



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ
ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Κρητικός Εμμανουήλ

A.M. :44543892

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου, PhD

Αθήνα Δεκέμβριος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Κρητικός Εμμανουήλ

A.M. :44543892

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου, PhD

Αθήνα Δεκέμβριος 2021

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι εξεταστική επιτροπή


A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. : Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου	PhD	
2	Δρ. Γεώργιος Εξαρχάκος	PhD	
3	Αντώνιος Τσικριτής	MSc	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κρητικός Εμμανουήλ του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 44543892 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/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 τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

Ο Δηλών
ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ


Copyright © Κρητικός Εμμανουήλ

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ	8
1.1. Ορισμός της αγοράς κατασκευών	9
1.2. Ανταγωνιστικό τοπίο στην αγορά κατασκευών	9
1.3. Μέγεθος αγοράς κατασκευών	9
1.4. Κινητήριοι παράγοντες της αγοράς κατασκευών	10
1.4.1. Ισχυρή οικονομική ανάπτυξη στις αναδυόμενες αγορές	10
1.4.2. Περιορισμοί στην αγορά κατασκευών	11
1.5. Ευκαιρίες και συστάσεις στην αγορά κατασκευών	13
1.6. Τμηματοποίηση αγοράς κατασκευών.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ.....	18
2.1. Ορισμός.....	18
2.2. Στόχοι και Εφαρμογές.....	20
2.3. Που βρίσκεται η Ελλάδα.....	28
2.4. Εξέλιξη από την γραμμική οικονομία	31
2.5. Κυκλική οικονομία στο δομημένο περιβάλλον.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ. 40	
3.1. Νομοθεσία και πολιτική	40
3.2. Κατασκευή δομικών προϊόντων	44
3.3. Ανάκτηση υλικών και προϊόντων.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ – ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ.....	60
4.1. Η σημασία της βιομηχανίας κατασκευών στην οικονομία.....	60
4.2. Περιβαλλοντικές επιδράσεις των υλικών και σχεδίων κατασκευής.....	63
4.3. Πρόβλεψη περί ελλείψεων υλικών κατασκευής.....	64
4.4. Διαχείριση αποβλήτων κατεδάφισης.....	66
4.5. Μέθοδος κατεδάφισης για τη μείωση των αποβλήτων	78
4.6. Ανακύκλωση απορριμμάτων κατεδάφισης	84
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	88

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης

των προπτυχιακών σπουδών μου στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του
Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κα

Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου, για την βοήθεια που μου έδωσε κατά την διάρκεια
εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και για την συνολική συμβολή της στην
ολοκλήρωσή της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, και τους Καθηγητές /ιες του
Πανεπιστημίου μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά τα σχετικά υψηλά ποσοστά ανάκτησης των χρησιμοποιημένων υλικών, ο κατασκευαστικός τομέας της Ευρώπης θα πρέπει να είναι ακόμη πιο φιλόδοξος στις πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων, προκειμένου να ενσωματώσει πλήρως την κυκλική οικονομία της Ευρώπης. Σύμφωνα με μια ενημέρωση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), οι κυκλικές προσεγγίσεις αποτελούν το κλειδί για την αύξηση της ποιότητας και της ποσότητας της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των υλικών κατασκευής και κατεδάφισης.

Η ενημέρωση του ΕΟΠ «Απορρίμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων: προκλήσεις και ευκαιρίες σε μια κυκλική οικονομία» αναφέρει ότι πρέπει να γίνουν περισσότερα για την πρόληψη ή την ανακύκλωση του μεγάλου όγκου αποβλήτων που παράγονται στον τομέα των κατασκευών και κατεδαφίσεων στην Ευρώπη. Τέτοια απόβλητα, όπως τα παλιοσίδηρα, τα τσιμέντα ή τα προϊόντα ξύλου, αποτελούν σήμερα τη μεγαλύτερη ροή αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Επί του παρόντος, πολλά από τα υλικά ρεύματα από εργασίες κατεδάφισης και ανακαίνισης δεν είναι κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση υψηλής ποιότητας. Αυτό σημαίνει ότι οι προσπάθειες για τη μετατόπιση σε μια κυκλική οικονομία θα σταματήσουν. Η ενημέρωση εξετάζει πώς οι δράσεις που εμπνέονται από την κυκλική οικονομία μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των στόχων της πολιτικής της ΕΕ για τα απόβλητα, όπως η πρόληψη των αποβλήτων και η αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας της ανακύκλωσης των αποβλήτων που παράγονται στα εργοτάξια,

Η ενημέρωση αναφέρει ότι τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων ανήλθαν συνολικά σε 374 εκατομμύρια τόνους στην ΕΕ το 2016, εξαιρουμένων των εκσκαφών εδάφους. Ο μεγάλος όγκος και η φύση των παραγόμενων αποβλήτων είναι δύσκολο να διαχειριστούν, αλλά αποτελούν επίσης μια σαφή ευκαιρία για την εφαρμογή ορθών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Εξάλλου, ο τομέας των κατασκευών θεωρείται τομέας προτεραιότητας σύμφωνα με το επικείμενο σχέδιο δράσης της κυκλικής οικονομίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Ενώ οι χώρες της ΕΕ βρίσκονται σε καλό δρόμο για να επιτύχουν το στόχο του 70% για την ανάκαμψη του 2020 με τις περισσότερες χώρες να υπερβαίνουν το στόχο το 2016, αναφέρει η ενημέρωση, ο λεπτομερέστερος έλεγχος των πρακτικών διαχείρισης των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο δείχνει ότι η ανάκτηση των οικοδομικών αποβλήτων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε χαμηλής κατανάλωσης, με τη χρησιμοποίηση

συλλεγόμενων αποβλήτων και εδαφών για την πλήρωση οπών σε εργοτάξια και την ανάκτηση χαμηλής ποιότητας, όπως η χρήση ανακυκλωμένου και θρυμματισμένου τσιμέντου ή πετρών (αδρανών υλικών) στην οδική κατασκευή. Η ενημέρωση επισημαίνει ότι μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη πρόληψη των αποβλήτων και υψηλότερη και καλύτερη ποιότητα ανακύκλωσης εάν ληφθούν ορισμένα μέτρα για τη βελτίωση των τιμών, τη βελτίωση των πληροφοριών σχετικά με τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα υπάρχοντα και τα νέα κτίρια και τη βελτίωση της εμπιστοσύνης των χρηστών στην ποιότητα της χρήσης δευτερογενών υλικών όπως τα ανακυκλωμένα αδρανή. Οι κυκλικές ενέργειες που εμπνέονται από την οικονομία, όπως η βελτιωμένη ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητες των υλικών και η καλύτερη επαναχρησιμοποίηση δευτερογενών πρώτων υλών, μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην αύξηση της κυκλικότητας στον τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

1.1. Ορισμός της αγοράς κατασκευών

Η κατασκευαστική αγορά αποτελείται από τα έσοδα από πωλήσεις που πραγματοποιούνται από οντότητες (οργανισμούς, εμπορικούς εταίρους και συνεργασίες) που κατασκευάζουν κτίρια ή έργα μηχανικής (π.χ. αυτοκινητόδρομους και συστήματα κοινής ωφέλειας). Εγκαταστάσεις που προετοιμάζουν χώρους για νέες κατασκευές και εκείνες που υποδιαιρούν γη προς πώληση ως εργοτάξια περιλαμβάνονται στην αγορά αυτή. Η αγορά κατασκευών περιλαμβάνει νέες εργασίες, προσθήκες, μετατροπές, συντήρηση και επισκευές.

Η κατασκευή είναι η διαδικασία κατασκευής μιας δομής όπως κτίριο, πλαίσιο ή μοντέλο χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά. Κάθε κατασκευαστικό έργο κατασκευάζεται από συγκεκριμένες παραλλαγές μέσα σε ένα σταθερό πλαίσιο διακεκριμένων σταδίων - το σχεδιασμό, την παραγωγή και τη μετατροπή των πρώτων υλών σε μεταποιημένα προϊόντα και την κατασκευή. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια αποτελείται από δικά του εσωτερικά στάδια, διαδικασίες και πτυχές που συνδυάζονται μαζί για να ολοκληρωθεί ένα κατασκευαστικό έργο.

1.2. Ανταγωνιστικό τοπίο στην αγορά κατασκευών

Η αγορά κατασκευών είναι σχετικά κατακερματισμένη, με τους οκτώ κορυφαίους ανταγωνιστές της να αποτελούν το 28% περίπου της συνολικής αγοράς το 2018. Οι παίκτες στην αγορά περιλαμβάνουν την China State Construction Engineering Corp., την China Railway Group Ltd. (CREC), την China Railway Construction Corporation Limited.

1.3. Μέγεθος αγοράς κατασκευών

Η παγκόσμια κατασκευαστική αγορά ανήλθε σε περίπου 12.558,2 δισεκατομμύρια δολάρια το 2018, έχοντας αυξηθεί κατά 8,3% από το 2014 και αναμένεται να αυξηθεί

σε σύνθετο ετήσιο ποσοστό ανάπτυξης (CAGR) 10,6% και σχεδόν 18.775,3 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2022.

Η ανάπτυξη κατά ιστορικότητα, οφείλεται στην έντονη οικονομική ανάπτυξη στις αναδυόμενες αγορές, στα χαμηλά επιτόκια και στην τεχνολογική πρόοδο. Παράγοντες που επηρέασαν αρνητικά την ανάπτυξη κατά την ιστορική περίοδο ήταν γεωπολιτικές εντάσεις που παρεμπόδισαν την κατασκευαστική δραστηριότητα παγκοσμίως.

Προχωρώντας προς τα εμπρός, η ταχύτερη παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η ταχεία αστικοποίηση στις αναπτυσσόμενες χώρες θα τονώσουν την ανάπτυξη. Παράγοντες που θα μπορούσαν να εμποδίσουν την ανάπτυξη της αγοράς κατασκευών στο μέλλον περιλαμβάνουν τα αυξανόμενα επιτόκια στις περισσότερες ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες.

1.4. Κινητήριοι παράγοντες της αγοράς κατασκευών

Οι κύριοι κινητήριοι παράγοντες της αγοράς κατασκευών περιλαμβάνουν:

1.4.1. Ισχυρή οικονομική ανάπτυξη στις αναδυόμενες αγορές

Η κατασκευαστική αγορά οφείλεται κυρίως στην ταχεία ανάπτυξη των αναδυόμενων αγορών στην ιστορική περίοδο. Η ανάπτυξη των αναδυόμενων αγορών ενισχύθηκε από την αύξηση του διαθέσιμου εισοδήματος, το σταθερό πολιτικό περιβάλλον και την αύξηση των ξένων επενδύσεων στις χώρες αυτές. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο (ΔΝΤ), το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) της Κίνας αυξήθηκε από 10,5 τρισεκατομμύρια δολάρια το 2014 σε 14 τρισεκατομμύρια δολάρια το 2018. Επιπλέον, σύμφωνα με έκθεση του ΔΝΤ το 2018, οι αναδυόμενες αγορές και οι αναπτυσσόμενες οικονομίες σημείωσαν συνολικά αύξηση 4,3% το 2015, η οποία αυξήθηκε περαιτέρω σε 4,7% το 2018. Η ισχυρή οικονομική ανάπτυξη ενίσχυσε τη ζήτηση για υπηρεσίες κατασκευών και αυτό οδήγησε στην αγορά κατά την ιστορική περίοδο. Αυτοί οι παράγοντες αύξησαν τη ζήτηση κατασκευών από

αναδυόμενες αγορές όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία, η Σαουδική Αραβία και η Ινδονησία και αποτέλεσαν οδηγούς της αγοράς κατά την συγκεκριμένη περίοδο.

1.4.2. Περιορισμοί στην αγορά κατασκευών

Οι βασικοί περιορισμοί της αγοράς κατασκευών περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

Οι γεωπολιτικές τάσεις

Οι γεωπολιτικές εντάσεις είχαν αρνητικό αντίκτυπο στην κατασκευαστική αγορά. Οι επιπτώσεις των γεωπολιτικών εντάσεων περιλάμβαναν κυρώσεις στη Ρωσία, τον προστατευτισμό του εμπορίου και τις αυξημένες στρατιωτικές εντάσεις στη Μέση Ανατολή. Πολλές χώρες έθεσαν εμπορικούς περιορισμούς, ειδικά στις εισαγωγές, για να ενισχύσουν την τοπική παραγωγή ξύλου και μεταλλικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται ευρέως στον κατασκευαστικό κλάδο. Οι ΗΠΑ εφαρμόζουν επίσης αρκετούς εμπορικούς περιορισμούς, ειδικά με την Κίνα, για να ενισχύσουν την τοπική παραγωγή τους. Για παράδειγμα, οι ΗΠΑ επέβαλαν χρέος 25% για το χάλυβα και 10% για το αλουμίνιο, το 2018. Η συνεχιζόμενη βία και τρομοκρατία στη Μέση Ανατολή και σε άλλα μέρη σε παγκόσμιο επίπεδο αναμένεται επίσης να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην αγορά, καθώς αυτό παρακωλύει τη κατασκευαστική δραστηριότητα.

Τάσεις στην αγορά κατασκευών

Σημαντικές τάσεις που επηρεάζουν την αγορά κατασκευών περιλαμβάνουν:

Χρήση αυτόνομων οχημάτων κατασκευής

Οι κατασκευαστικές εταιρείες χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο αυτόνομα οχήματα κατασκευών και βαρύ εξοπλισμό για τη βελτίωση της παραγωγικότητας. Αυτά τα αυτοματοποιημένα οχήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες, κάμερες και GPS. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από αυτές τις συσκευές σε πραγματικό χρόνο, βοηθούν στην απομακρυσμένη παρακολούθηση ενός εργοταξίου και μειώνουν τον χρόνο κατασκευής. Τα οχήματα που συνδέονται μέσω τεχνολογιών Διαδικτύου των

πραγμάτων (IoT), τηλεματικής και τεχνολογίας Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) βοηθούν επίσης την κατασκευαστική βιομηχανία να είναι πιο συνεργατική, αποτελεσματική και ασφαλής. Κορυφαίοι κατασκευαστές όπως η Komatsu, η Caterpillar και η Volvo CE απελευθερώνουν συνεχώς νέα μοντέλα αυτόνομων, ημιαυτόνομων και εξ αποστάσεως ελεγχόμενων εκσκαφών και άλλων βαριών εξοπλισμών. Το Royal Truck & Equipment δοκιμάζει πιλοτικά με τη DOT, αυτόνομα καταστροφικά φορτηγά για ζώνες εργασίας.

Πράσινα έργα υποδομής

Οι εταιρείες κατασκευής κτιρίων χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο οικολογικές τεχνικές κατασκευής για την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και τη μείωση του κόστους κατασκευής. Η οικολογική κατασκευή αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης βιώσιμων δομικών υλικών και διαδικασιών κατασκευής για τη δημιουργία κτιρίων με ενεργειακή απόδοση με ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σύμφωνα με την Έρευνα για την Διεθνή Οικολογική Δόμηση του 2015, περίπου το 51% των κατασκευαστικών εταιρειών στο Ηνωμένο Βασίλειο συμμετείχαν σε πράσινα κατασκευαστικά έργα. Πιστοποιήσεις όπως η ηγεσία στον τομέα της ενέργειας και του περιβαλλοντικού σχεδιασμού (Leadership in Energy and Environmental Design - LEED) βοηθούν τις κατασκευαστικές εταιρείες να αναπτύξουν κτίρια υψηλών επιδόσεων, βιώσιμα οικιστικά και εμπορικά κτίρια και επίσης προσφέρουν ποικίλα οφέλη, από φορολογικές μειώσεις έως ευκαιρίες μάρκετινγκ. Τα βιώσιμα δομικά υλικά όπως τα φυσικά χρώματα και οι χαλύβδινες δοκοί που κατασκευάζονται από ανακυκλωμένο υλικό χρησιμοποιούνται ευρέως στο Ηνωμένο Βασίλειο. Άλλες πράσινες τεχνικές κατασκευής, όπως διασταυρούμενος αερισμός για περισσότερο φυσικό περιβάλλον, λογισμικό πράσινων κατασκευών, όπως το Building Suite για την εξασφάλιση της συμμόρφωσης με το πράσινο περιβάλλον, και το εργαλείο διαχείρισης Green Globes χρησιμοποιούνται επίσης στον κατασκευαστικό κλάδο.

1.5. Ευκαιρίες και συστάσεις στην αγορά κατασκευών

Οι κορυφαίες ευκαιρίες στην παγκόσμια κατασκευαστική αγορά θα προκύψουν στον κλάδο των κατασκευών κτιρίων, οι οποίοι θα κερδίσουν συνολικές ετήσιες πωλήσεις 3.071,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2022. Το μέγεθος της αγοράς κατασκευών θα παρουσιάσει το μεγαλύτερο κέρδος στην Κίνα στα 1,178 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι κορυφαίες ευκαιρίες στην παγκόσμια αγορά κατασκευών κτιρίων θα προκύψουν στον τομέα των κατασκευών κατοικιών, οι οποίες θα φτάσουν σε συνολικές ετήσιες πωλήσεις 1653,8 δισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2022. Οι κορυφαίες ευκαιρίες στην παγκόσμια αγορά βαρέων κατασκευών, θα προκύψουν στο τμήμα κατασκευών του συστήματος κοινής ωφέλειας, που θα κερδίσει 416,4 δισεκατομμύρια δολάρια από παγκόσμιες ετήσιες πωλήσεις, μέχρι το 2022. Οι κορυφαίες ευκαιρίες στην παγκόσμια αγορά ειδικών εμπορικών κατασκευών θα προκύψουν στον τομέα εξοπλισμού κατασκευών, ο οποίος θα κερδίσει 836,8 δισεκατομμύρια δολάρια παγκόσμιων ετήσιων πωλήσεων μέχρι το 2022. Οι κορυφαίες ευκαιρίες στην παγκόσμια η χωροταξική και αναπτυξιακή αγορά θα προκύψει στο τμήμα οικιστικής χωροταξίας και ανάπτυξης, το οποίο θα έχει ετήσιες πωλήσεις συνολικού ύψους 69,3 δισ. δολαρίων έως το 2022.

Οι στρατηγικές που βασίζονται στην τάση της αγοράς για την κατασκευαστική αγορά περιλαμβάνουν τη χρήση αυτόνομων κατασκευαστικών οχημάτων, την υιοθέτηση τεχνικών οικολογικών κατασκευών, τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για τη βελτίωση της ασφάλειας κατασκευών και τη χρήση προηγμένων δομικών υλικών. Οι στρατηγικές που θα υιοθετηθούν στον τομέα των κατασκευών περιλαμβάνουν την επένδυση σε πράσινα οικοδομικά έργα και την επέκταση των επιχειρήσεων μέσω στρατηγικών εταιρικών σχέσεων και εξαγορών, μεταξύ άλλων στρατηγικών.

1.6. Τμηματοποίηση αγοράς κατασκευών

Η κατασκευαστική αγορά κατατάσσεται κατά είδος κατασκευής και γεωγραφικά.

Ανά είδος κατασκευής - Η κατασκευαστική αγορά μπορεί να καταταχθεί κατά τύπο κατασκευής

- α) Κατασκευή κτιρίων
- β) Εργολάβοι ειδικού εμπορίου
- γ) Βαριές κατασκευές
- δ) Χωροταξία και Ανάπτυξη

Η κατασκευή κτιρίων ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς κατασκευών το 2018 στο 50,5%. Η αγορά χωροταξικού σχεδιασμού και ανάπτυξης αναμένεται να είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας που προχωρά σε CAGR 13,3%.

Τμηματοποίηση κατά τύπο κατασκευής-

- α) Κατασκευή κτιρίων κατοικιών
 - i. Νέες κατασκευές κατοικιών προς πώληση
 - ii. Ανακατασκευασμένες κατοικίες
 - iii. Οικοδομές μονοκατοικίας (μεμονωμένες κατοικίες)
 - iv. Κατασκευή πολυκατοικιών (διαμερίσματα)

Οι κατασκευές νέων κατοικιών προς πώληση ήταν το μεγαλύτερο τμήμα στην αγορά κατασκευών κατοικιών το 2018 στο 38,3%.

- β) Κατασκευή μη κτιριακών εγκαταστάσεων
 - i. Εμπορικά κτίρια
 - ii. Κτίρια ιδρυμάτων

Τα εμπορικά κτίρια ήταν ο μεγαλύτερος τομέας στην αγορά οικοδομικών κατασκευών εκτός κατοικιών το 2018 στο 51,6%. Η κατασκευή κατοικιών ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς κατασκευών κτιρίων το 2018 στο 55,6%. Η αγορά οικοδομικών κατοικιών εκτός κατοικίας αναμένεται να είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο τμήμα που θα προχωρήσει με CAGR 10,7%.

Οι Εργολάβοι αναλύονται περαιτέρω ανά τύπο Ανάδοχου-

α) Ύδρυμα, δομή και οικοδόμηση από εξωτερικούς εργολάβους

i. Εργασίες σκυροδέματος

ii. Εργασίες στέγης

iii. Εργολάβοι τοιχοποιίας

iv. Εργολάβοι πλαισίωσης

v. Εργολάβοι γυαλιού

vi. Άλλοι εργολάβοι για Δομές και Εξωτερικοί Ανάδοχοι Κτιρίων

vii. Έπιπλα εξωτερικού χώρου

Οι εργασίες σκυροδέματος αποτέλεσαν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς θεμελίωσης, δομής και κατασκευής εξωτερικών αναδόχων το 2018 στο 40,9%.

β) Εργολάβοι οικοδομικών μηχανημάτων

i. Υδραυλικοί, εργολάβοι θέρμανσης και κλιματιστικοί εργολάβοι

ii. Ηλεκτρολόγοι και άλλοι εργολάβοι εγκατάστασης καλωδίων

iii. Άλλοι εργολάβοι οικοδομικού εξοπλισμού

Οι εργολάβοι των εγκαταστάσεων υγιεινής, θέρμανσης και κλιματισμού ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς κατασκευαστών εξοπλισμού κατασκευών το 2018 στο 52,1%.

γ) Κατασκευές φινιρίσματος

i. Γυψοσανίδες και Μόνωση

ii. Ζωγραφική τοίχων

iii. Ξυλουργικά και δάπεδα

iv. Τεχνίτες πλακιδίων

ν. Άλλοι εργολάβοι οικοδομικών έργων

Οι εργολάβοι υπεύθυνοι για γυψοσανίδες και μόνωση ήταν ο μεγαλύτερος τομέας στην αγορά εργοληπτών στο 2018 στο 32,9%.

δ) Άλλοι Εργολάβοι Ειδικού Εμπορίου

Οι εργολάβοι εξοπλισμού κατασκευών ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς ειδικών εμπορικών αναδόχων το 2018 στο 44,1%. Η αγορά κατασκευαστικών τελικών αναδοχών αναμένεται να είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας που θα προχωρήσει σε CAGR 12,1%.

Η βαριά κατασκευή και η κατασκευή μηχανημάτων είναι περαιτέρω κατανεμημένες ανά τύπο κατασκευής -

α) Κατασκευή συστήματος

i. Γραμμή Ισχύος και Επικοινωνίας

ii. Γραμμή Νερού και Αποχέτευσης

iii. Πετρέλαιο και αγωγοί φυσικού αερίου και συναφή δομικά έργα

Η γραμμή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και επικοινωνιών και οι συναφείς δομές αποτελούσαν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς κατασκευών συστημάτων κοινής ωφέλειας το 2018 στο 35,0%.

β) Κατασκευή αυτοκινητόδρομου, οδού και κατασκευής γεφυρών

i. Δρόμοι και αυτοκινητόδρομοι

ii. Γέφυρες και σήραγγες

iii. Λοιπές σχετικές κατασκευές

Οι δρόμοι και οι αυτοκινητόδρομοι ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς κατασκευής οδών, δρόμων και γεφυρών το 2018 στο 84,0%.

Ο χωροταξικός σχεδιασμός και η ανάπτυξη είναι περαιτέρω κατανεμημένα κατά τύπο τελικής χρήσης Σκοπός -

α) Οικιστικός Χωροταξικός Σχεδιασμός και Ανάπτυξη

i. Κατασκευές κατοικιών

ii. Διαμερίσματα και άλλες οικιστικές εξελίξεις

Οι κατοικίες και τα συγκροτήματα κατοικιών ήταν το μεγαλύτερο τμήμα στην αγορά οικιστικής χωροταξίας και ανάπτυξης το 2018 στο 65,7%.

β) Εμπορικός και θεσμικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη

i. Εμπορικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη

ii. Θεσμική χωροταξία και ανάπτυξη

Ο εμπορικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ήταν ο μεγαλύτερος τομέας στην εμπορική και θεσμική αγορά χωροταξίας και ανάπτυξης το 2018 στο 57,8%.

γ) Βιομηχανικός Σχεδιασμός και Ανάπτυξη

i. Άλλοι βιομηχανικοί χώροι

ii. Εργοστάσια

Ο λοιπός βιομηχανικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ήταν ο μεγαλύτερος τομέας στην αγορά βιομηχανικής χωροταξίας και ανάπτυξης το 2018 στο 70,7%. Ο οικιστικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ήταν το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς χωροταξίας και ανάπτυξης το 2018 στο 77,8%. Η αγορά αυτή αναμένεται να είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας με ρυθμό CAGR 13,5%.

Με τη γεωγραφία - Η αγορά των κατασκευών είναι τμηματοποιημένη ως εξής:

- Βόρεια Αμερική
- ΗΠΑ
- Δυτική Ευρώπη
- Ηνωμένο Βασίλειο

- Γερμανία
- Γαλλία
- Ισπανία
- Ιταλία
- Ασία-Ειρηνικός
- Κίνα
- Ιαπωνία
- Ινδία
- Αυστραλία
- Ανατολική Ευρώπη
- Ρωσία
- Νότια Αμερική
- Βραζιλία
- Μέση Ανατολή
- Αφρική

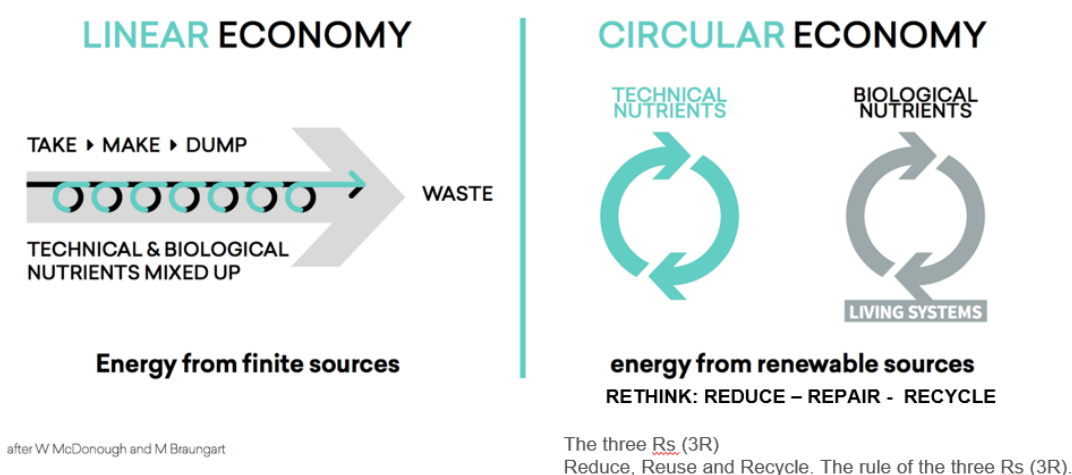
Η Ασία και ο Ειρηνικός ήταν η μεγαλύτερη αγορά κατασκευών, αντιπροσωπεύοντας το 42,1% της παγκόσμιας αγοράς το 2018. Ακολούθησε η Βόρεια Αμερική, η Δυτική Ευρώπη και στη συνέχεια οι άλλες περιοχές. Προχωρώντας, οι ταχύτερα αναπτυσσόμενες περιοχές στην αγορά κατασκευών θα είναι η Αφρική και η Μέση Ανατολή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

2.1. Ορισμός

Μια κυκλική οικονομία είναι μια εναλλακτική λύση σε μια παραδοσιακή γραμμική οικονομία (make, use, dispose) στην οποία διατηρούμε τους πόρους στη χρήση για όσο το δυνατόν περισσότερο, απομακρύνουμε τη μέγιστη αξία από αυτές ενώ χρησιμοποιούμε, στη συνέχεια ανακτήσουμε και αναγεννήσουμε προϊόντα και υλικά στην λήξης κάθε υπηρεσίας.

Η κυκλική οικονομία είναι μια εκδήλωση οικονομικών μοντέλων που υπογραμμίζουν επιχειρηματικές ευκαιρίες όπου κυριαρχούν οι κύκλοι παρά οι γραμμικές διαδικασίες. Είναι αποκαταστατικό και αναγεννητικό από τη σχεδίαση και αποσκοπεί στην διατήρηση των προϊόντων, των εξαρτημάτων και των υλικών στην υψηλότερη χρησιμότητα και αξία τους ανά πάσα στιγμή.



Εικόνα 1. Γραμμική και κυκλική οικονομία

Στα σημερινά οικονομικά συστήματα, τα αγαθά παράγονται, χρησιμοποιούνται και απορρίπτονται, μια γραμμική οικονομία, όπου η ροή έχει μια ξεκάθαρη αρχή και ένα σαφές τέλος. Μια κυκλική οικονομία λειτουργεί πολύ διαφορετικά. Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες σε μια κυκλική οικονομία έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν είτε στους βιολογικούς είτε σε τεχνικούς κύκλους.

Όλα τα προϊόντα κατασκευάζονται κατά τρόπον ώστε να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και τα υλικά είτε να διασπαστούν από τη φύση είτε να επιστραφούν στην παραγωγή. Το βιολογικό υλικό, επομένως, αποτελείται από μη τοξικές, καθαρές ζωοτροφές και τεχνικά υλικά που έχουν σχεδιαστεί για να είναι ένας πόρος που θα χρησιμοποιηθεί εκ νέου βιομηχανικά. Ο στόχος είναι να μην πετάξετε

τίποτα και να μειώσετε την ανάγκη αγοράς νέων αγαθών, ενώ η παραγωγή και οι μεταφορές επιτυγχάνονται καλύτερα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Αυτές οι βασικές αρχές παρέχουν ένα πλαίσιο που συνδυάζει μεθόδους και προσεγγίσεις που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, όπως λίκνο-προς-λίκνο, βιομιμηρία, βιομηχανική συμβίωση, υπηρεσίες οικοσυστήματος, συνεργατική κατανάλωση και φυσικά καθιερωμένες και νέες μεθόδους ανάκτησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων.

Η κυκλική οικονομία είναι ένας αξιοσημείωτα διαφορετικός τρόπος άσκησης επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, υποχρεώνοντας τις εταιρείες να ξανασκεφτούν τα πάντα, από το πώς να σχεδιάζουν και να παράγουν προϊόντα στις σχέσεις τους με τους πελάτες. Μία από τις μεγαλύτερες διαφορές είναι ο ρόλος του πελάτη. Η εστίαση δεν είναι πλέον στην κατανάλωση, αλλά στην χρήση μιας λειτουργίας. Αυτό θέτει διαφορετικές απαιτήσεις στην επιχειρηματική κοινότητα για την οικοδόμηση μακροπρόθεσμων σχέσεων στα επιχειρηματικά τους μοντέλα. Το πλεονέκτημα είναι ότι οι εταιρείες επωφελούνται από την επιτυχία του άλλου σε αυτή την κατακόρυφη σειρά διαφορετικών κύκλων.

Η στροφή αποτελεί πρόκληση, αλλά φέρνει επίσης νέες ευκαιρίες στις υποδομές, την ενέργεια και την παραγωγή στην προσαρμογή τους ώστε να ταιριάζει στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Ορισμένα επιχειρηματικά μοντέλα είναι ευκολότερα από άλλα, όπως η μίσθωση προϊόντων αντί να αγοράζουν (όλα από τζιν μέχρι φορτηγά), οι εταιρείες που συλλέγουν και ανανεώνουν τα δικά τους προϊόντα και στη συνέχεια τα πωλούν στο κατάστημα σε ένα ξεχωριστό τμήμα ή σε ομότιμες εταιρείες. Οι εταιρείες θα βρουν νέους τρόπους για να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής προϊόντων ή εξαρτημάτων, να βρουν αξία στα απόβλητα ή να σχεδιάσουν κυκλική χρήση.

Τελικά, στοχεύει να ενθαρρύνει τις επόμενες γενιές να σκέφτονται και να σχεδιάζουν με βιώσιμο τρόπο, καθώς και να χρησιμοποιούν κυκλικά επιχειρηματικά συστήματα για να δημιουργήσουν ένα καλύτερο μέλλον.

2.2. Στόχοι και Εφαρμογές

Στον πυρήνα της, ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας έχει την πρόθεση να σχεδιάσει τα απόβλητα. Στην πραγματικότητα, μια κυκλική οικονομία βασίζεται στην ιδέα ότι δεν υπάρχει απολύτως τίποτα. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, τα προϊόντα έχουν σχεδιαστεί για να διαρκούν (χρησιμοποιούνται καλής ποιότητας υλικά) και να βελτιστοποιούνται για ένα κύκλο αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης που θα διευκολύνει τη χειραγώγηση και τη μετατροπή ή ανανέωσή τους.

Τελικά, αυτοί οι στενοί κύκλοι προϊόντων διαφοροποιούν το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας εκτός από τη διάθεση και την ανακύκλωση, όπου χάνονται μεγάλες ποσότητες ενσωματωμένης ενέργειας και εργασίας. Ο απώτερος στόχος είναι η διατήρηση και η ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου με τον έλεγχο των πεπερασμένων αποθεμάτων και την εξισορρόπηση των ροών ανανεώσιμων πηγών.

Το μοντέλο κυκλικής οικονομίας κάνει διάκριση μεταξύ τεχνικών και βιολογικών κύκλων. Η κατανάλωση γίνεται μόνο σε βιολογικούς κύκλους, όπου τα βιολογικά υλικά (όπως τα τρόφιμα, τα λευκά είδη ή ο φελλός) σχεδιάζονται για να διοχετεύονται πίσω στο σύστημα μέσω διεργασιών όπως η αναερόβια χώνευση και η κομποστοποίηση.

Αυτοί οι κύκλοι αναπαράγουν τα ζωντανά συστήματα, όπως το έδαφος ή τους ωκεανούς, που παρέχουν ανανεώσιμες πηγές για την οικονομία. Με τη σειρά τους, οι τεχνικοί κύκλοι ανακτούν και αποκαθιστούν προϊόντα (π.χ. πλυντήρια), εξαρτήματα (π.χ. μητρικές πλακέτες) και υλικά (π.χ. ασβεστόλιθο) μέσω στρατηγικών όπως επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακατασκευή ή ανακύκλωση.

Τελικά, ένας από τους σκοπούς της κυκλικής οικονομίας είναι η βελτιστοποίηση των αποδόσεων πόρων από τα κυκλοφορούντα προϊόντα, τα συστατικά και τα υλικά που χρησιμοποιούνται με την υψηλότερη χρησιμότητα ανά πάσα στιγμή σε τεχνικούς και βιολογικούς κύκλους.

Η τελευταία αρχή μιας κυκλικής οικονομίας έχει να κάνει με το γεγονός ότι η ενέργεια που απαιτείται για να τροφοδοτήσει τον κύκλο αυτό πρέπει να είναι ανανεώσιμη από τη φύση, με σκοπό τη μείωση της εξάρτησης των πόρων και την αύξηση της ανθεκτικότητας των συστημάτων. Υπό αυτή την έννοια, η αρχή αυτή αφορά στην ανάπτυξη της αποτελεσματικότητας των συστημάτων με την αποκάλυψη και τον σχεδιασμό των αρνητικών εξωτερικών παραγόντων.

Από τη βιομηχανική επανάσταση, η ανθρωπότητα ακολουθεί ένα γραμμικό μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης. Οι πρώτες ύλες έχουν μετατραπεί σε αγαθά που στη συνέχεια πωλούνται, χρησιμοποιούνται και μετατρέπονται σε απόβλητα που πολλές φορές απορρίπτονται και διαχειρίζονται ασυνείδητα.

Αντίθετα, η κυκλική οικονομία είναι ένα βιομηχανικό μοντέλο που αναπαράγεται με πρόθεση και σχεδιασμό και έχει ως στόχο τη βελτίωση των επιδόσεων των πόρων και την καταπολέμηση της αστάθειας που μπορεί να επιφέρει η αλλαγή του κλίματος στις επιχειρήσεις. Έχει οφέλη που είναι λειτουργικά και στρατηγικά και συγκεντρώνει ένα τεράστιο δυναμικό για τη δημιουργία αξίας σε οικονομικό, επιχειρηματικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο.

Ένας από τους στόχους της κυκλικής οικονομίας είναι να έχει θετική επίδραση στα οικοσυστήματα του πλανήτη και να καταπολεμά την υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Η κυκλική οικονομία έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και τη χρήση πρώτων υλών, να βελτιστοποιήσει τη γεωργική παραγωγικότητα και να μειώσει τις αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις που προκαλεί το γραμμικό μοντέλο. Όταν πρόκειται για τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου, μια κυκλική οικονομία μπορεί να είναι χρήσιμη:

- Επειδή χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μακροπρόθεσμα είναι λιγότερο ρυπογόνα από τα ορυκτά καύσιμα.
- Χάρη στην επαναχρησιμοποίηση και αποϋλοποίηση, χρειάζονται λιγότερα υλικά και διαδικασίες παραγωγής για την παροχή καλών και λειτουργικών προϊόντων.
- Επειδή τα υπολείμματα θεωρούνται πολύτιμα και απορροφώνται όσο το δυνατόν περισσότερο για να επαναχρησιμοποιηθούν στη διαδικασία.
- Δεδομένου ότι οι προτιμώμενες επιλογές θα είναι τα ενεργειακά αποδοτικά και τα μη τοξικά υλικά, θα επιλεγούν διαδικασίες κατασκευής και ανακύκλωσης.

Στην πραγματικότητα, μια μελέτη του Ιδρύματος Ellen MacArthur διαπίστωσε ότι μια πορεία ανάπτυξης της κυκλικής οικονομίας θα μπορούσε να μειώσει στο ήμισυ τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2030, σε σχέση με τα επίπεδα του 2018.

Οι αρχές της κυκλικής οικονομίας στο γεωργικό σύστημα διασφαλίζουν ότι οι σημαντικές θρεπτικές ουσίες επιστρέφονται στο έδαφος μέσω αναερόβιων διεργασιών ή κομποστοποίησης, γεγονός που μαλακώνει την εκμετάλλευση της γης και των φυσικών οικοσυστημάτων. Με τον τρόπο αυτό, καθώς τα «απόβλητα» επιστρέφονται στο έδαφος, εκτός από το γεγονός ότι έχουν λιγότερα κατάλοιπα για να αντιμετωπίσουν, το έδαφος γίνεται υγιέστερο και πιο ανθεκτικό, επιτρέποντας μεγαλύτερη ισορροπία στα οικοσυστήματα που την περιβάλλουν.

Επίσης, δεδομένου ότι η υποβάθμιση του εδάφους κοστίζει περίπου 40 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως παγκοσμίως και έχει κρυφό κόστος όπως η αύξηση της χρήσης λιπασμάτων, η απώλεια βιοποικιλότητας και η απώλεια μοναδικών τοπίων - μια κυκλική οικονομία θα μπορούσε να αποδειχθεί πολύ χρήσιμη τόσο για τα εδάφη η οικονομία.

Στην πραγματικότητα, ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας που εργάζεται στα ευρωπαϊκά συστήματα διατροφής έχει τη δυνατότητα να μειώσει το 80% της χρήσης τεχνητών λιπασμάτων και κατά συνέπεια να συμβάλει στη φυσική ισορροπία των εδαφών, σύμφωνα με μελέτη του Ιδρύματος Ellen MacArthur.

Σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, οι αρνητικές εξωτερικές επιπτώσεις, όπως η χρήση γης, το έδαφος, το νερό και η ατμοσφαιρική ρύπανση, αντιμετωπίζονται καλύτερα, καθώς και η εκπομπή τοξικών ουσιών και η κλιματική αλλαγή.

Είναι σημαντικό να αποσυνδεθεί η οικονομική ανάπτυξη από την κατανάλωση πόρων. Η αύξηση των εσόδων από τις νέες κυκλικές δραστηριότητες, καθώς και η φθηνότερη παραγωγή, με τη βελτίωση της λειτουργικότητας των προϊόντων και των υλικών και την εύκολη αποσύνδεση και επαναχρησιμοποίηση, έχει την εξουσία να αυξήσει το ΑΕΠ και επομένως την οικονομική ανάπτυξη, σύμφωνα με την έκθεση McKinsey.

Σε σύγκριση με την εξόρυξη πρώτων υλών που είναι κοινή στην γραμμική προσέγγιση, το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε μεγαλύτερη (μέχρι 70%) εξοικονόμηση υλικού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική ζήτηση υλικών θα αυξηθεί λόγω της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού και των μεσαίων τάξεων, η κυκλική οικονομία οδηγεί σε χαμηλότερες υλικές ανάγκες, καθώς παρακάμπτει τους χώρους υγειονομικής ταφής και αποφεύγει την ανακύκλωση, εστιάζοντας στο να παραμείνουν οι κύκλοι των υλικών περισσότερο. Από την πλευρά

του περιβάλλοντος, αποφεύγει επίσης τη μεγαλύτερη ρύπανση που θα εκπροσωπούσε η εξόρυξη νέων υλικών.

Σύμφωνα με το «παγκόσμιο οικονομικό φόρουμ», η ανάπτυξη ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας, μαζί με έναν νέο κανονισμό (συμπεριλαμβανομένης της φορολογίας) και την οργάνωση των αγορών εργασίας, μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη τοπική απασχόληση σε θέσεις εισόδου και εξειδίκευσης.

Επίσης, η φορολογική έκθεση ExTax που πραγματοποίησαν ειδικοί από διάφορες κορυφαίες εταιρείες παροχής συμβουλών κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα σχετικά με τις δυνατότητες της κυκλικής οικονομίας να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας. Το ίδιο συμπέρασμα κατέληξε σε μελέτη του Αυγούστου του 2018 σχετικά με την ανάπτυξη πρακτικών για την εφαρμογή μιας κυκλικής οικονομίας, σύμφωνα με την οποία 50.000 νέες θέσεις εργασίας θα μπορούσαν να δημιουργηθούν στο Ηνωμένο Βασίλειο και 54.000 στην Ολλανδία.

Μια άλλη μελέτη που διεξήχθη από το Ίδρυμα Ellen MacArthur και τον McKinsey κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα για τις αλλαγές στην αύξηση της απασχόλησης σε περίπτωση μετατόπισης σε μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Η μελέτη αναφέρει ότι αυτές οι νέες θέσεις εργασίας θα δημιουργηθούν μέσω αυξήσεων σε:

- Πρακτικές ανακύκλωσης και επισκευής, όπου θα μπορούσαν να προστεθούν νέοι σχεδιαστές και μηχανολόγοι μηχανικοί για να παράγουν προϊόντα και υλικά διαρκείας και εύκολα αποσυναρμολογημένα κατά τα στάδια μετασχηματισμού / παραγωγής.
- Αύξηση των νέων επιχειρήσεων (και των θέσεων) λόγω των διαδικασιών καινοτομίας και των νέων επιχειρηματικών μοντέλων.
- Αύξηση της κατανάλωσης και των δαπανών με χαμηλότερες τιμές. Τα χαμηλότερα κόστη εισροών και σε ορισμένες περιπτώσεις δημιουργούν εντελώς νέες ροές κέρδους που μπορούν να επιτευχθούν από επιχειρήσεις που μετακινούνται στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Σε αυτόν τον κυκλικό τομέα, οι ευκαιρίες κέρδους μπορούν να προέλθουν από το να παίζουν σε νέες αγορές, να μειώνουν το κόστος με τη μείωση των αποβλήτων και της ενέργειας και τη διασφάλιση της συνέχειας της προσφοράς.

Η μετάβαση προς ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας σημαίνει μείωση του αριθμού των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών. Αντίθετα, θα χρησιμοποιηθούν περισσότερες εισροές ανακύκλωσης (ή ακόμη και επαναχρησιμοποιήσιμων ή εύκολα μετασχηματισμένων) που έχουν μεγαλύτερο μερίδιο του κόστους εργασίας, αφήνοντας τις επιχειρήσεις να εξαρτώνται λιγότερο από την αστάθεια της τιμής των πρώτων υλών. Αυτό θα προστατέψει επίσης τις επιχειρήσεις από τις γεωπολιτικές κρίσεις και θα τους προστατεύσει όσον αφορά τις αλυσίδες εφοδιασμού τους - οι οποίες κατά πάσα πιθανότητα θα καταστραφούν ή θα καταστραφούν εξαιτίας των γεγονότων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή αυξάνονται καθημερινά. Τελικά, το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας θα μετατρέψει τις επιχειρήσεις σε πιο ανθεκτικές, ή με άλλα λόγια, θα τους καταστήσει πιο ανθεκτικές και έτοιμες να αντιμετωπίσουν τις απροσδόκητες αλλαγές.

Σύμφωνα με την έκθεση του Ιδρύματος Ellen McArthur, ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ζήτηση για νέες υπηρεσίες και νέες ευκαιρίες απασχόλησης, όπως:

- Οι εταιρείες συλλογής και ανάληψης υλικοτεχνικής υποστήριξης που υποστηρίζουν την επανεισαγωγή των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους στο σύστημα
- Οι έμποροι προϊόντων και οι πλατφόρμες πωλήσεων που διευκολύνουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ή μεγαλύτερη χρήση προϊόντων
- Ανακατασκευή εξαρτημάτων και εξαρτημάτων και ανανέωση προϊόντων που προσφέρουν εξειδικευμένες γνώσεις

Αυτές οι νέες υπηρεσίες μπορούν να εντοπιστούν και από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων της ανώτατης διοίκησης ή από ένα καλά αναπτυγμένο πράσινο από τους υπαλλήλους όλων των επιπέδων και τμημάτων.

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας φαίνεται να ενθαρρύνει τα επιχειρηματικά μοντέλα όπου τα προϊόντα νοικιάζονται ή εκμισθώνονται από τους πελάτες σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, ανάλογα με το είδος των προϊόντων. Αυτό δίνει στις επιχειρήσεις την ευκαιρία να μάθουν για τα πρότυπα και τις συμπεριφορές χρήσης των πελατών τους, καθώς αυτά αλληλεπιδρούν πιο συχνά μαζί τους.

Τελικά, αυτή η νέα σχέση μπορεί απλώς να βελτιώσει την ικανοποίηση και την αφοσίωση του πελάτη και να συμβάλει επίσης στην ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών που ταιριάζουν καλύτερα στους πελάτες. Σε μια αγορά στην οποία οι προμηθευτές εξακολουθούν να είναι υπεύθυνοι για το παρεχόμενο προϊόν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, η καλύτερη επικοινωνία και κατανόηση των προτιμήσεων και των αναγκών των πελατών είναι πιο σημαντική από ποτέ. Η εφαρμογή ενός κυκλικού οικονομικού μοντέλου θα έχει πολλά οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και τις επιχειρήσεις, έχουμε συζητήσει παραπάνω. Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν ορισμένοι λόγοι που εξηγούν γιατί το μοντέλο αυτό αυξάνεται με αργούς ρυθμούς.

Στο σημερινό οικονομικό μας σύστημα, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια στην εφαρμογή ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας, όπως:

Οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές εξωτερικές επιπτώσεις δεν λαμβάνονται υπόψη στις τιμές, προνόμια των σημάτων της χρηματοπιστωτικής αγοράς αντί των ανθρώπων και της φύσης κατά τη λήψη οικονομικών αποφάσεων.

- Οι τιμές των πρώτων υλών είναι ασταθείς και σε χαμηλές τιμές εναλλακτικές, οι δευτερεύουσες πηγές καλής ποιότητας δεν είναι ανταγωνιστικές.
- Τα επιχειρηματικά μοντέλα της κυκλικής οικονομίας είναι πιο δύσκολο να αναπτυχθούν, καθώς οι περισσότεροι επενδυτές εξακολουθούν να εργάζονται υπό λογική οικονομία της οικονομίας και ορισμένες φορές απαιτούνται προκαταβολικές επενδύσεις.
- Η ζήτηση κυκλικών προϊόντων και εναλλακτικών λύσεων εξακολουθεί να είναι μικρή.

Δεν υπάρχουν ακόμη πολλοί ειδικευμένοι επαγγελματίες με τεχνικές ή τεχνογνωσία «πληροφορικής και επικοινωνίας» (ΤΠΕ). Όσον αφορά την εφαρμογή και την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας, θα πρέπει να ξεπεραστούν πολλά διαφορετικά εμπόδια, όπως:

- Το γεγονός ότι το σημερινό οικονομικό μας σύστημα είναι προσανατολισμένο προς τη ζήτηση της γραμμικής οικονομίας και δεν είναι ακόμη έτοιμο να αντιμετωπίσει επιχειρηματίες της κυκλικής οικονομίας.

- Τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα μπορεί να είναι δύσκολο να εφαρμοστούν και να αναπτυχθούν λόγω νόμων και κανονισμών που δεν είναι προετοιμασμένοι για τέτοιου είδους καινοτομίες.
- Πολλές επιχειρήσεις βασίζονται σε παλαιές ή / και ισχυρές συμμαχίες, καθιστώντας πιο δύσκολο να δημιουργηθούν νέες συμμαχίες και συνεπώς να κλείσουν βρόχους.
- Πολλές εταιρείες εξακολουθούν να έχουν στόχους και συστήματα αξιολόγησης που επικεντρώνονται στη βραχυπρόθεσμη δημιουργία αξίας, ενώ το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας αποτελεί μακροπρόθεσμο μοντέλο δημιουργίας αξίας.
- Ο δείκτης του ΑΕΠ δεν λαμβάνει υπόψη κοινωνικά και περιβαλλοντικά εξωτερικά στοιχεία, αποθαρρύνοντας τη δημιουργία αξίας και στις δύο αυτές περιοχές.

Μια σουηδική μελέτη που διεξήχθη το 2017 με στόχο την ενσωμάτωση διαφορετικών απόψεων σε αυτό το θέμα υποδηλώνει ότι τα βασικά εμπόδια στην πορεία προς το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας μπορούν να χωριστούν σε οικονομικά, διαρθρωτικά, επιχειρησιακά, στάσιμα και τεχνολογικά.

Το πρώτο εμπόδιο έχει να κάνει με την πρόκληση της μέτρησης των οικονομικών οφελών της κυκλικής οικονομίας και της κερδοφορίας του. Ο «δομικός» φραγμός που ακολουθεί έχει να κάνει με το να είναι ασαφές ότι είναι υπεύθυνος για την κυκλική οικονομία στις επιχειρήσεις. Με τη σειρά τους, οι «λειτουργικές» προκλήσεις αντιπροσωπεύουν τη δυσκολία αντιμετώπισης και διατήρησης του ελέγχου των διαδικασιών εντός της αλυσίδας αξίας. Το τέταρτο εμπόδιο, «στάση», κατέδειξε ως επί το πλείστον την έλλειψη γνώσης σχετικά με θέματα βιωσιμότητας και επίσης μια μεγάλη αποστροφή έναντι των κινδύνων - δείχνει ότι οι αποδιοργανωτικές αλλαγές δεν είναι ο καλύτερος τρόπος για την ανάπτυξη κυκλικών στρατηγικών.

Το τελευταίο εμπόδιο σε μια εγκύκλιο έχει τεχνολογική προέλευση και σχετίζεται με την ανάγκη αλλαγής και επανασχεδιασμού των προϊόντων και των συστημάτων παραγωγής / ανάληψης. Αυτές οι ανάγκες καταλήγουν να δημιουργούν ανησυχίες σχετικά με την ικανότητα να το κάνουν αυτό και εξακολουθούν να είναι ανταγωνιστικές και έχοντας ποιοτικά προϊόντα.

2.3. Που βρίσκεται η Ελλάδα

Η Ελλάδα εξακολουθεί να υποφέρει από μια συνεχιζόμενη οικονομική ύφεση, η οποία εκτός από τα φορολογικά μέτρα απαιτεί σημαντική διαρθρωτική και ρυθμιστική μεταρρύθμιση, δημιουργώντας ένα ευνοϊκό περιβάλλον για επενδύσεις. Ο SEV έχει υπολογίσει ότι τουλάχιστον € 100 δισεκατομμύρια επενδυτικές ανάγκες πρέπει να υλοποιηθούν μέχρι το 2020, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ισοδύναμη εκποίηση που σημειώθηκε από το 2010. Αυτή η παρατεταμένη και παρατεταμένη εκποίηση, μαζί με τη συνεχιζόμενη διαρροή εγκεφάλων που μειώνει το ανθρώπινο κεφάλαιο και το δυναμικό καινοτομίας, Τις προοπτικές της Ελλάδας. Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας θα μπορούσε να βοηθήσει το άλμα σε ένα επόμενο στάδιο μετασχηματισμού που θα επιτρέψει στην Ελλάδα να επιστρέψει στην αειφόρο ανάπτυξη. Αντιμετωπίζοντας τους τεχνικούς και βιολογικούς κύκλους ζωής των προϊόντων, τόσο ανάντη όσο και κατόντη, σε όλους τους βασικούς βιομηχανικούς κλάδους, η κυκλική οικονομία θα μπορούσε να συμβάλει στην αλλαγή του τρόπου λειτουργίας ολόκληρης της οικονομίας μας, στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στην πραγματοποίηση επενδύσεων.

Στις 2 Δεκεμβρίου 2015 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε μια φιλόδοξη νέα δέσμη κυκλικής οικονομίας για την τόνωση της μετάβασης της Ευρώπης σε μια κυκλική οικονομία που θα ενισχύσει την παγκόσμια ανταγωνιστικότητα, θα προωθήσει τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας¹ για την Ελλάδα και την ΕΕ. Σύμφωνα με το δελτίο τύπου της ΕΚ για το νέο πακέτο¹: "η μετάβαση αυτή θα χρηματοδοτηθεί χρηματοδοτικά από την ESIF, 650 εκατ. Ευρώ από το πρόγραμμα χρηματοδότησης της ΕΕ για την έρευνα και την καινοτομία, 5,5 δισ. Ευρώ από τα διαρθρωτικά ταμεία διαχείρισης αποβλήτων επενδύσεις στην κυκλική οικονομία σε εθνικό επίπεδο ". Η δέσμη συμβάλλει σε ευρείες πολιτικές προτεραιότητες με την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος και του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα ενισχύει τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης, την οικονομική ανάπτυξη, τις επενδύσεις και την κοινωνική δικαιοσύνη.

Ταυτόχρονα, ειδικά στην Ελλάδα, η Εγκύκλιος Οικονομία θα μπορούσε να τονώσει τον απαραίτητο διάλογο για την επίλυση χρόνιων συγκρουόμενων θεμάτων, όπως η

διαχείριση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της επαναχρησιμοποίησης, αποθήκευσης και επεξεργασίας. Ένας διάλογος μετασχηματισμού με τις αρχές του κράτους, των περιφερειακών και των τοπικών αρχών αλλά και των επιχειρήσεων, της βιομηχανίας και της κοινωνίας των πολιτών είναι αναγκαία για να αλλάξει η νοοτροπία για το θέμα των αποβλήτων τόσο δημοτικών όσο και βιομηχανικών, επεξεργασία αποβλήτων, τις κυρώσεις που επιβάλλονται στις μη αποδεκτές ή δυσλειτουργικές εγκαταστάσεις αποβλήτων και στους χώρους υγειονομικής ταφής και άλλες δυσλειτουργίες του σημερινού πλαισίου. Προκειμένου να αποφευχθούν οποιεσδήποτε δυσκολίες και εμπόδια στην πορεία προς την ανάπτυξη, πρέπει να αξιοποιηθεί πλήρως το σύνολο των υφιστάμενων δυνατοτήτων.

"Είναι σαφές ότι το γραμμικό μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης στο οποίο βασίσαμε στο παρελθόν δεν είναι πλέον κατάλληλο για τις ανάγκες των σημερινών σύγχρονων κοινωνιών σε έναν παγκοσμιοποιημένο κόσμο, δεν μπορούμε να οικοδομήσουμε το μέλλον σε ένα μοντέλο "take-make-dispose". Η Ελλάδα θα μπορούσε να ακούσει την ευρωπαϊκή στρογγυλή τράπεζα των βιομηχανών (EPT), η οποία δηλώνει ότι η εγκύκλιος είναι μια ευκαιρία να χειριστεί αποτελεσματικότερα τους βασικούς πόρους με τη στήριξη νέων επιχειρηματικών μοντέλων και ένα σημαντικό βήμα προς τη βιομηχανική αναγέννηση της Ευρώπης.

Μέσα από ένα έξυπνο και συνεκτικό ευρωπαϊκό πλαίσιο πολιτικής, είναι πλέον απαραίτητο να εκμεταλλευτούμε πλήρως το δυναμικό της Κυκλικής Οικονομίας και να συμβάλλουμε άμεσα στις λύσεις για την αλλαγή του κλίματος. Η Ελλάδα ως κράτος μέλος: "προκλήθηκε να αναπτύξει καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα δημιουργώντας τις αναγκαίες υποδομές, αξιοποιώντας τις οικονομίες κλίμακας, προωθώντας τη συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων και αξιοποιώντας τις βέλτιστες πρακτικές". Τα δέκα βήματα που συνιστώνται για την έξοδο από την κρίση, που τονίζεται στην ομιλία του Διοικητή της Τράπεζας της Ελλάδος κατά την ετήσια συνάντηση των μετόχων, τα οποία θα πρέπει ιδανικά να ενσωματωθούν σε ένα εθνικό σχέδιο ανάπτυξης, αποσκοπούν στην υποστήριξη της παραγωγής και των επενδύσεων. β) το "τρίγωνο της γνώσης" (εκπαίδευση, έρευνα, καινοτομία) · και (γ) τη νέα γενιά.

Σύμφωνα με την Επιτροπή Μελέτης των Επιπτώσεων στην Κλιματική Αλλαγή της Εθνικής Τράπεζας της Ελλάδος, ο μακροπρόθεσμος ενεργειακός προγραμματισμός αποτελεί τον πυρήνα της πολιτικής μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. η μετάβαση

σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου αφορά όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας, της κατανάλωσης και της παραγωγής ενέργειας. Μετά τη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος του 2015 - COP21, οι δράσεις 5 της επιτροπής για το 2015 επικεντρώθηκαν σε θέματα σχετικά με την προσαρμογή μιας Εθνικής Στρατηγικής για την Αλλαγή του Κλίματος, ένα Σχέδιο Παρακολούθησης - Παρατηρητήριο για την εφαρμογή της Εθνικής Στρατηγικής για την Κλιματική Αλλαγή τη δημόσια διαβούλευση για το κλίμα και την ενέργεια "World Wide Views" στην Αθήνα. Η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με αποτελεσματική χρήση των πόρων και την κυκλική οικονομία έχει πρωταρχική σημασία για την Ελλάδα να διασφαλίσει την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και να ενισχύσει την πράσινη ανάπτυξη, να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας, να καταπολεμήσει την ανεργία και να στηρίξει την καινοτομία στην παραγωγή, την κοινή χρήση μεθόδων χρήσης και τη μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση αποβλήτων, προκειμένου να επεκταθεί ο κύκλος ζωής των προϊόντων και να βελτιστοποιηθούν οι πόροι, το νερό και η ενέργεια. Η ελληνική κυβέρνηση έχει θέσει σε εφαρμογή την υλοποίηση των στόχων της κυκλικής οικονομίας στην πράξη, μέσω ενός κυκλικού επιχειρηματικού σχεδίου μεταβατικής περιόδου, ως μια από τις βασικές διατομεακές προτεραιότητές της, επιταχύνοντας τη δράση σε τρία επίπεδα:

- Καθορισμός κριτηρίων για τις πράσινες και κυκλικές δημόσιες συμβάσεις, συμπεριλαμβανομένων των κινήτρων για την ενίσχυση των δευτερευουσών αγορών πρώτων υλών και της βιομηχανίας, καθώς και για το σχεδιασμό, την επισκευή και την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, με σκοπό να «κλείσει ο βρόχος» των κύκλων ζωής των προϊόντων και να προωθηθεί η δευτερογενής χρήση τα υποπροϊόντα και τα απόβλητα σε νέες παραγωγικές διαδικασίες ως πρώτες ύλες πρώτης ύλης εφαρμόζοντας στην πράξη την "ιεραρχική προσέγγιση" στη διαχείριση των αποβλήτων και με συγκεκριμένα μέτρα και στόχους για τα πλαστικά (πλαστικά μιας χρήσης, τα αλιευτικά εργαλεία κ.λπ.) και τα απορρίμματα τροφίμων ·

- Προώθηση της βιομηχανικής συμβίωσης και ομαδοποίησης επιχειρήσεων για την υποστήριξη της κυκλικής επιχειρηματικότητας, της περιβαλλοντικής βιομηχανίας, του ψηφιακού μετασχηματισμού,

- Ενθάρρυνση της απασχόλησης μέσω μέτρων για την ενίσχυση της κοινής οικονομικής συνεργασίας, της συνεργατικής οικονομίας και της επιχειρηματικότητας μικρής κλίμακας.

Οι προαναφερόμενες προβλεπόμενες ενέργειες έχουν όλα διατομεακό χαρακτήρα και έχουν πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα σε περισσότερα από ένα SDG, αντιμετωπίζοντας τις ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ SDG 12, 9, 7, 13, 15, 7 κλπ.

Η εφαρμογή τους αναμένεται να επιταχυνθεί περαιτέρω, σε συνδυασμό με μια ισχυρή συνιστώσα ευαισθητοποίησης σχετικά με την εκπαίδευση (SDG 17) υποστηρίζοντας κυκλικά πρότυπα κατανάλωσης μέσω της ευαισθητοποίησης και της εκπαίδευσης · την ενίσχυση των εταιρικών σχέσεων, των συνεργειών και της επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων παραγόντων· και δίνοντας έμφαση στην παρακολούθηση της προόδου και των αποτελεσμάτων μέσω συγκεκριμένων δεικτών απόδοσης.

Για το σκοπό αυτό, η κυβέρνηση αναβάλλει μια διυπουργική επιτροπή που αποτελείται από εκπροσώπους όλων των βασικών Υπουργείων που συντονίζονται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και έχει επικαιροποιήσει την Εθνική Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία που αρχικά εγκρίθηκε τον Απρίλιο του 2018, έως τώρα έως το 2025 (δραστηριότητα που συνδέεται με την υλοποίηση των SDG 16 και 17).

2.4. Εξέλιξη από την γραμμική οικονομία

Η αειφόρος ανάπτυξη απαιτεί διαταραγμένες αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται οι κοινωνίες και οι επιχειρήσεις μας. Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, προσφέρει μια νέα ευκαιρία καινοτομίας και ολοκλήρωσης μεταξύ φυσικών οικοσυστημάτων, επιχειρήσεων, καθημερινής μας ζωής και διαχείρισης αποβλήτων.

Στη γραμμική οικονομία, οι ακατέργαστοι φυσικοί πόροι λαμβάνονται, μετατρέπονται σε προϊόντα και απορρίπτονται. Αντιθέτως, ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας στοχεύει

να καλύψει το χάσμα μεταξύ των κύκλων παραγωγής και των φυσικών οικοσυστημάτων - από τους οποίους τελικά εξαρτάται ο άνθρωπος.

Αυτό σημαίνει, αφενός, η εξάλειψη των βιοαποικοδομήσιμων απορριμμάτων από τη διάθεση αποβλήτων ή, εάν πρόκειται για μετασχηματισμένα και μη βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, επαναχρησιμοποίηση, ανακατασκευή και τελικά ανακύκλωση. Από την άλλη πλευρά, σημαίνει επίσης τη διακοπή της χρήσης χημικών ουσιών (έναν τρόπο για την αναγέννηση των φυσικών συστημάτων) και το στοίχημα για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

2.5. Κυκλική οικονομία στο δομημένο περιβάλλον

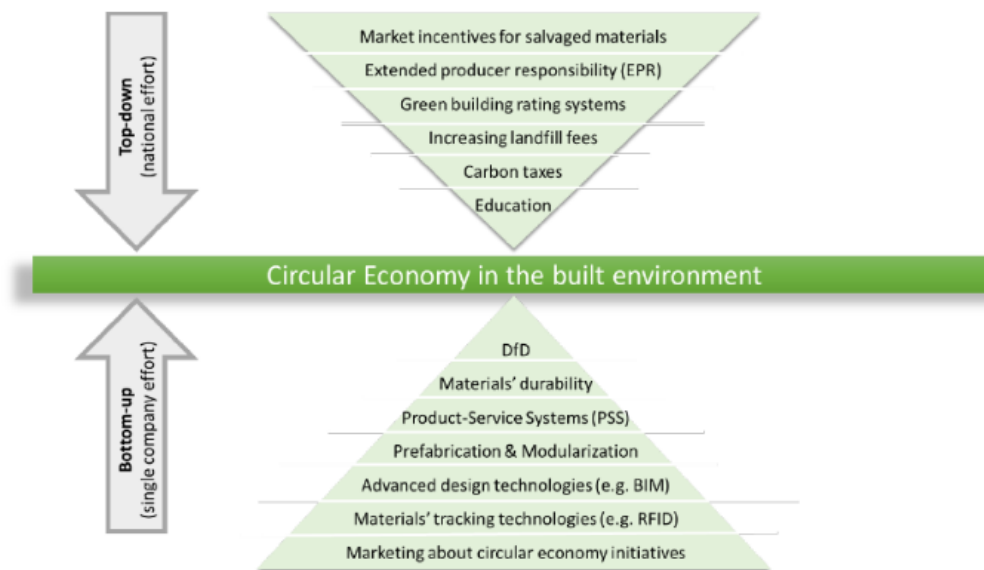
Στην αναφερθείσα δημοσίευσή τους "Προς την κυκλική οικονομία", η EMF αναγνώρισε την κατασκευή και την κατεδάφιση (C & D) ως αξιοσημείωτη ευκαιρία για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας. Σύμφωνα με το EMF, μόνο μεταξύ 20% και 30% των αποβλήτων C & D ανακυκλώνεται ή επαναχρησιμοποιείται, κυρίως λόγω της έλλειψης εστίασης στον σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση, με αποτέλεσμα "σημαντική απώλεια πολύτιμων υλικών για το σύστημα" , 2013). Το EMF υπογράμμισε τον κεντρικό ρόλο του σχεδιασμού σε μια στροφή προς την κυκλική οικονομία:

«Στον πυρήνα της, μια κυκλική οικονομία έχει ως στόχο να» σχεδιάσει »τα απόβλητα. Τα απόβλητα δεν υπάρχουν - τα προϊόντα σχεδιάζονται και βελτιστοποιούνται για έναν κύκλο αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης. Αυτοί οι στενοί κύκλοι συνιστωσών και προϊόντων καθορίζουν την κυκλική οικονομία και την ξεχωρίζουν από τη διάθεση και ακόμη και την ανακύκλωση όπου χάνονται μεγάλες ποσότητες ενσωματωμένης ενέργειας και εργασίας» (EMF, 2013, σελ. 7)

Σύμφωνα με τον Stahel (2016), ο σχεδιασμός προϊόντων για επαναχρησιμοποίηση πρέπει να γίνει ο κανόνας και η προκατασκευή των εξαρτημάτων και η προσαρμογή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Στο δομοστοιχειωτό σχεδιασμό και την κατασκευή, το κτίριο παράγεται σε παρόμοιες "μονάδες" που είναι χτισμένες εκτός του χώρου και συναρμολογούνται επί τόπου. Η διαδικασία συναρμολόγησης προκατασκευασμένων μονάδων με τη σειρά τους προσφέρει μια ευκαιρία για το

σχεδιασμό τέτοιων μονάδων έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να συναρμολογηθούν και να αποσυναρμολογηθούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν στο μέλλον. Ο Stahel ισχυρίστηκε ότι η έλλειψη εκπαίδευσης για την κυκλική οικονομία και ο αντίστοιχος φόβος του άγνωστου εμπόδισαν επίσης την υιοθέτησή της, έτσι ώστε «ως ολιστική αντίληψη, η κυκλική οικονομία συγκρούεται με τις δομές σιλό ακαδημαϊκού κόσμου, των επιχειρήσεων και των διοικήσεων» (Stahel 2016). Οι Urbinati et al. (2017) εξέτασε τις συνεχιζόμενες προσπάθειες κυκλικής οικονομίας σε 86 εταιρείες από διάφορους τομείς και τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο. Μόνο 5 από αυτές τις επιχειρήσεις λειτουργούσαν εντός του δομημένου περιβάλλοντος. Εντός αυτών, οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι η υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας εξαρτάται σήμερα από τη δέσμευση των ιδιοκτητών και όχι τόσο από άλλους παράγοντες όπως το μέγεθος της επιχείρησης, η τοποθεσία ή ο τομέας της αγοράς.

Η Εικόνα 2 απεικονίζει βασικούς παράγοντες οι οποίοι, όταν συνδυαστούν, είναι επιρρεπείς στη δημιουργία των ιδανικών συνθηκών για την προώθηση της υιοθέτησης της κυκλικής οικονομίας. Παραδείγματα πρωτοβουλιών από την κορυφή προς τα κάτω περιλαμβάνουν την παροχή κινήτρων αγοράς για αποθηκευμένα υλικά, την αύξηση των τελών υγειονομικής ταφής για την αύξηση της απόρριψης αποβλήτων και της επαναχρησιμοποίησης, την εφαρμογή πολιτικών ανάληψης, όπως η επέκταση της ευθύνης του παραγωγού, τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και την προώθηση των εκπαιδευτικών προσπαθειών. Παραδείγματα πρωτοβουλιών εκ των κάτω προς τα άνω περιλαμβάνουν την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των προϊόντων, την αξιοποίηση συμπληρωματικών στρατηγικών (όπως DfD, PSS, προκατασκευές και modularization), αύξηση της συνεργασίας σχεδιασμού μεταξύ των ενδιαφερομένων έργων (π.χ. ιδιοκτήτης, σχεδιαστής, ανάδοχος, εμπορικοί εταίροι) (BIM), αξιοποιώντας τεχνολογίες παρακολούθησης όπως η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) και εξερευνώντας τις πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας μέσα στις προσπάθειες εταιρικής βιωσιμότητας. Μεταξύ αυτών, αυτό το άρθρο επικεντρώνεται στις στρατηγικές από κάτω προς τα πάνω της DfD, της επαναχρησιμοποίησης και του PSS.

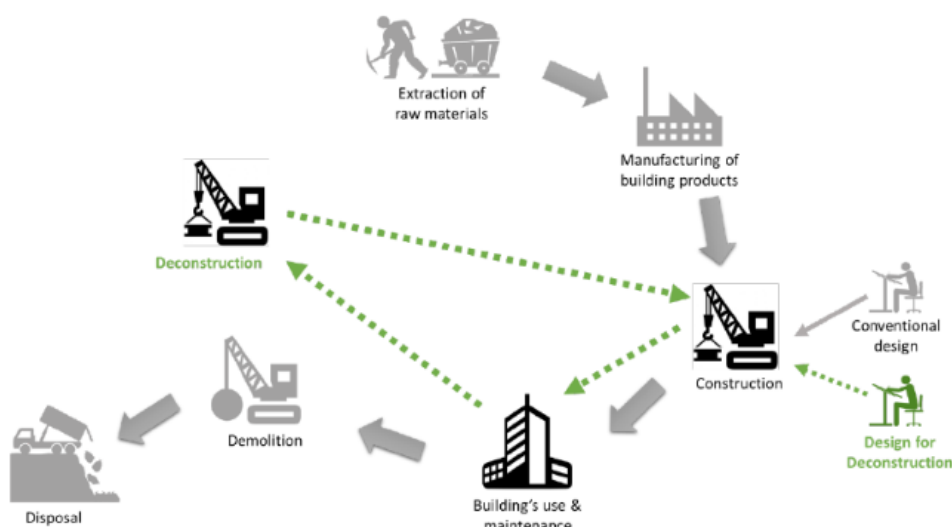


Εικόνα 2. Παράγοντες εφαρμογής κυκλικής οικονομίας στο δομημένο περιβάλλον

Η εικόνα 3 απεικονίζει τη διαφορά μεταξύ της γραμμικής οικονομίας και του μοντέλου κυκλικής οικονομίας στο δομημένο περιβάλλον. Το μοντέλο γραμμικής οικονομίας αρχίζει με την εξαγωγή πρώτων υλών (π.χ. εξόρυξη, καταγραφή). Αυτά τα υλικά κατασκευάζονται στη συνέχεια σε προϊόντα και εξαρτήματα, όπως μια χαλύβδινη δοκό, υαλοπίνακες, μόνωση ή κατασκευασμένα ξύλινα μέλη. Τέτοια προϊόντα και εξαρτήματα εγκαθίστανται τελικά από εργολάβους στην τελική τους θέση, όπως ενημερώθηκαν από τους σχεδιαστές (που στην εικόνα 3 παρουσιάζονται ως "συμβατικό σχέδιο"). Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή, το κτίριο, η εγκατάσταση ή η υποδομή είναι έτοιμη να λειτουργήσει και να συντηρηθεί, συνήθως για μερικές δεκαετίες, μέχρι να κατεδαφιστεί. Στη συνέχεια, μια μικρή μερίδα των στοιχείων αποσπάται (πριν από την κατεδάφιση) και ανακυκλώνεται, ενώ η πλειονότητα των συστατικών απλώς απορρίπτεται σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Αντιστρόφως, το μοντέλο κυκλικής οικονομίας (που απεικονίζεται με πράσινα βέλη στην εικόνα 3 προτείνει την αποσυναρμολόγηση των στοιχείων του κτιρίου, της εγκατάστασης ή της υποδομής μέσω μιας διαδικασίας αποδόμησης ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Έτσι, η κυκλική οικονομία προτείνει έναν κύκλο κλειστού βρόχου που μειώνει την ανάγκη εξόρυξης και κατασκευής πρώτων υλών σε δομικά προϊόντα. Στο μοντέλο κυκλικής οικονομίας, τόσο η κατασκευή όσο και η αποδόμηση

ενημερώνονται από την DfD, έτσι ώστε τα κατασκευαστικά στοιχεία να είναι κατασκευασμένα και συναρμολογημένα, διευκολύνοντας τις μελλοντικές ανακαινίσεις και την αποδόμηση. Ένας τέτοιος κύκλος κλειστού βρόχου μειώνει την εξόρυξη πρώτων υλών, ενσωματωμένη ενέργεια, εκπομπές άνθρακα και κόστος υλικών / προϊόντων.



Εικόνα 3. Κυκλική οικονομία και DfD στο δομημένο περιβάλλον

Οι βασικές αρχές της DfD περιλαμβάνουν: 1) την κατάλληλη τεκμηρίωση των "υλικών και μεθόδων" για την αποδόμηση. 2) Σχεδιασμός προσβάσιμων συνδέσεων που διευκολύνουν την αποσυναρμολόγηση (π.χ. σχεδιασμός με βιδωτές, βιδωμένες ή καρφωμένες συνδέσεις σε αντίθεση με χημικές ή συγκολλημένες συνδέσεις). 3) Σχεδιασμός για τεχνικές παραγωγής και συναρμολόγησης που διευκολύνουν την αποδόμηση, π.χ., προκατασκευές ή / και αρθρωτοποίηση. 4) ταξινόμηση μη ανακυκλώσιμων, μη επαναχρησιμοποιούμενων και μη διάθεσης προϊόντων, όπως μηχανημάτων, ηλεκτρικών και υδραυλικών εγκαταστάσεων, 5) να τυποποιήσουν τα εξαρτήματα, τα συγκροτήματα και τις διαστάσεις. και 6) σχεδιασμός σύμφωνα με τις εργασιακές πρακτικές, την παραγωγικότητα και τους κανονισμούς ασφαλείας (Guy & Ciarimboli, 2007).

Παρά τα δυνητικά οφέλη της DfD, υπάρχουν μερικές περισσότερες από δύο δωδεκάδες κτίρια που έχουν σχεδιαστεί για αποσυναρμολόγηση. Ίσως το πιο αξιοσημείωτο

παράδειγμα είναι το κέντρο Bullitt, στο Σιάτλ, γνωστό ως το πιο πράσινο εμπορικό κτίριο στον κόσμο. Το Κέντρο Bullitt σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες του Miller Hull για το Ίδρυμα Bullitt με στόχο τη δημιουργία ενός ανθεκτικού κτιρίου που θα διαρκούσε 300 χρόνια. Χρησιμοποιώντας στρατηγικές DfD όπως μηχανικές αρθρώσεις, ανθεκτικά υλικά και μια πρόσοψη ανεξάρτητα από τη δομή του κτιρίου, οι αρχιτέκτονες έχουν σχεδιάσει για την προσαρμοστικότητα έναντι των μελλοντικών αλλαγών στο πεδίο ή τη λειτουργικότητα και τις φυσικές καταστροφές. Ο πρόεδρος του Ιδρύματος Bullitt, Dennis Hayes, εξήγησε ότι μετά από μια φυσική καταστροφή τα κατεστραμμένα μέρη θα μπορούσαν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν και να αντικατασταθούν. Παρά το περίεργο αυτό παράδειγμα, η εφαρμογή του μοντέλου κυκλικής οικονομίας θα παραμείνει σπάνια στο δομημένο περιβάλλον, εφόσον οι στρατηγικές που είναι επιρρεπείς στην κυκλική οικονομία, όπως η DfD, παραμένουν ανέκδοτες.

Οι προκλήσεις για την εφαρμογή του μοντέλου κυκλικής οικονομίας μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες: εμπόδια κατά της επαναχρησιμοποίησης εξαρτημάτων και εμπόδια κατά το σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση. Τα εμπόδια που συνδέονται με την επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων περιλαμβάνουν την ποιότητα, τη ζήτηση, τις προτιμήσεις των καταναλωτών και τη γνώση. Πρώτον, υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων προϊόντων και εξαρτημάτων. Για παράδειγμα, υποθέστε έναν πελάτη που χρειάζεται 20 πόρτες σε όμοια κατάσταση, αλλά η διαφορετική ποιότητα και η αβεβαιότητα από τους αναξιόπιστους πωλητές των εξαρτημάτων που έχουν υποστεί ζημιά γίνεται αντικίνητρο για τον πελάτη που μπορεί να επιλέξει την επένδυση σε νέες πόρτες - . Δεδομένου ότι η DfD διευκολύνει την αποδόμηση και δημιουργεί νέες ευκαιρίες στην αγορά, προτείνεται η ανάπτυξη μεγάλων ναυπηγείων ως μερική λύση για μια σταθερή προσφορά (EPA, 2008). Επίσης, η ρύθμιση των αποθηκευμένων υλικών παρατηρείται ως δυνητικός θετικός παράγοντας στην αποκάλυψη της ποιότητας προϊόντος / συστατικού στον τελικό πελάτη. Δεύτερον, η χαμηλή ζήτηση για αποθηκευμένα υλικά είναι ένα ακόμη σημαντικό εμπόδιο για την κυκλική οικονομία. Τα εξαρτήματα υπόκεινται σε ζημιά κατά την αποδόμηση και οι ζημιές είναι πιθανό να αποτρέψουν την επαναχρησιμοποίηση. Ένα τέτοιο ζήτημα αποδόμησης θα μπορούσε τελικά να ελαχιστοποιηθεί μέσω κατάλληλου σχεδιασμού αποκατάστασης και εκπαίδευσης. Τρίτον, υπάρχει αρνητική αντίληψη των καταναλωτών σχετικά με τα αποθηκευμένα

στοιχεία. Τα αποθηκευμένα εξαρτήματα θεωρούνται κατώτερης ποιότητας σε σχέση με τα παρθένα υλικά και εξαρτήματα, τόσο αισθητικά όσο και για λόγους ασφαλείας (EPA, 2008).

Τέλος, υπάρχει έλλειψη έρευνας σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των στοιχείων και τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Η έρευνα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εστιάστηκε στην επιχειρησιακή φάση του κύκλου ζωής του κτιρίου ή της εγκατάστασης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με το δομημένο περιβάλλον προκλήθηκαν από την κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό και θέρμανση, εξαερισμό και κλιματισμό. Ως απάντηση σε αυτό, αναπτύχθηκαν εξαιρετικά ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και τεχνολογίες. Ως αποτέλεσμα, η χρήση ενέργειας κατά τη διάρκεια της φάσης λειτουργίας είναι πολύ χαμηλότερη από πριν. Πράγματι, η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μπορεί να αντισταθμιστεί πλήρως από συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (τα αποκαλούμενα κτίρια ενέργειας NetZero). Τα κτίρια υψηλής απόδοσης με χαμηλότερη ή μηδενική κατανάλωση ενέργειας συνεπάγονται ότι οι άλλες φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου (π.χ. εξόρυξη και παραγωγή πρώτων υλών, κατεδάφιση, διάθεση στερεών αποβλήτων) έχουν πολύ μεγαλύτερη επίδραση από ό, τι πριν και, συνεπώς, οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις θα πρέπει να διερευνηθούν. Το DfD προσφέρει τελικά την ευκαιρία να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται τόσο με την κατανάλωση πόρων όσο και με την παραγωγή στερεών αποβλήτων.

κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό και θέρμανση, εξαερισμό και κλιματισμό. Ως απάντηση σε αυτό, αναπτύχθηκαν εξαιρετικά ενεργειακά αποδοτικές συσκευές και τεχνολογίες. Ως αποτέλεσμα, η χρήση ενέργειας κατά τη διάρκεια της φάσης λειτουργίας είναι πολύ χαμηλότερη από πριν. Πράγματι, η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου μπορεί να αντισταθμιστεί πλήρως από συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (τα αποκαλούμενα κτίρια ενέργειας NetZero). Τα κτίρια υψηλής απόδοσης με χαμηλότερη ή μηδενική κατανάλωση ενέργειας συνεπάγονται ότι οι άλλες φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου (π.χ. εξόρυξη και παραγωγή πρώτων υλών, κατεδάφιση, διάθεση στερεών αποβλήτων) έχουν πολύ μεγαλύτερη επίδραση από ό, τι πριν και, συνεπώς, οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις θα πρέπει να διερευνηθούν. Το DfD προσφέρει τελικά την ευκαιρία να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που

συνδέονται τόσο με την κατανάλωση πόρων όσο και με την παραγωγή στερεών αποβλήτων. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους οι στρατηγικές DfD είναι ελάχιστες στην τρέχουσα πρακτική σχεδιασμού, όπως: οι αρχιτέκτονες έχουν ελάχιστες γνώσεις σχετικά με το DfD. οι ιδιοκτήτες δεν έχουν καμία ευθύνη για το τέλος της ζωής του κτιρίου / εγκατάστασης / υποδομής. τα περισσότερα πράσινα συστήματα διαβάθμισης κτιρίων δεν υπολογίζουν το DfD. και ο σχεδιασμός για την αποδόμηση μπορεί να τεντώσει το αρχικό πρόγραμμα και τον προϋπολογισμό του έργου. Επιπλέον, οι οδηγοί και τα εγχειρίδια της DfD απαριθμούν ένα σύνολο αρχών σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθηθούν και παρόλο που μερικές από αυτές είναι εφικτές στις σημερινές πρακτικές (modularization και prefabrication), άλλες συνεπάγονται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι φορείς σχεδιασμού και κατασκευής (π.χ. και μόνιμη ταυτοποίηση της χημείας των υλικών).

Για να οδηγήσει σε μια τέτοια αλλαγή, ο αναγνώστης θέλει να κατανοήσει τους δύο λόγους για τους οποίους οι ιδιοκτήτες (ή οι πελάτες) ασχολούνται με βιώσιμες έννοιες μέσω του σχεδιασμού ενός κτιρίου ή μιας εγκατάστασης: είτε έχει οικονομικό νόημα είτε ο πελάτης πιστεύει ότι είναι " κάτι να κάνω." Ο πρώην οδηγός αντιπροσωπεύει τους εξελιγμένους πελάτες και ο τελευταίος οδηγός αντιπροσωπεύει τους πελάτες μετασχηματισμού. Προφανώς, πολλοί ιδιοκτήτες δεν ταιριάζουν σε κανέναν από τους δύο ομίλους και συνεπώς έχουν μικρό ή καθόλου ενδιαφέρον για τον βιώσιμο σχεδιασμό. Ο ρόλος του σχεδιαστή, με τη σειρά του, είναι να ακούει τον πελάτη και να ευθυγραμμίζει τους στόχους με εκείνους της εταιρείας σχεδιασμού. Αν ο σχεδιαστής έχει επίγνωση του DfD και είναι διατεθειμένος να κάνει την προσπάθεια να προγραμματίσει για μελλοντική επαναχρησιμοποίηση, αυτός ή αυτή θα χρειαστεί να εμπλέξει τον πελάτη. Οι εξελιγμένοι πελάτες επιθυμούν να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο η DfD θα αυξήσει την απόδοση της επένδυσής τους και οι πελάτες μετασχηματισμού θέλουν να καταλάβουν γιατί η DfD είναι μια καλύτερη επιλογή για το περιβάλλον.

Ότι μια μεγάλη πλειοψηφία των σχεδιαστών δεν γνωρίζουν την DfD ή τις βασικές της έννοιες περιπλέκει περαιτέρω την υιοθέτησή της. Για παράδειγμα, οι σχεδιαστές συχνά δεν κατανοούν τη διαφορά μεταξύ επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης. Ομοίως, οι σχεδιαστές που γνωρίζουν την DfD εκφράζουν αντιφατικές απόψεις για το τι σημαίνει DfD από την άποψη της ανθεκτικότητας. Οι αρχιτέκτονες συχνά συνδέουν

την ικανότητα να αποσυναρμολογούν ένα κτίριο σε προσωρινή κατασκευή, όπως οι προσωρινές κατασκευές ή τα περίπτερα έκθεσης. Ορισμένοι θεωρούν ότι η DfD και η ανθεκτικότητα είναι αντίθετες, δηλαδή πιστεύουν ότι ένα "μόνιμο" κτίριο ή εγκατάσταση δεν δανείζεται για αποσυναρμολόγηση. Αντίθετα, οι σχεδιαστές με εμπειρία DfD σημειώνουν ότι η αποσυναρμολόγηση επιτρέπει πραγματικά την αντοχή (Cruz Rios, 2018). Οι σχεδιαστές εκφράζουν ότι το DfD έχει ως αποτέλεσμα ευέλικτο και μεταλλακτικό σχεδιασμό που μπορεί να προσαρμοστεί στις μελλοντικές αλλαγές στη δομή, το φάκελο, τη στέγασή ή τους εσωτερικούς χώρους (π.χ. διαμερίσματα).

Τέλος, η σύνθετη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής αποτελεί ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο έναντι της DfD. Κάθε προσπάθεια σχεδιασμού και κατασκευής έχει έναν μοναδικό συνδυασμό απαιτήσεων, κωδίκων και κανονισμών, μεθόδων κατασκευής, χρονοδιαγράμματος, προϋπολογισμού, ομάδας έργου ή συμβατικών ρητρών, μεταξύ πολλών άλλων παραγόντων. Η τοποθέτηση του καινοτόμου μοντέλου κυκλικής οικονομίας οδηγεί σε αυξημένη πολυπλοκότητα σε μια ήδη περίπλοκη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής. Αυτή η αυξημένη πολυπλοκότητα αποτρέπει περαιτέρω την υιοθέτηση του DfD. Συνολικά, η στροφή προς την κυκλική οικονομία στην κατασκευαστική βιομηχανία απαιτεί έρευνα, πόρους, εκπαίδευση και χρόνο. Απαιτεί ολιστικές αλλαγές στο σχεδιασμό, τα επιχειρηματικά μοντέλα, τις σχέσεις εφοδιαστικής αλυσίδας και τους κώδικες και τους κανονισμούς. Η προσέγγιση του PSS, ωστόσο, μπορεί να συμβάλει στην ενεργοποίηση της εφαρμογής του μοντέλου κυκλικής οικονομίας στο δομημένο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

3.1. Νομοθεσία και πολιτική

Η κατασκευαστική βιομηχανία καταναλώνει τεράστιες ποσότητες υλικών με μη βιώσιμο τρόπο. Ως αποτέλεσμα μιας προσέγγισης γραμμικού σχεδιασμού και ενός οικονομικού μοντέλου, τα κτίρια ή τμήματα κτιρίων κατεδαφίζονται και τα απομεινάρια αντιμετωπίζονται ως απόβλητα ή, στην καλύτερη περίπτωση, με μειωμένο κύκλο. Αυτή η σημαντική δημιουργία αποβλήτων και η προκύπτουσα κατανάλωση παρθένων πόρων οδηγεί σε σημαντικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Για να δημιουργηθεί ένα βιώσιμο δομημένο περιβάλλον, ο κτιριακός τομέας πρέπει να κινηθεί προς μια κυκλική οικονομία στην οποία τα κυκλικά και δυναμικά κτίρια, καθώς και τα συστατικά μέρη και τα υλικά τους, να διατηρούν την

αξία τους καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Οι πολιτικές και οι κανονισμοί στα κράτη μέλη σε ολόκληρη την Ευρώπη, καθώς και σε επίπεδο ΕΕ, θα επηρεάσουν θετικά και αρνητικά την ικανότητα μετάβασης σε μια κυκλική οικονομία. Επομένως, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε πού οι ευκαιρίες και τα εμπόδια βρίσκονται σε ένα σύνθετο, και μερικές φορές αντιφατικό, ρυθμιστικό τοπίο.

Όταν εξετάζει τα διάφορα μέσα πολιτικής που θεωρούνται σχετικά με την προώθηση ή ενδεχομένως την παρεμπόδιση της υιοθέτησης κυκλικών πρακτικών κατασκευής, η δεσμευτική νομοθεσία επικεντρώνεται κυρίως στην ενεργειακή απόδοση και στη διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων. Αυτό προκύπτει από τη μεταφορά των εθνικών νομοθεσιών από τα κράτη μέλη στις απαιτήσεις της αναθεωρημένης οδηγίας πλαισίου για τα απόβλητα (2008/98 / ΕΚ) και της αναθεωρημένης οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (2010/31 / ΕΕ). Το προκύπτον επίπεδο υποχρέωσης εξαρτάται από το κράτος μέλος και το (υπο-εθνικό) πλαίσιο.

Ενώ η κυβέρνηση της Σκωτίας έχει π.χ. η Φλαμανδική κυβέρνηση έχει θεσπίσει κανονισμό για τα ανακυκλωμένα αδρανή και η Σουηδία έχει αναπτύξει το σουηδικό σχέδιο αποβλήτων 2012-2017 και το σουηδικό πρόγραμμα πρόληψης των αποβλήτων για την περίοδο 2014-2017, στην Ελλάδα, η διαχείριση των αποβλήτων δεν έχει ακόμη καθοριστεί και εφαρμοστεί όπως σε άλλες χώρες της ΕΕ. Ακόμη και στο πλαίσιο των μέσων αιεφόρου οικοδόμησης και της κυκλικής οικονομικής πολιτικής, η ενέργεια παραμένει βασικό σημείο εστίασης.

Η εμβληματική πρωτοβουλία 4: "Ευρώπη που χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους πόρους" της δεκαετούς στρατηγικής «Ευρώπη 2020» που πρότείνει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή π.χ. υποστηρίζει τη στροφή προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προωθώντας την ενεργειακή απόδοση. Τα πιο βιώσιμα μέσα πολιτικής για την οικοδόμηση που περιλαμβάνουν τις πτυχές οικολογικής αξιολόγησης ή / και κυκλικής οικονομίας των δομικών υλικών είναι εθελοντικά μέσα που αναπτύσσονται σε εθνικό ή υποεθνικό επίπεδο. Τα ιδιωτικά συστήματα πιστοποίησης, ως εθελοντικές πρωτοβουλίες, έχουν επίσης επιδείξει θετικό αντίκτυπο στον αιεφόρο σχεδιασμό των κτιρίων. Αυτή είναι η βάση επί του οποίου αναπτύσσεται το πλαίσιο της ΕΕ για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των κτιρίων. Το πλαίσιο αποσκοπεί στη

μείωση των συνολικών επιπτώσεων στο περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των κτιρίων και στην προώθηση της αποτελεσματικότερης χρήσης των πόρων για την κατασκευή και την ανακαίνιση εμπορικών, οικιστικών και δημόσιων κτιρίων με την παροχή ενός εθελοντικού εργαλείου αναφοράς το οποίο επιτρέπει τη χρήση του ως δομοστοιχείου σε συστήματα πιστοποίησης.

Προώθηση της αποτελεσματικότερης χρήσης των πόρων για την κατασκευή και ανακαίνιση εμπορικών, οικιστικών και δημόσιων κτιρίων

Να μειωθεί η συνολική περιβαλλοντική επίπτωση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των κτιρίων

Ο κατακερματισμός των πολιτικών στα διάφορα επίπεδα πολιτικής και η σημερινή πολυπλοκότητα των νομοθετικών πλαισίων μπορεί να οδηγήσουν σε έλλειψη ενσωμάτωσης των διαφόρων πολιτικών και σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσαν ακόμη να οδηγήσουν σε αντιφάσεις. Υπάρχει ανάγκη συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων κυβερνητικών υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένων των επιχειρήσεων / βιομηχανίας, των οικονομικών και του περιβάλλοντος) προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία νέων ακούσιων εμποδίων στην πολιτική και να διασφαλιστεί ότι η πολιτική ανταπόκριση έχει σχεδιαστεί για τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος.

Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι ένα βασικό εμπόδιο παρουσιάζεται στις πολιτικές ενεργειακής απόδοσης σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η ιεράρχηση της ενεργειακής απόδοσης και της υψηλής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μπορεί να οδηγήσει ακούσια σε σχεδιασμό κτιρίων και σε υλικά που δεν μπορούν να αποσυναρμολογηθούν, να ανακατασκευαστούν, να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν σε υψηλή απόδοση. Δεν είναι η υψηλή απόδοση, αυτή καθαυτή, που θα μπορούσε να παρεμποδίσει την υιοθέτηση δυναμικού και κυκλικού σχεδιασμού κτιρίων, αλλά η επιλογή των τεχνικών κατασκευής και των υλικών για την επίτευξη των απαιτούμενων επιδόσεων.

Επιπλέον, φαίνεται ότι οι ορισμοί που παρέχονται στο πλαίσιο της ΕΕ για τα απόβλητα δεν είναι σαφείς. Ως αποτέλεσμα, τα υψηλά ποσοστά ανάκτησης θα μπορούσαν να αντιστοιχούν στην υποβάθμιση του πετρώδους κλάσματος που χρησιμοποιείται για τις οδικές βάσεις (και σε άλλες εφαρμογές χαμηλού βαθμού), κάτι που απέχει πολύ από

τον ορισμό της «ανάκτησης», όπως γίνεται αντιληπτός σε μια προσέγγιση «Building As Materials Bank». Ένα πρόσθετο εμπόδιο μπορεί να φανεί στο γεγονός ότι μέχρι πρόσφατα πολλές από τις υπάρχουσες πολιτικές και μέσα έχουν αναπτυχθεί από μια γραμμική άποψη, η οποία δεν λαμβάνει υπόψη την πιθανή πραγματικότητα ενός κυκλικού οικοδομημένου περιβάλλοντος.

Για παράδειγμα, οι τρέχοντες αστικοί κανονισμοί και οικοδομικές άδειες βασίζονται σε ένα γραμμικό και στατικό όραμα κτιρίων που μπορεί να εμποδίσει αλλαγές και μετασχηματισμούς που υποστηρίζονται από αναστρέψιμο σχεδιασμό και ανάκτηση υλικών. Ομοίως, ορισμένα τρέχοντα οικονομικά κίνητρα απαιτούν την πλήρη κυριότητα των κτιρίων, γεγονός που μπορεί να είναι αντιφατικό με τα νέα επιχειρηματικά σχέδια και τα μοντέλα ιδιοκτησίας μέσα σε ένα κυκλικό δομημένο περιβάλλον. Η έλλειψη γνώσης και ευαισθητοποίησης των εταιρειών και των τεχνικών έχει επίσης προσδιοριστεί ως σημαντικό ζήτημα όσον αφορά την εφαρμογή αποτελεσματικής διαχείρισης των πόρων και των αποβλήτων, καθώς και την εφαρμογή προσεγγίσεων και εργαλείων που υποστηρίζουν τη μετάβαση προς έναν κυκλικό κατασκευαστικό τομέα, όπως Υλικό Διαβατήρια και αναστρέψιμο σχέδιο.

Μολονότι η έλλειψη σαφών ορισμών θεωρείται ενδεχόμενο εμπόδιο, η οδηγία της ΕΕ για τα απόβλητα προσφέρει επίσης την ευκαιρία να υποστηριχθεί η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία και την κατασκευαστική βιομηχανία. Η οδηγία εισάγει την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει", η οποία οδηγεί σε φόρους υγειονομικής ταφής σε αρκετές χώρες. Το αυξανόμενο κόστος του χώρου υγειονομικής ταφής αποτελεί έναν οικονομικό οδηγό για εναλλακτικές λύσεις που αποφεύγουν τα απόβλητα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, όπως ο αναστρέψιμος σχεδιασμός των κτιρίων. Περαιτέρω διευκρίνιση των ισχυόντων ορισμών θα μπορούσε επίσης να συμβάλει στην αύξηση του επιπέδου ποιότητας των ανακτηθέντων, επαναχρησιμοποιούμενων και ανακυκλωμένων υλικών.

Οι υφιστάμενοι σκληροί νόμοι για την ενεργειακή απόδοση, τη διαχείριση των αποβλήτων και τους κανονισμούς για τα δομικά προϊόντα προσφέρουν ευκαιρίες για την αντιμετώπιση ορισμένων πτυχών που υποστηρίζουν την υλοποίηση δυναμικών και κυκλικών κτιρίων. Η επέκταση αυτών των μέσων πολιτικής μέσω της ενσωμάτωσης του κυκλικού και δυναμικού σχεδιασμού κτιρίων, των προσεγγίσεων και των εργαλείων διαχείρισης θα επιτρέψει την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης

που θα καλύπτει τις κλιματικές, ενεργειακές, περιβαλλοντικές και οικονομικές επιδιώξεις.

Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση είναι απαραίτητη, εάν θέλουμε να αποφύγουμε τις σημερινές δράσεις ενεργειακής απόδοσης που παρεμποδίζουν την ανάκαμψη των πολύτιμων υλικών του αύριο. Η απαίτηση που περιέχεται στην οδηγία για την ενεργειακή απόδοση, σύμφωνα με την οποία οι κυβερνήσεις πρέπει να ανανεώνουν κάθε χρόνο το 3% των δημόσιων κτιρίων με στόχο τη βελτίωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση (άρθρο 5, 2012/27 / ΕΕ) να κάνουν τα πράγματα καλύτερα και να ανταποκρίνονται σε ποικίλες προκλήσεις με βιώσιμο και αποτελεσματικό τρόπο. Πιο πρόσφατα, βρίσκεται σε εξέλιξη ένα νέο στάδιο ανάπτυξης πολιτικής. Εγκρίθηκε η δέσμη κυκλικής οικονομίας (ΕΕ), η στρατηγική κυκλικής οικονομίας (Σκωτία), το περιφερειακό πρόγραμμα για την κυκλική οικονομία (περιφέρεια των Βρυξελλών Βρυξελλών) κ.λπ. Όλα αυτά τα μέσα πολιτικής αναγνωρίζουν ότι το δομημένο περιβάλλον είναι ένας βασικός τομέας για την εισαγωγή της κυκλικότητας. Αυτό παρέχει μια σημαντική ευκαιρία για την αναμόρφωση των βιώσιμων πολιτικών και μέσων για την οικοδόμηση ώστε να υπάρξει μια κυκλική προσέγγιση.

3.2. Κατασκευή δομικών προϊόντων

Για να επιτευχθούν οι Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών για την αειφόρο παραγωγή και κατανάλωση (στόχος 12), ο τομέας των κατασκευών πρέπει να θεωρηθεί βασικός τομέας για τη βελτίωση της αποδοτικής χρήσης των φυσικών πόρων (στόχος 12.2) και τη μείωση της δημιουργίας αποβλήτων (στόχος 12.5). Από όλες τις βιομηχανικές διεργασίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η παραγωγή τσιμέντου και σιδήρου και χάλυβα - οι κύριοι πυλώνες της κατασκευαστικής βιομηχανίας - ευθύνονται για το 40% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλες τις βιομηχανικές διεργασίες (EuropeanEnvironmentAgency 2014). Επιπλέον, τα έργα κατασκευής και κατεδάφισης παράγουν περίπου το ένα τρίτο των συνολικών αποβλήτων στην ΕΕ, ενώ ένα σημαντικό μερίδιο απορρίπτεται (BioIntelligenceService 2011). Με τα κτίρια να είναι πιο ενεργειακά αποδοτικά κατά τη διάρκεια της φάσης χρήσης τους, η σχετική σημασία της ενσωματωμένης ενέργειας και φυσικών πόρων γίνεται όλο και πιο σημαντική για την ενίσχυση της αποδοτικότητας των κτιρίων (Crowther 1999, Thormark 2002). Για να σώσει την ενσωματωμένη ενέργεια και

πόρους, οι μελετητές στον τομέα της αποδοτικής χρήσης των πόρων έχουν μελετήσει και αναπτύξει μια σειρά από στρατηγικές που χρησιμοποιούν τους πόρους κύκλων σε επίπεδο προϊόντος, συστατικού ή υλικού (από εδώ και στο εξής αναφέρονται ως κυκλικές στρατηγικές) (Stahel 1994, 1997, Cooper and Gutowski 2017, Allwood κ.ά., 2011). Αυτές οι κυκλικές στρατηγικές αποσκοπούν στην παράταση της ωφέλιμης ζωής των προϊόντων και των εξαρτημάτων (π.χ. επισκευή, ανακατασκευή ή ανακατασκευή) και στη συνέχεια κλείσιμο των υλικών ροών (μέσω της ανακύκλωσης) μόλις επιτευχθεί αμετάκλητα το τέλος της ζωής τους (Bocken et al., 2016 Stahel 1994). Αυτό έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει την ποιότητα των πόρων με την πάροδο του χρόνου (Braungart et al., 2007) πέρα από μια ενιαία ζωή και να μειώσει την εξόρυξη πόρων και την παραγωγή αποβλήτων (Zink και Geyer 2017).

Πρόσφατα, οι κυκλικές στρατηγικές έχουν ανανεωθεί με την έννοια της κυκλικής οικονομίας (EllenMacArthurFoundation 2017, European Commission 2015, Ghisellini et al., 2016). Η προσοχή όχι μόνο πιστώνεται στο δυναμικό της κυκλικής οικονομίας για βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων του οικονομικού συστήματος, αλλά και στην οικονομική του έκκληση, καθώς προβλέπονται κυκλικές στρατηγικές για τη διατήρηση της υπολειμματικής οικονομικής αξίας των πόρων (Cooper and Gutowski 2017). Οι επιχειρήσεις σε μια κυκλική οικονομία μπορούν να αξιοποιήσουν την υπολειμματική αξία των πόρων και να σχεδιάσουν δραστηριότητες προστιθέμενης αξίας γύρω από την παρατεταμένη ωφέλιμη ζωή των πόρων (Bakker et al., 2014). Για να αντιμετωπίσει αυτά τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, ο κατασκευαστικός τομέας έχει χαρακτηριστεί ως ένας από τους τρεις τομείς υψηλού δυναμικού (EllenMacArthurFoundation 2017).

Ωστόσο, για τον τομέα των κατασκευών η μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία απαιτεί συστημική καινοτομία σε όλη την αλυσίδα αξίας (Ness και Xing 2017). Οι πόροι που ανακτώνται στο τέλος της ζωής τους (εξαρτήματα ή υλικά) πρέπει να επανενταχθούν στην αλυσίδα αξίας. Για να γίνει αυτό, οι εταιρείες πρέπει να συλλέγουν και να ανακτούν τα κατασκευαστικά στοιχεία και τα υλικά σε επαρκή ποσότητα και ποιότητα με οικονομικό τρόπο. Επιπλέον, οι εταιρείες στην αρχή της αλυσίδας αξίας πρέπει να προσαρμόσουν το σχεδιασμό των κτιρίων ώστε να καταστεί δυνατή η ανάκτηση του οικοδομικού υλικού στο τέλος του κύκλου ζωής του και η επανένταξή του σε νέα κατασκευαστικά έργα. Για να βοηθήσουμε αυτές τις

καινοτομίες, η πρόσφατα προηγμένη αντίληψη ενός κυκλικού επιχειρησιακού μοντέλου (Bocken et al., 2016, Bakker et al., 2014, MacArthur 2013) μπορεί να είναι χρήσιμη. Παρόλο που η έννοια εξακολουθεί να στερείται ενός κοινώς αποδεκτού ορισμού, βασίζεται στην ιδέα ότι οι εταιρείες μπορούν να αναπτύξουν μια προσφορά με κυκλική στρατηγική στο μυαλό τους και να επωφεληθούν από αυτήν προσαρμόζοντας στοιχεία του παραδοσιακού επιχειρηματικού προτύπου τους. Έτσι, η καινοτομία επιχειρηματικού μοντέλου αποτελεί έναν τρόπο να ενσωματωθεί μια κυκλική στρατηγική σε μια λογική της επιχείρησης να ασκεί επιχειρηματικές δραστηριότητες με πιο ολιστικό τρόπο. Στην αλυσίδα αξίας των κατασκευών για κτίρια, μια σειρά πρωτοποριακών εταιρειών έχουν επινοήσει με επιτυχία επιχειρηματικά μοντέλα που βοηθούν στην εφαρμογή κυκλικών στρατηγικών (Vandkunsten et al., 2016). Ωστόσο, δεν είναι γνωστό πολλά για τις καινοτομίες των επιχειρηματικών μοντέλων που αναδύονται κατά μήκος της αλυσίδας αξίας που μπορούν να συμβάλουν στην ποδηλασία των πόρων. Η κατανόηση εξακολουθεί να είναι περιορισμένη σχετικά με τις αλλαγές των στοιχείων επιχειρηματικού μοντέλου που μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες να εφαρμόσουν επιτυχώς κυκλικές στρατηγικές.

Οι βιομηχανίες τσιμέντου και σκυροδέματος έχουν πολλά να προσφέρουν, προκειμένου να βοηθήσουν την ΕΕ να επιτύχει τους κυκλικούς στόχους της οικονομίας. Ως βιομηχανία τσιμέντου, στηρίζουμε πλήρως κάθε πρόταση που στοχεύει να αξιοποιήσει στο έπακρο τους πόρους της Ευρώπης, είτε πρόκειται για πρωτογενείς είτε για δευτερογενείς πόρους, όπως τα απόβλητα. Από την άποψη αυτή, είναι σημαντικό οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να αναγνωρίσουν και να αξιοποιήσουν στο έπακρο αυτό που ήδη λαμβάνει χώρα σε πολλές βιομηχανίες. Έτσι, πρέπει να ενθαρρυνθούν όλες οι μορφές ανακύκλωσης, αξιολογούμενες ταυτόχρονα, προκειμένου να διασφαλιστεί η επίτευξη των καλύτερων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών αποτελεσμάτων. Από τη μία, αυτό μπορεί να σημαίνει ότι, σε ορισμένες περιπτώσεις, η καλύτερη επιλογή θα μπορούσε να είναι η ανακύκλωση ενός προϊόντος πίσω στην ίδια κατηγορία προϊόντων. Ωστόσο, σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να είναι προτιμότερο να επιλέξουμε ένα εναλλακτικό διάλυμα ανακύκλωσης.

Χάρη στην ανακύκλωση υλικών στη βιομηχανία τσιμέντου, η περιεκτικότητα σε μεταλλεύματα των αποβλήτων που χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικό καύσιμο χρησιμεύει ως πρώτη ύλη για την παραγωγή κλίνκερ, το κύριο συστατικό του τσιμέντου. Με λίγα λόγια, η πολιτική της ΕΕ πρέπει:

- Να προκύπτει ενίσχυση της χρήσης αποβλήτων για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ που έχουν καθοριστεί για την ανακύκλωση αποβλήτων και την αποδοτικότητα των πόρων.
- Η ανακύκλωση υλικών από τα απόβλητα και την τέφρα καυσίμων θα πρέπει να υπολογίζεται για τη συμμόρφωση των στόχων ανακύκλωσης προς τα κράτη μέλη.
- Να αφήνει ανοικτό στα κράτη μέλη το φάσμα επιλογών επεξεργασίας αποβλήτων για την εκτίμησή τους για την καλύτερη τεχνική σκοπιμότητα, την οικονομική βιωσιμότητα και την προστασία του περιβάλλοντος για τις ροές αποβλήτων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Επιτροπής, περίπου το ένα τρίτο όλων των αποβλήτων στην Ευρώπη προέρχεται από την κατασκευή και την κατεδάφιση. Μόνο το ένα τρίτο αυτού του ποσού ανακυκλώνεται και δεν είναι τεχνικές δυσκολίες που εμποδίζουν υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης. Είναι πραγματικότητα της αγοράς. Απόδειξη αυτού είναι ότι τα ποσοστά ανακύκλωσης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών μελών με ποσοστό ανάκτησης 95% στην Ολλανδία, για παράδειγμα, έναντι ευρωπαϊκού μέσου όρου μεταξύ 30% και 60%. Ως εκ τούτου, οι παραγωγοί υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο πρέπει να συνεργαστούν και να βελτιώσουν τη συλλογή και τη διαλογή αποβλήτων κατεδαφίσεων και τη δημιουργία ενός οικονομικά βιώσιμου συστήματος που να ενθαρρύνει τη χρήση του.

Προκειμένου να είναι πραγματικά βιώσιμη, πρέπει να δοθεί ισότιμη βαρύτητα και στους καθέναν από τους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να κοιτάξετε πέρα από το προϊόν και να αξιολογήσετε το άλλο οικονομικό κόστος ή τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργηθούν. Για παράδειγμα, δεν θα ήταν λογικό να μεταφέρεται σκυρόδεμα σε μεγάλες αποστάσεις, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί σε ένα κτίριο όταν υπάρχει δυνατότητα ανακύκλωσής του σε διαφορετική εφαρμογή τοπικά (π.χ. ως οδική βάση).

Η βιομηχανία τσιμέντου υποστηρίζει τους στόχους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με την κυκλική οικονομία¹ και προωθεί την αναγνώριση που παρέχεται στην ανακύκλωση υλικών που συμβαίνει ταυτόχρονα με την ανάκτηση ενέργειας στην παραγωγή τσιμέντου. Ο τομέας υποστηρίζει επίσης την προώθηση της βιομηχανικής συμβίωσης και την αναγνώριση της ανάκτησης ενέργειας ως λύσης διαχείρισης αποβλήτων για μη ανακυκλώσιμα απόβλητα. Η ανάγκη για συστήματα διαλογής για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι μια άλλη περιοχή που καλωσορίζει η βιομηχανία τσιμέντου. Επιπλέον, η βιομηχανία τσιμέντου χαιρετίζει τη στρατηγική της Ενεργειακής Ένωσης, η οποία έχει ως στόχο να διασφαλίσει ότι η Ευρώπη έχει πρόσβαση σε ασφαλή, οικονομικά προσιτή και φιλική προς το περιβάλλον ενέργεια. Έχοντας αυτό υπόψη, η ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα μέσω της μετεπεξεργασίας στην τσιμεντοβιομηχανία έχει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ των 28, διότι με τη χρήση των αποβλήτων ως καυσίμων η τσιμεντοβιομηχανία συμβάλλει στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. πλήρως σύμφωνη με τη στρατηγική της Ενεργειακής Ένωσης. Σε αυτό το πλαίσιο, η ακόλουθη δημοσίευση παρέχει μια επισκόπηση του γιατί η βιομηχανία τσιμέντου και σκυροδέματος είναι κεντρική στην κυκλική οικονομία και τι μπορεί να γίνει για να αξιοποιήσει τις ευκαιρίες. Δείχνει επίσης πώς ο τομέας ταιριάζει απόλυτα με πολλούς στόχους πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τσιμέντου είναι παραδοσιακά ασβεστόλιθος και άργιλος, οι οποίες είναι αφθονία διαθέσιμες. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε, είναι δυνατόν να αντικατασταθεί μέρος των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τσιμέντου με απόβλητα και υποπροϊόντα από άλλες βιομηχανικές διεργασίες. Επιλεγμένα απόβλητα και υποπροϊόντα που περιέχουν χρήσιμα στοιχεία όπως ασβέστιο, πυρίτιο, αλουμίνα και σίδηρο μπορούν να ανακυκλωθούν ως πρώτες ύλες στον κλίβανο, αντικαθιστώντας τις φυσικές ουσίες. Τα τελευταία χρόνια, περίπου το 5% των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή κλίνκερ στην Ευρώπη αποτελούνταν από ανακυκλωμένο υλικό και τέφρες από καύσιμα, συνολικού ύψους περίπου 8 εκατομμυρίων τόνων ετησίως. Παραδείγματα ανακυκλωμένων υλικών είναι τα μολυσμένα εδάφη, τα απορρίμματα από τον καθαρισμό των οδών και άλλα απόβλητα ή παραπροϊόντα που περιέχουν σίδηρο, αλουμίνιο και σίλικα, όπως ιπτάμενη τέφρα άνθρακα και σκωρία υψικαμίνου.

Η χημική καταλληλότητα των ανακυκλωμένων υλικών είναι σημαντική για να διασφαλιστεί ότι παρέχουν τα απαραίτητα συστατικά για τον σχηματισμό κλίνκερ. Η χρήση εναλλακτικών πρώτων υλών προσφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης ανάγκης λατομείων και χαμηλότερων εκπομπών CO₂, εάν τα εναλλακτικά υλικά είναι ήδη απαλλαγμένα από άνθρακα, όπως στην περίπτωση της τέφρας από λιγνίτη ή άνθρακα, σκωρία βολφραμίου, άμμο θραυστήρων σκυροδέματος, κλάσματα από απόβλητα κατεδαφίσεων.

Η απόφαση σχετικά με το είδος του αποβλήτου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια συγκεκριμένη μονάδα δεν μπορεί να απαντηθεί ομοιόμορφα. Ως βασικός κανόνας, τα απόβλητα που γίνονται δεκτά ως εναλλακτικό καύσιμο ή / και πρώτη ύλη πρέπει να προσδίδουν προστιθέμενη αξία για την τσιμεντομηχανή ως προς την θερμαντική αξία του οργανικού μέρους και την υλική αξία του μεταλλικού μέρους. Ορισμένα εναλλακτικά υλικά συχνά ικανοποιούν και τις δύο αυτές απαιτήσεις. Λόγω των χαρακτηριστικών της παραγωγικής διαδικασίας, η τσιμεντοβιομηχανία είναι ικανή να συνεργαστεί:

- εναλλακτικά καύσιμα, τα οποία έχουν σημαντική θερμαντική αξία (π.χ. απόβλητα έλαια)
- υλικά που έχουν ένα σημαντικό μεταλλικό συστατικό (π.χ. βιομηχανικές σκωρίες)
- υλικά που έχουν θερμαντική αξία και παρέχουν ορυκτά συστατικά (π.χ. χρησιμοποιημένα ελαστικά και βιομηχανικές λάσπες)

Ωστόσο, δεν είναι δυνατόν όλα τα απόβλητα να υποβάλλονται σε συνδιαχείριση στη βιομηχανία τσιμέντου. Κατά την επιλογή της καταλληλότητας των υλικών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλοί παράγοντες. Αυτές περιλαμβάνουν τη χημική σύνθεση του τελικού προϊόντος (τσιμέντο) καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής κλίνκερ. Παραδείγματα αποβλήτων που δεν είναι κατάλληλα για συν-επεξεργασία στη βιομηχανία τσιμέντου περιλαμβάνουν πυρηνικά απόβλητα, μολυσματικά ιατρικά απόβλητα και ολόκληρες μπαταρίες. Για όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά εφαρμόζεται αυστηρά το κατάλληλο σύστημα ελέγχου ποιότητας. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η συνύπαρξή τους με περιβαλλοντικά ασφαλές και υγιή τρόπο, διασφαλίζοντας:

- την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στο εργοστάσιο και των ανθρώπων που ζουν στη γειτονιά
- υψηλή ποιότητα του τελικού προϊόντος
- ορθή και αδιατάρακτη λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας
- περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγικής διαδικασίας.

Εκτός από το συνδυασμό τόσο της ανάκτησης ενέργειας όσο και της ανακύκλωσης των υλικών, η συνδιαμόρφωση στη βιομηχανία τσιμέντου είναι μοναδική δεδομένου ότι έχουν καθιερωθεί ειδικές μονάδες προεπεξεργασίας αποβλήτων για την επεξεργασία των αποβλήτων πριν την αποστολή τους ως καύσιμο στα εργοστάσια τσιμέντου. Τα εναλλακτικά υλικά που χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τσιμέντου προέρχονται αποκλειστικά από επιλεγμένα ρεύματα αποβλήτων. Απαιτούν συνήθως προεπεξεργασία (π.χ. ξήρανση, τεμαχισμό, ανάμειξη, άλεση ή ομογενοποίηση) και κατάλληλη διασφάλιση της ποιότητας. Ως εκ τούτου, η προεπεξεργασία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας "ανάκτησης". Τα απόβλητα συχνά προετοιμάζονται για χρήση ως εναλλακτικό καύσιμο από εξωτερικούς προμηθευτές. Αφενός, οι εγκαταστάσεις αυτές παρέχουν σταθερή παροχή αποβλήτων, η οποία επιτρέπει στην τσιμεντοβιομηχανία να ελέγχει τη διαδικασία παραγωγής κλίνκερ και να εξασφαλίζει την ποιότητα κλίνκερ. Ταυτόχρονα, αυτές οι εγκαταστάσεις προεπεξεργασίας διαχωρίζουν επίσης τα απόβλητα και εξασφαλίζουν ότι τα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλωθούν αποστέλλονται για ανακύκλωση.

Χρησιμοποιώντας τα απόβλητα ως καύσιμο, η τσιμεντοβιομηχανία συμβάλλει στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, η οποία είναι πλήρως σύμφωνη με το πρόσφατα δημοσιευμένο πακέτο Ενεργειακής Ένωσης. Στη βιομηχανία τσιμέντου, ανάκτηση ενέργειας:

- συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂
- καθιστά την τσιμεντοβιομηχανία λιγότερο εξαρτημένη από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα
- μειώνει την ποσότητα αποβλήτων που αποστέλλονται στον χώρο υγειονομικής ταφής

Το 2014, η ευρωπαϊκή τσιμεντοβιομηχανία χρησιμοποίησε ένα ενεργειακό ισοδύναμο περίπου 15,8 Mt άνθρακα, ένα μη ανανεώσιμο ορυκτό καύσιμο, για την παραγωγή 172

Μt τσιμέντου. Τα εναλλακτικά καύσιμα, συμπεριλαμβανομένης της βιομάζας αποβλήτων, αποτελούσαν το 41% αυτού του συνόλου σε ολόκληρη την Ευρώπη, εξοικονομώντας περίπου 6,5 εκατομμύρια τόνους άνθρακα. Επιπλέον, η συνεργατική επεξεργασία προσφέρει υψηλό δυναμικό στη βιομηχανία τσιμέντου για τη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών CO₂. Το 1990, το ποσοστό της μη ανανεώσιμης ενέργειας που αποκτήθηκε από τη χρήση αποβλήτων ως καύσιμο ήταν 3%. Το 2014, ανερχόταν σε 37%, με αποτέλεσμα την αποφυγή εκπομπών CO₂ 18 εκατομμυρίων τόνων ετησίως. Οι εκπομπές CO₂ από τη βιομάζα αποβλήτων είναι ουδέτερες για το κλίμα. Το 14% των εναλλακτικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην ευρωπαϊκή τσιμεντοβιομηχανία συνίστανται σε βιομάζα από απόβλητα, όπως κρεατάλευρο και ορυκτέλαια. Αυτό θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω με την προϋπόθεση ότι η βιομάζα παραμένει προσπελάσιμη.

Η τσιμεντοβιομηχανία ειδικεύεται στη διαχείριση δύσκολων αποβλήτων και υποστηρίζει την απαγόρευση της υγειονομικής ταφής ανακυκλώσιμων και ανακτήσιμων αποβλήτων.

Αφενός, η βιομηχανία τσιμέντου μπορεί να χρησιμοποιεί τα απόβλητα ως εναλλακτικό καύσιμο (ανάκτηση ενέργειας), γεγονός που μειώνει την προσφυγή μας σε πρωτογενή ορυκτά καύσιμα - καθώς και τη μείωση των εκπομπών CO₂.

Από την άλλη, η βιομηχανία τσιμέντου μπορεί να ανακυκλώνει την περιεκτικότητα των αποβλήτων σε μεταλλικά στοιχεία ως πρώτη ύλη (Ανακύκλωση υλικών) - μειώνοντας έτσι την εξάρτησή μας από παρθένες πρώτες ύλες.

Σύμφωνα με την οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα, η «ανακύκλωση» περιλαμβάνει κάθε ενέργεια με την οποία τα απόβλητα επανεπεξεργάζονται σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες είτε για αρχικούς είτε για άλλους σκοπούς. Με βάση τα παραπάνω, η ανακύκλωση υλικών στη βιομηχανία τσιμέντου είναι σαφώς μια διαδικασία ανακύκλωσης. Η συνιστώσα ανακύκλωσης των υλικών της συν-μεταποίησης συμβάλλει στη συμμόρφωση των κρατών μελών με τους στόχους ανακύκλωσης της ΕΕ και πρέπει να αναγνωριστεί ως τέτοια.

Όσον αφορά την υγειονομική ταφή αποβλήτων, η CEMBUREAU πιστεύει ότι πρέπει να γίνουν περισσότερα για την απαγόρευση της υγειονομικής ταφής ανακυκλώσιμων και ανακτήσιμων αποβλήτων. Σήμερα υπάρχουν μεγάλες ανισότητες μεταξύ των

κρατών μελών όσον αφορά τις επιδόσεις τους όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων. Ωστόσο, η απαγόρευση των χώρων υγειονομικής ταφής θα απαιτούσε τη δημιουργία ικανοτήτων για την εφαρμογή συστημάτων συλλογής, διαχωρισμού και προεπεξεργασίας των αποβλήτων, προκειμένου να είναι δυνατή η εκτροπή των αποβλήτων από την υγειονομική ταφή. Η βιομηχανία τσιμέντου έχει σαφή ρόλο να διαδραματίσει, καθώς μπορεί να αποτελέσει λύση για ένα ορισμένο ποσό των αποβλήτων που βρίσκονται σήμερα υπό υγειονομική ταφή. Επί του παρόντος υπάρχουν περίπου 210 μονάδες τσιμέντου που λειτουργούν με κλίβανο σε όλη την ΕΕ. Συνεπώς, μολονότι τα κονδύλια της ΕΕ θα μπορούσαν να συμβάλουν στη μείωση της υγειονομικής ταφής, ενθαρρύνοντας άλλες επιλογές επεξεργασίας αποβλήτων, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι θα αξιοποιηθεί πλήρως η υφιστάμενη ικανότητα διαχείρισης αποβλήτων. Ως εκ τούτου, οι υφιστάμενες μονάδες τσιμέντου που επεξεργάζονται τα απόβλητα πρέπει να ληφθούν υπόψη ως λύση επεξεργασίας αποβλήτων για υπολείμματα αποβλήτων από χώρους υγειονομικής ταφής πριν από τη χρηματοδότηση και την ανάπτυξη περιττής υπερβολικής δυναμικότητας.

Δεδομένου ότι η βιομηχανία τσιμέντου καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, η ενεργειακή απόδοση (θερμική και ηλεκτρική) αποτελεί προτεραιότητα για τον τομέα. Παράλληλα με την αύξηση της ποσότητας εναλλακτικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται, ο τομέας συνεχίζει να επενδύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κλιβάνων του. Συνολικά, η μέση ενεργειακή απόδοση της βιομηχανίας τσιμέντου στην Ευρώπη κυμαίνεται μεταξύ 70-75%. Για τις πλέον αποτελεσματικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν σήμερα, ο αριθμός αυτός αυξάνεται στο 85%. Με την επιφύλαξη των βελτιώσεων όσον αφορά την επεξεργασία των αποβλήτων, η ποσότητα των αποβλήτων που συνυπολογίζονται στη βιομηχανία τσιμέντου θα μπορούσε να αυξηθεί από 8 εκατομμύρια τόνους (2012) σε 24 έως 30 εκατομμύρια τόνους, αντιπροσωπεύοντας το 10-15% των υψηλής απόδοσης καύσιμων αποβλήτων Ευρώπη.

Το σκυρόδεμα είναι κατασκευασμένο από φυσικά υλικά, τα οποία είναι γενικά άφθονα και διαθέσιμα σε τοπικό επίπεδο. Στον τομέα της κατασκευής σκυροδέματος, αποτρέπεται η απόρριψη αποβλήτων με τη χρήση ανακυκλωμένου (μη-σκληρυμένου) σκυροδέματος σε παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος. Επιπλέον, το σκυρόδεμα μπορεί να ανακυκλωθεί 100% στο τέλος της ζωής του. Επιπλέον, ανάλογα με τον τύπο τσιμέντου που χρησιμοποιείται, μπορούν να ανακυκλωθούν εναλλακτικά υλικά όπως

πτητική τέφρα, παραπροϊόν των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα και σκυρόδεμα κοκκοποιημένου βολφραμίου (GGBS) από την παραγωγή χάλυβα στη διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος.

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τσιμέντου και σκυροδέματος, κυρίως ασβεστόλιθου και αδρανών υλικών, είναι άφθονες. Ωστόσο, η βιομηχανία μας καταβάλλει μεγάλες προσπάθειες για να μειώσει την προσφυγή της σε αυτές τις πρωτογενείς πρώτες ύλες, τόσο στη διαδικασία παραγωγής όσο και στη χρήση των προϊόντων της, και αυτό μέσω της χρήσης διαφόρων τύπων ροών αποβλήτων από διάφορες άλλες βιομηχανίες. Η βιομηχανία τσιμέντου αποτελεί βασικό παράδειγμα βιομηχανικής συμβίωσης.

Κατά την παραγωγή κλίνκερ, η βιομηχανία τσιμέντου είναι σε θέση να χρησιμοποιεί τα απόβλητα ως καύσιμο αντί του άνθρακα. Ταυτόχρονα, η περιεκτικότητα των αποβλήτων σε ορυκτά ανακυκλώνεται ως πρώτη ύλη. Στη βιομηχανία τσιμέντου, αναφέρουμε αυτή τη χρήση αποβλήτων ως πηγή ενέργειας ή / και ως πρώτη ύλη στις βιομηχανικές διεργασίες ως «συν-επεξεργασία».

Η ανακύκλωση υλικών συμβαίνει επίσης κατά την παραγωγή τσιμέντου. Εδώ, αντικαθιστούμε μέρος του κλίνκερ με παραπροϊόντα από άλλες βιομηχανίες. Ένα παράδειγμα είναι η ιπτάμενη τέφρα από την καύση του άνθρακα.

Στον τομέα της παραγωγής σκυροδέματος, ανακύκλωση υλικών συμβαίνει επίσης, χάρη στη χρήση ανακυκλωμένων αδρανών υλικών.

Δεν είναι μόνο σκυρόδεμα ένα ανθεκτικό υλικό κατασκευής, είναι επίσης 100% ανακυκλώσιμο είτε ως ανακυκλωμένο συσσωμάτωμα σε σκυρόδεμα είτε σε άλλες εφαρμογές (π.χ. ως οδική βάση).

3.3. Ανάκτηση υλικών και προϊόντων

Η κατασκευαστική βιομηχανία παράγει περίπου το 35% των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής σε ολόκληρο τον κόσμο (Solís-Guzmán et al., 2009). Στο Ηνωμένο

Βασίλειο, από το 100% των αποβλήτων που παράγονται το 2013, το 44% οφείλεται στην κατασκευή, ενώ το υπόλοιπο οφείλεται σε εμπορικές, βιομηχανικές, οικιακές, μεταλλευτικές και γεωργικές δραστηριότητες (Ajayi και Oyedele, 2017). Περισσότερο από το ήμισυ των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (C & DW) διατίθενται απευθείας σε χώρους υγειονομικής ταφής στο Ηνωμένο Βασίλειο (Chinda, 2016). Η παραγωγή C & DW για το Ηνωμένο Βασίλειο το 2014 ήταν 58 εκατομμύρια τόνοι (Menegaki και Damigos, 2018). Η ολοκληρωμένη και βελτιστοποιημένη διαχείριση αυτών των αποβλήτων αποτελεί έναν από τους πυλώνες της στρατηγικής 2020, "Ένας χάρτης πορείας για μια Ευρώπη αποδοτική από άποψη πόρων", στόχος της οποίας είναι η μείωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011, Rodríguez et al., 2015). Οι πολιτικές ανά τον κόσμο αναγνωρίζουν ότι ο κατασκευαστικός τομέας χρειάζεται άμεσες δράσεις μετριασμού για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αλλαγή του κλίματος και την εξάντληση των πόρων, εστιάζοντας στην υιοθέτηση μιας προσέγγισης κυκλικής οικονομίας για την εξασφάλιση βιώσιμης χρήσης δομικών υλικών (Hodge et al., 2010, Sieffert et al., 2014). Η κυκλική οικονομία είναι ένα οικονομικό σύστημα που βασίζεται σε επιχειρηματικά μοντέλα που αντικατοπτρίζουν την έννοια της "ζωής στο τέλος της ζωής" με τη μείωση, εναλλακτική χρήση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών στις διαδικασίες παραγωγής / διανομής και κατανάλωσης (Kirchherr et al., 2017). Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας προσπαθεί να διατηρήσει τα προϊόντα και τα υλικά σε ροή μέσω αποτελεσματικών και έξυπνων στρατηγικών επαναχρησιμοποίησης, μειώνοντας έτσι τη χρήση παρθένων υλικών και αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Mirata, 2004).

Η κυκλική κατασκευή θα αυξήσει την ανταγωνιστικότητα προστατεύοντας τις επιχειρήσεις από την έλλειψη πόρων και τις ασταθείς τιμές, δημιουργώντας έτσι καινοτόμες επιχειρηματικές ευκαιρίες και αποτελεσματικές μεθόδους παραγωγής και κατανάλωσης (Kirchherr et al., 2017, Witjes και Lozano, 2016). Οι προκλήσεις έγκεινται στην αλλαγή του συνόλου των φορέων της βιομηχανίας για καθαρότερη παραγωγή πρώτων υλών σύμφωνα με κυκλικά μοντέλα κατασκευής και υπέρβαση των τεχνικών ζητημάτων, όπου θα μπορούσε να υπάρξει χαμηλή ετοιμότητα / αποδοχή της αγοράς (π.χ. τιμή, νομικά εμπόδια και κανονισμοί) για κυκλική κατασκευή διαλύματα (Sieffert et al., 2014). Η οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα της ΕΕ (2008/98 / ΕΚ), η οποία στοχεύει στην ανακύκλωση μη επικίνδυνων C & DW κατά 70% έως το 2020,

συνέβαλε στη μεταστροφή των φορέων της κατασκευαστικής βιομηχανίας στην εφαρμογή στρατηγικών για πιο βιώσιμη επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση υλικών / προϊόντων. Η παρούσα οδηγία, η οποία ευνοεί τα προληπτικά μέτρα (δηλαδή τη μείωση) ως την καλύτερη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των αποβλήτων, εφαρμόστηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο μέσω των κανονισμών περί αποβλήτων (Αγγλία και Ουαλία) του 2011 (Ajayi και Oyedele, 2017). Πιο συγκεκριμένα στον κλάδο των κατασκευών, η Στρατηγική για την Αειφόρο Κατασκευή (2008) θέτει γενικούς στόχους για την εκτροπή της C & DW από την υγειονομική ταφή. Ωστόσο, η πλήρωση της γης εξακολουθεί να παραμένει ένας κοινός τρόπος χειρισμού αυτού του τύπου αποβλήτων, γεγονός που δείχνει ανυπαρξία στον τρόπο διαχείρισης του C & DW.

Η οικονομική στήριξη από διάφορες υπηρεσίες χρηματοδότησης και η αυξημένη συνειδητοποίηση οδήγησαν σε αύξηση των δημοσιεύσεων σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των στερεών αποβλήτων, από 58 το 1992 σε 658 το 2016 (Li et al., 2018). Πολλά ερευνητικά έργα επικεντρώνονται στην C & DW και σε καινοτόμες στρατηγικές διαχείρισης προς μια κυκλική οικονομία, π.χ. InnoWEE, RE4, VEEP, HISER, IRCOW, C2CA. Για παράδειγμα, το έργο VEEP (ακρωνύμιο για την "Οικονομικά αποδοτική ανακύκλωση του C & DW σε υψηλής προστιθέμενης αξίας, ενεργειακά αποδοτικά προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος για μαζική ανακατασκευή του δομημένου μας περιβάλλοντος") είναι ένα χρηματοδοτούμενο από την Ευρώπη πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας (HORIZON 2020) η οποία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη τεχνολογιών ανακύκλωσης για επεξεργασία αποβλήτων για την ανάκτηση αδρανών υλικών και εξαιρετικά λεπτών τσιμεντοειδών υλικών για προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα με υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας σε C & DW (> 75% κατά βάρος). Το έργο InnoWEE (το ακρωνύμιο "Καινοτόμα προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων υλικών κατασκευής απορριμμάτων που μειώνουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις") είναι ένα άλλο χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ έργο στο πλαίσιο του E2020. Το έργο στοχεύει στην ενσωμάτωση του C & DW (π.χ. τεμαχισμένα τούβλα, τεμαχισμένο σοβά ή σκυρόδεμα, τεμαχισμένα γυαλιά, κατεργασμένο ξύλο από πλαίσιο παραθύρων ή ξύλινα δοκάρια μετά την κατεδάφιση κ.λπ.) σε ένα γεωμετρικό πλέγμα για την παραγωγή προκατασκευασμένων μονωτικών και ακτινοβόλων πλαισίων για ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Το RE4, ένα τρέχον έργο της ΕΕ, (αρκτικόλεξο για την

επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση υλικών και δομών C & DW σε ενεργειακά αποδοτικά κατασκευασμένα στοιχεία για την ανακαίνιση και την κατασκευή κτιρίων) αποσκοπεί στην ανάπτυξη μιας προκατασκευασμένης ενεργειακά αποδοτικής αρχιτεκτονικής που εύκολα συναρμολογείται και αποσυναρμολογείται επαναχρησιμοποίηση, που περιέχει μέχρι 65% κατά βάρος ανακυκλωμένα υλικά από την C & DW. Το έργο HISER (Ολιστικές καινοτόμες λύσεις για την αποδοτική ανακύκλωση και ανάκτηση αξιόλογων πρώτων υλών από σύνθετα απόβλητα κατασκευής και κατεδάφισης) επικεντρώνεται στην ανάκτηση μπετόν από σύνθετα υλικά C & DW, διερευνώντας ακόμη πιο αποδοτικές λύσεις για το κλάσμα 0-4mm του αποβλήτου σκυροδέματος. Προηγούμενα ερευνητικά έργα που χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όπως τα IRCOW, C2CA και HISER, επικεντρώθηκαν στην ανακύκλωση του C & DW που κατέδειξε την οικονομική και περιβαλλοντική σκοπιμότητα της χρήσης δευτερογενών πρώτων υλών που ανακτήθηκαν από την C & DW. Το έργο IRCOW (ακρωνύμιο για τις "Καινοτόμες στρατηγικές για την ανάκτηση υλικών υψηλής ποιότητας από τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων"), το οποίο ολοκληρώθηκε το 2014, παρουσίασε μονωτικό σκυρόδεμα από ανακυκλωμένο κυτταρικό σκυρόδεμα, το οποίο είχε καλύτερη απόδοση σε όλες τις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σε αεριωμένο σκυρόδεμα με παρόμοιες ιδιότητες. Το έργο C2CA (ακρωνύμιο για τις "προηγμένες τεχνολογίες για την παραγωγή τσιμέντου και καθαρά αδρανή από απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων"), το οποίο ολοκληρώθηκε το 2014, ανέπτυξε μια κινητή μονάδα ξηρής ανάκαμψης (ADR) που επεξεργάζεται τα απορρίμματα κατεδαφίσεων σε χονδρά αδρανή. Τα προηγμένα συστήματα διαλογής C & DW μπορούν να συμβάλουν στις εξελίξεις των προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων που παράγονται από υψηλά ποσοστά πρώτων υλών που έχουν ανακτηθεί από την C & DW. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία μπορούν να βελτιώσουν τα αρχεία ασφαλείας, την αποδοτικότητα, τη διαθεσιμότητα εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού, να μειώσουν τις καθυστερήσεις και να συμβάλουν στην οικονομία του τομέα (Molavi και Barral, 2016).

Στο στάδιο αυτό εξάγονται και καταναλώνονται άνευ προηγουμένου ποσότητες υλικών από το φλοιό της γης (Stephan and Athanassiadis, 2018). Η παγκόσμια εξόρυξη μη μεταλλικών ορυκτών (χαλίκι, άμμος, άργιλος, ασβεστόλιθος και γύψος) ανήλθε σε περίπου 35 δισεκατομμύρια τόνους το 2010. Η άμμος και το χαλίκι αποτελούν το κύριο μερίδιο της παγκόσμιας εξόρυξης μη μεταλλικών ορυκτών το 2010 (40,8% 31,1%

άμμος) (Miatto et al., 2017). Οι εξελίξεις στις υποδομές και τα κατασκευαστικά έργα είναι οι κύριοι τελικοί χρήστες αυτής της κατανάλωσης. Η μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία, όπου οι ροές παραγωγής θα μπορούσαν να επανενταχθούν ως δευτερεύοντες πόροι, αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη λύση για τον κατασκευαστικό κλάδο (Στέφαν και Αθανασιάδης, 2018). Παρ'όλα αυτά, τα τρέχοντα στοιχεία εκτιμούν ότι η παγκόσμια οικονομία είναι μόνο 6% κυκλική (Haas et al., 2015). Ως εκ τούτου, υπάρχει αναντιστοιχία ανάμεσα στις πολιτικές, τις πολιτικές προσδοκίες και τις τρέχουσες πρακτικές.

Τα υλικά στα κτίρια θα πρέπει να διατηρούν την αξία τους όταν τα κτίρια πρέπει να λειτουργούν ως τράπεζες πολύτιμων υλικών και προϊόντων. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση έξυπνης σχεδίασης και κυκλικών αλυσίδων αξίας, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για έναν τομέα να μειώσει τόσο τα απόβλητα όσο και τον όγκο των παρθένων πόρων που χρησιμοποιούνται. Ως εκ τούτου, νέα επιχειρηματικά μοντέλα που αντικαθιστούν την αντίληψη «στο τέλος του κύκλου ζωής» με τη μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών στις διαδικασίες παραγωγής / διανομής και κατανάλωσης (Kirchherr et al., 2017). Η μετάβαση σε μια κυκλική κατασκευή συνεπάγεται αλλαγές στις αλυσίδες αξίας, από το σχεδιασμό του προϊόντος σε νέες αγορές, από τα νέα μοντέλα συμπεριφοράς των καταναλωτών έως τους νέους τρόπους μετατροπής των αποβλήτων σε πόρο. Ένα σύστημα βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων απαιτεί βίαιους κύκλους ανάδρασης και επικεντρώνεται σε διαδικασίες για την εκτροπή των αποβλήτων από τη διάθεση και τη μετατροπή τους σε δευτερογενείς πρώτες ύλες (Seadon, 2010). Οι γνώσεις και η εμπειρία σχετικά με τις επιλογές επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών είναι πολύ περιορισμένες. Η επαναχρησιμοποίηση απαιτεί συνήθως ελάχιστη επεξεργασία πριν από την επανεφαρμογή σε παρόμοιο πλαίσιο, ενώ η ανακύκλωση αποσυνθέτει τα απόβλητα σε ομοιογενές υλικό για εφαρμογή ή εισαγωγή ως υποκατάστατη πρώτη ύλη για την ανακατασκευή των συστατικών (Blengini και Garbarino, 2010).

Από οικονομική άποψη, η ανακύκλωση της C & DW είναι ελκυστική μόνο όταν το παραγόμενο προϊόν είναι ανταγωνιστικό σε σχέση με το κόστος, την ποσότητα και την ποιότητα. Η ανακύκλωση μπορεί έτσι να ενθαρρυνθεί με την αύξηση της τιμής των παρθένων πρώτων υλών μέσω της φορολογίας. Επιπλέον, ο καθορισμός κριτηρίων για το τέλος του αποβλήτου για συγκεκριμένες ροές C & DW μπορεί να συμβάλει στην

αύξηση της αγοράς δευτερογενών πρώτων υλών (Dahlbo et al., 2015). Τα ανακυκλωμένα υλικά μπορούν να είναι πιο ανταγωνιστικά σε περιοχές όπου υπάρχει έλλειψη τόσο πρώτων υλών όσο και χώρων υγειονομικής ταφής (Tam and Tam, 2006). Τις τελευταίες δεκαετίες, το C & DW χρησιμοποιήθηκε ως επί το πλείστον σε οδικά βάσανα και αναχώματα, τα οποία θεωρήθηκαν ως υποβαθμισμένα (Vandecasteele et al., 2013). Ενώ η ανακύκλωση του C & DW ως αδρανών σε νέο σκυρόδεμα έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια, καθώς και τα ανακυκλωμένα απορρίμματα γυαλιού ή τα πλακίδια ασφάλτου ως πρώτη ύλη στην παραγωγή τσιμέντου (Al-Bayati κ.ά., 2018, Li et al. 2018, Shi and Zheng, 2007, Verian κ.ά., 2018).

Οι επιστήμονες υλικών ερευνούν και αναπτύσσουν επί του παρόντος προϊόντα που έχουν συνταχθεί με τη χρήση επεξεργασμένων προϊόντων C & DW. Αυτές οι προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί κυρίως στη συσσωμάτωση στην ανακατασκευή δομικών στοιχείων με λειτουργικές ιδιότητες, βλέπε για παράδειγμα (Arenas κ.ά., 2017, Cardoso et al., 2016, Gomez-Meijide et al., 2016, Lotfi and Rem. 2016, Ossa κ.ά., 2016, Özalp et al., 2016, Puthussery et al., 2017, Rao κ.ά., 2007, Shahidan et al., 2017).

Κατά την επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένων υλικών, τα τεχνικά προβλήματα θα πρέπει να επιλυθούν μέσω εκτεταμένων υλικών διατυπώσεων και λεπτομερών ερευνών για την ιδιοκτησία. Για παράδειγμα, ο υψηλός βαθμός απορρόφησης νερού σε ανακυκλωμένα συσσωματώματα προκαλεί προβλήματα αντοχής στα συστατικά τοιχώματος. Επιπλέον, με τον κανονισμό της ΕΕ αριθ. 305/2011 είναι παράνομο να χρησιμοποιούνται προϊόντα χωρίς πιστοποιημένες επιδόσεις στην κατασκευή. Αυτό αποτελεί ένα από τα βασικά εμπόδια στην επαναχρησιμοποίηση, κυρίως σε μια δομική ικανότητα. Οι πληροφορίες σχετικά με την προέλευση του προϊόντος / υλικού και τη διάρκεια λειτουργίας τους για μια συγκεκριμένη εφαρμογή είναι περιορισμένες, πράγμα που αποτελεί το χειρότερο σενάριο για τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης δευτερογενών πρώτων υλών. Η δοκιμή της απόδοσης μπορεί να είναι δαπανηρή, πράγμα που αυξάνει το κόστος του προϊόντος / υλικού και μπορεί να υπερκεράσει κάθε εξοικονόμηση από την επαναχρησιμοποίηση. Πολλές από τις προκλήσεις που πρέπει να επαναχρησιμοποιηθούν συνδέονται με τη διαθεσιμότητα δεδομένων (Lu et al., 2016).

Το κόστος της επεξεργασίας και της ανακύκλωσης της C & DW για την ανάκτηση της επιτακτικής δευτερογενούς κατασκευής προϊόντων προστιθέμενης αξίας είναι πολύ υψηλό, λόγω βημάτων όπως ο έλεγχος και η επανεπεξεργασία των υλικών, που θέτει τις εταιρείες επεξεργασίας C & DW υπό πίεση για τη δημιουργία κέρδους. Οι εταιρείες Lotfi και Rem (2016) εισήγαγαν μια συγκεκριμένη διαδικασία ανακύκλωσης για την ανακύκλωση μεγάλων όγκων σκυροδέματος στο τέλος του κύκλου ζωής τους σε αδρανή υλικά υψηλής ποιότητας και τσιμέντο. Η τεχνολογία που αναπτύχθηκε είναι ένα προηγμένο σύστημα ξηρής ανάκτησης (ADR) χαμηλού κόστους. Το σκεπτικό για το σύστημα αυτό είναι να μειωθούν οι μεταφορές που απαιτούνται για τη μετακίνηση των αποβλήτων σε εξωτερικές εγκαταστάσεις διαλογής / επεξεργασίας, με την καθιέρωση μιας επιτόπου λύσης διαχωρισμού / επεξεργασίας αποβλήτων, αν και ο περιορισμένος χώρος χώρου θα μπορούσε να αποτελέσει πρόβλημα. Το σύστημα βασίζεται στη φασματοσκοπία διάσπασης που προκαλείται από λέιζερ (LIBS), ώστε να είναι σε θέση να αναλύει και να καταγράφει πληροφορίες σχετικά με τις ιδιότητες των δευτερογενών υλικών (π.χ. ταξινόμηση εξαρτημάτων C & DW και προσδιορισμός σύνθεσης) όλη την διαδικασία ανακύκλωσης, δηλαδή από την κατεδάφιση μέχρι την παραγωγή, όπως η ρύθμιση των παραμέτρων επεξεργασίας σε αντίθεση με τα δεδομένα των αισθητήρων.

Η ανάπτυξη τεχνολογιών που επιτρέπουν την παραγωγή υλικών με αυξημένη καθαρότητα από την C & DW είναι ο θεμέλιος λίθος της κυκλικής κατασκευής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ – ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

4.1. Η σημασία της βιομηχανίας κατασκευών στην οικονομία

Ο τομέας των κατασκευών αναμένεται να διαδραματίσει ισχυρό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη, εκτός από την παραγωγή δομών που θα αυξήσουν την παραγωγικότητα και την ποιότητα ζωής. Δεδομένου ότι η κατασκευή είναι έντασης εργασίας, όταν ο τομέας λειτουργεί με πλήρη παραγωγική ικανότητα, υπάρχουν μεγάλα τμήματα του εργατικού δυναμικού της χώρας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα χαρακτηριστικά, μπορεί ο κατασκευαστικός τομέας να χρησιμοποιηθεί για να φτιάξει τη δική μας διέξοδο από την ύφεση; Προφανώς όχι. Η οικονομετρική ανάλυση του Πράσινου Ακρωτηρίου για να ελέγξει κατά πόσο οι κατασκευές συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η οικοδομική δραστηριότητα ακολουθεί την οικονομική ανάπτυξη (Lopes et al., 2011). Ως εκ τούτου, ο κατασκευαστικός τομέας δεν μπορεί να προκαλέσει οικονομική ανάπτυξη. Ποιες είναι λοιπόν οι ελάχιστες αναγκαίες και επαρκείς προϋποθέσεις για οικονομική ανάπτυξη; Διαφορετικά πρότυπα χρησιμοποιούνται στην κατηγοριοποίηση ή ταξινόμηση των οικονομιών. Η Παγκόσμια Τράπεζα ταξινομεί τις οικονομίες των χωρών με χαμηλό εισόδημα, μεσαίο εισόδημα (υποδιαιρεμένο σε χαμηλότερο μεσαίο και άνω μέσο) και υψηλό εισόδημα. Το κύριο κριτήριο για αυτά είναι το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα (ΑΕΕ) ανά κάτοικο. Συγγραφείς όπως ο Tan (2002) χρησιμοποιούν αυτό το πρότυπο. Ένα άλλο κοινό πρότυπο κατηγοριοποίησης που βασίζεται στο στάδιο ανάπτυξης της χώρας χρησιμοποιήθηκε κυρίως από τους Bon (1992) και Crosthwaite (2000). Το πρότυπο αυτό βασίζεται στον αντιληπτό μεταβαλλόμενο ρόλο της κατασκευής ως οικονομικής

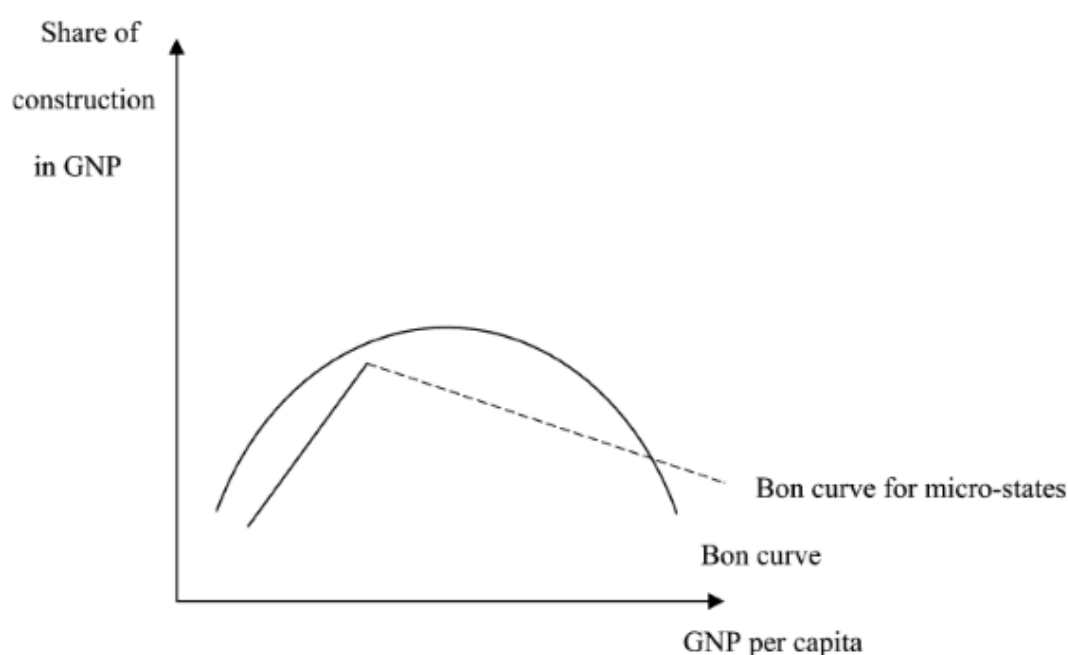
ανάπτυξης. Αποτελείται από λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες (LAX), νέες βιομηχανικές χώρες (NIC) και προηγμένες βιομηχανικές χώρες (AIC). Το ΔΝΤ ταξινομεί τις χώρες ως ανεπτυγμένες ή προηγμένες οικονομίες και αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες χώρες. Ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών χρησιμοποιεί επίσης τις πρώτες παγκόσμιες και τρίτες παγκόσμιες ταξινομήσεις για να δηλώσουν τις αναπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες αντίστοιχα. Αν και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να καταλήξουν σε όλες αυτές τις διαφορετικές ταξινομήσεις παραμένουν ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα, θα χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά σε όλη την έρευνα.

Ο Turok (2008), στο βιβλίο του για την εξέλιξη της οικονομικής πολιτικής του Αφρικανικού Εθνικού Κογκρέσου, υποστήριξε ότι ο όρος αναπτυσσόμενες χώρες υποδηλώνει ότι η οικονομική ανάπτυξη είναι ο μόνος δρόμος προς τα εμπρός, ενώ δεν είναι απαραίτητος ο πλέον επωφελής. Συνεχίζει να λέει ότι ο όρος τρίτος κόσμος συνεπάγεται την ψευδή αντίληψη ότι αυτές οι χώρες δεν αποτελούν μέρος του παγκόσμιου οικονομικού συστήματος. Έχει ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι διάφοροι συγγραφείς χρησιμοποιούν διαφορετικές ταξινομήσεις για να προσπαθήσουν να κατανοήσουν τη θεμελιώδη κοινωνικοοικονομική κατάσταση των χωρών με τις οποίες μπορεί να ασχολούνται σε οποιοδήποτε δεδομένο χρονικό σημείο.

Ο Turin (1978), χρησιμοποιώντας την ανάλυση χρονοσειρών, εξέτασε εν συντομία τον τόπο κατασκευής στην παγκόσμια οικονομία, τις δυναμικές σχέσεις του με άλλους σημαντικούς αναπτυξιακούς δείκτες, τα κύρια τεχνολογικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η βιομηχανία στις αναπτυσσόμενες χώρες και τέλος ένα σύνολο ευρύτερων θεμάτων πολιτικής. Το έργο του Τορίνο βασίζεται στην προσωπική του εμπειρία στην κατασκευή στις αναπτυσσόμενες χώρες και στα αποτελέσματα των ερευνών που πραγματοποίησαν μέλη της Μονάδας Έρευνας Οικονομικών Κτιρίων (BERU) του Πανεπιστημιακού Κολλεγίου του Λονδίνου. Το δείγμα του Τορίνο αποτελείται από 87 χώρες και εκτείνεται από το 1960-78.

Ο Bon (1992) συζήτησε τον μεταβαλλόμενο ρόλο του κατασκευαστικού τομέα στα διάφορα στάδια της οικονομικής ανάπτυξης. Σπούδασε οικοδομική δραστηριότητα από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο στη Φινλανδία, την Ιρλανδία, την Ιταλία, την Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις ΗΠΑ. Τα στοιχεία στα οποία βασίζεται η ανάλυσή του έχουν πενταετή περίοδο και φαίνεται ότι δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην

Ευρώπη. Ισχυρίστηκε ότι η κατασκευή ακολουθεί το σχήμα καμπάνας ανάπτυξης ή μια ανεστραμμένη σχέση σχήματος U όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Η υπόθεση αυτή βασίζεται στην παρατήρηση ότι το μερίδιο της κατασκευής στο ΑΕΠ αυξάνεται πρώτα και στη συνέχεια μειώνεται με το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης. Η σχέση ανεστραμμένου σχήματος U συνδέεται με τη μικρότερη αύξηση του πληθυσμού, τη λιγότερη μετανάστευση και την υπόθεση ότι το μεγαλύτερο μέρος του φυσικού κεφαλαίου είναι ήδη σε εφαρμογή σε μεταγενέστερα στάδια οικονομικής ανάπτυξης. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δεδομένα εξόδου που χρησιμοποιεί η Bon αποκλείουν τη στέγαση καθώς και τις επισκευές και τη συντήρηση (R & M).



Σχήμα 1. Η καμπύλη του Bon για τις κατασκευές

Η σχέση ανεστραμμένου σχήματος U που παρουσιάζεται από τον Bon (1992) είναι πολύ διαφορετική από τη σχέση σχήματος S που βρέθηκε από τον Turin (1978). Ο Bon ισχυρίστηκε ότι ο κύριος λόγος για τη σχέση σχήματος S του Turin είναι ότι το δείγμα του κυριαρχείται από τις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες και τις πρόσφατα βιομηχανοποιημένες χώρες (NICs), έτσι ώστε να αποκρύπτονται οι τάσεις που χαρακτηρίζουν τις προηγμένες βιομηχανικές χώρες (AIC). Ωστόσο, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η μελέτη του Bon δίνει επίσης έμφαση στα ΑΕΚ, κυρίως λόγω της έλλειψης αξιόπιστων οικονομικών δεδομένων σχετικά με τις NIC και τις ΛΑΧ. Αυτό

συνεπώς παρουσιάζει την ανάγκη για περαιτέρω ολιστική μελέτη της σχέσης μεταξύ του τομέα των κατασκευών και της οικονομικής ανάπτυξης.

Οι συγγραφείς οικονομικών οικοδομικών έργων όπως ο Jackman (2010), οι Myers (2008), Hillebrandt (2000), Tan (2002), Bon (1992), Wells (1986) και Τορίνο τομέα της οικονομικής ανάπτυξης. Ωστόσο, φαινόταν να βασίζονται το έργο τους αποκλειστικά στη δύναμη του επιχειρήματός τους, χωρίς να αναφέρουν τυχόν εμπειρικά δεδομένα ή παρατηρήσεις και χωρίς ανάλυση ή αμφισβήτηση των δικών τους ιδεών. Φαίνεται ότι οι συγγραφείς σε αυτόν τον τομέα, γενικά, ξεκινούν με την παραδοχή ότι ο κατασκευαστικός τομέας οδηγεί στην οικονομική ανάπτυξη. Είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί οποιοσδήποτε αμφισβήτησε αυτό. Οι περισσότερες κυβερνήσεις πιστεύουν ότι ο τομέας των κατασκευών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη, παράλληλα με την παραγωγή των δομών που προσθέτουν στην παραγωγικότητα και την ποιότητα ζωής μας. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής υποθέτουν ότι ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί κινητήριο μοχλό για την οικονομική ανάπτυξη. Οι δεσμοί που έχει ο κατασκευαστικός τομέας με άλλους οικονομικούς τομείς δεν είναι σαφείς. Γιατί είναι αναγκαία η ανάπτυξη; Η οικονομική ανάπτυξη αφορά στην τόνωση της οικονομίας. Η κυβέρνηση παροτρύνει την οικονομία να επιτύχει οικονομική ανάπτυξη, ώστε να συμβάλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας. Η αυξημένη οικονομική δραστηριότητα απαιτεί αντίστοιχη αύξηση στην παροχή δρόμων και άλλων υποδομών. Έτσι, μια διπλή επένδυση είναι απαραίτητη εάν οι θέσεις εργασίας που δημιουργούνται είναι εκτός κατασκευής. Επιπλέον, οι κανόνες διεθνούς εμπορίου ενδέχεται να παρεμποδίσουν τις άμεσες επιδοτήσεις στις επιχειρήσεις, διότι αυτό θα δημιουργούσε αθέμιτο πλεονέκτημα στην αγορά.

4.2. Περιβαλλοντικές επιδράσεις των υλικών και σχεδίων κατασκευής

Οι δραστηριότητες κατασκευής και κατασκευών παγκοσμίως καταναλώνουν 3 δισεκατομμύρια τόνους πρώτων υλών κάθε χρόνο, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 40% της συνολικής παγκόσμιας χρήσης. Η ετήσια κατασκευαστική παραγωγή του Ηνωμένου Βασιλείου απαιτεί 170 εκατομμύρια τόνους πρωτογενών υλικών και προϊόντων, 125 εκατομμύρια τόνους προϊόντων λατομείων και 70 εκατομμύρια τόνους

ανακυκλωμένων και αναγεννημένων προϊόντων. Για την παραγωγή και την παράδοση των προϊόντων αυτών καταναλώνονται 6 εκατομμύρια τόνοι ενέργειας και εκπέπονται 23 εκατομμύρια τόνοι CO₂. Τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή είναι χάλυβας και σκυρόδεμα, τα οποία και τα δύο έχουν υψηλή ενσωματωμένη ενέργεια.

Η επιλογή των υλικών και των δομικών στοιχείων για οποιοδήποτε κτίριο θα γίνεται κυρίως με βάση τις θερμικές ιδιότητες, τις δομικές ιδιότητες και το κόστος. Εκτός από τις ενεργειακές επιπτώσεις των υλικών, άλλοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν περιλαμβάνουν:

- τις συνέπειες της εξόρυξης ορυκτών για την παραγωγή του βασικού προϊόντος
- τη ρύπανση και τις ενεργειακές συνέπειες της διαδικασίας παραγωγής / παραγωγής
- την τοξικότητα του προϊόντος και των χημικών ουσιών κ.λπ. που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής, π.χ. δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη / δυναμικό εξάντλησης του όζοντος
- αποβλήτων σε όλα τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής και κατασκευής
- θέματα διανομής / μεταφοράς
- τον κύκλο ζωής και τις επιλογές ανακύκλωσης στο τέλος της αναμενόμενης ζωής του

Ένα μέτρο που χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η ενσωματωμένη ενέργεια. Έχουν εκπονηθεί ορισμένοι πράσινοι οδηγοί που περιλαμβάνουν τα παραπάνω ζητήματα και προσπαθούν να δώσουν κάποια βαρύτητα στην πιθανή επίδραση όλων των παραπάνω.

4.3. Πρόβλεψη περί ελλείψεων υλικών κατασκευής

Καθώς η οικονομική δραστηριότητα κυμαίνεται, η εστίαση αλλάζει σε βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα ζητήματα. Για τις περισσότερες βιομηχανίες, η ύφεση εμποδίζει τον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό, αλλά καθώς η ανάπτυξη επιστρέφει, οι συμμετέχοντες στην αγορά αρχίζουν να σκέπτονται για το πώς θα προμηθεύεται η

μελλοντική ζήτηση. Η βιομηχανία αδρανών υλικών δεν διαφέρει. Μετά από πτώση κατά σχεδόν το ένα τρίτο κατά την περίοδο 2007-2009, η ζήτηση για αδρανή υλικά ανακτάται από τότε: Μεταξύ του 2013 και του 2015, η απότομη ανάκαμψη της κατασκευαστικής δραστηριότητας είχε ως αποτέλεσμα οι συνολικές πωλήσεις να αυξάνονται κατά περισσότερο από 20%, αν και το συνολικό όγκο πωλήσεων 2015 GB ανακυκλωμένα υλικά) παρέμεινε πολύ χαμηλότερα από τα ιστορικά υψηλά επίπεδα στα 226 εκατ. τόνους το 2015 σε σύγκριση με 332 εκατ. τόνους το 1989 και 279 εκατ. τόνους το 2007.

Οι προοπτικές για τα επόμενα χρόνια είναι θετικές, ακόμη και αφού ληφθούν υπόψη οι δυνητικά βραδύτερες οικονομικές και κατασκευαστικές προοπτικές μεσοπρόθεσμα ως αποτέλεσμα της απόφασης να εγκαταλειφθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες παγκόσμιες οικονομικές ανησυχίες. Η αυξημένη οικονομική αβεβαιότητα μετά την ψηφοφορία του Brexit αναμένεται να περιορίσει τη δραστηριότητα των κατασκευών κατά τα έτη 2017-18, επηρεάζοντας ιδιαίτερα τη στέγαση, τις εμπορικές και βιομηχανικές κατασκευές. Εν τω μεταξύ, οι δαπάνες για τις υποδομές είναι πιθανό να είναι ένα πιο θετικό στοιχείο των κατασκευών από το 2018, δεδομένου ότι οι εργασίες για μεγάλα έργα όπως το Hinkley Point C και HS2 σχεδιάζονται να ξεκινήσουν παράλληλα με τις πιο έντονες αυξήσεις του οδικού προγράμματος της Highways England.

Μετά την έναρξη της ανάκαμψης της κατασκευαστικής δραστηριότητας το 2013, προέκυψαν ανησυχίες σχετικά με το κατά πόσον οι βιομηχανίες και οι προμηθευτές τους έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίσουν περαιτέρω σημαντική ανάπτυξη της αγοράς. Τα σημάδια του άγχους ήταν καλά δημοσιευμένα σε ορισμένες αγορές, όπως για τα τούβλα αργίλου, όπου οι όγκοι των εισαγωγών αυξήθηκαν το 2013-14 και εν μέρει αντανakλούν την αναντιστοιχία μεταξύ του ρυθμού ανάκαμψης της κατασκευαστικής δραστηριότητας και της ταχύτητας με την οποία αυξήθηκε η παραγωγική ικανότητα των μονάδων τούβλων του Ηνωμένου Βασιλείου .

Στον κλάδο των αδρανών, η τελευταία Ετήσια Έρευνα Χημικών Διεργασιών MPA 2016 δείχνει το ενδεχόμενο μελλοντικής έλλειψης εφοδιασμού άμμου και χαλικιού: Τα τελευταία 10 χρόνια, για κάθε 100 τόνους άμμου και χαλικιού που χρησιμοποιήθηκαν, έχουν αντικατασταθεί κατά μέσο όρο μόνο 61 τόνοι μέσω νέων αδειών σχεδιασμού, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση των επιτρεπόμενων αποθεμάτων. Εξετάζοντας τα

χρονοδιαγράμματα ανάπτυξης των χώρων, χρειάζονται κατά μέσο όρο 10-15 χρόνια για να εντοπιστούν, να ασφαλιστούν και να λάβουν άδεια οικοδόμησης και άδειες για ένα νέο ορυκτό, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη στρατηγικού σχεδιασμού μακροπρόθεσμα.

Είναι επομένως εμφανής η ανάγκη να προβληματιστούμε πέρα από τους οικονομικούς κύκλους και να σχεδιάζουμε τη δυνητική ζήτηση και τρόπους για να εξασφαλίσουμε αυτή τη ζήτηση. Η μελλοντική οικονομική ανάπτυξη, η αύξηση του πληθυσμού και οι τάσεις στην ένταση των υλικών στην κατασκευαστική δραστηριότητα θα αποτελέσουν καθοριστικούς παράγοντες για το επίπεδο ζήτησης κατά τα επόμενα 15 χρόνια. Ένα βασικό σενάριο δείχνει ότι η ετήσια ζήτηση για συσσωματώματα θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 18% έως το 2030, δηλαδή επιπλέον 40 εκατ. Τόνων αδρανών κάθε χρόνο. Κατά τα επόμενα 15 χρόνια, η βιομηχανία θα μπορούσε να προμηθεύσει μέχρι και 3,8 δισεκατομμύρια τόνους υλικών. Τα τρέχοντα επιτρεπόμενα αποθέματα είναι ήδη κοντά σε αυτό το ποσοστό και συνεχίζουν να μειώνονται σταθερά.

4.4. Διαχείριση αποβλήτων κατεδάφισης

Ο κατασκευαστικός κλάδος συνεισφέρει σημαντικά στην υπερβολική κατανάλωση φυσικών πόρων, εξάντληση και υποβάθμιση, παραγωγή και συσσώρευση αποβλήτων και περιβαλλοντικές επιπτώσεις και υποβάθμιση. Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται από τη δραστηριότητα κατασκευής και κατεδάφισης είναι σημαντική. Οι έρευνες που διενεργήθηκαν σε αρκετές χώρες διαπίστωσαν ότι ανέρχονται στο 20% έως 30% των συνολικών αποβλήτων που εισέρχονται σε χώρους υγειονομικής ταφής σε ολόκληρο τον κόσμο (Bossink & Brouwers, 1996). Επιπλέον, το βάρος των παραγόμενων αποβλήτων κατεδάφισης είναι περισσότερο από το διπλάσιο του βάρους των παραγόμενων δομικών αποβλήτων. Άλλες μελέτες συνέκριναν τις νέες κατασκευές με την ανακαίνιση και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το τελευταίο αντιπροσωπεύει πάνω από το 80% της συνολικής ποσότητας αποβλήτων που παράγονται από την οικοδομική δραστηριότητα στο σύνολό της. Η οικοδομική δραστηριότητα στα ιστορικά κέντρα των πόλεων τείνει να είναι μια σημαντική μονάδα παραγωγής

αποβλήτων, διότι τόσο τα έργα ανακαίνισης όσο και τα νέα έργα περιλαμβάνουν συχνά την κατεδάφιση (Teixeira & Couto, 2000). Οι δραστηριότητες των εργοταξίων σε αστικές περιοχές μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στο περιβάλλον, παρεμποδίζοντας την καθημερινή ζωή των κατοίκων, οι οποίοι συχνά παραπονιούνται για σκόνη, λάσπη, θόρυβο, καθυστέρηση κυκλοφορίας, μείωση του χώρου, εναπόθεση υλικών ή αποβλήτων στο δημόσιο χώρο κλπ. (Couto, 2002, Couto & Couto, 2006), η προσπάθεια που δόθηκε σε κάθε επίδραση από τη σημασία που δόθηκε σε κάθε μία από τις επιστημονικές δημοσιεύσεις ήταν η εξής:

- Παραγωγή αποβλήτων.
- Λάσπη στους δρόμους.
- Παραγωγή σκόνης.
- Μόλυνση του εδάφους και του νερού και καταστροφή του δημόσιου αποχετευτικού συστήματος.
- Βλάβη των δέντρων.
- Οπτική επίδραση.
- Θόρυβος.
- Αύξηση της κυκλοφορίας και της κατοχής δημόσιων οδών και
- Βλάβη του δημόσιου χώρου.

Στα ιστορικά κέντρα των πόλεων (HCC) οι αρνητικές επιπτώσεις των κατασκευαστικών έργων έχουν ακόμη μεγαλύτερη σημασία, καθώς είναι αστικές περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Δεδομένου ότι πρόκειται για τουριστικές τοποθεσίες, είναι απαραίτητο να διατηρηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο ως ευχάριστα μέρη για να ζήσουν, να εργαστούν και να απολαύσουν. Επιπλέον, οι περιοχές αυτές έχουν συχνά σημαντικούς περιορισμούς όσον αφορά τον διαθέσιμο χώρο, γεγονός που δημιουργεί περισσότερες δυσκολίες για τα κατασκευαστικά έργα. Ως εκ τούτου, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, η HCC απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή από τους παρεμβαίνοντες του κατασκευαστικού τομέα προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις των κατασκευαστικών έργων.

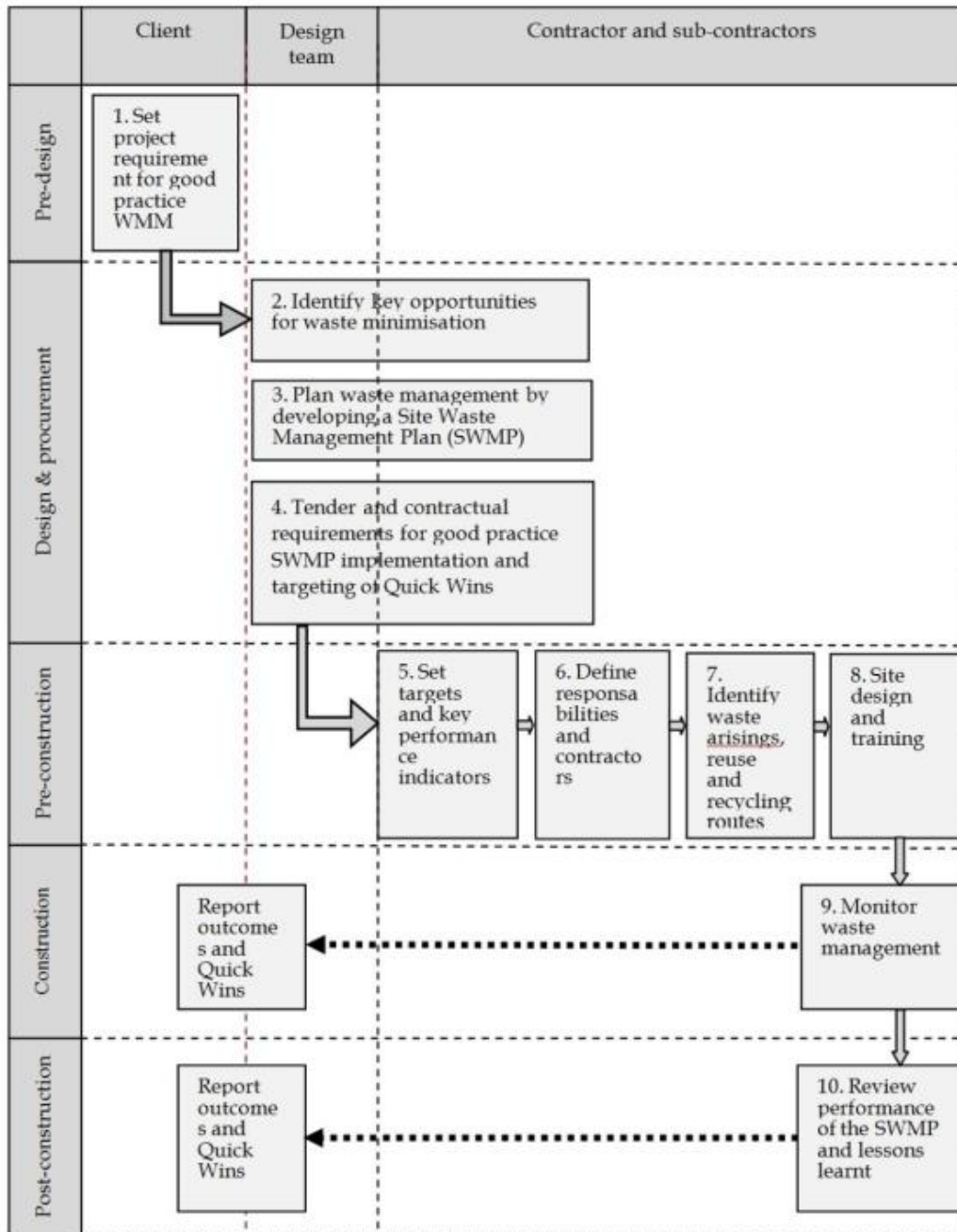
Η διαχείριση των αποβλήτων περιλαμβάνει τον εντοπισμό πιθανών ροών αποβλήτων, τον καθορισμό στόχων ανάκτησης και τη διαχείριση της διαδικασίας ώστε να διασφαλιστεί η επίτευξη των στόχων αυτών.

Η υιοθέτηση των αρχών της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων ορθής πρακτικής σε ένα σχέδιο μπορεί να αποδείξει μια σταθερή δέσμευση για βιώσιμη κατασκευή και περιβαλλοντική διαχείριση. Οι ορθές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων, όταν εφαρμόζονται σωστά, φέρνουν ορισμένα οφέλη. Τα κύρια οφέλη περιλαμβάνουν (WRAP (α), 2009):

- Μειωμένο κόστος υλικών και διάθεσης - λιγότερα απόβλητα που παράγονται σημαίνει ότι θα αγοραστεί μειωμένη ποσότητα υλικών και λιγότερα απόβλητα που λαμβάνονται στο χώρο υγειονομικής ταφής θα μειώσουν τα τέλη πύλης για διάθεση. Η εξοικονόμηση κόστους θα τονώσει την υιοθέτηση βελτιωμένων πρακτικών ανάκτησης και θα δώσει κίνητρο για μια διαρκή αλλαγή στην πρακτική διαχείρισης αποβλήτων.
- Αυξημένη ανταγωνιστική διαφοροποίηση - ωφελεί τόσο τους προγραμματιστές όσο και τους εργολάβους, ιδίως όταν αυτό θα συμβάλει στην επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας του υποψήφιου πελάτη.
- Χαμηλότερες εκπομπές CO₂ ·
- Συμπλήρωση σε άλλες πτυχές του βιώσιμου σχεδιασμού και
- Ανταπόκριση και πρόληψη της δημόσιας τάξης - οι οργανώσεις που ανταποκρίνονται στην ώθηση στη χάραξη πολιτικής για την αυξημένη βιωσιμότητα των κατασκευών και του οικοδομημένου περιβάλλοντος θα είναι σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με εκείνες που περιμένουν μέχρι να αναγκαστούν να ενεργήσουν νομοθετικά.

Με την εφαρμογή της ορθής πρακτικής ελαχιστοποίησης και διαχείρισης των αποβλήτων είναι δυνατόν να είναι σημαντικά πιο αποδοτική στη χρήση των φυσικών πόρων χωρίς να διακυβεύονται προγράμματα κόστους, ποιότητας ή κατασκευής (WRAP (α), 2009).

Η πλήρης αξιοποίηση της ορθής πρακτικής για την ελαχιστοποίηση και τη διαχείριση των αποβλήτων σε ένα έργο θα σημαίνει την υιοθέτηση των αρχών του στο συντομότερο δυνατό στάδιο, κατά προτίμηση με εντολή του πελάτη μέσω των απαιτήσεων προμηθειών. Οι αρχές ορθής πρακτικής θα πρέπει στη συνέχεια να κοινοποιούνται και να εφαρμόζονται από την ομάδα σχεδιασμού, τον ανάδοχο, τους υπεργολάβους και τους εργολάβους διαχείρισης αποβλήτων σε όλες τις φάσεις του έργου - από τον σχεδιασμό των περιγραμμάτων μέχρι την ολοκλήρωση του έργου.

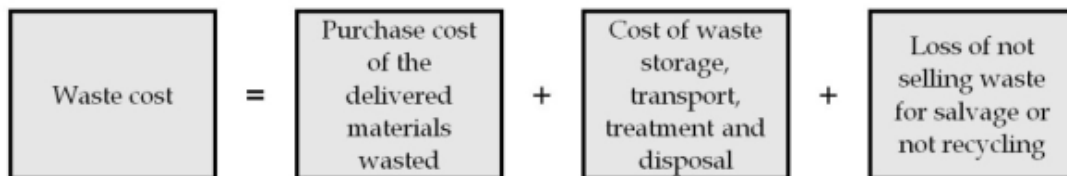


Εικόνα 4. Επίτευξη ελαχιστοποίησης και διαχείρισης των αποβλήτων ορθής πρακτικής

Το κόστος των αποβλήτων δεν περιορίζεται στο κόστος υγειονομικής ταφής, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.

Στο αναφερόμενο κόστος πρέπει να προστεθούν και οι ακόλουθες δαπάνες:

- Ο χρόνος που απαιτείται για τη διαλογή, τον χειρισμό και τη διαχείριση των αποβλήτων επί τόπου.
- Η κακή συσσώρευση ή η υπερπληρωμή των παραληπτών που οδηγούν σε διπλή οδήγηση σε διπλό χειρισμό (αυτό το κόστος είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί ποσοτικά). και
- Το κόστος του υλικού που έχει χαθεί.



Εικόνα 5. The costs of waste

Η ιεραρχία ελαχιστοποίησης των αποβλήτων αποτελεί σημαντικό οδηγό για τη διαχείριση των αποβλήτων. Ενθαρρύνει την υιοθέτηση επιλογών διαχείρισης των αποβλήτων με την ακόλουθη σειρά προτεραιότητας (Morgan & Stevenson, 2005):

- Τα απόβλητα πρέπει να αποτρέπονται ή να μειώνονται στην πηγή όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Όταν δεν μπορούν να αποφευχθούν τα απόβλητα, τα απόβλητα ή τα προϊόντα πρέπει να επαναχρησιμοποιηθούν απευθείας ή να ανακατασκευαστούν πριν επαναχρησιμοποιηθούν.
- Τα υλικά αποβλήτων πρέπει στη συνέχεια να ανακυκλωθούν ή να επανεπεξεργασθούν σε μορφή που τους επιτρέπει να ανακτηθούν ως δευτερογενής πρώτη ύλη.
- Όταν δεν μπορούν να ανακτηθούν χρήσιμα δευτερογενή υλικά, το ενεργειακό περιεχόμενο των αποβλήτων πρέπει να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και
- Μόνο εάν τα απόβλητα δεν μπορούν να αποτραπούν, να ανακτηθούν ή να ανακτηθούν, πρέπει να απορριφθούν στο περιβάλλον με χωματερές και αυτό θα πρέπει να πραγματοποιείται μόνο με ελεγχόμενο τρόπο.

Η διαχείριση των απορριμμάτων των κατασκευών θα πρέπει να κινηθεί όλο και περισσότερο προς την πρώτη από αυτές τις επιλογές, χρησιμοποιώντας ένα πλαίσιο που διέπεται από τις βασικές αρχές που προωθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ):

- Η αρχή της εγγύτητας.
- Περιφερειακή αυτάρκεια;
- Η αρχή της προφύλαξης.
- Ο ρυπαίνων πληρώνει και
- Η καλύτερη δυνατή περιβαλλοντική επιλογή.

Είναι σαφές ότι η επαναχρησιμοποίηση των δομικών στοιχείων θα πρέπει να έχει προτεραιότητα έναντι της ανακύκλωσής τους, όπου αυτό είναι εφικτό, προκειμένου να συμβάλει στην ικανοποίηση της πρώτης προτεραιότητας της πρόληψης των αποβλήτων στην πηγή.

Η αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων είναι ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων. Αποτελεσματικά, ελαφριά σχέδια, τα οποία ανταποκρίνονται καλά στα χαρακτηριστικά του χώρου, ελαχιστοποιούν όχι μόνο τα απόβλητα, αλλά επίσης συχνά οδηγούν σε εξοικονόμηση κόστους στην κατασκευή. Τέτοια κτίρια έχουν επίσης συχνά σημαντικά χαμηλότερα μακροπρόθεσμα λειτουργικά έξοδα. Ο εντοπισμός πιθανών αποβλήτων στις αρχές της διαδικασίας σχεδιασμού μειώνει τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Πρόσφατη έρευνα από το WRAP (WRAP (b), 2009) έχει εντοπίσει τη σημαντική συμβολή που μπορούν να κάνουν οι σχεδιαστές στη μείωση των αποβλήτων μέσω του σχεδιασμού τους. Το WRAP έχει αναπτύξει μια σειρά υποδειγματικών μελετών περιπτώσεων σε ζωντανά έργα, συνεργαζόμενη με ομάδες σχεδιασμού για να εντοπίσει και να οικοδομήσει την επιχειρησιακή περίπτωση για δράση σχετικά με το σχεδιασμό των αποβλήτων. Το έργο αυτό βελτίωσε την τρέχουσα κατανόηση του τρόπου μείωσης των αποβλήτων κατασκευής και οδήγησε στην ανάπτυξη πέντε βασικών αρχών που οι ομάδες σχεδιασμού μπορούν να χρησιμοποιήσουν κατά τη διαδικασία σχεδιασμού για τη μείωση των αποβλήτων:

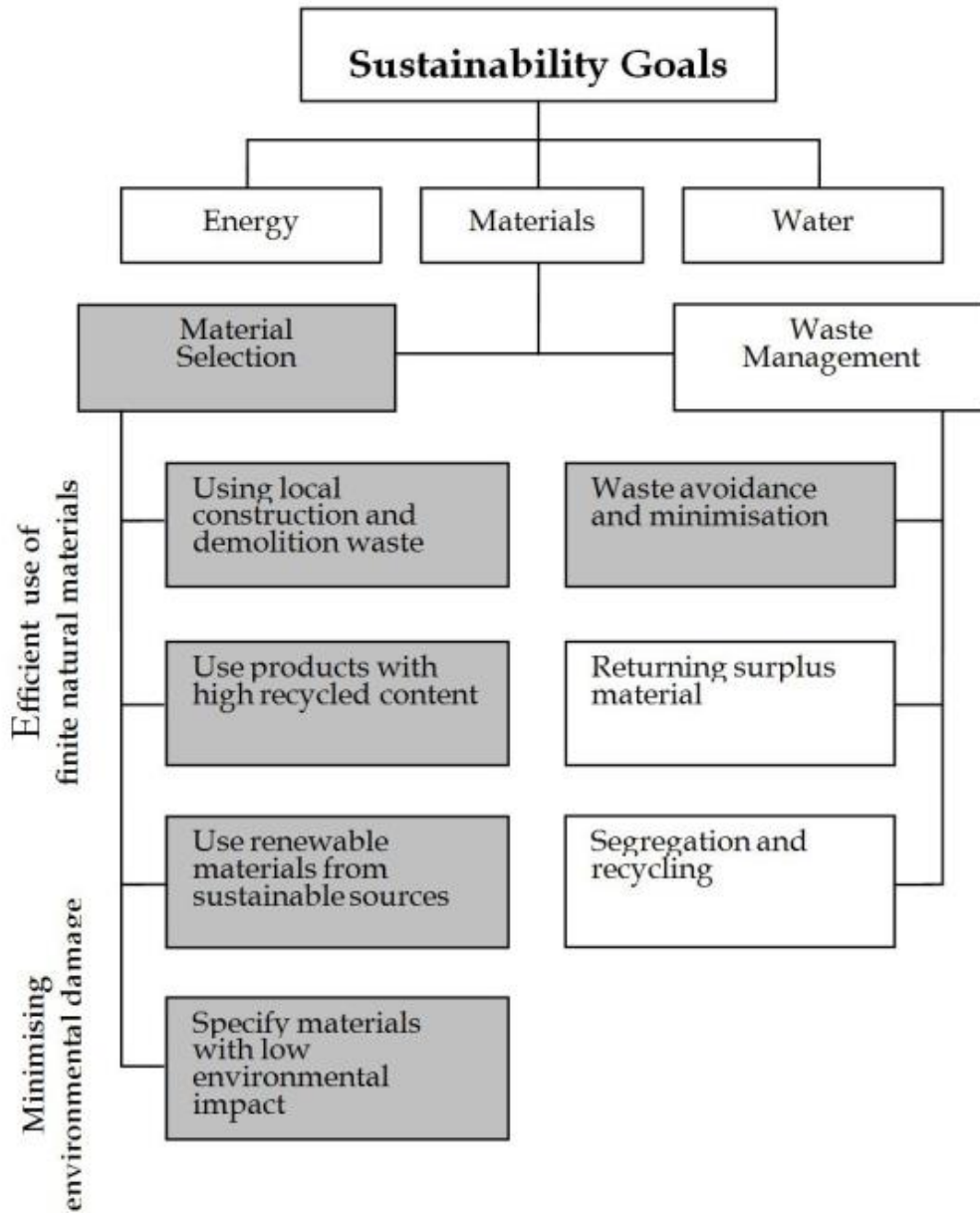
- Σχεδιασμός για επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση - η επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων υλικών ή / και ολόκληρου του κτιρίου έχει σημαντική δυνατότητα

να μειώσει τα βασικά περιβαλλοντικά βάρη (π.χ. ενσωματωμένη ενέργεια, CO₂, απόβλητα κ.λπ.) που προκύπτουν από την κατασκευή.

- Σχεδιασμός για την κατασκευή εκτός εργοστασίου - τα πλεονεκτήματα της εργοστασιακής παραγωγής εκτός εργοστασίων στη βιομηχανία κατασκευών περιλαμβάνουν τη δυνατότητα σημαντικής μείωσης των αποβλήτων, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στοιχεία και εξαρτήματα που κατασκευάζονται από το εργοστάσιο.
- Σχεδιασμός για τη βελτιστοποίηση των υλικών - αυτή η αρχή βασίζεται σε μια σειρά από πρωτοβουλίες «καλής πρακτικής» που οι σχεδιαστές θα πρέπει να εξετάσουν ως μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού. Η ορθή πρακτική στο πλαίσιο αυτό είναι η υιοθέτηση μιας προσέγγισης σχεδίασης που επικεντρώνεται στην αποδοτικότητα των υλικών έτσι ώστε να χρησιμοποιείται λιγότερο υλικό στο σχεδιασμό (δηλ. Άπαχο σχέδιο) ή / και λιγότερα απόβλητα κατά την κατασκευαστική διαδικασία, χωρίς να διακυβεύεται η έννοια του σχεδιασμού.
- Σχεδιασμός για την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων - οι σχεδιαστές έχουν σημαντική επίδραση στην ίδια την κατασκευαστική διαδικασία, τόσο μέσω προδιαγραφών όσο και μέσω καθορισμού συμβατικών στόχων, πριν από τον επίσημο διορισμό ενός εργολάβου / κατασκευαστή. Οι σχεδιαστές πρέπει να εξετάσουν τον τρόπο με τον οποίο οι ακολουθίες εργασίας επηρεάζουν την παραγωγή αποβλήτων κατασκευής και να συνεργαστούν με τον ανάδοχο και άλλους εξειδικευμένους υπεργολάβους για να κατανοήσουν και να ελαχιστοποιήσουν αυτά, συχνά θέτοντας σαφείς συμβατικούς στόχους. Μόλις προσδιοριστούν και κατανοηθούν οι ακολουθίες εργασίας που προκαλούν απόβλητα, συχνά μπορούν να "σχεδιαστούν". και
- Σχεδιασμός για αποδόμηση και ευελιξία - οι σχεδιαστές πρέπει να εξετάσουν πώς μπορούν να ανακτηθούν τα υλικά αποτελεσματικά κατά τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου όταν γίνεται η συντήρηση και η ανακαίνιση ή όταν το κτίριο έρχεται στο τέλος της ζωής του. Η μη σχεδίαση με το σχεδιασμό για την αποδόμηση και την ευελιξία στο μυαλό περιορίζει τις μελλοντικές δυνατότητες του σχεδιασμού για επαναχρησιμοποίηση.

Κατά τη φάση σχεδιασμού των κατασκευών υπάρχουν διάφορες δράσεις που θα μπορούσαν να αποτρέψουν την παραγωγή αποβλήτων, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Σχεδιασμός σε τυποποιημένα μεγέθη, σε αρθρωτή και προκατασκευασμένη κατασκευή και απαιτώντας ελάχιστες χωματουργικές εργασίες.
- Ενσωμάτωση ανακυκλώσιμων, ανακυκλωμένων και επαναχρησιμοποιήσιμων προϊόντων στην κατασκευή.
- Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση ή αποδόμηση. Ορισμένες από τις αρχές περιλαμβάνουν: την αποπροσανατολισμό των συστημάτων, τα υλικά βιδωμένα μαζί αντί των κολλημένων, ένα σχέδιο κατασκευής και αποδόμησης, τις συνδέσεις και τα σημεία σύνδεσης για τους εργαζόμενους και τα μηχανήματα, χωρίς επικίνδυνα υλικά και υλικά υψηλής ανακύκλωσης (Resource Venture , 2005).
- Λήψη υπόψη της ανακαίνισης ενός υφιστάμενου κτιρίου, παρά την κατεδάφιση και την ανοικοδόμηση.
- Σχεδιασμός για τη μείωση της μελλοντικής χρήσης ενέργειας, με προσανατολισμό του κτιρίου για χρήση παθητικής ηλιακής θέρμανσης και φυσικού αερισμού.
- Ο συντονισμός μεταξύ σχεδιαστών και κατασκευαστικών εταιρειών θα πρέπει να συμμετέχει στον ορισμό των υλικών και των προϊόντων δομικών κατασκευών. και
- Οι συνθήκες συσκευασίας θα πρέπει να συζητούνται με τους προμηθευτές προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των συσκευασιών και η ποσότητα των υλικών συσκευασίας, ιδιαίτερα εκείνων που δεν είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν ή είναι δύσκολο να ανακυκλωθούν.



Εικόνα 6. Η αποτελεσματικότητα των πόρων των υλικών ως μέρος της βιώσιμης κατασκευής. Πηγή: (WRAP (b), 2009).

Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της κατασκευής υπάρχουν διάφορες ενέργειες που θα μπορούσαν να αποτρέψουν την παραγωγή αποβλήτων, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν (CIRIA, 1997 · EnviroSense, 1996 · Couto, 2002 · Couto & Couto (a), 2007 · Teixeira & Couto, 2000):

- Ο συντονισμός μεταξύ σχεδιαστών και κατασκευαστικών εταιρειών θα πρέπει να συμμετέχει στον ορισμό των υλικών και των προϊόντων δομικών κατασκευών.
- Προώθηση επαρκούς επικοινωνίας μεταξύ ιδιοκτητών, σχεδιαστών έργων και εργολάβων. Η έλλειψη επικοινωνίας είναι συχνά η αιτία μερικής κατεδάφισης και απομάκρυνσης του εφαρμοζόμενου υλικού, συμβάλλοντας στην άσκοπη έξοδο των συντριμμίων.
- Να ενημερώνονται οι εργαζόμενοι και τα ενδιαφερόμενα μέρη, είτε πρόκειται για τα μέτρα που λαμβάνονται για την ελαχιστοποίηση των συντριμμίων είτε για τη σημασία αυτών των μέτρων, καθώς είναι ευκολότερο να αναληφθεί δράση όταν γνωρίζουμε τα κίνητρα γι' αυτό
- Πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής, οι γαιδούρες χρειάζονται υλικά και προσπαθούν να εντοπίσουν και να αποκτήσουν προηγουμένως τα χρησιμοποιημένα υλικά, όποτε είναι δυνατόν.
- Η άφιξη των υλικών και των προϊόντων θα πρέπει να προγραμματίζεται, ανάλογα με τον διαθέσιμο χώρο στο εργοτάξιο και τη ροή της παραγωγής, ώστε να αποφεύγονται τα υπερβολικά αποθέματα και η πιθανή αλλοίωση των αγαθών και των συσκευασιών.
- Τα αποθέματα άμμου, χαλικιού, εδάφους και άλλου παρόμοιου υλικού πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να μην διαρρέουν και δεν μπορούν να πλυθούν επάνω στον παρακείμενο δρόμο.
- Οι διαρροές ατυχημάτων αυτών των υλικών πρέπει να αφαιρεθούν πριν από την ολοκλήρωση της εργασίας της ημέρας.
- Ο ποιοτικός έλεγχος πρέπει να απορρίπτει ελαττωματικά υλικά κατά τη στιγμή της παράδοσης, αποφεύγοντας έτσι τη μεταγενέστερη διάθεση.
- Τα υλικά θα πρέπει να παραδίδονται συσκευασμένα στον χώρο, έτσι ώστε να μπορεί να μειωθεί η ρωγμή κατά τη διάρκεια των εργασιών μεταφοράς και χειρισμού επί τόπου.
- Οι συνθήκες συσκευασίας θα πρέπει να συζητούνται με τις προμήθειες προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των συσκευασιών και η ποσότητα των υλικών συσκευασίας, ιδίως εκείνων που δεν είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν ή που είναι δύσκολο να ανακυκλωθούν τα απόβλητα.

- Οι παραγγελίες για την προμήθεια υλικών θα πρέπει να τηρούν τις ανάγκες ταξινόμησης ώστε να αποφεύγονται προσαρμογές κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Να επιλέγονται προϊόντα που παράγουν όσο το δυνατόν λιγότερο απόβλητα ή τουλάχιστον λιγότερο τοξικά απόβλητα. Ένα καλό παράδειγμα είναι τα χρώματα με βάση το πετρέλαιο, τα οποία περιέχουν οργανικούς διαλύτες που μπορεί να καταστήσουν τα απόβλητα βαφών πιο επικίνδυνα. Η βαφή με βάση το νερό (latex) είναι ασφαλέστερη για τους χρήστες και είναι πιο εύκολη στη χρήση. Θα πρέπει επίσης να προσπαθήσουμε να χρησιμοποιήσουμε χρώματα χωρίς μεταλλικές χρωστικές ουσίες, καθώς μπορεί να καταστήσουν τα απόβλητα επικίνδυνα.
- Να αποθηκεύεται το φυτικό χόμα σε πασσάλους όχι μεγαλύτερο από 2 μέτρα και να χειρίζεται το όσο το δυνατόν λιγότερο, καθώς αυτό μπορεί να βλάψει τη δομή του.
- Να κόβονται όσο λιγότερα δέντρα και θάμνους είναι δυνατόν κατά τον καθαρισμό του εδάφους για την εμφύτευση ενός εργοταξίου. Τα δέντρα, οι κορμοί, τα κλαδιά και άλλες φυτικές ύλες είναι στερεά απόβλητα που πρέπει να αντιμετωπίζονται με ευκολία, με σημαντικό κόστος και
- Προσθήκη ετικέτας στα πακέτα των υλικών, όπως έρχεται, και να καταγράψει την ημερομηνία για την παραλαβή των υλικών που επιδεινώνουν εύκολα, έτσι ώστε οι πρώτοι που έρχονται να χρησιμοποιούνται πρώτα.

Τα περισσότερα απόβλητα που παράγονται κατά τη φάση κατασκευής μπορούν να αποφευχθούν. Οι τρόποι αποφυγής των αποβλήτων είναι (Couto & Couto (a), 2007, Couto & Couto, 2009):

- Παραγγελία προκατασκευασμένων υλικών που έχουν το σωστό μέγεθος για την εργασία.
- Μείωση της συσκευασίας επιστρέφοντας στον προμηθευτή ή ζητώντας επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες όπως το χαρτόνι ή το μέταλλο αντί για το πλαστικό.
- Μαζική αγορά για να αποφευχθεί η υπερβολική συσκευασία (ωστόσο, διασφαλίζοντας ότι δεν θα ξεπεραστούν οι απαιτήσεις του τόπου,

αποφεύγοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μεταφοράς και της πλεονάζουσας αποθήκευσης)

- Οι παραγγελίες στους προμηθευτές υλικών θα πρέπει να τηρούν τις ανάγκες ταξινόμησης, έτσι ώστε να μπορούν να αποφεύγονται προσαρμογές μεγέθους κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Βεβαίωση ότι οι χώροι αποθήκευσης είναι ασφαλείς και ανθεκτικοί στις καιρικές συνθήκες (όπου απαιτείται).
- Διατήρηση του χώρου τακτοποιημένου για να μειώσουμε τις απώλειες και τα απόβλητα.
- Προώθηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με τις καλές πρακτικές ως μέρος της επαγωγής / κατάρτισης για την υγεία και την κατάρτιση των εργαζομένων στο χώρο εργασίας.
- Προστασία για τα υλικά από φθορά. Θα πρέπει να φυλάσσονται σε προστατευμένες περιοχές εάν υποστούν υποβάθμιση από βροχή ή ηλιοφάνεια. Τα υλικά που μπορούν να υποβαθμιστούν με λάσπη ή σκόνη πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από περιοχές με μεγάλη κίνηση.
- Επιλογή αποβλήτων. Τα απόβλητα πρέπει να αποθηκεύονται σε χωριστά δοχεία, ανάλογα με την προέλευση του υλικού. ξύλο, μέταλλο, συσκευασίες, συσσωματώματα κλπ. Η αποθήκευση των απορριμμάτων έχει δυσκολίες - η αποθήκευση επικίνδυνων αποβλήτων είναι πολύ πιο εκτεταμένη από αυτή των ακίνδυνων υλικών - και μπορεί να καταστήσει το εργοτάξιο μη ασφαλές. Οι σωροί αποβλήτων που είναι διάσπαρτοι σε ολόκληρη την περιοχή καθιστούν πιο πιθανό τα ατυχήματα. η σωστή αποθήκευση των αποβλήτων όχι μόνο ενισχύει την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, καθώς συμβάλλει στην υγεία και την υγιεινή στο χώρο. Η επιλογή των αποβλήτων περιλαμβάνει επαρκή δρομολόγια για τη διάθεση εμπορευματοκιβωτίων και την εκμετάλλευση φορτηγών και γερανών και εργαζομένων με δεξιότητες στις διαδικασίες επιλογής, αλλά οι συνθήκες αυτές είναι συχνά δύσκολο να επιτευχθούν, ιδίως στα ιστορικά κέντρα των πόλεων. Ορισμένες ιδιωτικές εταιρείες δραστηριοποιούνται ήδη στον τομέα της επιλογής αποβλήτων και της πιθανής επαναχρησιμοποίησης υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο.
- Το κόψιμο σκυροδέματος εξαιτίας της έλλειψης ακρίβειας στο σχεδιασμό του κτιρίου υλοποίησης και η τοποθέτηση των οπών πρέπει να αποφεύγεται επειδή

παράγει απόβλητα εκτός από το χρονοβόρο και περιλαμβάνει θορυβώδεις εργασίες.

- Θα πρέπει να προτιμώνται τα υλικά επαναχρησιμοποιούμενων κιβωτίων με ενδεχόμενη αξία ναυαγίων ακόμη και αν το επενδυτικό κόστος είναι υψηλότερο. και
- Θα πρέπει να γίνεται αποθήκευση σε ασφαλείς περιοχές χρησιμοποιώντας κατάλληλα επισημασμένα δοχεία για χημικά και ανακύκλωση.

4.5. Μέθοδος κατεδάφισης για τη μείωση των αποβλήτων

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, η κατεδάφιση είναι μία από τις κύριες κατασκευαστικές δραστηριότητες όσον αφορά την παραγωγή αποβλήτων. Η βιομηχανία κατεδαφίσεων έχει υποστεί σημαντικές μεταβολές τα τελευταία 20 χρόνια. Παραδοσιακά, υπήρξε έντονη εργασιακή δραστηριότητα με χαμηλή τεχνολογία, χαμηλές δεξιότητες και κακή ρύθμιση που αφορούσε κυρίως την αποσυναρμολόγηση και την κατεδάφιση απλά κατασκευασμένων κτιρίων. Με την εμφάνιση νέων προκλήσεων, όπως η αυξανόμενη πολυπλοκότητα του σχεδιασμού των κτιρίων, οι οικονομικές πιέσεις των πελατών, τα θέματα υγείας και ασφάλειας, οι κανονιστικές και νομικές απαιτήσεις, ακολούθησε την τάση όλων των μεγάλων βιομηχανιών και μηχανισμό της διαδικασίας αντικαθιστώντας την εργασία με μηχανές (Hurley & Hobbs, 2004).

Τα παλαιότερα κτίρια έχουν συχνά διάφορα στοιχεία με αισθητική ή αντίκα αξία που έχει ως αποτέλεσμα τη διάσπασή τους. Δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα και το μέγεθος των κτιρίων έχει αυξηθεί, τόσο οι τεχνικές απαιτήσεις έχουν ανατεθεί στους εργολάβους να τις απομακρύνουν με ασφάλεια. Η έρευνα του Πανεπιστημίου του Salford (Bowes & Golton, 2000) αποκαλύπτει ότι οι τεχνικές κατεδάφισης δεν είναι μόνο πολυάριθμες, αλλά και ποικίλες όσον αφορά την τεχνολογία, την εφαρμογή, το κόστος και την ταχύτητά τους. Οι παραδοσιακές μέθοδοι όπως η χαλύβδινη σφαίρα αντικαθίστανται ταχέως από πιο σύγχρονες μεθόδους, καθώς η έμφαση μεταβάλλεται από την τοιχοποιία και τις τοιχοποιίες στις κατασκευές από σκυρόδεμα και χάλυβα.

Παραδοσιακά, οι παράγοντες αφορούν τις φυσικές πτυχές του κτιρίου που πρόκειται να κατεδαφιστεί, την τεχνολογία και τα υλικά, το μέγεθος, την τοποθεσία, τον τόπο, τη χρήση και το εύρος της απαιτούμενης κατεδάφισης, την ασφάλεια των εργοδοτών, το κοινό και το περιβάλλον και το χρονικό διάστημα (Kasai & Lindsell, 1988). Η ενσωμάτωση του παράγοντα χρόνου δείχνει ότι οι συμβατικοί όροι μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή, ενώ η συμπερίληψη πτυχών ασφάλειας επισημαίνει την επίδραση ευρύτερων θεμάτων όπως η νομοθεσία και το περιβάλλον. Ωστόσο, σήμερα πρέπει να προστεθεί ένας νέος παράγοντας στην αρχική ομάδα παραγόντων:

Η προτεινόμενη τύχη των οικοδομικών υλικών και των εξαρτημάτων μόλις κατεδαφιστεί η δομή θα επηρεάσει πιθανώς την επιλογή σε κάποιο βαθμό. Ορισμένες από τις διαθέσιμες μεθόδους, για παράδειγμα, εκρηκτικές ύλες, απλώς μειώνουν το κτίριο σε κομμάτια διαχειρίσιμου μεγέθους που λαμβάνουν ελάχιστα ή καθόλου υπόψη τον διαχωρισμό των υλικών. Είναι σαφές ότι τέτοιες μέθοδοι θα ήταν ακατάλληλες για ένα έργο στο οποίο καθορίστηκε υψηλός βαθμός επαναχρησιμοποίησης μεμονωμένων στοιχείων.

Υπάρχουν συνήθως αρκετές μέθοδοι αντιμετώπισης μιας κατεδάφισης, οι οποίες έχουν διάφορα πλεονεκτήματα σχετικά με τους παραπάνω παράγοντες. Δεν υπάρχουν μέθοδοι "σωστές" ή "λάθος", απλώς εναλλακτικές επιλογές που βασίζονται σε διαφορετική εκτίμηση των σχετικών παραγόντων σε μια περίπτωση.

Η επιλογή για την καλύτερη επιλογή για τη διαχείριση των αποβλήτων ενός έργου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την αξία των διαφόρων υλικών. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχουν υλικά για ένα έργο που έχουν μεγαλύτερη αξία "όπως είναι" για διάσωση σε σύγκριση με την αξία τους ως υλικό για ανακύκλωση. Ορισμένα από αυτά τα υλικά μπορεί να είναι πολύτιμα για επαναχρησιμοποίηση επί τόπου. Άλλα μπορεί να δωθούν ή να πωληθούν σε μεταχειρισμένο μεταπωλητή οικοδομικών υλικών ή φιλανθρωπικό οργανισμό. Το αρχικό κόστος των υπηρεσιών αποδόμησης μπορεί να αντισταθμιστεί από τις επιστροφές από υλικά που έχουν υποστεί ανάκτηση ή από το μειωμένο κόστος αγοράς. Ορισμένες υπηρεσίες αποδόμησης μπορούν επίσης να δώσουν έκπτωση φόρου για υλικά που είναι δωρεά (Resource Venture, 2005).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά μπορούν επίσης να παρέχουν λειτουργικά ή αισθητικά χαρακτηριστικά που δεν διατίθενται σε νέα υλικά.

Για παράδειγμα, το αποκομμένο ξύλο είναι συχνά ποιότητας και ποικιλίας ειδών που είναι δύσκολο να βρεθεί στην αγορά.

Υπάρχουν δύο τρόποι ανάκτησης υλικών για διάσωση και επαναχρησιμοποίηση: Αποσυναρμολογήστε το κτίριο ή πραγματοποιήστε μια επιλεκτική εργασία διάσωσης πριν την κατεδάφιση. Η αποδόμηση συνεπάγεται την προσεκτική αποσυναρμολόγηση μιας ολόκληρης δομής με αντίστροφη σειρά συναρμολόγησης, συνήθως με το χέρι, για την εκ νέου συγκομιδή υλικών για επαναχρησιμοποίηση. Η διάσωση είναι η αφαίρεση ορισμένων πολύτιμων επαναχρησιμοποιήσιμων οικοδομικών υλικών πριν από την κατεδάφιση.

Η αποδόμηση είναι ένας νέος όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια παλιά διαδικασία. Ως πρωταρχικός σκοπός, η αποδόμηση περιλαμβάνει μια εμπειρισταωμένη και περιεκτική μεθοδολογία για την αποσυναρμολόγηση ολόκληρης της οικοδομής και επιδιώκει να διατηρήσει την υψηλότερη δυνατή αξία για υλικά σε υπάρχοντα κτίρια, αποσυναρμολογώντας τα κατά τρόπο που θα επιτρέψει την επαναχρησιμοποίηση ή αποτελεσματική ανακύκλωση των υλικών που αποτελούν τη δομή (Moussioropoulos et al., 2007). Για έργα κατεδάφισης που περιλαμβάνουν την αφαίρεση μεγάλου μέρους μιας δομής ή ενός ολόκληρου κτιρίου, η αποδόμηση μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή. Η αποδόμηση είναι ένας ειδικός τύπος κατεδαφιστικής εργασίας που αυξάνεται σε δημοτικότητα στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες και που δημιουργεί τις μεγαλύτερες δυνατότητες ανάκτησης αποβλήτων σε ένα ευρύ φάσμα κατασκευαστικών έργων. Οι εργολάβοι αποδόμησης διαχωρίζουν ολόκληρη τη δομή, διαχωρίζοντας πόρους που μπορούν να σωθούν, να ανακυκλωθούν ή να ξαναχρησιμοποιηθούν.

Η σκοπιμότητα και η σχέση κόστους / αποτελεσματικότητας της αποδόμησης καθορίζεται από το πώς κατασκευάστηκε το κτίριο και ποια δομικά υλικά χρησιμοποιήθηκαν. Τα στοιχεία του κτιρίου, η κατάστασή τους και ο τρόπος με τον οποίο είναι ασφαλισμένα στη δομή μπορούν να επηρεάσουν τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των αποθηκευμένων υλικών.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι κατά πόσον οι συνθήκες της εγκατάστασης επιτρέπουν μηχανική κατεδάφιση ή χειρωνακτική κατεδάφιση, η οποία θα αυξήσει το κόστος εργασίας. Για να είναι ανταγωνιστική σε σχέση με το

κόστος με την συμβατική κατεδάφιση, το πρόσθετο κόστος της αποδόμησης (κυρίως η αποσυναρμολόγηση και η απομάκρυνση) πρέπει να αντισταθμιστεί από την αξία του αποθηκευμένου οικοδομικού υλικού και από το αποφευγόμενο κόστος διάθεσης.

Η διάσωση είναι η απομάκρυνση επαναχρησιμοποιούμενων οικοδομικών υλικών πριν από την κατεδάφιση. Σε πολλές περιπτώσεις, ενδέχεται να μην είναι εφικτό ή αποδοτικό από πλευράς κόστους η πλήρης αποδόμηση ενός κτιρίου, αλλά ενδέχεται να υπάρχουν υλικά για ένα έργο που μπορεί να σωθεί αντί να ανακυκλωθεί ή να απορριφθεί. Πρόκειται επίσης για μια πολύ καλή στρατηγική εξοικονόμησης κόστους για ένα έργο αναδιαμόρφωσης ή βελτίωσης μισθωτών. Οι περισσότεροι εργολάβοι κατεδάφισης ασκούν κάποιο επίπεδο διάσωσης σε επιλεγμένα κτίρια. Σε πολλές περιπτώσεις, οι εργολάβοι κατεδάφισης θα αναθέσουν υπεργολαβία σε εργολάβους αποδόμησης ή ειδικούς υπεργολάβους για τη διεξαγωγή εργασιών διάσωσης πριν την κατεδάφιση συγκεκριμένων εξαρτημάτων ή υλικών.

Υπάρχουν ορισμένοι τομείς στους οποίους οι αρχές ενδέχεται να επηρεάσουν τις στρατηγικές σχεδιασμού και σχεδιασμού σε πρώιμο στάδιο. Αυτά περιλαμβάνουν φορολογικά κίνητρα όπως η διατήρηση μιας σταθερής τιμής για τα ανακτηθέντα προϊόντα ή το αυξημένο κόστος διάθεσης αποβλήτων μέσω του φόρου για την υγειονομική ταφή. Η ενσωμάτωση των τεχνικών αποδόμησης στις προδιαγραφές των υλικών και στους κώδικες σχεδίασης τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο θα εστίαζε το μυαλό των σχεδιαστών και των κατασκευαστών. Η εκπαίδευση των μακροπρόθεσμων οφελών των τεχνικών αποδόμησης για τις ρυθμιστικές αρχές και τους μεγάλους πελάτες θα παράσχει το απαραίτητο κίνητρο για το αρχικό στάδιο σκοπιμότητας. Ωστόσο, ο σχεδιασμός για την αποδόμηση δεν αποτελεί μόνο ζήτημα για τους σχεδιαστές κτιρίων. Η ανάπτυξη κατάλληλων εργαλείων για την ασφαλή και οικονομική απομάκρυνση των δομικών στοιχείων αποτελεί βασική προϋπόθεση της πιο εκτεταμένης υιοθέτησης της αποδόμησης (Couto & Couto, 2007).

Μια μελέτη που διεξήχθη από το BRE (Building Research Establishment) (Hurley et al., 2001) έχει δείξει τι έχει γνωρίσει η βιομηχανία εδώ και δεκαετίες, ότι υπάρχουν βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της μεθόδου κατεδάφισης και συγκεκριμένα εμπόδια στην επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση στοιχείων και υλικών των κατασκευών. Οι περισσότεροι παράγοντες είναι φυσικοί από την άποψη της φύσης και του σχεδιασμού του κτιρίου μαζί με εξωτερικούς παράγοντες όπως ο

χρόνος και η ασφάλεια. Οι μελλοντικοί παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν θα πρέπει να περιλαμβάνουν την τύχη των στοιχείων, την κουλτούρα του αναδόχου κατεδάφισης και το «πραγματικό κόστος» της διαδικασίας. Για τους τελευταίους, τα εμπόδια στην ανάληψη περιλαμβάνουν την αντίληψη των σχεδιαστών και προγραμματιστών, το χρόνο και το χρήμα, τη διαθεσιμότητα ποιοτικών πληροφοριών σχετικά με τη δομή, τα απαγορευτικά ακριβή μέτρα υγείας και ασφάλειας, την υποδομή, την ποιότητα των εξαρτημάτων, τους κώδικες και τα πρότυπα, κίνδυνος.

Σύμφωνα με τους Hurley και Hobbs (Hurley & Hobbs, 2004) τα κύρια εμπόδια στο Ηνωμένο Βασίλειο για την αυξημένη χρήση των μεθόδων αποδόμησης στην κατασκευή περιλαμβάνουν:

- Έλλειψη πληροφοριών, δεξιοτήτων και εργαλείων για τον τρόπο αποδόμησης.
- Έλλειψη πληροφοριών, δεξιοτήτων και εργαλείων για τον σχεδιασμό της αποδόμησης.
- Έλλειψη μιας αρκετά εδραιωμένης αγοράς για τα αποσυμπιεσμένα προϊόντα.
- Έλλειψη σχεδιασμού. Τα προϊόντα δεν έχουν σχεδιασθεί με αποδόμηση στο μυαλό?
- Η απροθυμία των κατασκευαστών, οι οποίοι πάντα προτιμούν να αγοράζουν ένα καινούργιο προϊόν και όχι να επαναχρησιμοποιούν ένα υπάρχον προϊόν.
- Σύνθετα προϊόντα. Πολλά σύγχρονα προϊόντα είναι σύνθετα υλικά τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε μόλυνση, αν δεν αποικοδομηθούν σωστά ή δεν υποβληθούν σε χειρισμούς. και
- Οι αρθρώσεις μεταξύ των στοιχείων είναι συχνά σχεδιασμένες για να είναι κρυμμένες (και κατά συνέπεια απρόσιτες) και μόνιμες.
- Παρόλο που η αγορά των προϊόντων αποδόμησης είναι ανεπαρκώς ανεπτυγμένη στην Ελλάδα, μπορεί να σημειωθεί ότι το ενδιαφέρον για αρχιτεκτονικά συστατικά μικρού όγκου, υψηλής αξίας, σπάνια, μοναδικά ή αντίκα είναι πολύ υψηλότερο από το ενδιαφέρον για υλικά που έχουν μεγάλο όγκο, χαμηλή αξία, όπως ως σκυρόδεμα.
- Παρόλο που υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα για την αποδόμηση ως επιλογή για την απομάκρυνση των κτιρίων, υπάρχουν ακόμα περισσότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει αυτή η εναλλακτική λύση:

- Η αποδόμηση απαιτεί επιπλέον χρόνο. Οι χρονικοί περιορισμοί και η οικονομική πίεση για γρήγορη εκκαθάριση του χώρου λόγω του χαμένου χρόνου που προκύπτει από καθυστερήσεις στην εξόρυξη ή την άδεια μετακόμισης ενδέχεται να μειώσουν τη βιωσιμότητα της αποδόμησης ως επιχειρηματική εναλλακτική λύση.
- Η αποδόμηση είναι μια προσπάθεια έντασης εργασίας, χρησιμοποιώντας τα συνήθη εργαλεία χειρός στις περισσότερες περιπτώσεις. Ειδικά εργαλεία σχεδιασμένα για την αποδόμηση κτιρίων συχνά δεν υπάρχουν.
- Η σωστή αφαίρεση των υλικών που περιέχουν αμίαντο και των βαφών με βάση το μόλυβδο, που συχνά συναντώνται σε παλαιότερα κτίρια που είναι υποψήφια για αποδόμηση, απαιτεί ειδική εκπαίδευση, χειρισμό και εξοπλισμό και
- Η επαναπιστοποίηση των χρησιμοποιημένων υλικών δεν είναι πάντοτε δυνατή και οι κτιριακοί κώδικες συχνά δεν αντιμετωπίζουν την επαναχρησιμοποίηση κατασκευαστικών στοιχείων.

Οι κύριες ευκαιρίες που απαιτούν ανάπτυξη περιλαμβάνουν:

- Ο σχεδιασμός των αρμών για να διευκολυνθεί η αποδόμηση.
- Ανάπτυξη μεθοδολογιών για την αξιολόγηση, δοκιμή και πιστοποίηση αποσυγκροτημένων στοιχείων για αντοχή και ανθεκτικότητα κλπ.
- Ανάπτυξη τεχνικών για την επαναχρησιμοποίηση τέτοιων στοιχείων και
- Ο προσδιορισμός των έργων επίδειξης για την απεικόνιση του δυναμικού των διαφόρων μεθόδων.

Τα σύγχρονα υλικά όπως το κόντρα πλακέ και οι σύνθετες σανίδες είναι δύσκολο να αφαιρεθούν από τις κατασκευές. Επιπλέον, οι νέες τεχνικές κατασκευής όπως η συγκόλληση σανίδων δαπέδου και η χρήση συνδετήρων υψηλής τεχνολογίας εμποδίζουν την αποδόμηση. Έτσι, κτίρια κατασκευασμένα πριν από το 1950 θα πρέπει να είναι ιδανικά στοχευμένα για αποδόμηση (Moussiopoulos et al., 2007). Αναμένεται σημαντική αύξηση των επενδύσεων στην αποκατάσταση κτιρίων. Η αποδόμηση θα πρέπει να έχει σημαντική συμβολή σε αυτή τη διαδικασία.

Το μεγαλύτερο όφελος θα επιτευχθεί με την ενσωμάτωση των ζητημάτων αποδόμησης στο στάδιο σχεδιασμού και σκοπιμότητας για όλες τις νέες κατασκευές. Κάθε περίπτωση μπορεί στη συνέχεια να κριθεί βάσει των πλεονεκτημάτων της όσον αφορά

το δυνητικό κόστος ανάκτησης και ανακύκλωσης ή ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης δομικών υλικών.

4.6. Ανακύκλωση απορριμμάτων κατεδάφισης

Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών εμποδίζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μειώνοντας την ανάγκη για εξόρυξη και συγκομιδή παρθένων φυσικών πόρων, ενώ ταυτόχρονα εξοικονομούν δάση και φυσικές περιοχές από περαιτέρω υποβάθμιση. Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων είναι αποτελεσματική, καθώς δεν απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται περαιτέρω χρήση ενέργειας. Η αποδοτικότητα μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με την επαναχρησιμοποίηση υλικών στο εργοτάξιο, εξαλείφοντας την ανάγκη για μεταφορά. Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων, όπως περιγράφεται παρακάτω:

- Η προσεκτική κατεδάφιση μπορεί να μεγιστοποιήσει την αξία επαναχρησιμοποίησης των υλικών, ιδίως των εξαρτημάτων, των επενδύσεων δαπέδων και των επενδύσεων ξυλείας.
- Ταξινόμηση υλικών κατεδάφισης και ταυτοποίηση των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να βαθμολογηθούν ανάλογα με την ποιότητα και την επαναχρησιμοποίηση.
- Επαναχρησιμοποίηση του βράχου, του εδάφους και της βλάστησης στο χώρο για τον εξωραϊσμό.
- Αποθηκεύστε τα υλικά για απομάκρυνση και επαναχρησιμοποίηση, εξασφαλίζοντας επαρκή πρόβλεψη για ιζήματα και έλεγχο της διάβρωσης (εξασφαλίζοντας ελάχιστο αντίκτυπο στην αισθητική ποιότητα του περιβάλλοντος χώρου).
- Επαναχρησιμοποίηση υλικών από το στάδιο κατεδάφισης.
- Αγοράστε χρησιμοποιημένα υλικά από τα ναυπηγεία όπου είναι δυνατόν τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά κορνίζας με τελική αξία ναυαγίου θα πρέπει να προτιμώνται ακόμη και αν το επενδυτικό κόστος είναι υψηλότερο.
- Τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά κορνίζας με τελική αξία ναυαγίου θα πρέπει να προτιμώνται ακόμη και αν το επενδυτικό κόστος είναι υψηλότερο και

- Επιλογή αποβλήτων (Couto, 2002). Το κατάλοιπο πρέπει να αποθηκεύεται σε χωριστά δοχεία, ανάλογα με την προέλευση του υλικού. Ξύλο, μέταλλο, συσκευασίες, συσσωματώματα κλπ. Η αποθήκευση των υπολειμμάτων έχει δυσκολίες - η αποθήκευση επικίνδυνων καταλοίπων είναι πολύ πιο ακριβή από εκείνη των ακίνδυνων υλικών - και μπορεί να καταστήσει το εργοτάξιο μη ασφαλές. Οι σωροί αποβλήτων που είναι διάσπαρτοι σε όλη την περιοχή είναι πιο πιθανό να προκαλέσουν ατυχήματα. η σωστή αποθήκευση υπολειμμάτων όχι μόνο ενισχύει την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, καθώς συμβάλλει στην υγεία και την υγιεινή στο χώρο. Η επιλογή των αποβλήτων περιλαμβάνει επαρκή χώρο στο χώρο για τη διάθεση εμπορευματοκιβωτίων και την εκμετάλλευση φορτηγών και γερανών και ειδικευμένων εργαζομένων για τη διαδικασία επιλογής, αλλά οι συνθήκες αυτές είναι συχνά δύσκολο να επιτευχθούν, ιδίως στα ιστορικά αστικά κέντρα. Ορισμένες ιδιωτικές εταιρείες λειτουργούν ήδη στον τομέα της επιλογής αποβλήτων και της πιθανής επαναχρησιμοποίησης των υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο.

Πολλά απόβλητα που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν απευθείας, μπορούν να επανεπεξεργαστούν σε νέα προϊόντα. Η επιτυχής ελαχιστοποίηση των αποβλήτων απαιτεί τον κατάλληλο χειρισμό των αποβλήτων επί τόπου σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Συγκεκριμένα:

- Ταξινόμηση των αποβλήτων ανάλογα με τον τύπο, τη χρήση και την ποιότητα. Θα πρέπει να παρέχονται αρκετοί κάτοχοι ή χώροι αποθήκευσης και να υπογράφονται σαφώς. Τα απόβλητα προς απόρριψη θα πρέπει να φυλάσσονται χωριστά από τα ανακυκλώσιμα.
- Εξασφάλιση ότι τα απόβλητα διατηρούνται καθαρά και απαλλαγμένα από ρύπους. Αυτό μπορεί να γίνει με την παροχή ξηρών αποθηκευτικών χώρων, σαφώς σημειωμένων δεξαμενών και πληροφοριών διαχείρισης αποβλήτων στους εργολάβους και το προσωπικό. και
- Παροχή συνεχούς διαχείρισης αποβλήτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σήμερα, έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστα μέτρα για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ των δραστηριοτήτων των εργοταξίων, του περιβάλλοντος και των πολιτών. Ίσως λόγω της κινητικότητας της οικοδομικής δραστηριότητας, είναι δύσκολο να καταστούν οι κατασκευαστικές εταιρείες - και ιδιαίτερα οι μικρότερες - διατήρηση του νόμου. Υπάρχουν ορισμένα καλά παραδείγματα, αλλά εξακολουθούν να είναι ανεπαρκή. Η παραγωγή νομικών εγγράφων που ενθαρρύνουν μια πιο περιβαλλοντικά θετική συμπεριφορά, δηλαδή που προκαλούν και αναγκάζουν την κατασκευαστική

βιομηχανία να χειρίζεται τα συντρίμια και τα υποπροϊόντα της πιο προσεκτικά, είναι ζωτικής σημασίας για τη συμβολή αυτού του τομέα στην αειφόρο ανάπτυξη για την οποία όλοι πρέπει να συμβάλουν. Σε αυτό το πλαίσιο, πρέπει να γίνει ειδική μνεία των υποχρεωτικών, σε δημόσια έργα, ενός σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων, το οποίο πρέπει να γίνει κατά το σχεδιασμό. Φαίνεται να είναι ένας σωστός και αποτελεσματικός τρόπος για να τονιστεί η σημασία της διαχείρισης αποβλήτων και να εμπλακούν όλοι οι συμμετέχοντες, από το σχεδιασμό μέχρι το στάδιο της κατασκευής. Η αλλαγή αυτή, ωστόσο, πρέπει να συνοδεύεται από εκστρατείες ευαισθητοποίησης του κοινού. Δεν αρκεί να τονίσουμε ότι το σχέδιο είναι υποχρεωτικό. Η σημασία του σχεδίου πρέπει να αντιμετωπιστεί επίσης. Θα είναι ευκολότερο να επιτύχουμε τους στόχους μας, εάν όλοι γνωρίζουμε τα πλεονεκτήματα και τη σημασία ενός τέτοιου σχεδίου.

Λόγω της ανάγκης προσαρμογής και βελτίωσης των υφιστάμενων κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη τα νέα πρότυπα ποιότητας και άνεσης, τα έργα που αφορούν την κατεδάφιση κτιρίων ή τμημάτων κτιρίων γίνονται όλο και συχνότερα στην Ελλάδα. Έτσι, η μελέτη πρακτικών λύσεων που δείχνουν την επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών και εξαρτημάτων θα συμβάλει στη μείωση του αστικού προβλήματος που δημιουργείται από τους παράνομους χώρους υγειονομικής ταφής - με τη βελτίωση του περιβάλλοντος - και στην εισαγωγή νέων υλικών στην αγορά τα οποία έχουν δυνατότητα χρήσης. Η διαδικασία αποδόμησης αποτελεί μια επαρκή απάντηση για τις προκλήσεις αυτές και με σημαντικό δυναμικό εκμετάλλευσης στην ελληνική ανακαίνιση των κτιρίων. Υπό αυτή την έννοια, είναι πολύ σημαντικό να καταβληθεί προσπάθεια να ξεπεραστούν τα εμπόδια στην αυξημένη χρήση των μεθόδων αποδόμησης ως επιλογή για την κατεδάφιση των κτιρίων.

Ως εκ τούτου, είναι απολύτως απαραίτητη μια μεγαλύτερη δέσμευση και μια νέα στάση από όλους τους επαγγελματίες για την εφαρμογή νέων και πιο κατάλληλων κανόνων διαχείρισης αποβλήτων και νέων διαδικασιών κατεδάφισης με σκοπό την αύξηση των αποτελεσμάτων της διαχείρισης των αποβλήτων.

Είναι πολύ σημαντικό οι εθνικές αρχές και οι οικοδόμοι να κατανοήσουν τα οφέλη της διαδικασίας αποδόμησης και να την εξετάσουν ως έναν πλεονεκτικό τρόπο βελτίωσης της διαχείρισης των αποβλήτων, ακολουθώντας έτσι τις πρακτικές άλλων ευρωπαϊκών χωρών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adams, K., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers.

Aljassar, A. H., Al-Fadala, K. B., & Ali, M. A. (2005). Recycling building demolition waste in hot-mix asphalt concrete: a case study in Kuwait. *Journal of material cycles and waste management*, 7(2), 112-115.

Bianchini, G., Marrocchino, E., Tassinari, R., & Vaccaro, C. (2005). Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical–mineralogical appraisal. *Waste Management*, 25(2), 149-159.

del Río Merino, M., Izquierdo Gracia, P., & Weis Azevedo, I. S. (2010). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste management & research*, 28(2), 118-129.

Duran, X., Lenihan, H., & O'Regan, B. (2006). A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling—the case of Ireland. *Resources, Conservation and Recycling*, 46(3), 302-320.

Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618-643.

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.

Huang, T., Shi, F., Tanikawa, H., Fei, J., & Han, J. (2013). Materials demand and environmental impact of buildings construction and demolition in China based on dynamic material flow analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 91-101.

Oikonomou, N. D. (2005). Recycled concrete aggregates. *Cement and concrete composites*, 27(2), 315-318.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy. Ellen MacArthur Foundation (Vol. 1). <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>

Environmental Protection Agency. (2008). Lifecycle Construction Resource Guide. Atlanta. Retrieved from [http://www.lifecyclebuilding.org/docs/Lifecycle Construction Resource Guide.pdf](http://www.lifecyclebuilding.org/docs/Lifecycle%20Construction%20Resource%20Guide.pdf)

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). Review: The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(January), 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

Goedkoop, M. J., Van Halen, C. J. G., Te Riele, H. R. M., & Rommens, P. J. M. (1999). Product Service systems, Ecological and Economic Basics. *Economic Affairs* (Vol. 36). <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02125.x>

Guy, B., & Ciarimboli, N. (2007). *Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building*. Seattle.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(September), 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Michelini, G., Moraes, R. N., Cunha, R. N., Costa, J. M. H., & Ometto, A. R. (2017). From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition. *Procedia CIRP*, 64, 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.012>

Mont, O. (2002). Clarifying the concept of product – service system. *Journal of Cleaner Production*, 10, 237–245. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00039-7)

Ness, D., Swift, J., Ranasinghe, D. C., Xing, K., & Soebarto, V. (2015). Smart steel: New paradigms for the reuse of steel enabled by digital tracking and modelling. *Journal of Cleaner Production*, 98, 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.055>

Stahel, W. R. (2016). The Circular Economy. *Nature - Comment*, 1–7. <https://doi.org/10.1038/531435a> Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy - A review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049>

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>

Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models, 168. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>.

Cruz Rios, F. (2018). *Beyond Recycling: Design for Disassembly, Reuse, and the Circular Economy in the Built Environment*. Ph.D. Thesis. Tempe, Arizona: Arizona State University.

EMF. (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen MacArthur Foundation.

Global Construction Perspectives and Oxford Economics. (2015). *Global Construction 2030: A global forecast to the construction industry to 2030*. London: Global Construction Perspectives and Oxford Economics. Retrieved from https://policy.ciob.org/wp-content/uploads/2016/06/GlobalConstruction2030_ExecutiveSummary_CIOB.pdf

Winkler, G. (2010). *Recycling Construction & Demolition Waste: A LEED-Based Toolkit (GreenSource)*. McGraw-Hill.

Zhao, W., Leefink, R. B., & Rotter, V. S. (2010). Evaluation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China—The case of Chongqing. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(6), 377-389.