τεχνολογία κρύβουν τον κίνδυνο του παραδόξου του Javon, που σημαίνει την κατάσταση όπου η βελτιωμένη τεχνολογία στην πραγματικότητα αυξάνει την κατανάλωση πρώτης ύλης καθώς είναι πιο αποτελεσματική και κερδοφόρα. Μια ενδιαφέρουσα τεχνολογική πρόκληση για την εφαρμογή του CE, είναι η γεωγραφική διασπορά.

Μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο όταν η συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων γίνεται δύσκολη και ασύμφορη λόγω των μεγάλων αποστάσεων. Η συνεργασία μεταξύ των εταιρειών είναι απαραίτητη

όταν επιδιώκουμε να κλείσουμε τον υλικό και άλλους βρόχους και να επιτύχουμε οφέλη από τη συνέργεια. (Planing, 2014)

Οι διαχειριστικές προκλήσεις καλύπτουν διαφορετικές προκλήσεις που σχετίζονται με τον άνθρωπο και τα εργαλεία. Η εφαρμογή του CE θεωρείται πρόκληση, λόγω της νοοτροπίας που έχουν οι άνθρωποι (Lewandowski, 2016). Είναι απαραίτητο να καταβάλουμε προσπάθεια στο ανθρώπινο δυναμικό και να σχηματίσουμε καλές ομάδες, στόχους, κίνητρα, προγράμματα κατάρτισης, ηγεσία και δίκτυα (Scott, 2015; Laubscher & Marinelli, 2014). Οι Sauvé, Bernard & Sloan (2016) βλέπουν ότι η έννοια του CE μπορεί να εννοηθεί διαφορετικά. Ιδιαίτερα σύγχυση μπορεί να προκύψει μεταξύ επαγγελματιών από διαφορετικούς κλάδους. Αυτό μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την εφαρμογή του CE.

Επιπλέον, η εφαρμογή του CE βρίσκεται στην αρχή και εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη πλαισίων και μοντέλων που να υποστηρίζουν την υλοποίηση. Πρόσφατα, έχουν εισαχθεί πολλά εργαλεία για την εφαρμογή, αλλά εξακολουθεί να λείπει η συναίνεση για τις βέλτιστες πρακτικές. (Ghisellini et al., 2016) Αυτό σχηματίζει διαχειριστικές προκλήσεις, καθώς δεν υπάρχουν κοινά εργαλεία και πλαίσια στα οποία στηρίζονται κατά την εφαρμογή του CE.

Οι Antikainen και Valkokari (2016) δηλώνουν ότι η CE μπορεί να αμφισβητήσει, ακόμη και να καταστρέψει τη χρησιμότητα των επικρατέστερων επιχειρηματικών μοντέλων, δικτύων και δυνατοτήτων. Σύμφωνα με αυτούς, οι εταιρείες και ακόμη και οι βιομηχανίες μπορεί να είναι απρόθυμες να εφαρμόσουν το CE επειδή μπορεί να απαιτήσει τόσο σημαντικές αλλαγές σε ολόκληρο τον οργανισμό. Η γνώμη των συγγραφέων είναι ότι πολλές φορές οι νεοφερμένοι μπορούν να διαταράξουν τις αγορές και να επανασχεδιάσουν τις αλυσίδες αξίας. Είναι γνωστό ότι όταν η εταιρεία εφαρμόζει ένα επιχειρηματικό μοντέλο, θα συναντήσει δυσκολίες στην αλλαγή του επιχειρηματικού μοντέλου (Teecce, 2010).

Μια σημαντική διαχειριστική πρόκληση στην περιβαλλοντική διαχείριση είναι η τάση να επιδιώκεται η βραχυπρόθεσμη μείωση των επιπτώσεων παρά οι μακροπρόθεσμοι στρατηγικοί και διαγενεακοί στόχοι (Robért, Schmidt-Bleek, Aloisi de Larderel, Basile, Jansen, Kuehr, Thomas, Suzuki, Hawken & Wackernagel, 2002). Αυτό μπορεί να αποτρέψει τη χρήση των πιο ευεργετικών πρακτικών και στρατηγικών, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης του μοντέλου CE. Επίσης, η

σύγκρουση συμφερόντων εντός των εταιρειών ανακαλύπτεται ως εμπόδια για την εφαρμογή κυκλικού επιχειρηματικού μοντέλου (Planing, 2014).

Σύμφωνα με τον Mentink (2014), τα επιχειρηματικά μοντέλα στο CE (π.χ. προϊόν-υπηρεσία-σύστημα) εμπεριέχουν τρία είδη επιχειρηματικών κινδύνων. Αυτοί οι κίνδυνοι προσδιορίζονται ως διαχειριστικοί κίνδυνοι. Το πρώτο σχετίζεται με το γεγονός ότι ορισμένοι καταναλωτές προτιμούν να κατέχουν το προϊόν λόγω συναισθηματικής προσκόλλησης με το προϊόν ή άυλης αξίας όπως η κοινωνική θέση που προσφέρει. Το δεύτερο σχετίζεται με την απαίτηση παροχής εκτενών περιγραφών και επεξηγήσεων κατά την πώληση υπηρεσιών προσανατολισμένων στη λειτουργία, γεγονός που μπορεί να αυξήσει το κόστος συναλλαγής. Το τελευταίο είναι το γεγονός ότι η επικύρωση του κυκλικού επιχειρηματικού μοντέλου ενέχει υψηλότερο επιχειρηματικό κίνδυνο από την επαλήθευση ισοδύναμου γραμμικού επιχειρηματικού μοντέλου. (Mentink, 2014)

Οι διαχειριστικοί κίνδυνοι αναφέρονται επίσης στα οικονομικά οφέλη του μοντέλου CE. Αυτό ήταν ένα καυτό θέμα, καθώς ορισμένοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν σίγουρες αποδείξεις, ότι η CE θα ενίσχυε την οικονομική ανάπτυξη (Ghisellini et al., 2016), αν και πολλά μέρη βλέπουν ότι η εφαρμογή της CE θα μπορούσε να προσφέρει εξοικονόμηση κόστους και άλλων (π.χ. μειωμένη σπατάλη ροές) (Korhonen et al., 2018, Sitra, 2016). Υπάρχει έλλειψη σαφών επιχειρηματικών υποθέσεων που θα αποδείκνυαν τα οφέλη του μοντέλου (Ghisellini et al., 2016). Λόγω της συζήτησης σχετικά με την οικονομική προοπτική, η CE μπορεί να εμφανιστεί αποδιοργανωμένη και ασύμφορη.

Οι Murray et al. (2017) εκφράζουν την ανησυχία τους για τον κίνδυνο να αγνοηθεί η κοινωνική διάσταση στο μοντέλο CE. Βλέπουν ότι το μοντέλο εστιάζει κυρίως στις περιβαλλοντικές και οικονομικές διαστάσεις. Επισημαίνεται ότι οι θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (π.χ. μειωμένη ρύπανση και χρήση φυσικών πόρων), που είναι δυνατόν να επιτευχθούν μέσω της CE, θα ωφελήσουν τους ανθρώπους. Επίσης, οι αυξημένες ευκαιρίες εργασίας θα ωφελήσουν τους ανθρώπους. (EMF, 2013) Και οι τρεις διαστάσεις είναι αλληλένδετες, αν και φαίνεται ότι η κοινωνική πτυχή εκπροσωπείται λιγότερο στο μοντέλο CE.

Οι πολιτικές προκλήσεις σχετίζονται με την έλλειψη ρυθμιστικής και δημόσιας υποστήριξης. Η κύρια πολιτική πρόκληση είναι η δυσμενής φορολογική ρύθμιση από την άποψη της CE, η οποία οδηγεί σε καταστάσεις όπου τα οικονομικά κίνητρα για την εφαρμογή πρακτικών CE είναι χαμηλά

(Geng και Doberstein, 2008). Επίσης, οι πολιτικές δεν υποστηρίζουν οικονομικά την εφαρμογή του CE και έτσι η εφαρμογή μπορεί να είναι πολύ δαπανηρή για τις εταιρείες (Xue, Chen, Geng, Guo, Lu, Zhang & Lu, 2010). Συνολικά, οι πολιτικές που ενθαρρύνουν την CE μέσω της πράσινης παραγωγής, των τεχνολογιών και της κατανάλωσης εξακολουθούν να λείπουν (Geng and Doberstein, 2008). Η CE βασίζεται στην παρέμβαση μιας αρχής, η οποία αναδεικνύει πολιτικές και οικονομικές πτυχές (Sauvé et al., 2016). Αυτό αναδεικνύει το πρόβλημα της πολυδιακυβέρνησης, καθώς η εφαρμογή της CE θα απαιτούσε συνεργασία και δράσεις σε πολλά επίπεδα (διεθνές, ευρωπαϊκό, εθνικό, τοπικό, επιχειρηματικό, ατομικό) (Bourguignon, 2016).

Η συμμετοχή του κοινού είναι πολύ σημαντική για την εφαρμογή της CE, διότι χωρίς αυτήν, οι προσπάθειες για την CE θα παραμείνουν ασήμαντες. Η σημασία των ενδιαφερομένων στη συμμετοχή του κοινού είναι μεγάλη, διότι η διαχείριση των φυσικών πόρων και η δίκαιη κατανομή τους απαιτούν υποστήριξη και συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων. (Geng & Doberstein, 2008) Ο Planing (2014) υποστήριξε ότι ο παραλογισμός των πελατών μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την εφαρμογή του κυκλικού επιχειρηματικού μοντέλου. Xue et al. (2010) τονίζουν ότι η γενικά χαμηλή ευαισθητοποίηση του κοινού αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την εφαρμογή του CE. Η γνώση και η ευαισθητοποίηση των ευρωπαίων καταναλωτών και παραγωγών σχετικά με το CE υστερούν, γεγονός που αποτελεί πρόβλημα, επειδή στην ΕΕ οι παραγωγοί και οι καταναλωτές είναι υπεύθυνοι για τη χάραξη των πολιτικών της ΕΕ (Ghisellini et al., 2016). Οι Liu, Zhang & Bi (2012) μελέτησαν την ευαισθητοποίηση των Κινέζων για το εθνικό πρόγραμμα CE και διαπίστωσαν ότι η ευαισθητοποίηση είχε θετική συσχέτιση με το μορφωτικό τους επίπεδο. Ως εκ τούτου, φαίνεται απαραίτητη η επένδυση στην εκπαίδευση, προκειμένου να αυξηθεί το επίπεδο ευαισθητοποίησης και συμμετοχής του κοινού.

Οι Korhonen et al. (2018) υπογραμμίζει τη σημασία της νομοθεσίας όταν επισημαίνει ότι η τρέχουσα περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία μπορεί να δυσχεράνει τη χρήση των ροών αποβλήτων τόσο αποτελεσματικά όσο απαιτεί η CE. Πολύτιμοι πόροι έχουν κολλήσει στις ροές απορριμμάτων και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω νομοθεσίας. Επί του παρόντος, τα απόβλητα θεωρούνται γενικά ως άχρηστα και ασήμαντα. Οι Lieder και Rashid (2016) τονίζουν ότι οι εκπαιδευτικές προσεγγίσεις θα πρέπει να επικεντρώνονται σε αυτό το πρόβλημα και να προσπαθούν συστηματικά να αλλάξουν τις υπάρχουσες υποθέσεις για τα απόβλητα και να ανακαλύψουν τις δυνατότητες του CE

Οι υποθέσεις και η νοοτροπία γενικά, είναι αναμφίβολα μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις κατά την επιδίωξη της εφαρμογής CE. Οι τρέχουσες καταναλωτικές πρακτικές και η κουλτούρα πρέπει να αλλάξουν, προκειμένου να κατανοηθεί η CE και η βιωσιμότητα γενικά. Επίσης, η εξάρτηση από τη διαδρομή, το γεγονός ότι οι πρώτες τεχνολογίες διατηρούν τη θέση τους στην αγορά ανεξάρτητα από την αναποτελεσματικότητά τους, περιπλέκει την εφαρμογή του CE όταν καλύτερες επιλογές δεν μπορούν να αποκτήσουν τη σωστή θέση στην αγορά. (Korhonen et al., 2018)

Βιβλιογραφία

Achieving Sustainable Development and Promoting Development Cooperation, Department of Economic and Social Affairs Office for ECOSOC (2008) Support and Coordination, United Nations,

Addis B. (2005) Building with Reclaimed Components and Materials. London: Earthscan;

Aguilar Esteva, L.C.; Kasliwal, A.; Kinzler, M.S.; Kim, H.C.; Keoleian, G.A. (2021) Circular economy framework for automobiles: Closing energy and material loops. *J. Ind. Ecol.*, 25, 877–889

Akram Ijla and Tor Broström, (2015), The Sustainable Viability of Adaptive Reuse of Historic Buildings: The experiences of Two World Heritage Old Cities; Bethlehem in Palestine and Visby in Sweden Uppsala University-Gotland Campus, Sweden, *International Invention Journals*

Al-Sheyadi, A.; Muyldermans, L.; Kauppi, K. (2019) The complementarity of green supply chain management practices and the impact on environmental performance. *J. Environ. Manag.*, 242, 186–198

Atkinson, G. (2000). Measuring Corporate Sustainability. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(2), 235 – 252.

Banaitė, D., & Tamošiūnienė, R. (2016). Sustainable Development: the Circular Economy Indicators' Selection Model. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 6(2), 315–323. [http://doi.org/10.9770/jssi.2016.6.2\(10\)](http://doi.org/10.9770/jssi.2016.6.2(10))

Barbosa, I.D.C.; Borbon-Galvez, Y.; Verlinden, T.; Van de Voorde, E.; Vanelslander, T.; Dewulf, W. (2017) City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. *Compet. Regul. Netw. Ind.*, 18, 22–43

Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E., & Hoogendoorn, A. (2013). Opportunities for a circular economy in the Netherlands. TNO, Report Commissioned by the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment.

Bauer, C.; Hofer, J.; Althaus, H.J.; Del Duce, A.; Simons, A. The environmental performance of current and future passenger vehicles: Life Cycle Assessment based on a novel scenario analysis framework. *Appl. Energy* 2015, 157, 871–883

Bekrar, A.; El Cadi, A.A.; Todosijeovic, R.; Sarkis, J. (2021) Digitalizing the closing-of-the-loop for supply chains: A transportation and blockchain perspective. *Sustainability*, 13, 2829

Bektas, T.; Laporte, G. (2011) The Pollution-Routing Problem Tolga Bektas. *Transp. Res. Part B*, 45, 1232–1250

Berzi, L.; Delogu, M.; Giorgetti, A.; Pierini, M. (2013) On-field investigation and process modelling of End-of-Life Vehicles treatment in the context of Italian craft-type Authorized Treatment Facilities. *Waste Manag.*, 33, 892–906

Bohdanowicz, P. (2005), European hoteliers' environmental attitudes: Greening the business, *Cornell hospitality quarterly* 46(2), 188-200 C.

Calabrò, P.S.; Gori, M.; Lubello, C. (2015) European trends in greenhouse gases emissions from integrated solid waste management. *Environ. Technol.*, 36, 2125–2137

Carrington, D. (2020). Microplastic particles now discoverable in human organs. *The Guardian*

Cayzer, S., Griffiths, P., & Beghetto, V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(4–5), 289–298. <http://doi.org/10.1080/19397038.2017.1333543>

Cheryl M. (2018) Foreword. In: World Economic Forum. *Circular Economy in Cities. Evolving the Model for a Sustainable Urban Future. White Paper 5*;

Chi, Y.; Dong, J.; Tang, Y.; Huang, Q.; Ni, M. (2015) Life cycle assessment of municipal solid waste source-separated collection and integrated waste management systems in Hangzhou, China. *J. Mater. Cycles Waste Manag.* 17, 695–706

Chun-rong, J., & Jun, Z. (2011). Evaluation of regional circular economy based on matter element analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 11(PART B), 637–642. <http://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.099>

Circle Economy, (2016) TNO and Fabric. Circular Amsterdam. A Vision and Action Agenda for the City and Metropolitan Area. Delft: TNO;.

Circular economy for productivity and sustainability, Productivity Week 2019, Productivity E-Newsletter bulletin, National Productivity Council, New Delhi.

Climate Chance Association (2019). Climate Chance Association. Climate change. In Sector-Based Book-Synthesis Report on Climate Change, 1st ed.; Climate Chance Association: Paris, France,;

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2004). Data Envelopment Analysis. In Handbook on Data Envelopment Analysis (pp. 1–39). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers. http://doi.org/10.1007/1-4020-7798-X_1

Cusenza, M.A.; Guarino, F.; Longo, S.; Ferraro, M.; Cellura, M. (2019) Energy and environmental benefits of circular economy strategies: The case study of reusing used batteries from electric vehicles. *J. Energy Storage*, 25, 100845

d'Ambrières, W. (2019). Plastics recycling worldwide: Current overview and desirable changes. Field Actions Science Reports. *The Journal of Field Actions* (Special Issue 19), 12–21

Das, S.; Bhattacharyya, B.K. (2015) Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. *Waste Manag.*, 43, 9–18.

Deif, A.M. A (2011) system model for green manufacturing. *J. Clean. Prod*, 19, 1553–1559

Del Pero, F.; Delogu, M.; Pierini, M. (2018) Life Cycle Assessment in the automotive sector: A comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car. *Procedia Struct. Integr.*, 12, 521–537

Deloitte Oy (2018). Circular Economy in the energy industry. Finnish Energy, Finlandia. Enel (2018). CirculAbility Model. Methodological Approach. Rome, Italy

Demir, E.; Bektas, T.; Laporte, G. (2011) A comparative analysis of several vehicle emission models for road freight transportation. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 16, 347–357

Di Maio, F., & Rem, P. C. (2015). A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. *Journal of Environmental Protection*, 6(October), 1095–1104. <http://doi.org/10.1680/warm.2008.161.1.3>

Di Maio, F., Rem, P. C., Baldé, K., & Polder, M. (2017). Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 163–171. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.009>

Dias, G.S.; Fernando de Lima Luz, L., Jr.; Mitchell, D.A.; Krieger, N. (2017) Scale-up of biodiesel synthesis in a closed-loop packed-bed bioreactor system using the fermented solid produced by *Burkholderia lata* LTEB11. *Chem. Eng. J.* 316, 341–349.

Dri, M.; Canfora, P.; Gaudillat, P. (2018) Best Environmental Management Practice for the Waste Management Sector; European Union: Luxembourg,

Driving Sustainable Consumption, World Economic Forum, 2009

EASAC (The European Academies Science Advisory Council). (2015). Circular economy: A commentary from the perspectives of the natural and social sciences. Preston.

Ecomena. (2013). *Waste-Free Economy*

EEA (European Environment Agency). (2016). Circular Economy in Europe—Developing the knowledge base. EEA Report No. 2/2016.

El-Haggag, S.M. (2007) Cleaner production. In *Sustainable Industrial Design and Waste Management Attitudes*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; ISBN 978-0-12-373623-9

Ellen MacArthur Foundation. (2012). Towards the circular economy: Economic business rationale for an accelerated transition.

Ellen MacArthur Foundation. (2014). Towards a circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains (Vol. 3).

Ellen MacArthur Foundation. (2015a). Circularity Indicators - An Approach to Measuring Circularity. <http://doi.org/10.1016/j.giq.2006.04.004>

Ellen MacArthur Foundation. (2015a). Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition.

Ellen MacArthur Foundation. (2015b). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Ellen MacArthur Foundation, 100. <http://doi.org/Article>

Ellen MacArthur Foundation. (2015b). Potential for Denmark as a circular economy. A case study from: Delivering the circular economy.

Ellen MacArthur Foundation. (2015c). Delivering the circular economy—A toolkit for policymakers.

Ellen MacArthur Foundation. (2017). The new plastics economy: Catalysing action.

Ellen MacArthur Foundation. (2017a). *Circular Economy Overview. Concept*

Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the picture how the circular economy tackles climate change.

ENEL. Circular Cities—Cities of Tomorrow. 3rd ed. October 2020

Ertz, M.; Durif, F.; Arcand, M. (2016) Collaborative consumption: Conceptual snapshot at a buzzword. *J. Entrep. Educ.*, 19, 1–23

European Commission. (2015). Closing the loop—An EU action plan for the Circular Economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2015) 614 final.

European Commission. (2020) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe. COM/2020/98 Final.

European Parliament. European Parliament and Council of the European Union Directive 2000/53/EC—the “ELV Directive”; European Parliament: Strasbourg, France, 2019;

Evans, J., & Bocken, N. (2013). Circular Economy Toolkit.

Ferrão, P.; Amaral, J. (2006) Assessing the economics of auto recycling activities in relation to European Union Directive on end of life vehicles. *Technol. Forecast. Soc. Chang*, 73, 277–289

Figge, F., Thorpe, A. S., Givry, P., Canning, L., & Franklin-Johnson, E. (2018). Longevity and Circularity as Indicators of Eco-Efficient Resource Use in the Circular Economy. *Ecological Economics*, 150(April), 297–306. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.030>

Financial Times. (2020). *The global recycling crisis*.

Franklin-Johnson, E., Figge, F., & Canning, L. (2016). Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. *Journal of Cleaner Production*, 133, 589– 598. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.023>

Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>

Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>

Geng, Y., Zhu, Q. H., Doberstein, B., & Fujita, T. (2009). Implementing China's circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. *Waste Management*, 29, 996–1002.

Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some 52 applications. *Omega*, 66, 344–357. <http://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015>

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.

Glensor, K.; Muñoz, B.M.R. (2019) Life-cycle assessment of Brazilian transport biofuel and electrification pathways. *Sustainability* 11, 6332

Guo-gang, J. (2011). Empirical analysis of regional circular economy development-Study based on Jiangsu, Heilongjiang, Qinghai Province. *Energy Procedia*, 5(1155), 125–129. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.023>

Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765–777. <http://doi.org/10.1111/jiec.12244>

Hartman H. London (2012) *Sustainable Design. Delivering a Games Legacy*. Chichester: Wiley;

Heck, P. (2006). Circular economy related international practices and policy trends: Current situation and practices on sustainable production and consumption and international circular economy development policy summary and analysis. Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS).

Hicks, C., & Dietmar, R. (2007). Improving cleaner production through the application of environmental management tool in China. *Journal of Cleaner Production*, 15, 395–408.

Hilton M., Xirou H., Forrerst A., Stergiou V., Gillie H., Chu C., (2021) *Annual Circular Economy Report Final Summary, Final Report for SEPAN*

Hu, J.; Liu, Y.L.; Yuen, T.W.W.; Lim, M.K.; Hu, J. (2019) Do green practices really attract customers? The sharing economy from the sustainable supply chain management perspective. *Resour. Conserv. Recycl.*, 149, 177–187.

Huysman, S., De Schaepmeester, J., Ragaert, K., Dewulf, J., & De Meester, S. (2017). Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 46–54. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.013>

Iberdrola, *Circular Economy* (2019).

IEA (2016) *Energy Efficiency Indicators: Highlights*; International Energy Agency: Paris, France

IEA (2020). *Tracking Transport* .

- IEA (2021a). Global EV Outlook; International Energy Agency: Paris, France,
- IEA. (2021b)Transport Biofuels-COVID-19 Causes the First Contraction in Biofuel Output in two Decades
- IEA. (2020c) Tracking Industry.
- Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., & Hertwich, E. G. (2016). Environmental impact assessment of household consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20(3), 526–536
- Kantar World Panel. (2017). The future of e-commerce in FMCG.
- Karagoz, S.; Aydin, N.; Simic, V. (2020) End-of-life vehicle management: A comprehensive review. *J. Mater. Cycles Waste Manag.*, 22, 416–442
- Kerr, B.J.; Dozier, W.A.; Shurson, G.C. (2016) Lipid digestibility and energy content of distillers' corn oil in swine and poultry 1. *J. Anim. Sci.*, 94, 2900–2908
- Kolbe, K. (2019) Mitigating urban heat island effect and carbon dioxide emissions through different mobility concepts: Comparison of conventional vehicles with electric vehicles, hydrogen vehicles and public transportation. *Transp. Policy*, 80, 1–11
- Koroneos, C.J.; Achillas, C.; Moussiopoulos, N.; Nanaki, E.A. (2013) Life Cycle Thinking in the Use of Natural Resources. *Open Environ. Sci.*, 7, 1–6
- KPN. (2018). Integrated Annual Report 2017.
- Kristanto, G.A.; Koven, W. (2020)Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia. *City Environ. Interact.*, 4, 100027
- Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan UK: Kindle Edition.
- Lau, W. W., Shiran, Y., Bailey, R. M., Cook, E., Stuchtey, M. R., Koskella, J., ... & Palardy, J. E. (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, 369(6510), 1455-1461.

Li, H., Bao, W., Xiu, C., Zhang, Y., & Xu, H. (2010). Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy*, 35(11), 4273–4281. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2009.04.021>

Li, R., & Su, C. (2012). Evaluation of the circular economy development level of Chinese chemical enterprises. *Procedia Environmental Sciences*, 13(2011), 1595–1601. <http://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.151>

Linder, M., Sarasini, S., & van Loon, P. (2017). A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 545–558. <http://doi.org/10.1111/jiec.12552>

Lonca, G., Muggéo, R., Tétréault-Imbeault, H., Bernard, S., & Margni, M. (2018). A bi-dimensional assessment to measure the performance of circular economy: a case study of tires end-of-life management. In E. Benetto, K. Gericke, & M. Guiton (Eds.), *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies* (pp. 33–42). <http://doi.org/10.1007/978-3-319-66981-6>

Magnier, C., M. Auzanneau, P. Calatayud, M. Gauche, X. Ghewy, M. Granger, S. M. & E. P. (2017). 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy

Mancini, G.; Luciano, A.; Viotti, P.; Fino, D. (2020) Evaluation of automotive shredder residues (ASR) landfill behavior through lysimetric and traditional leaching tests. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 27, 13360–13369

Manoharan, Y.; Hosseini, S.E.; Butler, B.; Alzahrani, H.; Senior, B.T.F.; Ashuri, T.; Krohn, J. (2019) Hydrogen fuel cell vehicles; Current status and future prospect. *Appl. Sci.*, 9, 2296

Michael Hall, Stefan Gössling, (2016) *Food Tourism and Regional Development: Networks, Products and Trajectories*,– Routledge, Ebook

Mitchell, P. (2015). Employment and the circular economy—Job creation through resource efficiency in London. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority.

Mitchell, P.; James, K. (2015) Economic growth potential of more circular economies. In *Proceedings of the ISWA World Congress, Antwerp, Belgium, 7–9 September*; pp. 1–28

Modoi, O.C.; Mihai, F.C. E-(2022) Waste and End-of-Life Vehicles Management and Circular Economy Initiatives in Romania. *Energies*, 15, 1120

Moreira, C.A.B.; Squizzato, R.; Beal, A.; de Almeida, D.S.; Rudke, A.P.; Ribeiro, M.; Andrade, M.d.F.; Kumar, P.; Martins, L.D. (2018) Natural variability in exposure to fine particles and their trace elements during typical workdays in an urban area. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 63, 333–346.

Moriguchi, Y. (2007). Material flow indicators to measure progress toward a sound material cycle society. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 9(2), 112–120. <http://doi.org/10.1007/s10163-007-0182-0>

Muranko, Z., Andrews, D., Newton, E. J., Chaer, I., & Proudman, P. (2018). The Pro-Circular Change Model (P-CCM): Proposing a framework facilitating behavioural change towards a circular economy. *Resource Conservation and Recycling*, 135, 132–140

Nakamoto, Y.; Nishijima, D.; Kagawa, S. (2019) The role of vehicle lifetime extensions of countries on global CO2 emissions. *J. Clean. Prod.*, 207, 1040–1046

Niero, M., & Kalbar, P. P. (2019). Coupling material circularity indicators and life cycle based indicators: a proposal to advance the assessment of circular economy strategies at the product level. *Resources, Conservation & Recycling*, 140(October 2018), 305–312. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.002>

OECD (2002) - Design of Sustainable Building Policies: Scope for improvement and barriers,

OECD (2012), Food and the Tourism Experience: The OECD-Korea Workshop, OECD Studies on Tourism, OECD Publishing

OECD (2013) Tourism Papers “Indicators for Measuring Competitiveness in Tourism: A Guidance Document”, Dupeyras, A. and N. MacCallum, 2013/02, OECD

OECD. (2020) The Circular Economy in Cities and Regions. Paris: OECD Publishing;

Park, J. Y., & Chertow, M. R. (2014). Establishing and testing the “reuse potential” indicator for managing wastes as resources. *Journal of Environmental Management*, 137, 45–53. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.053>

Pearce, D. & Turner, K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. 1st Edition. Johns Hopkins University Press

Pérez, J.; Lumbreras, J.; Rodríguez, E.; Vedrenne, M. (2017) A methodology for estimating the carbon footprint of waste collection vehicles under different scenarios: Application to Madrid. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 52, 156–171

Perman, R. Ma, Y. McGilvray, J. & Common, M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics*. 3rd Edition. Essex: Pearson Education Limited

Philip Feifan Xie, (2015), *Industrial Heritage Tourism*, Channel View Publications, 43(7), p.205-207

Pintér, L. (2006). *International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China*. Report for the World Bank.

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, (2544), 42.

Preston, F. (2012). *A global redesign? Shaping the circular economy*. Briefing Paper, London: Chatham House.

Product-life Institute. (2017). *Cradle to Cradle*

Qing, Y., Gao, Q., & Mingyue, C. (2011). Study and integrative evaluation on the development of circular economy of Shaanxi Province. *Energy Procedia*, 5, 1568–1578. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.268>

Rabson, M. (2019). Canada hasn't issued any permits for companies to ship waste, government says. *CBC*.

Reuters. (2019). *Malaysia to send 3000 tonnes of plastic waste back to countries of origin*.

Ricci-Jurgensen, M., Gilbert, J., & Ramola, A. (2020). *Global Assessment of municipal organic waste production and recycling*. ISWA.

Rizos, V., Tuokko, K., Behrens, A. (2017). The circular economy: A review of definitions, processes and impacts. Centre for European Policy Studies, European Union's Horizon 2020 research and innovation Programme under Grant Agreement No. 730316.

Rogers, R. (2001) *Cities for a Small Planet*; GGili: Barcelona, Spain,; ISBN 84-252-1889-6

Saidani, M.; Yannou, B.; Leroy, Y.; Cluzel, F. (2017) Heavy vehicles on the road towards the circular economy: Analysis and comparison with the automotive industry. *Resour. Conserv. Recycl.*, 135, 108–122.

Santos, A.S. (2019) Circular Economy–A Pathway to Achieve Sustainable Development. *Int. J. Environ.* 2019, 8

Santos, A.S.; de Abreu, V.H.S.; de Assis, T.F.; Ribeiro, S.K.; Ribeiro, G.M. (2021) An overview on costs of shifting to sustainable road transport: A challenge for cities worldwide. In *Carbon Footprint Case Studies; Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes Book Series*; Springer: Singapore, pp. 93–121

Sassi P. (2004) Designing buildings to close the material resource loop. *Engineering Sustainability*.;157:163-171

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

Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G., & Brezet, J. C. (2016). Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: Making water tourism more sustainable. *Journal of Cleaner Production*, 114, 257– 268. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075>

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018a). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018b). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals: Circular economy and SDGs. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.

Seroka-Stolka, O.; Ociepa-Kubicka, (2019) A. Green logistics and circular economy. *Transp. Res. Procedia*, 39, 471–479

Silva, D.A.L.; de Oliveira, J.A.; de Oliveira, R.A.P.F.J.F.G.; da Silva, E.J.; Ometto, A.R. (2018) Life Cycle Assessment in automotive sector: A case study for engine valves towards cleaner production. *J. Clean. Prod.*, 184, 286–300.

Skjelvik, J.M.; Erlandsen, A.M.; Haavardsholm, O. (2017) Environmental Impacts and Potential of the Sharing Economy; Nordic Council of Ministers: Copenhagen, Denmark,; ISBN 9789289351560

Smyth, J. (2018). China ban on contaminated waste leaves Australia awash in rubbish. *Financial Times*

Šomplák, R.; Kůdela, J.; Smejkalová, V.; Nevrlý, V.; Pavlas, M.; Hrabec, D. (2019) Pricing and advertising strategies in conceptual waste management planning. *J. Clean. Prod.*, 239, 118068

Soo, V.K.; Compston, P.; Doolan, M. (2016) Is the Australian Automotive Recycling Industry Heading towards a Global Circular Economy?-A Case Study on Vehicle Doors. *Procedia CIRP*, 48, 10–15

Soo, V.K.; Compston, P.; Doolan, M. (2016) Is the Australian Automotive Recycling Industry Heading towards a Global Circular Economy?-A Case Study on Vehicle Doors. *Procedia CIRP*, 48, 10–15

Sparrow, J. (2018). Recycling: How corporate Australia played us for mugs. *The Guardian*.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>

Suárez-Eiroa, B.; Fernández, E.; Méndez-Martínez, G.; Soto-Oñate, D. (2019) Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *J. Clean. Prod.*, 214, 952–961

Sukhdev A, Vol J, Brandt K, Yeoman R. Google, the Ellen MacArthur Foundation. (2017) *Cities in the Circular Economy: The Role of Digital Technology.*

Towards the Circular Economy. (2013). Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.

UNDESA. (2019). *The Sustainable Development Goals Report 2019*

UNECE. (2013) Study on the Application of Energy Efficiency and Renewable Energy Advanced Technologies in Central Asian Countries; UNECE: Kraainem, Belgium

UNEP. (2015). *Global waste management outlook.*

UNEP. (2020). *Report: Consumers and business concerned about plastic waste but expect governments to do more*

United Nations. (2018) 68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, Says UN; United Nations: New York, NY, USA,

Vanner, R., Bicket, M., Withana, S., ten Brink, P., Razzini, P., van Dijk, E., et al. (2014). Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows & value chains. Study prepared for the European Commission, DG Environment.

VBDO. (2016). *Benchmark Circular Business Practices: 2015 A comparative study of 52 Dutch listed companies.*

Verbeek, L. (2016). *A Circular Economy Index for the consumer goods sector, (August).*

Vermeulen, I.; Van Caneghem, J.; Block, C.; Baeyens, J.; Vandecasteele, C. (2011) Automotive shredder residue (ASR): Reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals ' valorisation. *J. Hazard. Mater.* 190, 8–27

Vermeulen, I.; Van Caneghem, J.; Block, C.; Baeyens, J.; Vandecasteele, C. (2011) Automotive shredder residue (ASR): Reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals ' valorisation. *J. Hazard. Mater.*, 190, 8–27

Vidal, J. (2020). The solution to the plastic waste crisis? It isn't recycling. *The Guardian*.

Walmsley, T.G.; Ong, B.H.Y.; Klemeš, J.J.; Tan, R.R.; Varbanov, P.S. (2019) Circular Integration of processes, industries, and economies. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 107, 507–515

WBCSD. (2018). *Circular Metrics - Landscape Analysis*

Wen, Z., & Meng, X. (2015). Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: A case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. *Journal of Cleaner Production*, 90, 211–219. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.041>

World Bank. (2018). *What a waste 2.0*.

World Economic Forum. (2018) *Circular Economy in Cities. Evolving the Model for a Sustainable Urban Future, White Paper 9*.

Xiang, W.; Ming, C. (2011) Implementing extended producer responsibility: Vehicle remanufacturing in China. *J. Clean. Prod.*, 19, 680–686

ypkema, Donovan. (1994) *The Economics of Historic Preservation: A Community Leader's Guide*. Washington, D.C.: The National Trust for Historic Preservation, (131 pp.)

Yuan, Z. W., et al. (2006). The circular ecology: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10, 4–8

Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2013). The zero waste index: A performance measurement tool for waste management systems in a "zero waste city." *Journal of Cleaner Production*, 50, 123–132. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.041>

Zhao, Q.; Chen, M. (2011) A comparison of ELV recycling system in China and Japan and China's strategies. *Resour. Conserv. Recycl.* 2011, 57, 15–21