



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΕΚΣΚΑΦΕΣ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ - ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ”**

ΙΩΑΝΝΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ

A.M.: 3020018

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ – ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΛΑΡΙΣΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2025

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

.....
.....
.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις, με μελέτη περίπτωσης την Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας.

Τα υλικά αυτά αποτελούν προϊόντα που προκύπτουν από διαδικασίες κατεδάφισης εγκαταστάσεων/υποδομών, ανακαίνισης χώρων, συντήρησης υποδομών οδικών δικτύων, καθώς επίσης και ως απόρροια φυσικών καταστροφών, οι οποίες επιφέρουν βλάβες σε οικοδομικά κτίρια όπως και σε οδικά δίκτυα.

Στον Ευρωπαϊκό χώρο, η παραγόμενη ποσότητα των ΑΕΚΚ αποτελεί το 1/3 του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων. Είναι απόβλητα με προέλευση είτε ανθρωπογενή (δημόσια έργα, κατασκευές ή επισκευές, οικοδομικές εργασίες, εργασίες ανακαινίσεων και κατεδαφίσεων), είτε φυσική (σεισμοί, πλημμύρες και γενικά φυσικές καταστροφές).

Η διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα φαίνεται να υπολειτουργεί σημαντικά, αν και από το 2010 υφίσταται ένα ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο αναφορικά με τη διαχείριση αυτών. Τα στοιχεία που αφορούν τα ΑΕΚΚ στην Ελλάδα βασίζονται κυρίως σε εκτιμήσεις, καθώς οι Εθνικές Εκθέσεις δεν επαρκούν για να περιγράψουν την ισχύουσα, στην πραγματικότητα, κατάσταση.

Τα υλικά τα οποία θα πρέπει να διασταυρωθούν κατά τη διάρκεια εργασιών καθαίρεσης ή αποξήλωσης υλικών, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων είναι: α) τα Αδρανή απόβλητα και β) τα Μη Αδρανή απόβλητα (μέταλλα, ξύλο, PVC, κονίαμα, υλικά συσκευασίας, επικίνδυνα κ' ανάμεικτα μη επικίνδυνα απόβλητα).

Πέραν της Ε.Ε., ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός αρχών (τοπικών, περιφερειακών, εθνικών) προβαίνει στην κατάρτιση στρατηγικών, με στόχο την ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων.

Ο ευρωπαϊκός κατασκευαστικός κλάδος είναι αυτός που διαδραματίζει βασικό ρόλο τόσο στην χρήση των πόρων, όσο και στην παραγωγή αποβλήτων. Παράλληλα η διαχείριση αυτών επηρεάζεται από τις πολιτικές και το πλαίσιο σε διάφορα επίπεδα όπως οι κανονισμοί, τα πρότυπα, τα κίνητρα και η ζήτηση της αγοράς. Η κυκλική οικονομία περιστρέφεται γύρω από την μετατροπή των αποβλήτων σε πολύτιμους πόρους.

Για την Ε.Ε. η πρόληψη, ανάκτηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων αποτελεί απόλυτη προτεραιότητα, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ρύπανση, η εξάντληση των πόρων, η κλιματική αλλαγή καθώς και η απώλεια της βιοποικιλότητας.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η διαχείριση των ΑΕΚΚ αποτελεί μια σημαντική πρόκληση, εξ' αιτίας των αρνητικών συνεπειών αυτής, μεταξύ των οποίων η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η δημόσια υγεία.

Μια τέτοια κατάσταση, με συμβολή στη ρύπανση, την κλιματική αλλαγή, αλλά και την εξάντληση των πόρων, χρήζει ενός πλαισίου αποτελεσματικού, προκειμένου να περιοριστούν οι εν λόγω συνέπειες.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: ΑΕΚΚ, διαχείριση αποβλήτων, ανακύκλωση, κυκλική οικονομία, κατασκευαστικός τομέας, ανάκτηση αποβλήτων

ABSTRACT

The subject of this thesis is the management of waste from excavations, constructions and demolitions, with a case study of the regional unit of Magnesia.

These materials are products resulting from demolition processes of facilities/infrastructures, renovation of spaces, maintenance of road network infrastructures, as well as as a result of natural disasters, which cause damage to buildings as well as road networks.

In the European area, the produced quantity of CDW constitutes 1/3 of the total waste produced. It is waste with an origin either anthropogenic (public works, constructions or repairs, building works, renovations and demolitions), or natural (earthquakes, floods and natural disasters in general).

The management of CDW in Greece seems to be significantly under-functioning, although since 2010 there has been a comprehensive legal framework regarding their management. The data concerning CDW in Greece are mainly based on estimates, as the National Reports are not sufficient to describe the current, in reality, situation.

The materials that should be cross-referenced during demolition or deforesting works, according to the European Waste Catalogue, are: a) Inert waste and b) Non-Inert waste (metals, wood, PVC, mortar, packaging materials, hazardous and mixed non-hazardous waste).

Beyond the EU, an ever-increasing number of authorities (local, regional, national) are preparing strategies, aiming at integrated waste management.

The European construction industry plays a key role in both resource use and waste generation. At the same time, waste management is influenced by policies and frameworks at various levels such as regulations, standards, incentives and market demand. The circular economy revolves around the transformation of waste into valuable resources.

For the EU, waste prevention, recovery and recycling are top priorities in order to address pollution, resource depletion, climate change and biodiversity loss.

At a global level, the management of waste is a major challenge due to its negative consequences, including environmental degradation and public health.

Such a situation, contributing to pollution, climate change and resource depletion, requires an effective framework to limit these consequences.

KEY – WORDS: CDW, waste management, recycling, circular economy, construction sector, waste recovery

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, αντικείμενο της οποίας είναι η «Διαχείριση Αποβλήτων από Εκσκαφές Κατασκευές και Κατεδαφίσεις-Μελέτη για την Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας», πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το έτος 2025.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Χριστοδούλου Δημήτριο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Περιβάλλοντος, για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησής της, την διαρκή καθοδήγηση και ενθάρρυνση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	11
Εισαγωγή	12
Κεφάλαιο 1: Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων	13
1.1. Εισαγωγή.....	13
1.2. Εννοιολογική προσέγγιση	15
1.3. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής αποβλήτων (Ευρώπη).....	20
1.4. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής αποβλήτων (για την Ελλάδα)	25
1.5. Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο.....	28
1.6. Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο	35
Κεφάλαιο 2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων.....	43
2.1. Εισαγωγή	43
2.2. Βασικές εργασίες παραγωγής αποβλήτων εκσκαφών και κατεδαφίσεων	44
2.3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αδρανών αποβλήτων	49
2.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις επικίνδυνων αποβλήτων	53
2.5 Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων και κυκλική οικονομία	60
Κεφάλαιο 3: Διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων.....	69
3.1. Εισαγωγή.....	69
3.2. Πρακτικές διαχείρισης σε Ευρώπη και Ελλάδα	71
3.3. Ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων	79
3.4. Επανάχρηση αποβλήτων.....	85
3.5. Ανακύκλωση	91
3.6. Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων .	97
3.7. Καλές πρακτικές στην Ευρώπη και στην Ελλάδα	113
Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας	122
4.1. Εισαγωγή.....	122
4.2. Π.Ε. Μαγνησίας	122
4.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΗΤΡΩΟ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΗΜΑ)	123
4.4. ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ (ΣΥΔΙΣΑ)	126

4.5.	ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	148
4.6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	
	154	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		157

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εκτιμήσεις αποβλήτων ΑΕΚΚ.....	20
Πίνακας 2: Απόβλητα C&D που προκύπτουν κατά κεφαλήν και προστιθέμενη αξία του κατασκευαστικού τομέα [ETC/SRC2009].....	21
Πίνακας 3: Εξαίρεση απ/των εκσκαφών για χώρες με υψηλή κατά κεφαλήν παραγωγή...24	
Πίνακας 4: Κάλυψη κενών δεδομένων για χώρες με χαμηλή υποβολή εκθέσεων.....	24
Πίνακας 5: Ενδεικτικός πίνακας παραγωγής ΑΕΚΚ.....	25
Πίνακας 6: Παραγωγή ΑΕΚΚ στην Ελλάδα.....	27
Πίνακας 7: Συνεργάτες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα CONDEREFF.....	32
Πίνακας 8: Λίστα κατηγοριών Ευρωπαϊκών αποβλήτων.....	34
Πίνακας 9: Υποκατηγορίες ΑΕΚΚ, περιεχόμενα & προέλευση αυτών.....	48
Πίνακας 10: Δυνητικά επικίνδυνα συστατικά κατά την ΕΕΔΣΑ.....	57
Πίνακας 11: Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων, ανά κατηγορία αυτών για το διάστημα 2008-2022.....	76
Πίνακας 12: Σύνοψη των επιλογών διαχείρισης που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τα διάφορα κλάσματα υλικών ΑΕΚΚ.....	86
Πίνακας 13: Επισκόπηση των τρεχουσών οδών επεξεργασίας για μεμονωμένα κλάσματα υλικών ΑΕΚΚ στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με βάση τα δεδομένα που υποβάλουν τα κράτη-μέλη και τη διαθέσιμη τεχνοεπιστημονική βιβλιογραφία.....	117
Πίνακας 14: Συνολικό ποσοστό ανάκτησης ΑΕΚΚ σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ (%)...118	
Πίνακας 15: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2017.....	128
Πίνακας 16: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2018.....	129
Πίνακας 17: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2019.....	131
Πίνακας 18: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2020.....	133
Πίνακας 19: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2021.....	136
Πίνακας 20: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2022.....	138
Πίνακας 21: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2023.....	140
Πίνακας 22: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2021.....	142
Πίνακας 23: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2022.....	144
Πίνακας 24: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2023.....	146

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Τύποι αποβλήτων ΑΕΚΚ.....	15
Γράφημα 2: Παραγωγή ΑΕΚΚ τόνοι κατά κεφαλήν σε διάφορες χώρες.....	16
Γράφημα 3: Συγκριτική ανάλυση του Ευρωπαϊκού Κανονιστικού Πλαισίου για την διαχείριση αποβλήτων ΑΕΚΚ.....	34
Γράφημα 4: Η παγκόσμια ιεράρχηση της διαχείρισης αποβλήτων.....	45
Γράφημα 5: Παρουσίαση γραμμικής-κυκλικής οικονομίας.....	66
Γράφημα 6: Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων, ανά κατηγορία αποβλήτων 2022.....	76
Γράφημα 7: Πρόοδος των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNSDGs).....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Φερτές ύλες από την κακοκαιρία Elias.....	14
Εικόνα 2: Εργασίες ανέγερσης οικοδομής.....	120
Εικόνα 3: Χάρτης Π.Ε. Μαγνησίας.....	123
Εικόνα 4: Αποτέλεσμα αναζήτησης υποβολής στοιχείων στο ΗΜΑ από τους Δήμους Βόλου και Αλμυρού.....	124
Εικόνα 5: Εγκαταστάσεις ΣΥΔΙΣΑ Μαγνησίας.....	127

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

SDGs	Sustainable Development Goals
WFD	Waste Framework Directive
GHG	Greenhouse Gasses
NPV	Net Present Value
FEAD	European Waste Management Association
WMP	Waste Management Plan
CDW	Construction and Demolition Waste
ΑΕΚΚ	Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚ	Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΕΟΑΝ	Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης
ΕΟΕΔΣΑΠ	Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία
ΗΜΑ	Ηλεκτρονικό Μητρώο αποβλήτων
ΕΕΔΣΑ	Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΠΔΣΑ	Πρόγραμμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΣΔΑ	Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΠΔΣ	Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις

Εισαγωγή

Στον χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης το ένα τρίτο (1/3) της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων ανήκει στα απόβλητα που προκύπτουν από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Το υλικό αυτό προκύπτει από τη διαδικασία κατεδάφισης κτιριακών εγκαταστάσεων και γενικότερων υποδομών, από την ανακαίνιση- εκσυγχρονισμό χώρων, καθώς επίσης και από την χάραξη και τις εργασίες συντήρησης οδικού δικτύου, περιλαμβάνει δε πληθώρα υλικών μεταξύ των οποίων βρίσκουμε άργιλος, μέταλλα, σίδηρο, πλαστικά, ξύλο, γυαλί, χώμα, γύψο, σκυρόδεμα, αμianto λαξευμένες πέτρες, θρύμματα ειδών υγιεινής, επιχρίσματα, πλάκες επιστρώσεως και πλίνθοι (τούβλα).

Τα ανωτέρω υλικά δεν έχουν την ίδια αξία πόρων, έχουν όμως την δυνατότητα αφού διαχωριστούν και υποστούν εκ νέου επεξεργασία, να οδηγήσουν στην παραγωγή νέων προϊόντων. Η διαδικασία τόσο του διαχωρισμού όσο και της ανάκτησης των αποβλήτων που προκύπτουν από εκσκαφές και κατεδαφίσεις, δεν είναι δαπανηρή και παράλληλα είναι προσιτή. Επιπρόσθετα ο διαχωρισμός των ως άνω αποβλήτων στην πηγή προέλευσης τους διασφαλίζει τον εντοπισμό και την απομάκρυνση επικίνδυνων υλικών, όπως αμianto και διαλύτες, η ύπαρξη των οποίων δύναται να αποτελεί απειλή για το περιβάλλον εμποδίζοντας παράλληλα την ανακύκλωση. Παρά το ότι η τεχνολογία παρέχει τις δυνατότητες ανακύκλωσης παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στο πλαίσιο της οποίας το ποσοστό τόσο ανακύκλωσης όσο και ανάκτησης των υλικών των αποβλήτων που προκύπτουν από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις κυμαίνεται σε επίπεδα κατώτερα του 10% έως ανώτερα του 90%. Η σύγκριση μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθίσταται δυσχερής, δεδομένου ότι κάθε κράτος εφαρμόζει διαφορετικούς ορισμούς των ως άνω αποβλήτων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει στη διασφάλιση της διαχείρισης των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων με τρόπο περιβαλλοντικά ορθό, θεωρεί δε ότι εάν αυτά αξιοποιηθούν στο έπακρο θα συμβάλλουν τα μέγιστα ώστε να καταστεί δυνατή η επιτυχής μετάβαση στην κυκλική οικονομία. Κατά τα οριζόμενα δε στην οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα αυτά αποτελούν «ροή αποβλήτων προτεραιότητας». Οι στόχοι δε που έθετε ήταν:

1. Η επίτευξη αύξησης το λιγότερο στο 70% κατά βάρος, έως το 2020, τόσο της προετοιμασίας ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν, όσο και της ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών μη επικίνδυνων αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις, με εξαίρεση τα υλικά που απαντούν στη φύση και ανήκουν στην κατηγορία 170504 του καταλόγου των αποβλήτων.
2. Η επιλεκτική αφαίρεση υλικών, η οποία σε συνδυασμό με την καθιέρωση συστημάτων διαλογής (επιλεκτική κατεδάφιση), θα καταστήσουν δυνατή τόσο την απομάκρυνση όσο και τον χειρισμό με ασφάλεια των επικίνδυνων υλικών με αποτέλεσμα να καθίσταται ευκολότερη η επαναχρησιμοποίηση τους και η ανακύκλωση αυτών σε προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας.
3. Επίτευξη μειωμένου ρυθμού παραγωγής αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων.

Κεφάλαιο 1: Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

1.1. Εισαγωγή

Η οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/EK ορίζει ρητά τον όρο «απόβλητο» ως κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει. Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων προσδιορίζονται περαιτέρω στην οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα σε σχέση με τον ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων (κεφάλαιο 17). Ο «ορισμός» βασίζεται στη φύση των αποβλήτων (τύπος υλικού). Αυτός ο προσανατολισμένος στη φύση ορισμός δεν επαρκεί για τον σαφή προσδιορισμό μιας δεδομένης ροής αποβλήτων ως αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων. Η συνιστώμενη θεωρητική προσέγγιση για τον ορισμό των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι να ληφθούν υπόψη τόσο η φύση τους (υλικά που χρησιμοποιούνται στα κτίρια) όσο και οι δραστηριότητες από τις οποίες προέρχονται (δραστηριότητες κατασκευών και κατεδαφίσεων), ανεξάρτητα από το ποιος εκτελεί αυτές τις δραστηριότητες. Ωστόσο, οι τρέχουσες εκθέσεις δεν επιτρέπουν τον ποσοτικό προσδιορισμό των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, είναι «όλα τα απόβλητα που παράγονται υπό τον κωδικό NACE F (κατασκευαστικός τομέας)», όπως αναφέρονται από τα κράτη μέλη στην EUROSTAT. Τα δύο κύρια προβλήματα που συνδέονται με αυτόν τον ορισμό είναι τα εξής: Περιλαμβάνει απόβλητα μη παραγόμενα από τον τομέα κατασκευών και κατεδαφίσεων που παράγονται από τον κατασκευαστικό τομέα (π.χ. απορρίμματα συσκευασίας, απορρίμματα τροφίμων κ.λπ.), τα οποία δεν περιλαμβάνονται στον ορισμό της W.F.D (Waste Framework Directive). Εξαιρούνται τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων που παράγονται από άλλους οικονομικούς τομείς (π.χ. άλλες βιομηχανίες, νοικοκυριά κ.λπ.), τα οποία περιλαμβάνονται στον ορισμό της W.F.D. Ωστόσο, οι ποσότητες που σχετίζονται με τις δύο προαναφερθείσες ροές αποβλήτων είναι πιθανό να είναι σχετικά μικρές σε σύγκριση με τη συνολική ποσότητα αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων που παράγονται.

Πηγές δομικών αποβλήτων:

- Τεχνικά έργα υποδομών που εκσυγχρονίζονται
- Οικοδομικά κτήρια που αναπαλαιώνονται-ανακαινίζονται ή τροποποιείται η διαρρύθμισή τους στο πλαίσιο αλλαγής χρήσης
- Αντικατάσταση πλακών, μωσαϊκών, μαρμάρων
- Οικοδομικά κτήρια που υπέστησαν καταστροφές/ βλάβες ως απόρροια φυσικών καταστροφών (πλημμύρες, σεισμοί)
- Καταστροφές οδικών δικτύων ως απόρροια φυσικών καταστροφών (πλημμύρες, σεισμοί, κατολισθήσεις)



Εικόνα 1: Φερτές ύλες από την κακοκαιρία Elias (2023)

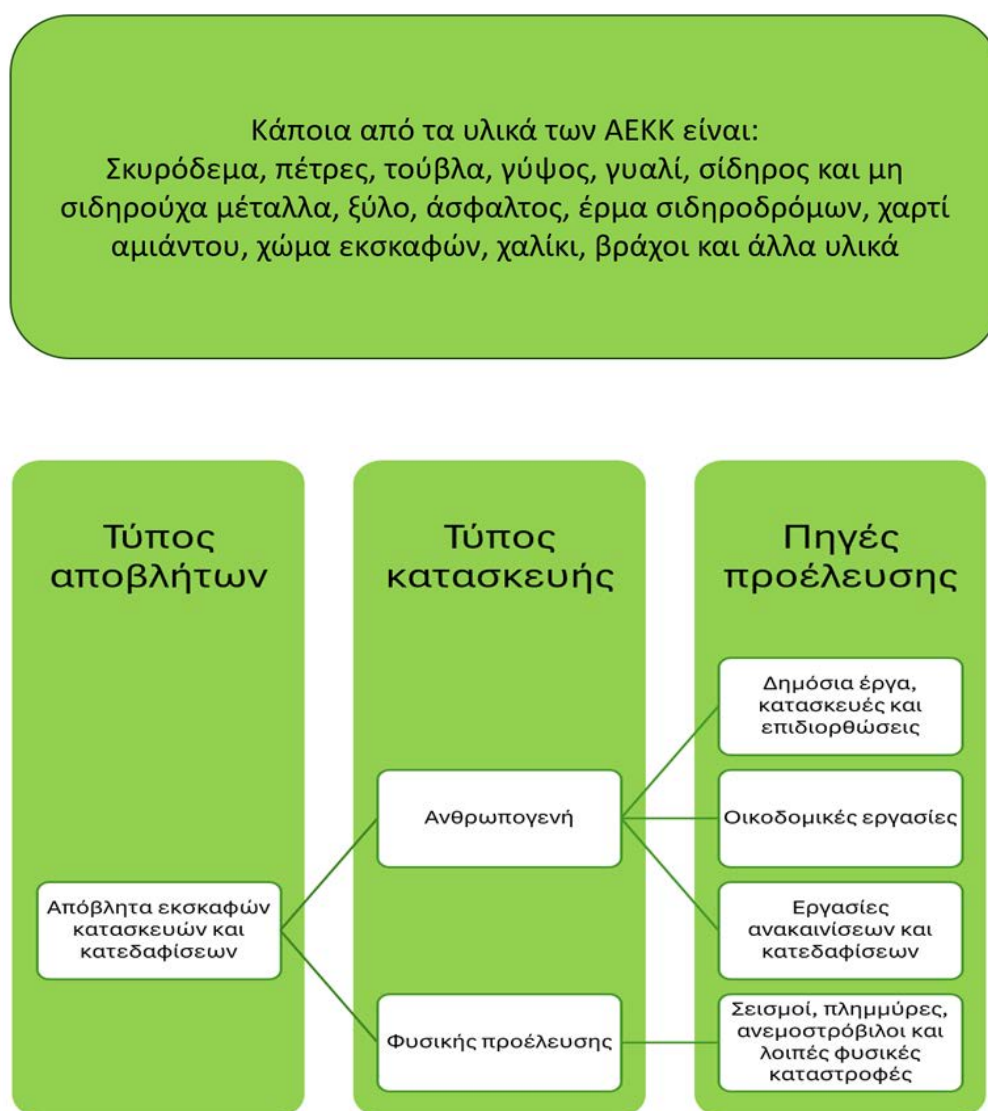
Τα ως άνω χημικά απόβλητα χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- ✚ Απόβλητα εκσκαφών: Εδώ ανήκουν μητρικά χώματα εκσκαφών, άμμος, χαλίκι, πέτρες και άργιλος.
- ✚ Απόβλητα οδοποιίας: Τα συγκεκριμένα απόβλητα προέρχονται από την αποξήλωση ή από το φρεζάρισμα οδών, καθώς επίσης προκύπτουν και κατά την κατασκευή υδραυλικών ή ηλεκτρολογικών δικτύων. Εδώ ανήκουν επίσης και άλλα λιθόστρωτα υλικά όπως σκύρα, η ασφαλτος κα οδοί από σκυρόδεμα. Επίσης απόβλητα κατασκευών, εκσκαφών και βυθοκορήσεων σε λιμενικά έργα.
- ✚ Απόβλητα κατεδαφίσεων: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει το χώμα, την άμμο, το χαλίκι, πλίνθους (τούβλα), το γύψο, επιχρίσματα, πλακίδια, στοιχεία σκυροδέματος και θραύσματα ειδών υγιεινής.
- ✚ Απόβλητα κατασκευών: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει απόβλητα που προκύπτουν από κατασκευές όπως πλαστικό, χαρτί, μέταλλα, ξύλο, καλώδια και γενικότερα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην διαδικασία επισκευών και κατασκευών.

1.2. Εννοιολογική προσέγγιση

Απόβλητα κατασκευών

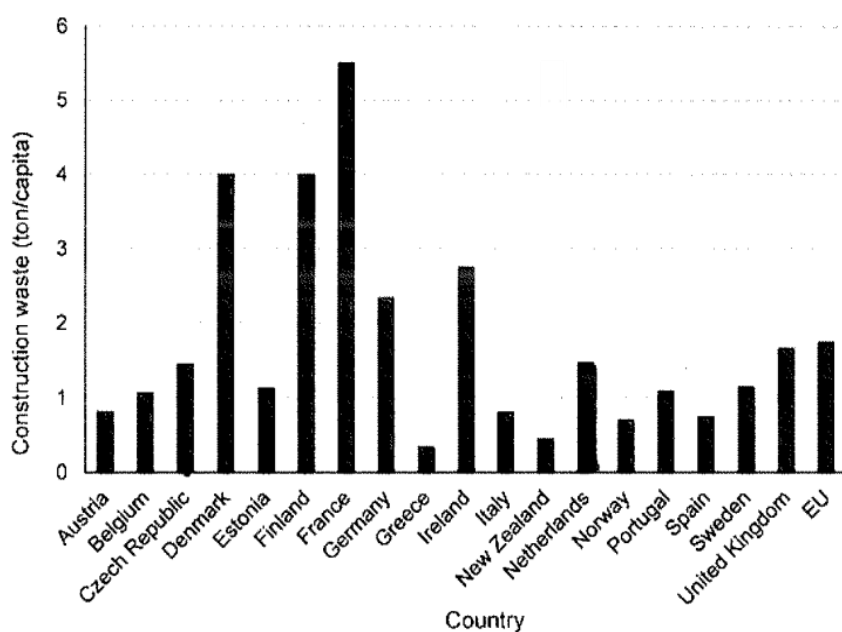
Τα απόβλητα κατασκευών μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες βάσεις, είτε με βάση την πηγή τους είτε με βάση τη φύση τους. Όταν ταξινομούνται με βάση τη φύση τους, οι συγγραφείς έχουν κατηγοριοποιήσει τα απόβλητα ως φυσικά απόβλητα (υπολειμματικά υπολείμματα) και μη φυσικά απόβλητα (υπερβάσεις χρόνου και υπερβάσεις κόστους). Στο γράφημα 1 εξετάζονται οι διάφορες πηγές αποβλήτων κατασκευών. Όλα τα απόβλητα κατασκευών μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, είτε ανθρωπογενείς είτε φυσικές πηγές, όπως φαίνεται στο γράφημα 1. Μετά από περαιτέρω εξέταση, οι ανθρωπογενείς πηγές μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες: σχεδιασμός, προμήθεια, χειρισμός υλικών, λειτουργία, υπολείμματα και άλλες πηγές.



Γράφημα 1: Τύποι αποβλήτων ΑΕΚΚ

Τα υλικά που εμπίπτουν στα απόβλητα ΑΕΚΚ είναι πολύτιμα αντικείμενα και θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν για την κατασκευή σκυροδέματος. Το μεγαλύτερο μερίδιο είναι στο σκυρόδεμα που θα μπορούσε να ανακυκλωθεί ως χονδρόκοκκο ή λεπτό αδρανές υλικό.

Στο σχήμα 2 απεικονίζεται ο αριθμός των οικοδομικών αποβλήτων που προκύπτουν από τον κατασκευαστικό τομέα διαφόρων ευρωπαϊκών χωρών, και της Νέας Ζηλανδίας, σε τόνους κατά κεφαλήν. Προφανώς, οι κατασκευαστικοί τομείς στη Δανία, τη Γαλλία, την Ιρλανδία και τη Γερμανία συμβάλλουν πρωτίστως στα απόβλητα κατασκευών. Αντίθετα, η Πολωνία, η Λιθουανία, η Βουλγαρία, η Ελλάδα, η Σλοβακία, η Ουγγαρία και η Νέα Ζηλανδία είχαν τη χαμηλότερη συμβολή στην παραγωγή αποβλήτων κατασκευών.



Γράφημα 2: Παραγωγή ΑΕΚΚ τόνοι κατά κεφαλήν σε διάφορες χώρες

Ο κατασκευαστικός κλάδος πρέπει να συμμετέχει σημαντικά στις σχετικές μεθόδους μείωσης των αποβλήτων. Ενώ η ιεράρχηση της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων τοποθετεί την ανακύκλωση τρίτη μετά τη μείωση και την επαναχρησιμοποίηση, μια μελέτη του 2019 από το Δημοτικό Συμβούλιο του Ώκλαντ σχετικά με την εκτροπή των αποβλήτων κατεδάφισης διαπίστωσε ότι η ανακύκλωση θα εξακολουθούσε να έχει μεγάλα οφέλη. Η μελέτη επικεντρώθηκε στην ανάλυση κόστους-οφέλους της εκτροπής των αποβλήτων κατεδαφίσεων από την υγειονομική ταφή για ένα νέο οικιστικό έργο.

Η μελέτη εξέτασε δύο επιλογές: την επιλογή Α, όπου η διαδικασία αποδόμησης ολοκληρώνεται σε μέτριο επίπεδο, με μεγαλύτερη έμφαση στη μερική ανάκτηση και

ανακύκλωση των αποβλήτων· και την επιλογή Β, η οποία περιλαμβάνει μια εντατική προσέγγιση αποδόμησης με μεγαλύτερη εστίαση στα δύο ανώτερα επίπεδα της ιεραρχίας. Η σύγκριση μεταξύ των δύο επιλογών και της αρχικής κατάστασης ή του status quo διαπίστωσε ότι, ενώ οι προγραμματιστές θα ισοσκελίζουν, τα καθαρά οφέλη για την κοινωνία και για τις δύο επιλογές ήταν σημαντικά (Α: NPV = 6,97 εκατομμύρια δολάρια, Β: NPV = 14,46 εκατομμύρια δολάρια).

Αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν τη δημιουργία θέσεων εργασίας για τις προσπάθειες αποδόμησης, το κοινωνικό όφελος από την κατάρτιση στην εργασία, το οικονομικό όφελος από τα δομικά υλικά που επαναχρησιμοποιήθηκαν, τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (GHG), την ανεπιθύμητη κυκλοφορία θορύβου και τους ρύπους που θα μπορούσαν να μειωθούν, και οι δεξιότητες και η εμπειρία αποκτήθηκαν από τους εργαζόμενους. Ενώ η εντατική επιλογή μείωσης και επαναχρησιμοποίησης ήταν πιο επωφελής για την κοινωνία, η ανακύκλωση βρέθηκε επίσης να είναι επωφελής. Καθώς η ανακύκλωση είναι η μόνη επιλογή για πολλά υλικά, είναι μια σημαντική μέθοδος ελαχιστοποίησης των αποβλήτων που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω.

Τα απόβλητα κατασκευών, αφενός, και τα απόβλητα κατεδαφίσεων, αφετέρου, θεωρούνται για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας ως σύνολο. Τα τρέχοντα δεδομένα δεν επιτρέπουν μια παγκόσμια διάκριση αυτών των δύο κατηγοριών. Ωστόσο, έχουν αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά, τόσο όσον αφορά τις ποσότητες, τη σύνθεση όσο και τις δυνατότητες ανάκτησης. Τα απόβλητα κατασκευών (που προέρχονται από νέες κατασκευές) είναι συνήθως λιγότερο αναμειγμένα, λιγότερο μολυσμένα και το δυναμικό ανάκτησής τους είναι υψηλότερο από τα απόβλητα κατεδαφίσεων λόγω αυτών των χαρακτηριστικών. Το μερίδιο ανάκτησης στις συνολικές ποσότητες αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι γενικά χαμηλό (π.χ. 16 % στη Φινλανδία). Από την άλλη, τα απόβλητα κατεδαφίσεων (και αποκατάστασης), τα οποία αντιπροσωπεύουν τις υψηλότερες ποσότητες αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, τείνουν να είναι πιο μολυσμένα και αναμειγμένα και, ως εκ τούτου, είναι πιο δύσκολο να ανακτηθούν.

Με γνώμονα ότι τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις δεν είναι παρά μία ευρύτερη ομάδα η οποία απαρτίζεται από διάφορες κατηγορίες αποβλήτων, κρίνεται απαραίτητο ο καθορισμός του είδους των υλικών τα οποία δύναται να χαρακτηριστούν ως οικοδομικά απόβλητα. Τα δομικά απόβλητα, σύμφωνα με την ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)» (ΦΕΚ 1312/τ. Β΄/24-08-2010), αναλύονται στις κατωτέρω κατηγορίες:

- Απόβλητα: Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται οποιοδήποτε υλικό ή αντικείμενο το οποίο απορρίπτεται από τον ιδιοκτήτη του είτε από πρόθεση είτε από υποχρέωση.
- Απόβλητα από Εκσκαφές Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ): Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται οποιοδήποτε υλικό ή αντικείμενο προερχόμενο από εργασίες εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων και το οποίο σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 2 της

ΚΥΑ 50910/2003 συνδυαστικά με τα οριζόμενα στο άρθρο 2 παρ.4 του νόμου 2939/2001 ορίζεται ως απόβλητο.

- Αδρανή απόβλητα: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται απόβλητα τα οποία χαρακτηρίζονται ως μη επικίνδυνα και δεν υπόκεινται σε ουδεμία ιδιαίτερα σημαντική φυσική, χημική και βιολογική μετατροπή. Τα συγκεκριμένα απόβλητα δεν υφίστανται διάλυση, καύση ούτε αποτελούν μέρος άλλων φυσικών ή χημικών αντιδράσεων. Επιπρόσθετα δεν είναι βιοδιασπώμενα και δεν ασκούν δυσμενή επίδραση σε άλλα υλικά, όταν έρχονται σε επαφή μαζί τους με τέτοιο τρόπο ώστε να επέλθει ρύπανση στο περιβάλλον ή να επηρεαστεί με τρόπο βλαπτικό η ανθρώπινη υγεία. Απαραίτητη προϋπόθεση δε είναι να μην τίθεται σε κίνδυνο η ποιότητα τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων υδάτων, για την επίτευξη δε αυτού θα πρέπει η συνολική αποπλυσιμότητα και η περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων καθώς επίσης και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων να είναι μηδαμινές.
- Οικοδομικές εργασίες: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι εργασίες κατεδάφισης, ανακαίνισης, ανέγερσης, επισκευής και περιφράξης μεμονωμένων κατοικιών ή και ολόκληρων κτηριακών συγκροτημάτων.
- Έργα τεχνικών υποδομών: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται εργασίες αναπλάσεων χώρων κατασκευής αποχετευτικών δικτύων, διαμόρφωσης πεζοδρομίων, χάραξης ή και επισκευής οδικών δικτύων, κατασκευής σηράγγων και γεφυρών καθώς επίσης και κατεδαφίσεις.

Η διαχείριση δε των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων κατά τις ανωτέρω διατάξεις χαρακτηρίζεται από τους παρακάτω ορισμούς.

- Πρόληψη: Είναι το σύνολο των μέτρων, στόχος των οποίων είναι:

α) η επίτευξη της μειωμένης παραγωγής αποβλήτων παραγόμενων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις στο πλαίσιο οικοδομικών εργασιών καθώς επίσης και τεχνικών έργων.

β) η μείωση των περιεχόμενων στα ως άνω απόβλητα υλικών και ουσιών.

γ) η προστασία του περιβάλλοντος μέσω του περιορισμού των κινδύνων που απορρέουν από τα ανωτέρω απόβλητα.

- Διαχείριση υλικών για οικοδομικές εργασίες και έργα τεχνικών υποδομών: Εδώ ανήκουν:

α) η παραγωγή όπως και η διάθεση υλικών από τα οποία προκύπτουν άμεσα προϊόντα προορισμός των οποίων είναι η χρήση σε οικοδομικές εργασίες (προμήθεια πρωτογενών και δευτερογενών υλικών όπως ορίζονται στις παρ. 25 & 26 του άρθρου 3 του νόμου 2939/2001, εφεξής «προμήθεια»).

β) η παραγωγή προϊόντων για οικοδομικές-κατασκευαστικές εργασίες.

γ) η διάθεση στην αγορά προϊόντων που σκοπό έχουν τη χρήση σε οικοδομικές εργασίες (μέρος της διακίνησης δεν αποτελούν η εργασίες μεταφοράς των προϊόντων).

- Διαχείριση ΑΕΚΚ: Η συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, προσωρινή αποθήκευση, αξιοποίηση και διάθεση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Εδώ εμπεριέχεται η επόπτευση των εργασιών αυτών καθώς επίσης και η αποκατάσταση των χώρων αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, αξιοποίησης και διάθεσης των συγκεκριμένων αποβλήτων όταν αυτοί πάψουν να λειτουργούν.
- Εναλλακτική διαχείριση: Εδώ ανήκουν οι απαραίτητες εργασίες οι οποίες θα επιτρέψουν την επαναχρησιμοποίηση-αξιοποίηση των ΑΕΚΚ ώστε αυτά να ενταχθούν πάλι στην αγορά ή να κατευθυνθούν σε άλλες χρήσεις. Είναι λοιπόν οι εργασίες συλλογής και μεταφοράς αυτών, η προσωρινή αποθήκευση, η επαναχρησιμοποίηση καθώς επίσης η επεξεργασία και αξιοποίηση τους.
- Σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης: Η οργάνωση σε ατομικό ή συλλογικό επίπεδο με οποιαδήποτε νομική μορφή των απαραίτητων για τη συλλογή, μεταφορά και την προσωρινή αποθήκευση εργασιών, καθώς επίσης και των εργασιών που απαιτούνται για την επαναχρησιμοποίηση, επεξεργασία και την αξιοποίηση των αποβλήτων.
- Επαναχρησιμοποίηση: Το σύνολο των ενεργειών δια μέσου των οποίων τα προερχόμενα από κατεδαφίσεις, ανεγέρσεις οικοδομών καθώς επίσης φυσικές ή άλλες καταστροφές υλικά, χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς σχεδιασμού τους, με ή χωρίς την υποστήριξη βοηθητικών προϊόντων που διατίθενται στην αγορά.
- Επεξεργασία: Κάθε μορφής ενέργεια, μη εξαιρουμένης της διαλογής, η οποία λαμβάνει χώρα σε συνέχεια της παράδοσης των αποβλήτων σε εγκεκριμένη εγκατάσταση με σκοπό την επίτευξη του περιορισμού του όγκου ή των επικίνδυνων ιδιοτήτων τους, της διευκόλυνσης της διακίνησης τους καθώς και της βελτίωσης της ανάκτησης των χρήσιμων υλών που εμπεριέχονται σε αυτά.
- Ανακύκλωση: Θεμελιώδης έννοια της σύγχρονης διαχείρισης αποβλήτων, είναι η εκ νέου επεξεργασία με στόχο την παραγωγή των ανακυκλώσιμων υλικών που περικλείονται στα απόβλητα υλικά με στόχο την χρήση αυτών για τον σκοπό που αρχικά κατασκευάστηκαν ή για διαφορετικούς σκοπούς, εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας.
- Ανάκτηση ενέργειας: Δεν είναι παρά η χρήση των καύσιμων υλικών των ως άνω αποβλήτων ως μέσου επίτευξης παραγωγής ενέργειας με άμεση καύση, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλα απόβλητα, αλλά με ανάκτηση θερμότητας, υπό την προϋπόθεση της τήρησης των νομοθετικών διατάξεων που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος.
- Αξιοποίηση: Είναι κάθε εργασία όπως αυτή προβλέπεται στο παράρτημα IV. Β (εργασίες αξιοποίησης) του άρθρου 17 της ΚΥΑ 50910/2727/2003, συμπεριλαμβανομένων επιπλέον των επιχωματώσεων, αποκαταστάσεων ανενεργών

λατομείων κα ανεξέλεγκτων χωματερών, επικαλύψεων χώρων υγειονομικής ταφής και γενικότερα αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή αναπλάσεις χώρων.

- Προϊόν δομικών κατασκευών: Ορίζεται κάθε προϊόν στόχος της κατασκευής του οποίου είναι η ενσωμάτωση του κατά τρόπο διαρκή σε δομικά έργα τα οποία καλύπτουν τόσο κτηριακές εγκαταστάσεις όσο και έργα υποδομής.
- Οικονομικοί παράγοντες: Εδώ ανήκει το σύνολο των κατασκευαστών, εργοληπτών τεχνικών και οικοδομικών έργων, οι προμηθευτές προϊόντων του κατασκευαστικού τομέα, οι φορείς εκμίσθωσης εξοπλισμού και παροχής υπηρεσιών προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων, οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) άλλοι δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί καθώς και ο κύριος του έργου.
- Διαχειριστές ΑΕΚΚ: Ως διαχειριστές ΑΕΚΚ ορίζονται οι ανάδοχοι των έργων (κατασκευαστές, εργολήπτες τεχνικών και οικοδομικών έργων, φορείς εκμίσθωσης εξοπλισμού και παροχής υπηρεσιών προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων) ή ο κύριος του έργου υπό την προϋπόθεση ότι αυτός δεν έχει αναθέσει το έργο σε ανάδοχο.
- Αρμόδια αρχή: Αρμόδια αρχή είναι ο ΕΟΕΔΣΑΠ όπως ορίζεται στις παραγράφους 1,2 & 3 του άρθρου 24 σε συνδυασμό με την παράγραφο 11 του ίδιου άρθρου του νόμου 2939/2001 (ΦΕΚ 157 Α').

1.3. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής αποβλήτων (Ευρώπη)

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΕΚΚ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΕ-ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΕΚΚ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ

Αρκετές πρόσφατες πηγές παρέχουν εκτιμήσεις των αποβλήτων ΑΕΚΚ που προκύπτουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πίνακας 1: εκτιμήσεις αποβλήτων ΑΕΚΚ

Πηγή	Σύνολο αποβλήτων ΑΕΚΚ (εκατ. τόνοι) Απόβλητα	ΑΕΚΚ κατά κεφαλήν (population data from EUROSTAT)
[WBCSD 2009] (δεδομένα 2002)	510	1.1
[ETC/RWM 2009] (δεδομένα 2004)	866	1.8
[EUROSTAT 2010] (δεδομένα 2006)	970	2.0

Διατίθενται, επίσης, διάφορες εκτιμήσεις από εμπειρογνώμονες του τομέα. Η Umweltbundesamt, στη μελέτη περίπτωσης αδρανών υλικών του 2008, αναφέρεται σε ποσότητες "άνω των 200 εκατομμυρίων τόνων αυτών των αποβλήτων που παράγονται κάθε χρόνο, εξαιρουμένων των υλικών εκσκαφής, σύμφωνα με το FIR (Fédération International du Recyclage)/ (European Recycling Industry of C&D Waste) [UBA 2008] (δηλ. πάνω από 0,5 τόνους κατά κεφαλήν). Το FEAD (European Waste Management Association) εκτιμά το ποσό αυτό σε «1,5 έως 2 τόνους κατά κεφαλήν ετησίως, εξαιρουμένου του υλικού εκσκαφής» *TEBA 2010+.

Επομένως, οι διαθέσιμες εκτιμήσεις παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Οι διαφορές αυτές αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν προκειμένου να εντοπιστούν οι πηγές των αποκλίσεων και να διορθωθούν ώστε να εκτιμηθούν ακριβέστερα οι ποσότητες αυτές.

Ανάλυση γεωγραφικών διακυμάνσεων.

Το έγγραφο εργασίας ETC/SCP – Present recycling levels of Municipal Waste and C&D Waste in the EU, που δημοσιεύθηκε τον Απρίλιο του 2009 [ETC/RWM 2009], παρέχει εκτιμήσεις για τα κατά κεφαλήν επίπεδα παραγωγής σε όλα τα κράτη μέλη, με εξαίρεση τη Ρουμανία και τη Σλοβενία. Τα στοιχεία αυτά βασίζονται σε στοιχεία της EUROSTAT, τα οποία συμπληρώνονται από εθνικές εκθέσεις. Το έτος αναφοράς είναι το 2004.

Πίνακας 2 - Απόβλητα C&D που προκύπτουν κατά κεφαλήν και προστιθέμενη αξία του κατασκευαστικού τομέα [ETC/SRC 2009]

Χώρα προέλευσης ΑΕΚΚ (C&D waste)	Απόβλητα που προκύπτουν (tones/capita)	Waste factor (1000 t / million € added value)
Αυστρία	0.81	0.46
Βέλγιο	1.06	0.955
Βουλγαρία	0.39	4.53
Κύπρος	0.58	0.545
Δημοκρατία της Τσεχίας	1.44	4.037
Δανία	3.99	0.578
Εσθονία	1.12	4.144
Φινλανδία	3.99	3.239
Γαλλία	5.5	5.016
Γερμανία	2.33	2.406
Ελλάδα	0.37	0.344
Ουγγαρία	0.43	1.629
Ιρλανδία	2.74	1.312
Ιταλία	0.8	0.778
Λετονία	0.04	0.118
Λιθουανία	0.1	0.343
Λουξεμβούργο	5.9	N/A
Μάλτα	1.95	N/A

Ολλανδία	1.47	1.264
Νορβηγία	0.7	0.194
Πολωνία	0.11	0.41
Πορτογαλία	1.09	1.574
Ρουμανία	N/A	0.02
Σλοβακία	0.26	1.047
Σλοβενία	N/A	1.261
Ισπανία	0.74	0.525
Σουηδία	1.14	1.029
Ηνωμένο Βασίλειο	1.66	1.14
EU	27	1.74

(Σημείωση: Οι αναφερόμενες ποσότητες που διαφέρουν σημαντικά από τον μέσο όρο επισημαίνονται με πορτοκαλί χρώμα)

Τα στοιχεία αυτά δείχνουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κρατών μελών: η κατά κεφαλήν παραγωγή κυμαίνεται από 0,04 τόνους κατά κεφαλήν (Λετονία) έως 5,9 τόνους κατά κεφαλήν (Λουξεμβούργο).

Μια διασταυρούμενη ανάλυση με έναν οικονομικό δείκτη (απόβλητα που παράγονται ανά προστιθέμενη αξία ευρώ στον κατασκευαστικό τομέα) οδηγεί επίσης σε σημαντικές διαφορές (0,02 έως 5,02 χιλιάδες τόνοι αποβλήτων ΑΕΚΚ ανά εκατομμύριο ευρώ προστιθέμενης αξίας στον κατασκευαστικό τομέα).

Έξι χώρες (Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία και Λουξεμβούργο) αναφέρουν υψηλές ποσότητες παραγωγής αποβλήτων ΑΕΚΚ (άνω των 2 τόνων ετησίως κατά κεφαλήν).

Επτά χώρες (Βουλγαρία, **Ελλάδα**, Ουγγαρία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία και Σλοβακία) αναφέρουν πολύ χαμηλά επίπεδα παραγωγής αποβλήτων ΑΕΚΚ (κάτω από 500 kg ετησίως κατά κεφαλήν).

Αυτές οι μεγάλες γεωγραφικές διακυμάνσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικατοπτρίζουν την πραγματική εμφάνιση αποβλήτων ΑΕΚΚ. Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες που ερωτήθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης, οι κύριοι λόγοι για αυτές τις αποκλίσεις είναι τα άνισα επίπεδα ελέγχου και αναφοράς των αποβλήτων ΑΕΚΚ στα κράτη μέλη, καθώς και οι διαφορές στους ορισμούς και τους μηχανισμούς αναφοράς. Επομένως, η ποιότητα των διαθέσιμων δεδομένων αποτελεί το κύριο ζήτημα για την εκτίμηση των ποσοτήτων αποβλήτων ΑΕΚΚ που παράγονται.

Άλλες εξηγήσεις για τη γεωγραφική διακύμανση περιλαμβάνουν οικονομικούς λόγους (οι ποσότητες αποβλήτων ΑΕΚΚ που παράγονται εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το ρυθμό των νέων κατασκευών και την οικονομική ανάπτυξη της χώρας), αρχιτεκτονικές συνήθειες (οι τύποι υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές παρουσιάζουν μεγάλες περιφερειακές διακυμάνσεις, π.χ. σε ορισμένες περιοχές το τούβλο είναι το κύριο δομικό

υλικό, ενώ σε άλλες το σκυρόδεμα αντιπροσωπεύει την πλειοψηφία· το ξύλο είναι ένα σημαντικό δομικό υλικό σε βόρειες χώρες όπως η Φινλανδία ή Σουηδία κ.λπ.), πολιτιστικά ζητήματα (π.χ. η κατεδάφιση θεωρείται αποτυχία σε χώρες όπως η Γαλλία, ενώ αντιμετωπίζεται με θετικότερο τρόπο σε άλλες χώρες) ή τεχνικά ζητήματα (η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στις παλαιές κατασκευές επηρεάζει το ποσοστό κατεδάφισης, π.χ. περισσότερες κατεδαφίσεις αναμένονται στα νέα κράτη μέλη λόγω της χαμηλής ποιότητας του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται σε παλαιές κατασκευές). Ωστόσο, η ακριβής ανάλυση των γεωγραφικών διαφορών θα απαιτούσε αξιόπιστα δεδομένα, κάτι που δεν συμβαίνει με το ισχύον σύστημα υποβολής εκθέσεων.

Οι εκτιμήσεις που παρουσιάζονται παρακάτω πραγματοποιήθηκαν με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα από:

- ✚ Εξαιρούνται τα απόβλητα εκσκαφών από τις αναφερόμενες ποσότητες προκειμένου να ομογενοποιηθεί η περίμετρος.
- ✚ Συμπλήρωση κενών δεδομένων/διατύπωση παραδοχών για τα κράτη μέλη όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Αποκλεισμός υλικών εκσκαφής. Το φυσικό χώμα και οι πέτρες που παράγονται κατά τη διάρκεια κατασκευαστικών δραστηριοτήτων (κυρίως σε δραστηριότητες δημοσίων έργων) δεν πρέπει να περιλαμβάνονται στον υπολογισμό των ποσοστών ανακύκλωσης. Οι έξι χώρες με υψηλή κατά κεφαλήν παραγωγή παράγουν σχεδόν το 70% των συνολικών αποβλήτων ΑΕΚΚ που αναφέρονται στην ΕΕ-27, ενώ φιλοξενούν μόνο το 32% του πληθυσμού και αντιπροσωπεύουν το 42% του GDP (EUROSTAT Gross Domestic Product “Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν” Figures for 2009).

Από την ανάλυση των εθνικών εκθέσεων για τις ανωτέρω χώρες προκύπτει ότι οι ποσότητες που αναφέρονται στο έγγραφο εργασίας ETC/SRC περιλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες υλικού εκσκαφής, το οποίο δεν περιλαμβάνεται στον ορισμό των αποβλήτων ΑΕΚΚ για τους σκοπούς του στόχου του 70% που έχει θέσει η WFD(Waste Framework Directive).

Η συμπερίληψη του υλικού εκσκαφής δεν φαίνεται να είναι συστηματική στις εθνικές αναφορές. Δεδομένου ότι η ροή αυτή αντιπροσωπεύει έως και το 80% (π.χ. στη Γαλλία) της συνολικής ποσότητας αποβλήτων κατασκευών, κατεδαφίσεων και εκσκαφών, η αβεβαιότητα σχετικά με τη συμπερίληψή τους στις εθνικές στατιστικές για τα απόβλητα ΑΕΚΚ αποτελεί σημαντική πηγή αβεβαιότητας όσον αφορά τα δεδομένα σχετικά με τα απόβλητα ΑΕΚΚ. Προκειμένου να γίνει καλύτερη εκτίμηση των αποβλήτων ΑΕΚΚ στην Ευρώπη, τα δεδομένα για αυτές τις έξι χώρες διορθώθηκαν χρησιμοποιώντας εθνικές εκθέσεις, εξαιρουμένου του υλικού εκσκαφής.

Τα δεδομένα διορθώθηκαν, επίσης, για το Ηνωμένο Βασίλειο, όπου οι αναφερόμενες ποσότητες περιλαμβάνουν περίπου το 45% του υλικού εκσκαφής. Όσον αφορά τη Φινλανδία, δεν βρέθηκαν συμπληρωματικά στοιχεία για τη διόρθωση της συνολικής ποσότητας, μολονότι από την περιπτωσιολογική μελέτη για τη Φινλανδία προκύπτει ότι τα

υλικά εκσκαφής αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος των αναφερόμενων αποβλήτων ΑΕΚΚ. Ως εκ τούτου, υποτέθηκε, με βάση το κλάσμα των υλικών εκσκαφής που αναφέρθηκαν σε άλλες χώρες, ότι το 75% των συνολικών αποβλήτων ΑΕΚΚ που αναφέρθηκαν στη Φινλανδία είναι υλικό εκσκαφής.

Για τις έξι αυτές χώρες, προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Πίνακας 3 - Εξαίρεση αποβλήτων εκσκαφών για χώρες με υψηλή κατά κεφαλήν παραγωγή

Χώρα	Αναφερθείσες ποσότητες (τόνοι κατά κεφαλήν)	Ποσότητες (τόνοι κατά κεφαλήν), εξαιρουμένου του υλικού εκσκαφής
Δανία	3.99	0.837
Φινλανδία	3.99	1.008
Γαλλία	5.50	0.999
Γερμανία	2.33	0.8810
Ιρλανδία	2.74	0.6311
Λουξεμβούργο	5.90	1.42 12

Τα προκύπτοντα εύρη ποσοτήτων αποβλήτων ΑΕΚΚ που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα:

✚ Απόβλητα ΑΕΚΚ (εξαιρουμένου του υλικού εκσκαφής): 0,63 έως 1,42 τόνοι κατά κεφαλήν ετησίως

✚ Απόβλητα ΑΕΚΚ + απόβλητα εκσκαφής: 2,3 έως 5,9 τόνοι κατά κεφαλήν ετησίως

▪ Ελλειπείς αναφορές

Τα πολύ χαμηλά επίπεδα παραγωγής που αναφέρθηκαν σε ορισμένα κράτη μέλη αντικατοπτρίζουν πιθανώς την έλλειψη ελέγχου από τις δημόσιες αρχές και, ως εκ τούτου, την ελλιπή υποβολή εκθέσεων σχετικά με τα απόβλητα ΑΕΚΚ που προκύπτουν. Ως εκ τούτου, θεωρήθηκε ότι οι ποσότητες αυτές υποεκτιμήθηκαν και εφαρμόστηκε το μέσο κατά κεφαλήν ποσοστό παραγωγής για άλλες χώρες¹³ (0,94 τόνοι κατά κεφαλήν ετησίως). Οι χώρες στις οποίες εφαρμόστηκε αυτή η διόρθωση είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 4 - Κάλυψη κενών δεδομένων για χώρες με χαμηλή υποβολή εκθέσεων (υπόθεση «χαμηλών στοιχείων»)

Χώρα	Αναφερθείσες ποσότητες (τόνοι κατά κεφαλήν)	Υπόθεση "χαμηλών δεδομένων" (τόνοι κατά κεφαλήν)
Βουλγαρία	0.39	0.94
Κύπρος	0.58	0.9
Ελλάδα	0.37	0.94

Ουγγαρία	0.43	0.94
Λετονία	0.04	0.94
Λιθουανία	0.10	0.94
Πολωνία	0.11	0.94
Ρουμανία	0.00	0.94
Σλοβακία	0.26	0.94
Σλοβενία	0.00	0.94

Με βάση τα πιο πρόσφατα ενοποιημένα δεδομένα [ETC/RWM 2009] και εφαρμόζοντας τις διορθώσεις που αναφέρονται παραπάνω (αποκλεισμός των υλικών εκσκαφής όταν είναι δυνατόν και συμπλήρωση δεδομένων όταν τα δεδομένα θεωρήθηκαν ελλιπή), γίνεται εκτίμηση 0,94 τόνων κατά κεφαλήν αποβλήτων ΑΕΚΚ (εξαιρουμένου του υλικού εκσκαφής). Το ποσό αυτό θα ανερχόταν συνολικά σε περίπου 461 εκατομμύρια τόνους το 2005.

1.4. Στατιστικά στοιχεία παραγωγής αποβλήτων (για την Ελλάδα)

Η διαχείριση των Αποβλήτων Κατασκευών και Κατεδαφίσεων στην Ελλάδα αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις και φαίνεται να υπολειτουργεί σημαντικά, παρά το γεγονός ότι από το 2010 υπάρχει ένα ολοκληρωμένο νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ (με αρκετές νέες νομοθετικές πράξεις, κανονισμούς και τροποποιήσεις να ακολουθούν έκτοτε).

Τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία για την παραγωγή και χρήση ΑΕΚΚ στην Ελλάδα είναι τα στοιχεία της Eurostat για το 2012. Τα στοιχεία που αφορούν τα ΑΕΚΚ στην Ελλάδα βασίζονται κυρίως σε εκτιμήσεις, δεδομένου ότι οι εθνικές εκθέσεις δεν επαρκούν για να περιγράψουν την πραγματική κατάσταση στην Ελλάδα. Τα τελευταία χρόνια, η συλλογή δεδομένων βελτιώνεται, αλλά με χαμηλό ρυθμό. Τα προκαταρκτικά στοιχεία για το 2014, μέσω των αναφορών των επίσημα πιστοποιημένων οργανισμών του Συστήματος Διαχείρισης ΑΕΚΚ, καλύπτουν περίπου το ήμισυ των ποσοτήτων ΑΚΚ που παράγονται και διεκπεραιώνονται στην Ελλάδα. Τα στοιχεία που υποβλήθηκαν στην Eurostat για το 2012 δεν περιλαμβάνουν εδάφη και φυσικά υλικά από εκσκαφές.

Πίνακας 5: Ενδεικτικός πίνακας παραγωγής ΑΕΚΚ

Κατηγορία αποβλήτων	Δημιουργήθηκε το 2012 (ktons)	Ανακτήθηκε το 2012 (ktons)
Μη επικίνδυνα CDW	815.3	2.7
Επικίνδυνα απόβλητα	0.02	0
Σύνολο CDW	815.3	2.7

Το 2012 παρήχθησαν στην Ελλάδα περίπου 815 χιλιάδες τόνοι ΑΕΚΚ, εκ των οποίων μόνο οι 2,7 ανακτήθηκαν (συμπεριλαμβανομένης της επίχωσης) ενώ οι υπόλοιποι στάλθηκαν σε

χώρους υγειονομικής ταφής. Η παραγωγή ΑΕΚΚ μειώνεται σταθερά από το 2010, λόγω της σημαντικής επιβράδυνσης στον κατασκευαστικό τομέα και δεν αναμένεται να ανακάμψει στο άμεσο μέλλον. Η ανάκαμψη των ΑΕΚΚ παρέμεινε επίμονα σε χαμηλά επίπεδα τις τελευταίες δεκαετίες στην Ελλάδα. Τα επικίνδυνα ΑΕΚΚ (αμίαντος) εξάγονται για κατάλληλη επεξεργασία στη Γερμανία.

Η παραγωγή ΑΕΚΚ, συμπεριλαμβανομένων των εδαφών, εκτιμάται ότι είναι 6-10 φορές υψηλότερη από τα στοιχεία που αναφέρονται στη Eurostat. Υπάρχει επίσης μια σημαντική ποσότητα ΑΕΚΚ που ξεφεύγει από τα επίσημα συστήματα διαχείρισης ΑΕΚΚ και δεν αναφέρεται ούτε καταγράφεται σε καμία στατιστική, επίσημη ή ανεπίσημη. Μόνο πρόχειρες εκτιμήσεις μπορούν να εξαχθούν για τα ΑΕΚΚ που υπόκεινται σε παράνομη διαχείριση. Σύμφωνα με τη μέθοδο υπολογισμού της απόφασης 2011/753/ΕΕ της Επιτροπής για την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τους στόχους της WFD (Waste Framework Directive), η Ελλάδα πέτυχε ποσοστό ανάκτησης ΑΕΚΚ περίπου 0% το 2012, λαμβανομένων υπόψη των στατιστικών στοιχείων της Eurostat. Ωστόσο, η Ελλάδα δεν έχει ακόμη υποβάλει επίσημα στοιχεία σχετικά με την παραγωγή και ανάκτηση ΑΕΚΚ σύμφωνα με την απόφαση 2011/753/ΕΕ της Επιτροπής. Προκαταρκτικά στοιχεία για το 2014, που συγκεντρώθηκαν στο πλαίσιο αυτής της μελέτης από λίγους αδειοδοτημένους οργανισμούς του Συστήματος Διαχείρισης ΑΕΚΚ, δείχνουν ότι οι πραγματικές επιδόσεις ανάκτησης ΑΕΚΚ στην Ελλάδα κυμαίνονται περίπου μεταξύ 12-15% (βλ. ενότητα 5.2). Οι ελληνικές αρχές θα είναι σε θέση να παράγουν πιο αξιόπιστα στατιστικά στοιχεία μόλις συγκεντρωθούν και αναλυθούν δεδομένα από όλα τα συστήματα διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Τα στοιχεία για το 2014 αναμένεται να είναι πιο περιεκτικά και να απεικονίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την τρέχουσα κατάσταση της διαχείρισης των ΑΟΚ στην Ελλάδα από ποτέ.

Απόδοση διαχείρισης ΑΕΚΚ – Δεδομένα ΑΕΚΚ

Τα δεδομένα σχετικά με την παραγωγή και την επεξεργασία των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα συλλέγονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ) μέσω ερευνών και συμπληρώνονται με εκτιμήσεις προκειμένου να καλυφθούν κενά δεδομένων ή/και δεδομένα χαμηλής ποιότητας. Ωστόσο, τα επίσημα στοιχεία δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική κατάσταση στην Ελλάδα, καθώς μέχρι πρόσφατα, σύμφωνα με το νέο WMP (Waste Management Plan), υπήρχε σημαντική έλλειψη στοιχείων σχετικά με τις καταγεγραμμένες ποσότητες ΑΕΚΚ λόγω της απουσίας υποχρέωσης αναφοράς από τις γεννήτριες ΑΕΚΚ και από τις εργασίες επεξεργασίας. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω ερευνών είχαν μόνο μερικό και εθελοντικό χαρακτήρα.

Από τότε που ξεκίνησε η δημιουργία συστημάτων διαχείρισης ΑΕΚΚ το 2011, αναμένεται ότι η ποιότητα των υποβαλλόμενων δεδομένων θα βελτιωθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο, τα συστήματα διαχείρισης των ΑΕΚΚ που έχουν πιστοποιηθεί από τις αρμόδιες αρχές και έχουν ήδη αρχίσει να λειτουργούν δεν καλύπτουν ολόκληρη την ελληνική επικράτεια και το 40% περίπου των ΑΕΚΚ που παράγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία θα παραμείνουν αδήλωτα στο βραχυπρόθεσμο μέλλον. Η ΕΛΣΤΑΤ θα συνεχίσει να πραγματοποιεί εκτιμήσεις των δεδομένων των ΑΕΚΚ βραχυπρόθεσμα, έως

όπου δημιουργηθεί επαρκής αριθμός συστημάτων διαχείρισης ΑΕΚΚ, ικανών να καλύψουν ολόκληρη την ελληνική επικράτεια.

Τα στοιχεία υποβάλλονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία κάθε δύο χρόνια σύμφωνα με τον κανονισμό για τις στατιστικές αποβλήτων (2150/2002/ΕΚ). Ωστόσο, εκτιμήσεις δεδομένων είναι επίσης διαθέσιμες για άνισα έτη (π.χ. 2011), όπως παρουσιάζονται στην αρχική κατάσταση του νέου Waste Management Plan. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τα ζυγά και άνισα έτη είναι η ίδια και ακολουθεί τη μεθοδολογία της Eurostat για τις στατιστικές αποβλήτων.

Οι στατιστικές για τα ΑΕΚΚ εστιάζονται στον κατασκευαστικό τομέα (κωδικός F στη NACE “Nomenclature of Economic Activities” παρ.2) και σε άλλους τομείς των οποίων οι εργασίες παραγωγής και επεξεργασίας αποβλήτων παρακολουθούνται στενά, όπως ο μεταποιητικός τομέας και ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου (κωδικοί C και E στην ταξινόμηση NACE “Nomenclature of Economic Activities” παρ. 2). Τα απόβλητα ανακαίνισης από νοικοκυριά είναι πολύ απίθανο να ληφθούν υπόψη, δεδομένου ότι ο προορισμός αυτών των αποβλήτων είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστος και τις περισσότερες φορές απορροφώνται από τους δήμους και διατίθενται μαζί με τα αστικά στερεά απόβλητα. Επιπλέον, δεν είναι δυνατόν να γίνει διάκριση μεταξύ αποβλήτων που προέρχονται από δραστηριότητες κατασκευής, κατεδάφισης ή ανακαίνισης.

Η μόνη επίσημη πηγή δεδομένων ΑΕΚΚ, η οποία διατηρεί συνεπείς χρονοσειρές, είναι η Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ). Η ΕΛΣΤΑΤ υποβάλλει εκθέσεις στη Eurostat και ως εκ τούτου τα στοιχεία στη βάση δεδομένων της Eurostat είναι τα ίδια (σύμφωνα με τον κανονισμό 2150/2002/ΕΚ για τις στατιστικές αποβλήτων) με τα στοιχεία που βρίσκονται στη βάση δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ, αν και η τελευταία δεν επικαιροποιείται. Τα στοιχεία για το 2012 δεν εμφανίζονται στη βάση δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ, ωστόσο έχουν παρουσιαστεί αναλυτικά στους πίνακες της Eurostat.

Δεδομένα παραγωγής ΑΕΚΚ

Τα στοιχεία για την παραγωγή ΑΕΚΚ παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τα στοιχεία που παρέχονται από την επίσημη Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (ΕΛΣΤΑΤ) είναι τα ίδια με αυτά που παρουσιάζονται στη βάση δεδομένων αποβλήτων της Eurostat. Στοιχεία για την παραγωγή ΑΕΚΚ στις επίσημες στατιστικές υπάρχουν μόνο για ζυγά έτη, αλλά στο νέο WMP έχουν δοθεί εκτιμώμενα στοιχεία από την ΕΛΣΤΑΤ και για το 2011, δημιουργώντας έτσι μια συνεπή χρονολογική σειρά για την περίοδο 2010-2012.

Πίνακας 6: Παραγωγή ΑΕΚΚ στην Ελλάδα

Παραγωγή CDW (τόνοι)	2010	2011	2012
Σύνολο	2 086 985	1 310 000	815 347
Μη επικίνδυνο	2 085 300	1 309 402	815 325
Επικίνδυνος	1 685	598	22

Ωστόσο, οι εκτιμήσεις σχετικά με τις πραγματικές ποσότητες παραγωγής ΑΕΚΚ στην Ελλάδα ποικίλλουν από δύο έως δέκα φορές υψηλότερες από εκείνες των επίσημων αναφερόμενων στατιστικών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι επίσημες στατιστικές για τα απόβλητα ΑΕΚΚ δεν περιλαμβάνουν χώματα και πέτρες ή άλλα φυσικά υλικά, ενώ τα συστήματα διαχείρισης ΑΕΚΚ στην Ελλάδα τείνουν να υιοθετούν το πεδίο εφαρμογής ολόκληρης της κατηγορίας 17 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων.

Υψηλότερες ποσότητες ΑΕΚΚ παράγονται στις ιδιαίτερα αστικοποιημένες περιοχές της Αττικής και της Κεντρικής Μακεδονίας, όπου κατοικεί πάνω από το 50% του ελληνικού πληθυσμού, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 47% του συνόλου των ΑΕΚΚ που παράγονται στην Ελλάδα το 2011. Λόγω των οικονομικών περιορισμών και της επιβράδυνσης της κατασκευαστικής δραστηριότητας στην Ελλάδα, η παραγωγή ΑΕΚΚ έχει μειωθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια. Από την άλλη, η παραγωγή ΑΕΚΚ στις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας αυξάνεται ραγδαία, καθώς η τουριστική βιομηχανία έχει βιώσει σημαντική ώθηση τα τελευταία χρόνια. Η αυξημένη κατασκευή τουριστικών καταλυμάτων έχει επίσης ωθήσει την παραγωγή ΑΕΚΚ, ενώ η σωστή διαχείριση των ΑΕΚΚ στα νησιά αποτελεί οξύ πρόβλημα λόγω του περιορισμένου χώρου.

1.5. Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο

Στον Ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων αυτά χαρακτηρίζονται από έναν κωδικό έξι ψηφίων. Οι κατηγορίες αποβλήτων κατατάσσονται σε 20 κεφάλαια. Το δέκατο έβδομο κεφάλαιο απαρτίζεται από τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (στα οποία εμπεριέχονται χώματα εκσκαφών από μολυσμένες τοποθεσίες. Βέβαια κάποια απόβλητα, από αυτά που συναντούμε σε ένα εργοτάξιο, μπορούν να υπάρχουν και σε άλλα κεφάλαια. Παράλληλα θα πρέπει να τονιστεί ότι τα υπάρχοντα στα υπό κατεδάφιση κτήρια απόβλητα, όπως έπιπλα, εξοπλισμός, θα πρέπει κατά τον έλεγχο αποβλήτων να καταγραφούν. Κατωτέρω περιγράφονται τα είδη αποβλήτων που υποχρεωτικά θα πρέπει να διασταυρωθούν κατά τη διάρκεια των εργασιών καθαίρεσης ή αποξήλωσης υλικών.

1. Αδρανή απόβλητα: Εδώ ανήκουν τα απόβλητα που δεν υπόκεινται σε καμία φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα απόβλητα αυτού του είδους δεν επιδρούν με άλλα υλικά ακόμα και όταν έρχονται σε επαφή μαζί τους ώστε να οδηγήσουν στην πρόκληση βλαπτικών για την ανθρώπινη υγεία επιπτώσεων ή ρύπανση του περιβάλλοντος. Τόσο η εκπλυσιμότητα όσο και η περιεκτικότητα των αδρανών αποβλήτων σε ρύπους πρέπει να είναι επουσιώδης.
2. Μη αδρανή, μη επικίνδυνα υλικά: Χωρίζονται στις κατωτέρω κατηγορίες:
 - Μέταλλα: Τα μέταλλα αποτελούν υλικά που ανακυκλώνονται εύκολα. Σε περίπτωση όμως που αυτά μολυνθούν ή σε αυτά εμπεριέχεται μεγάλο μείγμα μετάλλων, τότε υπάρχει πιθανότητα να μην είναι δυνατή η ανακύκλωση τους και να επιβάλλεται η υγειονομική τους ταφή.
 - Ξύλο: Το ξύλο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη ανήκει το καθαρό-μη επεξεργασμένο ξύλο. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκει το επεξεργασμένο ξύλο στο

οποίο δεν υπάρχουν επικίνδυνες ουσίες και τέλος στην τρίτη κατηγορία, το επεξεργασμένο με επικίνδυνες ουσίες ξύλο. Η τρίτη κατηγορία εντάσσεται στα επικίνδυνα υλικά και ως τέτοια θα πρέπει να αντιμετωπίζεται.

- PVC (polyvinyl chloride/ πολυβινυλοχλωρίδιο): Το PVC είναι το τρίτο πιο διαδεδομένο παραγόμενο συνθετικό πλαστικό πολυμερές και είναι εύκολη μηχανικά η ανακύκλωση του. Μπορεί δε να επιτευχθεί βελτίωση των ποσοστών ανακύκλωσης του με κατάλληλη διαλογή. Δεν είναι τοξικό και διακρίνεται σε σκληρό και μαλακό PVC.
- Κονίαμα: Είναι μείγμα το οποίο χρησιμοποιείται για την σύνδεση των οικοδομικών υλικών. Τα περισσότερα κονιάματα έχουν ως βασικά στοιχεία άμμο, νερό και συνδετικό (π.χ. τσιμέντο, ασβέστη)
- Υλικά συσκευασίας: Τα απόβλητα υλικών συσκευασίας υπόκεινται σε ιδιαίτερο κανονισμό (οδηγία 1994/62/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου όπως τροποποιήθηκε και ισχύει)
- Ανάμεικτα μη επικίνδυνα απόβλητα: Τα χαρακτηριστικά τους είναι κοινά με αυτά των οικιακών αποβλήτων και κατά συνέπεια η επεξεργασία τους δύναται να γίνει με παρόμοιες διαδικασίες.
- Επικίνδυνα απόβλητα: Η οδηγία 2008/98/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου είναι αυτή που ορίζει ως επικίνδυνα απόβλητα εκείνα στα οποία εμφανίζονται μία περισσότερες από τις ιδιότητες που αναγράφονται στο παράρτημα III ως επικίνδυνες. Η διαχείριση/απόρριψη των επικίνδυνων αποβλήτων γίνεται με την λήψη ειδικών προφυλάξεων για τις οποίες γίνεται ρύθμιση σε όλη την Ευρώπη.

Σε περίπτωση κατεδάφισης, είναι υποχρεωτική η αφαίρεση επικίνδυνων υλικών από το κτίριο πριν από την έναρξη της κατεδάφισης. Αυτά τα υλικά πρέπει να διαχωρίζονται από άλλα απόβλητα σύμφωνα με ένα ειδικό πρωτόκολλο, το οποίο συνήθως εκτελείται από εξειδικευμένες εταιρείες με εμπειρία στην απομάκρυνση επικίνδυνων υλικών.

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης υφίσταται ένας συνεχώς αυξανόμενος αριθμός αρχών Τοπικών, Περιφερειακών και Εθνικών οι οποίες προβαίνουν στην κατάρτιση στρατηγικών αναφορικά με την ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων. Συστήματα που εφαρμόζονται στον κατασκευαστικό κλάδο, αναφορικά με την βιωσιμότητα υποδομών και κτηρίων είναι τα κατωτέρω:

A) Τα συστήματα διαβάθμισης LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ανήκουν σε ένα προαιρετικό πρόγραμμα που στόχο έχει την μέτρηση με τρόπο αντικειμενικό του ποσοστού βιωσιμότητας ενός κτηρίου αναφορικά με τους ακόλουθους τομείς:

- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον χώρο και την τοποθεσία
- Αποδοτική χρήση ύδατος

- Ενεργειακή απόδοση
- Επιλογή υλικών
- Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων

Το συγκεκριμένο σύστημα πέραν των άλλων ενθαρρύνει και την καινοτομία (USGBC,2020).

Β) Η μέθοδος αξιολόγησης Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM,2020) που αφορά αξιολόγηση βιωσιμότητας, υποδομών, κτηρίων, καθώς και έργων ρυθμιστικού σχεδιασμού έχει ως αντικείμενο την σταδιακή εξέταση του κύκλου ζωής όπως η δημιουργία μίας καινούριας δομικής κατασκευής η ανακαίνιση και η επαναχρησιμοποίηση (BREEAM, 2020).

Γ) Το πιστοποιητικό Haute Qualité Environnementale / Υψηλή Ποιότητα Περιβάλλοντος (HQE,2016) είναι ένα πιστοποιητικό Γαλλικής προέλευσης το οποίο πέραν της Γαλλίας χορηγείται και ανά τον κόσμο, τόσο για έργα δομικών παρασκευών και διαχείρισης, όσο και για έργα πολεοδομικού σχεδιασμού. Στόχος του είναι η προώθηση βέλτιστων πρακτικών καθώς και η προαγωγή βιώσιμης ποιότητας στο πλαίσιο κατασκευαστικών έργων, ενώ παράλληλα μεριμνά ώστε να προσφέρεται καθοδήγηση από πλευράς εμπειρογνομόνων σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου (HQE, 2016).

Δ) Το σύστημα οικολογικού ελέγχου και οικολογικής διαχείρισης EMAS- Best Environmental Management Practice in the Waste Management Sector (Βέλτιστες πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης για τον τομέα διαχείρισης των αποβλήτων), της Ευρωπαϊκής Ένωσης στόχο έχει την υποβολή στοιχείων, την αξιολόγηση, την βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, όλων των τύπων ιδιωτικών και δημοσίων οργανισμών, αποτελεί δε προαιρετικό σύστημα.

Τοπικές, περιφερειακές καθώς και εθνικές αρχές, σε συνεχώς αυξανόμενη κλίμακα στρέφονται στην κατάρτιση στρατηγικών αναφορικά με την ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων.

Το Joint Research Senter-European Commission (Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής) ασχολείται με τον προσδιορισμό, την αξιολόγηση όπως και την τεκμηρίωση βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης του περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων και για τον τομέα των δομικών κατασκευών. Αυτό γίνεται μέσα από διαδικασίες διαβούλευσης μεταξύ των κρατών μελών. Έργο του είναι η κατάρτιση του εγγράφου Best Environmental Management Practice in the Waste Management Sector με θεματική τα απόβλητα ΑΕΚΚ, τα αστικά στερεά απόβλητα και τα ιατρικά απόβλητα, καθώς και ότι αφορά την πρόληψη δημιουργίας τους, την διαχείριση, την συλλογή και επεξεργασία τους όπως και την επαναχρησιμοποίηση τους.

Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (CDW) περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα υλικών όπως σκυρόδεμα, πέτρα, μέταλλα, ξύλο, πλαστικά και άλλα, και αντιπροσωπεύουν

σημαντικό μέρος της συνολικής ροής αποβλήτων . Ο ευρωπαϊκός κατασκευαστικός κλάδος διαδραματίζει καίριο ρόλο τόσο στη χρήση των πόρων όσο και στην παραγωγή αποβλήτων, αντιπροσωπεύοντας το ήμισυ των εξορυσσόμενων πόρων και το ένα τρίτο των συνολικών αποβλήτων που παράγονται στην Ευρώπη. Ταυτόχρονα, συμβάλλει σημαντικά στην οικονομία, την τοπική απασχόληση και τη συνολική ποιότητα ζωής. Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) βρίσκεται αντιμέτωπη με μια αυξανόμενη πρόκληση – την εκθετική αύξηση των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Αυτή η αύξηση της παραγωγής αποβλήτων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την άνθηση του κατασκευαστικού τομέα και την οικονομική ανάπτυξη στα επιμέρους κράτη μέλη. Το φάσμα των αποβλήτων ΑΕΚΚ περιλαμβάνει υλικά από την κατασκευή υποδομών, την κατασκευή κτιρίων, την κατεδάφιση απαρχαιωμένων κατασκευών, ακόμη και μικρά έργα ανακαίνισης. Ενώ η διαχείριση τέτοιων αποβλήτων είναι κρίσιμη, γίνεται ιδιαίτερα περίπλοκη κατά τη φάση διάθεσης. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι ότι δεν είναι όλα τα συστατικά υλικά εγγενώς σχεδιασμένα για εύκολη ανακύκλωση. Η πρωταρχική τους πρόθεση είναι συχνά προσανατολισμένη στην ανθεκτικότητα και τη μακροζωία και όχι στην ευκολία διαχωρισμού. Αυτή η διπλή πρόκληση παρουσιάζει ένα διπλό πρόβλημα: παρεμποδίζει τις προσπάθειες μείωσης της παραγωγής αποβλήτων ΑΕΚΚ και εμποδίζει την ανακύκλωση αυτής της σημαντικής ροής αποβλήτων. Ακόμη χειρότερα, οι παράνομοι χώροι υγειονομικής ταφής αποτελούν ένα διαρκές πρόβλημα που ρίχνει βαριά σκιά διαιωνίζοντας τη μόλυνση του εδάφους και των υδάτων. “Hindawi Advances in Civil Engineering Volume 2023, Article ID 6421442, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2023/6421442>”

Επιπλέον, η διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ επηρεάζεται από τις πολιτικές και τα πλαίσια σε διάφορα επίπεδα, όπως οι κανονισμοί, τα πρότυπα, τα κίνητρα και η ζήτηση της αγοράς. Ορισμένες χώρες της ΕΕ έχουν ήδη αναπτύξει και εφαρμόσει πολιτικές που οδηγούν σε υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης έως και 90 %, όπως οι φόροι υγειονομικής ταφής, οι υποχρεωτικοί στόχοι ανακύκλωσης, οι πράσινες δημόσιες συμβάσεις και τα προγράμματα διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού. Ωστόσο, οι πολιτικές αυτές πρέπει να συμπληρωθούν με μέτρα για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των ανακυκλωμένων υλικών και για την πρόληψη της παραγωγής επικίνδυνων αποβλήτων. Συμπερασματικά, η διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι ένα σύνθετο και πολύπλευρο ζήτημα που απαιτεί ολιστική και ολοκληρωμένη προσέγγιση. Με την υιοθέτηση αρχών και πρακτικών κυκλικής οικονομίας, είναι δυνατή η βελτίωση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιδόσεων του κατασκευαστικού τομέα και η συμβολή στους στόχους της αποδοτικής χρήσης των πόρων και του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Για να αντιμετωπίσει αυτά τα πιεστικά ζητήματα, η Ευρώπη πρέπει να απομακρυνθεί από το συμβατικό γραμμικό οικονομικό μοντέλο και να ενστερνιστεί τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Η κυκλική οικονομία περιστρέφεται γύρω από τη μετατροπή των αποβλήτων σε πολύτιμους πόρους, σπάζοντας τον δεσμό μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και μη βιώσιμης κατανάλωσης πόρων. Αυτή η μετασχηματιστική προσέγγιση λειτουργεί σε πολλαπλά επίπεδα, περιλαμβάνοντας μεμονωμένα προϊόντα, αστικά περιβάλλοντα και ολόκληρα έθνη, με πρωταρχικό στόχο την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, περιβαλλοντικής ευημερίας, οικονομικής ευημερίας και

κοινωνικής ισότητας για τις σημερινές και τις μελλοντικές γενιές. Ως εκ τούτου, η ΕΕ έχει καταστήσει τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ προτεραιότητα στο πλαίσιο της στρατηγικής της για την κυκλική οικονομία. Ενώ τόσο η κυκλική οικονομία όσο και η ιεράρχηση των αποβλήτων αποσκοπούν στη βελτίωση της αποδοτικότητας της επεξεργασίας αποβλήτων και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, υπήρξε περιορισμένη συζήτηση σχετικά με την ενσωμάτωσή τους. Η έμφαση που δίνει η ΕΕ στην πρόληψη, την ανάκτηση και την ανακύκλωση των αποβλήτων αποτελεί παγκόσμιο παράδειγμα, αντιμετωπίζοντας τους περιορισμούς των πόρων και τις παγκόσμιες προκλήσεις, όπως η εξάντληση των πόρων, η ρύπανση, η κλιματική αλλαγή και η απώλεια βιοποικιλότητας. Ντύνοντας αυτή την πολύπλευρη πρόκληση και τις περιβαλλοντικές συνέπειές της, η ΕΕ έχει ξεκινήσει μια αποστολή για τη θέσπιση ενός εναρμονισμένου κανονιστικού πλαισίου. Το πλαίσιο αυτό αποσκοπεί στη μείωση της παραγωγής αποβλήτων και στην προώθηση της αποδοτικής χρήσης και ανακύκλωσης των υφιστάμενων καταλοίπων.

Το έργο CONDEREFF, στο πλαίσιο του προγράμματος INTERREG Europe, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στο συντονισμό των προσπαθειών διαχείρισης αποβλήτων ΑΕΚΚ σε ολόκληρη την ΕΕ, εστιάζοντας στα απόβλητα ΑΕΚΚ. Δίνοντας έμφαση στην πρόληψη, την ανάκτηση και την ανακύκλωση αποβλήτων, η ΕΕ έχει αποτελέσει πολύτιμο παράδειγμα για άλλες περιοχές που αντιμετωπίζουν προκλήσεις όσον αφορά τα απόβλητα ΑΕΚΚ σε έναν ολοένα και πιο περιορισμένο κόσμο πόρων. Στο πλαίσιο των παγκόσμιων προκλήσεων όπως η εξάντληση των πόρων, η ρύπανση, η κλιματική αλλαγή και η απώλεια βιοποικιλότητας, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να κινηθούμε προς πιο βιώσιμες κοινωνίες.

Έργο CONDEREFF. Το έργο αυτό αποτελεί σημαντική βάση για τη βελτίωση τη διαχείριση των αποβλήτων Κ&Α σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πίνακας 7: Συνεργάτες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα CONDEREFF (Δεδομένα που προέρχονται και συγκεντρώνονται εσωτερικά από πληροφορίες CONDEREFF.)

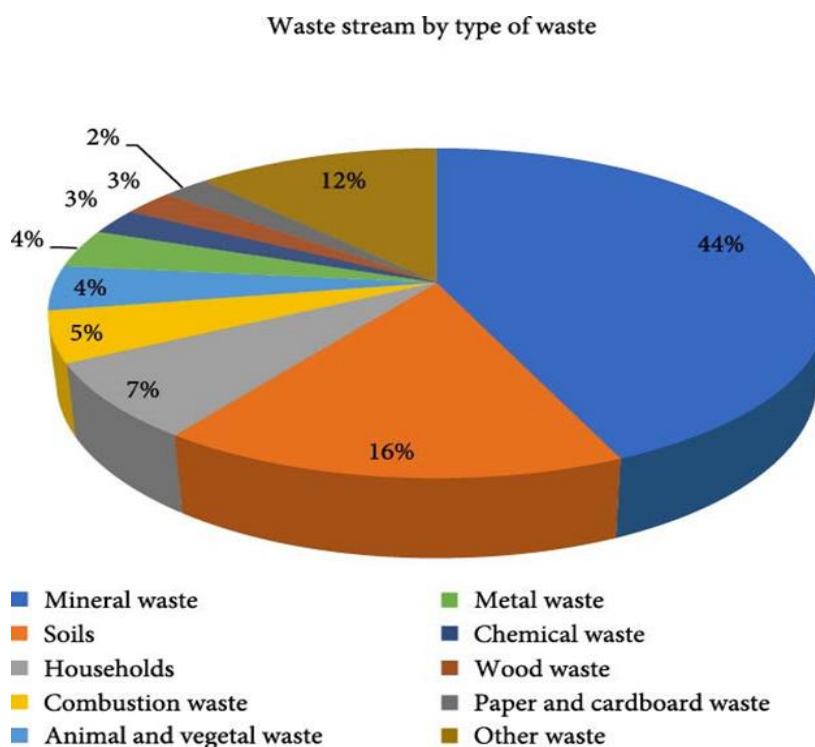
Συνεργάτες	Διοικητικός Φορέας	Χώρες
UPV	Polytechnic University of Valencia (UPV)	Ισπανία
RoT	Region of Thessaly (RoT)	Ελλάδα
AURA-EE	Auvergne- Rhone-Alpes Energy Environment Agency (AURA-EE)	Γαλλία
RRAPK	The Regional Development Agency of the Pardubice Region (RRAPK)	Δημοκρατία της Τσεχίας
ENEA	Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA)	Ιταλία
LAZIO	Lazio Region (LAZIO)	Ιταλία

STYRIA	Styrian Provincial Government-Department 14-Water Management, Resources and Sustainability (STYRIA)	Αυστρία
ISW	Institute for Structural Policy and Economic Development (ISW)	Γερμανία

Το πλαίσιο του προγράμματος INTERREG Europe, αποσκοπεί στην επιτάχυνση της ανάπτυξης πολιτικής για τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ και στη βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων στις χώρες εταίρους. Οι κύριοι στόχοι του έργου περιλαμβάνουν την υποστήριξη της θέσπισης πλαισίων πολιτικής, την ενίσχυση της ικανότητας των δημόσιων αρχών να ρυθμίζουν τα απόβλητα ΑΕΚΚ, τη βελτίωση των πρακτικών σύναψης δημόσιων συμβάσεων, την επιβολή περιορισμών υγειονομικής ταφής, τη βελτίωση των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης και την προώθηση της ευαισθητοποίησης και αποδοχής του κοινού. Στον πυρήνα του, το έργο ευδοκμεί στη συνεργασία και τη συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων αρχών, των εταιρειών ΑΕΚΚ, των οργανισμών και των ενδιαφερομένων. Με οκτώ εταίρους από επτά χώρες, παρέχει μια ιδανική πλατφόρμα για την ανταλλαγή εμπειριών και βέλτιστων πρακτικών στη διαχείριση αποβλήτων ΑΕΚΚ.

Το κανονιστικό πλαίσιο στην ΕΕ

Τα απόβλητα κατασκευών στην Ευρώπη παράγονται από δύο κύριες δραστηριότητες: την κατεδάφιση υφιστάμενων κτιρίων και την κατασκευή νέων κτιρίων. Η ανάλυση των πηγών αποβλήτων στις 28 χώρες της ΕΕ και τη Νορβηγία, με βάση τα στοιχεία της Eurostat, δείχνει ότι το 34% των αποβλήτων προέρχεται από κατασκευαστικές δραστηριότητες. Άλλες σημαντικές πηγές περιλαμβάνουν 27% από ορυχεία και λατομεία, 11% από τη μεταποίηση, 9% από νοικοκυριά, 3% από την αλυσίδα ενεργειακού εφοδιασμού και 16% από διάφορες άλλες πηγές. Τα στατιστικά αυτά στοιχεία υπογραμμίζουν τη σημαντική συμβολή του κατασκευαστικού τομέα στη συνολική παραγωγή αποβλήτων. Περαιτέρω στοιχεία για την παραγωγή αποβλήτων του τομέα παρέχονται με την εξέταση των τύπων αποβλήτων που παράγονται. Το γράφημα 2 δείχνει ότι τα ορυκτά απόβλητα αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο σε ποσοστό 44%, ενώ το χαρτί και το χαρτόνι αντιπροσωπεύουν μόνο το 2% των συνολικών αποβλήτων που παράγονται. Αυτό υπογραμμίζει τον όγκο των παραγόμενων αποβλήτων και την ανάγκη για αποτελεσματικά μέτρα διαχείρισης. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1, το πρώτο βήμα για τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι η απόκτηση άδειας για τις εργασίες κατασκευής ή κατεδάφισης. Μετά από συνολική αξιολόγηση, τα απόβλητα πρέπει να ταξινομούνται σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων (πίνακας 3). Ο κατάλογος αυτός χρησιμεύει ως βάση για την ταξινόμηση και συμπληρώνεται από ειδικούς κανονισμούς σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.



Γράφημα 3: Συγκριτική Ανάλυση του Ευρωπαϊκού Κανονιστικού Πλαισίου για τη Διαχείριση Αποβλήτων ΑΕΚΚ

Ποσοστιαία κατανομή των τύπων αποβλήτων εντός της ροής αποβλήτων. Τα στοιχεία προέρχονται και καταρτίζονται από την EUROSTAT με ανεξάρτητο τρόπο.

Πίνακας 8: Λίστα κατηγοριών Ευρωπαϊκών αποβλήτων (Τα δεδομένα συλλέχθηκαν και συγκεντρώθηκαν ανεξάρτητα από το έργο CONDEREFF.)

Ευρωπαϊκή λίστα ΑΕΚΚ

Τσιμέντο, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά	Ξύλο, γυαλί και πλαστικά
Μείγμα ασφάλτου	Μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους)
Χώμα (συμπεριλαμβανομένων εκσκαφών από μολυσμένες περιοχές, πέτρες και υλικό βυθοκορήσεων)	Υλικά μονώσεων και κατασκευαστικά υλικά εμπεριέχοντα αμίαντο
Υλικά κατασκευών με βάση τον γύψο	Άλλα υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων

Μετά την ταξινόμηση, οι μεταφορές αποβλήτων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπόκεινται στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1013/2006, ο οποίος διέπει τις διασυνοριακές μεταφορές. Για εγχώριες αποστολές, μεμονωμένες χώρες επιβλέπουν τις λειτουργίες με συνεχή παρακολούθηση. Τα συλλεγόμενα απόβλητα αποστέλλονται σε καθορισμένες

εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή συγκράτησης με ειδικές ρυθμιζόμενες διαδικασίες. Η οδηγία 1999/31/EK περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων εξαιρεί από την υγειονομική ταφή τα αδρανή απόβλητα που είναι κατάλληλα για αποκατάσταση, συσκευασία, επίχωση ή κατασκευή (άρθρο 3.2.2) και προβλέπει ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής μόνο για αδρανή απόβλητα (άρθρα 4 και 6 στοιχείο δ).

Η οδηγία 2008/98/EK θεσπίζει νομικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων στην ΕΕ, δίνοντας έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Τονίζει τη σημασία των κατάλληλων τεχνικών διαχείρισης, της ανάκτησης αποβλήτων και της ανακύκλωσης για τη μείωση της πίεσης στους πόρους και τη βελτίωση της χρήσης των πόρων. Οι εθνικές αρχές υποχρεούνται να αναπτύξουν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων και προγράμματα πρόληψης. Σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/EK της ΕΕ, η ΕΕ απαιτεί τουλάχιστον το 70% των αποβλήτων ΑΕΚΚ να ανακυκλώνεται, να ανακτάται και να επαναχρησιμοποιείται έως το 2020. Τα κράτη μέλη είναι επιφορτισμένα με τη διαμόρφωση του σχεδίου 10 και της νομοθεσίας για τη διαχείριση των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων ποιοτικών ελέγχων για τη διασφάλιση της χρησιμότητας των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Αυτά τα πρωτόκολλα της ΕΕ καθοδηγούν τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ και βοηθούν τις διοικήσεις στη διαμόρφωση νομοθεσίας που προωθεί την επεξεργασία αυτών των αποβλήτων ως δευτερογενούς πρώτης ύλης.

1.6. Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι ορισμοί των αποβλήτων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.

Ορισμός των αποβλήτων

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Απόβλητα (WFD/ Waste Framework Directive) 2008/98/EK ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία με τον Νόμο 4042 του 2012 «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Συμμόρφωση με την Οδηγία 2008/99/EK – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Συμμόρφωση με την Οδηγία 2008/98/EK – Ρύθμιση θεμάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Ο ορισμός των αποβλήτων που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι σύμφωνος με αυτόν της οδηγίας-πλαισίου για τα απόβλητα. «απόβλητο»: κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει·

Ορισμός των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)

Ο ορισμός που εφαρμόζεται επί του παρόντος στην Ελλάδα ακολουθεί τον ορισμό που περιέχεται στην απόφαση 2011/753/ΕΕ της Επιτροπής για την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τους στόχους της WFD. Ειδικά:

«απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων»: τα απόβλητα που αντιστοιχούν στους κωδικούς αποβλήτων του κεφαλαίου 17 του παραρτήματος της απόφασης 2000/532/EK της

Επιτροπής (κατάλογος αποβλήτων), εξαιρουμένων των επικίνδυνων αποβλήτων και των υλικών που απαντούν στη φύση, όπως ορίζονται στην κατηγορία 17 05 04.

Ωστόσο, ο όρος που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην Ελλάδα, και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται, για να περιγράψει το ρεύμα αποβλήτων των ΑΕΚΚ είναι Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), όπως παρουσιάζεται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010) που καθορίζει τα «Μέτρα, όρους και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)», η οποία αποτελεί το κύριο κανονιστικό έγγραφο ειδικά για τη διαχείριση των ΑΚΚ. Ο ορισμός διατυπώνεται ως εξής:

Ως «απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)» νοείται κάθε υλικό ή αντικείμενο εκσκαφής, κατασκευής και κατεδάφισης που θεωρείται απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 2 στοιχείο α) της ΚΥΑ 50910/2727/2003 (Μέτρα και όροι Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης – εισαγωγή του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων στην ελληνική νομοθεσία) σε συνδυασμό με την παράγραφο 4 του άρθρου 2 του Ν. 2939 του 2001 (αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση στερεών αποβλήτων) και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι (με τους κωδικούς της κατηγορίας αποβλήτων 17 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων) του άρθρου 17 της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010.

Ο ορισμός όπως παρουσιάζεται παραπάνω, στην ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010, ισχύει για όλα τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, ανεξάρτητα από το σχήμα, τον όγκο, το βάρος ή τα χαρακτηριστικά των υλικών τους, καθώς και τα στερεά απόβλητα που προκύπτουν από την κοπή μαρμάρου κατά την προετοιμασία για κατασκευαστικούς σκοπούς και την περίσσεια σκυροδέματος (σκυρόδεμα που παραμένει μετά την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εργασιών).

Υπάρχει διάκριση μεταξύ αποβλήτων που προέρχονται από δραστηριότητες εκσκαφής, κατασκευών και κατεδαφίσεων, αλλά δεν παρέχονται διακριτοί ορισμοί στη σχετική νομοθεσία.

Αν και το έδαφος και τα φυσικά υλικά εκσκαφής κατά τη διάρκεια της κατασκευής περιλαμβάνονται στον ορισμό των ΑΕΚΚ που περιλαμβάνονται στην ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στον ορισμό των ΑΕΚΚ για τον υπολογισμό του στόχου της WFD. Οι κατηγορίες καταλόγου αποβλήτων που εξαιρούνται στον τελευταίο ορισμό είναι 17 05 04 και 17 05 06.

Ωστόσο, υπάρχει απόκλιση στον κατάλογο αποβλήτων, όπως έχει μεταφερθεί στην ελληνική νομοθεσία σχετικά με τον κωδικό αποβλήτων 17 05 06 Λάφυρα βυθοκόρησης. Η περιγραφή του κωδικού αυτού έχει μεταφραστεί λανθασμένα στην επίσημη μετάφραση της απόφασης 2000/352/ΕΚ2 της Επιτροπής και κατά συνέπεια ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία (ΚΥΑ 50910/2727/2003) λανθασμένα μεταφρασμένη, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη αναφορά των ΑΕΚΚ που παράγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία και γενικά υπάρχει πιθανότητα εσφαλμένης λογιστικής καταγραφής των

εργασιών ανάκτησης ορισμένης ποσότητας ΑΕΚΚ που θα δηλώνονταν με αυτή την ταξινόμηση.

Η ελληνική μετάφραση του κωδικού 17 05 06 που βρίσκεται στην απόφαση 2000/352/ΕΚ της Επιτροπής (και στην ΚΥΑ 50910/2727/2003) είναι «Απόβλητα εκσκαφών εκτός εκείνων που αναφέρονται στον κωδικό 17 05 05*». Είναι προφανές ότι η περιγραφή αυτή είναι πολύ γενική και θα μπορούσε ενδεχομένως να περιλαμβάνει κάθε είδους απόβλητα που προέρχονται από δραστηριότητες εκσκαφής, όχι μόνο φυσικά υλικά. Τα ΑΕΚΚ που αναφέρονται βάσει του εν λόγω κώδικα δεν θα λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό του στόχου της ΟΠ και, ως εκ τούτου, μια ορισμένη ποσότητα αποβλήτων που θα μπορούσε να είχε ανακτηθεί προκειμένου να επιτευχθούν υψηλά ποσοστά ανάκτησης σύμφωνα με τον στόχο του 2020 ενδέχεται να αγνοηθεί και να καταλήξει σε χώρους υγειονομικής ταφής ή ανεξέλεγκτες χωματερές. Υπάρχει επίσης το ζήτημα της αναφοράς και της κατάλληλης επεξεργασίας των λαφύρων βυθοκόρησης.

Ειδικά στις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας, αυτός ο τύπος αποβλήτων θεωρείται σημαντικός, καθώς υπάρχουν πολλές συνεχιζόμενες δραστηριότητες κατασκευής, αναβάθμισης και επέκτασης λιμένων με αποτέλεσμα αυξημένες ποσότητες λαφύρων βυθοκόρησης. Μολονότι αυτός ο τύπος αποβλήτων δεν ανταποκρίνεται στον στόχο της WFD, απαιτεί ωστόσο κατάλληλη επεξεργασία, καθώς η πιθανότητα εύρεσης ποικιλίας αποβλήτων, πέραν των φυσικών λίθων και εδαφών, είναι πολύ υψηλή. Ο βυθός της θάλασσας σε λιμένες ή κοντά σε λιμενικές περιοχές θεωρείται μολυσμένος με διάφορα είδη αποβλήτων που καταλήγουν στη θάλασσα από την ενδοχώρα ή απορρίπτονται από ελλιμενισμένα πλοία και αλιευτικά σκάφη.

Νομοθεσία σχετικά με τα ΑΕΚΚ στην Ελλάδα

Το νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα ορίζεται από τον νόμο 4042 του 2012 «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Συμμόρφωση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Συμμόρφωση με την οδηγία 2008/98/ΕΚ - Ρύθμιση θεμάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», με τον οποίο ενσωματώνεται στην ελληνική νομοθεσία η οδηγία πλαίσιο της ΕΕ για τα απόβλητα (2008/98/ΕΚ). Όλες οι διατάξεις της WFD που αφορούν τα ΑΕΚΚ ισχύουν για την Ελλάδα και αποτελούν τη νομική βάση για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στη χώρα.

Περαιτέρω νομοθεσία, κανονισμοί και κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα ΑΕΚΚ στην Ελλάδα περιλαμβάνουν:

- ✚ Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/1757/Ε103/2010 για τον καθορισμό μέτρων, όρων και προγραμμάτων εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Εδώ, παρουσιάζονται οι υποχρεώσεις όλων των φορέων που εμπλέκονται στη διαχείριση των ΑΕΚΚ με έμφαση στην αύξηση της επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης των ΑΕΚΚ σύμφωνα με την ιεράρχηση των αποβλήτων.

- ✚ Νόμος 2939/2001 για την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων, όπως τροποποιήθηκε από το Ν. 3854/2010. Αυτό το νομοθέτημα καθορίζει τις αρχές της εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων της ροής αποβλήτων ΑΕΚΚ, μεταξύ άλλων, και ορίζει τα συστήματα οργάνωσης για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Επίσης, προβλέπονται πρόστιμα και άλλες διοικητικές και νομικές κυρώσεις σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τον κανονισμό.
- ✚ Νόμος 4030/2011 «Νέος τρόπος έκδοσης οικοδομικών αδειών, έλεγχος δόμησης και άλλες διατάξεις». Το άρθρο 40 περιγράφει τις διατάξεις έκδοσης αδειών για εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ σε ανενεργά λατομεία και τους κανόνες αποδοχής και διαχείρισης ΑΕΚΚ σε αυτές τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
- ✚ Νόμος 4067/2012 «Νέος Οικοδομικός Κανονισμός», όπου το άρθρο 17 ορίζει ότι για την ανέγερση οποιουδήποτε κτιρίου και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου, θα πρέπει να εφαρμόζονται οι πρόνοιες της σχετικής νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων.
- ✚ Εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής αρ. 4834 της 25ης Ιανουαρίου 2013 με θέμα «Διαχείριση πλεονάζοντος υλικού εκσκαφής από Δημόσια Έργα - Διευκρινίσεις επί των απαιτήσεων της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010», με την οποία εξαιρείται η διαχείριση πλεονάζοντων υλικών από εκσκαφικές δραστηριότητες κατά τη διάρκεια δημοσίων έργων μέσω πιστοποιημένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, εφόσον ο χειρισμός του πλεονάζοντος υλικού γίνεται με ορθό περιβαλλοντικό τρόπο.
- ✚ Απόφαση 2011/753/ΕΕ της Επιτροπής για τη θέσπιση κανόνων και μεθόδων υπολογισμού για την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τους στόχους που ορίζονται στο άρθρο 11 παράγραφος 2 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου¹⁴.
- ✚ Νόμος 4280/2014 «Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική αστικοποίηση - Αειφόρος ανάπτυξη οικισμών. Κανονισμοί δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις», το άρθρο 52 προβλέπει τη δυνατότητα εναπόθεσης και επεξεργασίας ΑΕΚΚ σε ανενεργά ορυχεία και λατομεία από τα πιστοποιημένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ.

Επί του παρόντος, υπάρχει φόρος υγειονομικής ταφής που εφαρμόζεται σε όλους τους νομίμως λειτουργούντες χώρους υγειονομικής ταφής (εξακολουθούν να υπάρχουν αρκετοί λειτουργούντες παράνομοι χώροι υγειονομικής ταφής) στην Ελλάδα στο επίπεδο των 40 ευρώ ανά τόνο (δεν υπάρχει ειδικός χώρος υγειονομικής ταφής αδρανών αποβλήτων στην Ελλάδα, αλλά οι χώροι υγειονομικής ταφής δέχονται όλους τους τύπους αποβλήτων, εκτός από τα επικίνδυνα απόβλητα και συγκεκριμένους τύπους αποβλήτων που εμπίπτουν σε ειδικά συστήματα διαχείρισης, π.χ. οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους). Ο φόρος υγειονομικής ταφής θα αυξηθεί σταδιακά τα επόμενα χρόνια με όραμα να φθάσει τα 60 ευρώ

ανά τόνο έως το 2020. Το τρέχον τέλος εισόδου στους χώρους υγειονομικής ταφής κυμαίνεται μεταξύ 10 και 48,5 ευρώ ανά τόνο εισερχόμενων αποβλήτων.

Ειδικότερα το βασικό νομικό πλαίσιο σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ εδράζεται στα παρακάτω νομοθετήματα:

- N. 5151/2024 Ρυθμίσεις για τον εκσυγχρονισμό της διαχείρισης αποβλήτων, τη βελτίωση του πλαισίου εξοικονόμησης ενέργειας, την ανάπτυξη των έργων ενέργειας και την αντιμετώπιση πολεοδομικών ζητημάτων
- Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)
- N. 4819/2021
- N. 4495/2017
- K.Y.A. 36259/1757/E103/2010
- N. 4819/2021 Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων – Ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ περί αποβλήτων και της Οδηγίας 94/62/ΕΚ περί συσκευασιών και απορριμμάτων συσκευασιών, πλαίσιο οργάνωσης του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, διατάξεις για τα πλαστικά προϊόντα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, χωροταξικές – πολεοδομικές, ενεργειακές και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις.
- KYA 14900 Έγκριση σχεδίου Δράσης για τις Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις.
- N. 4710/2020 Προώθηση της ηλεκτροκίνησης και άλλες διατάξεις.
- N. 4685/2020 Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις.
- ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/11936/836/2019 Καθορισμός διαδικασίας και δικαιολογητικών για την εγκατάσταση και τη λειτουργία έργων και δραστηριοτήτων «Συστημάτων Περιβαλλοντικών Υποδομών».
- Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων. Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη.
- N. 4512/2018 Ρυθμίσεις για την εφαρμογή των Διαρθρωτικών Μεταρρυθμίσεων του Προγράμματος Οικονομικής Προσαρμογής και άλλες διατάξεις.
- Εγκύκλιος 11/19-06-2017 Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών σχετικά με τη Δημοσίευση Κανονισμού Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων.
- N. 4496/2017 Τροποποίηση του ν. 2939/2001 για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, προσαρμογή στην Οδηγία 2015/720/ΕΕ, ρύθμιση θεμάτων του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης και άλλες διατάξεις.
- N. 4495/2017 Έλεγχος και προστασία του Δομημένου Περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις.

- Κ.Υ.Α. Αριθμ. οικ. 1/1 Τροποποίηση της κοινής υπουργικής απόφασης 43942/4026/2016 – Οργάνωση και λειτουργία Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων (ΗΜΑ), σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 42 του ν. 4042/2012 (Α' 24), όπως ισχύει.
- Κ.Υ.Α. Αριθμ. Οικ. 43942/4026 Οργάνωση και λειτουργία Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων (ΗΜΑ), σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 42 του Ν.4042/2012 (Α' 24), όπως ισχύει.
- Υ.Α. Αριθμ. οικ. 181504 Κατάρτιση, περιεχόμενο και σύστημα διαχείρισης του Εθνικού Μητρώου Παραγωγών (Ε.Μ.ΠΑ.)- Καθορισμός διαδικασίας εγγραφής των παραγωγών, στο πλαίσιο της εναλλακτικής διαχείρισης των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, σύμφωνα με τα άρθρα 7 και 17 του Ν. 2939/2001 (Α 179), όπως ισχύουν.
- Ν. 4447/2016 Χωρικός σχεδιασμός – Βιώσιμη ανάπτυξη και άλλες διατάξεις.
- Ν. 4389/2016 Επείγουσες διατάξεις για την εφαρμογή της συμφωνίας δημοσιονομικών στόχων και διαρθρωτικών μεταρρυθμίσεων και άλλες διατάξεις.
- ΠΡΑΞΕΙΣ ΥΠΟΥΡΓΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ Πράξη 49 της 15-12-2015
- Ν. 4280/2014 Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση – Βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών Ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις. Άρθρο 36 και Άρθρο 51.
- Εγκύκλιος Αρ. Πρ. 4834/25-1-2013 Διαχείριση περίσσειας υλικών εκσκαφών που προέρχονται από δημόσια έργα – Διευκρινίσεις επί των απαιτήσεων της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010
- Ν.4067/2012 Νέος Οικοδομικός Κανονισμός.
- Ν. 4042/2012 Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

Δίνεται ορισμός αποχαρακτηρισμού αποβλήτων ως εξής:

Ορισμένα προσδιορισμένα απόβλητα παύουν να αποτελούν απόβλητα κατά την έννοια της παραγράφου 1 του άρθρου 11, εάν έχουν υποστεί εργασία ανάκτησης, περιλαμβανομένης της ανακύκλωσης, και πληρούν ειδικά κριτήρια που καθορίζονται σύμφωνα με τους ακόλουθους όρους:

- α) η ουσία ή το αντικείμενο χρησιμοποιείται συνήθως για συγκεκριμένους σκοπούς,
- β) υπάρχει αγορά ή ζήτηση για τη συγκεκριμένη ουσία ή αντικείμενο,
- γ) η ουσία ή το αντικείμενο πληροί τις τεχνικές απαιτήσεις για τους συγκεκριμένους σκοπούς και συμμορφώνονται προς την κειμένη νομοθεσία και τα πρότυπα που ισχύουν για τα προϊόντα και
- δ) η χρήση της ουσίας ή του αντικειμένου δεν πρόκειται να έχει δυσμενή αντίκτυπο στο περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία.

Λειτουργία του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων.

Στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας εγκαθίσταται το Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων, εφεξής αποκαλούμενο ως «ΗΜΑ», το οποίο αποτελεί ένα πληροφοριακό σύστημα σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 42 του Ν. 4042/2012 όπως ισχύει. Το ΗΜΑ ορίζεται και αναλύεται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση Οικ. 43942/4026/2016 (ΦΕΚ 2992/Β/19-9-2016).

- ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 18ης Νοεμβρίου 2011 περί θεσπίσεως κανόνων και μεθόδων υπολογισμού για τον έλεγχο της συμμόρφωσης προς τους στόχους του άρθρου 11 παράγραφος 2 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (2011/753/ΕΕ)
- Ν. 4030/2011 Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις.
- Εγκύκλιος Αρ. Πρ. Οικ. 129043/4345/8-7-2011 Εφαρμογή νομοθεσίας για τη διαχείριση μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων
- Κ.Υ.Α. 36259/1757/Ε103/2010 Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).
- Ν.3854/2010 Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον ΕΟΕΔΣΑΠ και άλλες διατάξεις
- Υ.Α. 116570/2009 Κανονισμός για τη διαδικασία ανανέωσης των εγκρίσεων συστημάτων ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και άλλων προϊόντων
- Π.Δ. 99/2008 Συγκρότηση, διάρθρωση και λειτουργία του ΕΟΕΔΣΑΠ
- Κ.Υ.Α. 50910/2727/2003 Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης

- N. 2939/2001 Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων. – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π) και άλλες διατάξεις

- Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.). Κατάλογος Αποβλήτων σύμφωνα με το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ.

Κεφάλαιο 2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

2.1. Εισαγωγή

Τεράστιες ποσότητες ΑΕΚΚ παράγονται κάθε χρόνο κατά την κατασκευή, ανακαίνιση και κατεδάφιση κτιρίων και υποδομών. Αναφέρεται ότι η συνολική ποσότητα αποβλήτων ΑΕΚΚ που παράγονται παγκοσμίως κάθε χρόνο υπερβαίνει τα 10 δισεκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων οι Ηνωμένες Πολιτείες παράγουν περίπου 700 εκατομμύρια τόνους και η Ευρωπαϊκή Ένωση περισσότερους από 800 εκατομμύρια τόνους. Η Κίνα συνεισφέρει περίπου 2,3 δισεκατομμύρια τόνους αποβλήτων ΑΕΚΚ κάθε χρόνο λόγω της επιταχυνόμενης αστικοποίησης και των μαζικών σχεδίων αστικής ανανέωσης, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 40% των συνολικών στερεών αποβλήτων που παράγονται.

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων παρά το ότι καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό των αποβλήτων που παράγονται στην χώρα μας, δεν τυγχάνουν ορθής και φιλικής προς το περιβάλλον διαχείρισης εξαιτίας της έλλειψης κατάλληλης και επαρκούς τεχνικής υποδομής. Η σύγχρονη τάση της περιβαλλοντικής ,μηχανικής στον τομέα της εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων είναι η αξιοποίηση των ως άνω αποβλήτων σε σύγχρονες και εξειδικευμένες μονάδες ανακύκλωσης αδρανών αποβλήτων με στόχο την επίτευξη παραγωγής καινούριων δευτερογενών υλικών, ικανών για εκμετάλλευση. Η ανάγκη δημιουργίας μονάδων ανακύκλωσης των αδρανών αποβλήτων είναι επιτακτική, και πηγάζει από το ότι αυτού του είδους τα υλικά δύνανται να αποτελέσουν ένα νέο υλικό δυνάμενο να αντικαταστήσει τις αντίστοιχες πρώτες ύλες, οι οποίες στην πλειονότητα τους προκύπτουν από λατομικές εργασίες οι οποίες επιφέρουν, όπως έχει αποδειχθεί, δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων ΑΕΚΚ έχουν καταστεί παγκόσμιο ζήτημα. Σε σύγκριση με την ανακύκλωση, η υγειονομική ταφή είναι σήμερα η κύρια μέθοδος επεξεργασίας αποβλήτων ΑΕΚΚ σε πολλά μέρη του κόσμου, εκτιμάται ότι περίπου το 35% των αποβλήτων ΑΕΚΚ καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής σε όλο τον κόσμο. Ταυτόχρονα, η επεξεργασία των αποβλήτων ΑΕΚΚ έχει πολλαπλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ως εκ τούτου, υπάρχει επείγουσα ανάγκη ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποβλήτων ΑΕΚΚ.

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι από τα πλέον βαριά και μεγάλου όγκου απόβλητα παραγόμενα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Κατέχουν το 25%-30% περίπου του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στον χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκύπτουν από κατασκευαστικές δραστηριότητες τόσο κτηρίων όσο και δημοσίων υποδομών, ολική ή εν μέρει κατεδάφιση κτηρίων και υποδομών, συντήρηση ή χάραξη οδικού δικτύου και περιλαμβάνονται σε αυτά υλικά όπως χώμα, μέταλλα, πλαστικά, σκυρόδεμα, ξύλο, γυαλί, σίδηρο, γύψο και τούβλα, υλικά δυνάμενα να ανακυκλωθούν.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων ΑΕΚΚ έχουν λάβει μεγαλύτερη προσοχή με την ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής έρευνας, των αναδυόμενων τεχνολογιών και των αναδυόμενων εννοιών της κυκλικής οικονομίας.

Αποτελεί γεγονός ότι δεν υπήρχε ένα οργανωμένο δίκτυο τόσο για την συλλογή όσο και για την αξιοποίηση τους με αποτέλεσμα η διαχείριση των συγκεκριμένων υλικών να γίνεται αποσπασματικά, με αποτέλεσμα την δημιουργία τεραστίων προβλημάτων στο περιβάλλον ως απόρροια της ανεξέλεγκτης διάθεσης τους. Η εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ με εφαρμογή στα απόβλητα που προκύπτουν από ιδιωτικά όπως και δημόσια έργα, έχει ως στόχο στην μείωση της τελικής διάθεσης αυτών, ενθαρρύνοντας την επαναχρησιμοποίηση τους, την ανακύκλωση, όπως και κάθε άλλη ανάκτηση αυτών ώστε να επιτευχθεί η μειωμένη κατανάλωση πρωτογενών πρώτων υλών.

2.2. Βασικές εργασίες παραγωγής αποβλήτων εκσκαφών και κατεδαφίσεων

Τα απόβλητα είναι μια αναπόφευκτη συνέπεια στην παραγωγή και χρήση οτιδήποτε, είτε πρόκειται για υποπροϊόν στην κατασκευή ενός υλικού είτε για απόβλητα από την κατεδάφιση υποδομών. Ως κοινωνία, υπάρχει αποδοχή ότι τα απόβλητα θα υπάρχουν πάντα. Ωστόσο, λόγω διαφόρων παραγόντων, όπως η ρύπανση, η εξάντληση των πόρων, ο μειωμένος χώρος υγειονομικής ταφής και η κλιματική αλλαγή, οι ερευνητές έχουν αρχίσει να διερευνούν τη συμμετοχή των κοινωνιών στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, περιορίζοντας έτσι αυτές τις αρνητικές συνέπειες.

Ο Seadon (2010) εξηγεί ότι η άποψη της κοινωνίας «κατασκευή ορυχείων-απόρριψη» απέχει πολύ από το να είναι βιώσιμη. Το άρθρο αναφέρει ότι είναι ιστορικά αποδεδειγμένο ότι οι κοινωνίες που δεν είναι βιώσιμες τελικά θα αποτύχουν. Επιτυχημένες κοινωνίες είναι αυτές που κατανοούν τη σημασία των πεπερασμένων πόρων τους, χρησιμοποιούν αυτούς τους πόρους με βιώσιμο τρόπο και κατανοούν την πολυπλοκότητα των γύρω οικοσυστημάτων. Οι Meadows et al.(2004) πρόσθεσαν περαιτέρω ότι μια βιώσιμη κοινωνία είναι αυτή που:

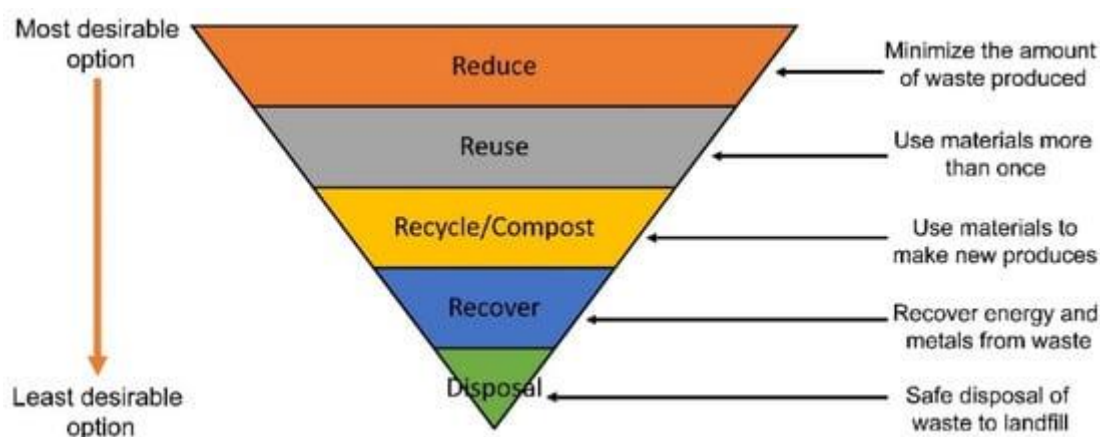
- έχει την ικανότητα να αναπτύσσεται,
- είναι προηγμένο τόσο τεχνικά όσο και πολιτιστικά,
- όλοι οι παράγοντες είναι δυναμικοί, ιδίως ο πληθυσμός και η παραγωγή,
- οι πεπερασμένοι πόροι χρησιμοποιούνται εύλογα και αποτελεσματικά, και
- είναι ποικιλόμορφη, δημοκρατική και προκλητική.

Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ανησυχητική. Σύμφωνα με τα πρόσφατα στατιστικά στοιχεία, η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων παγκοσμίως καταγράφηκε σε 2,02 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους το έτος 2016 και προβλέπεται να αυξηθεί σε 3,4 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους έως το 2050. Οι υψηλότεροι συνεισφέροντες προέρχονται γενικά από βασικές χώρες με υψηλή οικονομική συμβολή στην παγκόσμια αγορά. Ωστόσο, όταν εξετάζεται η παραγωγή αποβλήτων

παγκοσμίως ανά περιοχή, η Ανατολική Ασία και ο Ειρηνικός έχουν το υψηλότερο, στο 23%, με τη Μέση Ανατολή και τη Βόρεια Αφρική να είναι οι χαμηλότερες, στο 6%. Τα ίδια στατιστικά στοιχεία αποκάλυψαν την κατανομή των αποβλήτων ανά τύπο υλικού, με τα «τρόφιμα και πράσινα» να αντιπροσωπεύουν το υψηλότερο, στο 44%, ενώ το "ξύλο" και τα υλικά "καουτσούκ και δέρμα" να αντιπροσωπεύονται λιγότερο, στο 2%.

Η προβλεπόμενη τάση θα συνεχίσει να επιδεινώνεται εάν παραμείνει το ισχύον καθεστώς. Ως εκ τούτου, αναμένεται αύξηση κατά 70% της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής αποβλήτων. Η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος απαιτεί συλλογικές προσπάθειες από όλα τα μέλη της διεθνούς κοινότητας για τη διασφάλιση της ευημερίας της μελλοντικής γενιάς μας.

Ο Tran (2023) υποστηρίζει ότι τα απόβλητα δεν πρέπει να αποτελούν υπολειμματικό προϊόν, αλλά, μάλλον, να θεωρούνται ως πόρος που μπορεί να επαναχρησιμοποιείται συνεχώς σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα κλειστού βρόχου. Η BRANZ (Building Research Association New Zealand) δηλώνει ότι τα απόβλητα είναι ένας καλός πόρος και επί του παρόντος καταλαμβάνουν πολύτιμο χώρο υγειονομικής ταφής. Επιπλέον, τα απόβλητα συμβάλλουν στη ρύπανση του αέρα και των υδάτων. Επομένως, πρέπει να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο. Μια βασική αρχή της κυκλικής οικονομίας είναι η ιεράρχηση των αποβλήτων που φαίνεται στο γράφημα 4, αυτή είναι μια έννοια που τοποθετεί τις διάφορες μεθόδους ελαχιστοποίησης των αποβλήτων κατά επίπεδα σημασίας, δηλαδή, δίνεται προτεραιότητα στις πιο αποτελεσματικές και πρακτικές για τη μείωση των αποβλήτων.



Γράφημα 4. Η παγκόσμια ιεράρχηση της διαχείρισης αποβλήτων.

Αυτή η παγκόσμια χρησιμοποιούμενη ιεραρχία ξεκινά με την πιο επιθυμητή τεχνική ελαχιστοποίησης αποβλήτων, για τη μείωση των αποβλήτων στην πηγή. Αυτό συνεπάγεται απλώς τη μείωση των πλεοναζόντων αποβλήτων, είτε πρόκειται για τις συσκευασίες υλικών είτε για αποδοτικότερες χρήσεις υλικών στα εργοτάξια. Η ευθύνη του προβλήματος βαρύνει τις εταιρείες που δημιουργούν αυτά τα προϊόντα ή σχεδιάζουν κτίρια ή άλλες υποδομές. Η δεύτερη επιλογή στην ιεραρχία είναι η επαναχρησιμοποίηση προϊόντων/υλικών μόλις φτάσουν στο τέλος της διάρκειας ζωής τους. Και πάλι, αυτό περιλαμβάνει διάφορες εισροές από διαφορετικούς οργανισμούς και επιχειρήσεις, είτε πρόκειται για σχεδιασμό για

αποδόμηση σε εργοτάξιο είτε για υλικά κατασκευής που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Η επόμενη επιλογή είναι η ανακύκλωση ή η κομποστοποίηση των υλικών. Η ανακύκλωση περιλαμβάνει την εξεύρεση χρήσης για υλικά που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, που γενικά επιτυγχάνεται με την αλλαγή της μορφής των υλικών ώστε να είναι επιθυμητά για χρήση σε άλλες εφαρμογές ή υλικά. Η κομποστοποίηση είναι απλώς ανακύκλωση που συμβαίνει στην οργανική ύλη, όπου τα υλικά διασπώνται και γίνονται πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά χώμα που έχει πολλές εφαρμογές. Η τέταρτη επιλογή είναι η ανάκτηση, η οποία περιλαμβάνει την επεξεργασία των αποβλήτων, κατά κάποιο τρόπο, για να παράγει ένα πολύτιμο αποτέλεσμα. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την καύση αστικών στερεών αποβλήτων για ενέργεια ή την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από ηλεκτρονικά. Η τελική επιλογή, η διάθεση, είναι η λιγότερο ελκυστική επιλογή στην ιεραρχία. Εδώ διατίθενται με ασφαλή τρόπο τα απόβλητα που δεν έχουν τρέχουσα αξία.

Επί του παρόντος, ο ευρωπαϊκός κατασκευαστικός τομέας παράγει 820 εκατομμύρια τόνους (megagram, mg ή 1000 kg) αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (CDW) κάθε χρόνο, που είναι περίπου το 46% της συνολικής ποσότητας αποβλήτων που παράγονται σύμφωνα με την Eurostat (Eurostat, 2017). Η μέση σύνθεση των ΑΕΚΚ δείχνει ότι έως και το 85% των αποβλήτων είναι σκυρόδεμα, κεραμικά και τοιχοποιία, αν και τα ΑΕΚΚ μπορεί να είναι ετερογενή ανάλογα με την προέλευση και μπορεί να περιέχουν μεγάλες ποσότητες ξύλου και γυψοσανίδων (Monier et al., 2011; U.S. Environmental Protection Agency, 1998). Σε κάθε περίπτωση, το ανόργανο κλάσμα των ΑΕΚΚ χαρακτηρίζεται συχνά ως «αδρανές» λόγω έλλειψης χημικής δραστηριότητας σε συνθήκες περιβάλλοντος. Τα περισσότερα ΑΕΚΚ αποτελούνται από υλικά εκσκαφής, τα οποία θεωρούνται ότι έχουν χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο κατά την απόρριψή τους. Εάν εξαιρεθούν τα υλικά εκσκαφής, περίπου 300 εκατομμύρια Mg ΑΕΚΚ παρήχθησαν το 2014 σε ευρωπαϊκά εργοτάξια (δηλ. νέες δραστηριότητες κατασκευής, κατεδάφισης ή ανακαίνισης στην ΕΕ των 28).

Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων χαρακτηρίζονται από τον μεγάλο όγκο και το βάρος τους, αλλά με πιθανώς τη χαμηλότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση και το υψηλότερο αδρανές κλάσμα ανά Mg όλων των ροών αποβλήτων. Αν και οι ειδικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ανά Mg) είναι χαμηλές σε σύγκριση με άλλες ροές αποβλήτων, οι σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας τόσο μεγάλης ποσότητας ΑΕΚΚ αποτελούν σημαντική ανησυχία, η οποία προέρχεται κυρίως από την εφοδιαστική και την κατάληψη γης. Ως εκ τούτου, η διαχείριση των ΑΕΚΚ αποτελεί προτεραιότητα για τα περισσότερα περιβαλλοντικά προγράμματα σε όλο τον κόσμο, ειδικά στην Ευρώπη. Πράγματι, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2015α) έχει προτείνει, έως το 2020, «η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η επίχωση μη επικίνδυνων αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, εξαιρουμένων των φυσικών υλικών που ορίζονται στην κατηγορία 17 05 04» – δηλαδή του εδάφους (συμπεριλαμβανομένου του εδάφους εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες) και των λίθων που δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες – «στον κατάλογο αποβλήτων να αυξηθεί τουλάχιστον στο 70% κατά βάρος». Είναι αξιοσημείωτο ότι ο ορισμός αποκλείει τα φυσικά υλικά, αλλά εισάγει συνολικούς στόχους ανάκτησης, ενώ ορισμένοι εμπειρογνώμονες συνέστησαν να εισαχθούν

χωριστοί στόχοι ανά κλάσμα και να αναθεωρηθεί ο ορισμός των εργασιών επεξεργασίας, όπως η επίχωση (Arm et al., 2014; BioIS, 2016). Υπάρχει επίσης κάποια ανησυχία σχετικά με τη χρήση ποσοστών βάρους, δεδομένου ότι οι διαχειριστές αποβλήτων μπορούν να επικεντρωθούν στα πυκνά κλάσματα ορυκτών και όχι σε άλλα κλάσματα με δυνητικά υψηλότερες πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Arm et al., 2014).

Απαιτούνται καινοτόμες λύσεις, μέσα και προσεγγίσεις για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Ενώ ένα ποσοστό ανακύκλωσης 70% για τα μη επικίνδυνα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων μπορεί να θεωρηθεί φιλόδοξος στόχος σε ορισμένες χώρες, η βιομηχανία έχει παρατηρήσει ότι οι εθνικές συνθήκες είναι ετερογενείς μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών μελών και ότι ένας τέτοιος στόχος στερείται κινήτρων για τη βιομηχανία των χωρών ή περιοχών όπου τα ποσοστά ανακύκλωσης υπερβαίνουν ήδη το 70% (Craven, 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, ο σαφής ορισμός και η ανταλλαγή τεχνικών βέλτιστης πρακτικής αποτελεί ουσιαστική προσέγγιση για την ανάπτυξη νέων πολιτικών και στρατηγικών πλαισίων για τον κατασκευαστικό τομέα, συμβάλλοντας στην εφαρμογή της στρατηγικής βιώσιμης ανάπτυξης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2015β). Η προσέγγιση αυτή στηρίζει τα τομεακά έγγραφα αναφοράς που αναπτύχθηκαν βάσει του άρθρου 46 του κανονισμού EMAS για το σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο κ.ά., 2009). Τα εν λόγω τομεακά έγγραφα αναφοράς περιλαμβάνουν περιγραφή των βέλτιστων πρακτικών περιβαλλοντικής διαχείρισης, των ΒΠΠΔ, που υποστηρίζονται από ποσοτικούς δείκτες αναφοράς αριστείας, βάσει ειδικών ανά τομέα βασικών δεικτών επιδόσεων, οι οποίοι επικυρώνουν υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικών επιδόσεων. Η συμμετοχή πολλών εμπειρογνομόνων και ενδιαφερόμενων μερών στη διαδικασία ορισμού της BEMP (Best Management Practice) διασφαλίζει ότι οι BEMP στοχεύουν στους τομείς με αποδεδειγμένες δυνατότητες βελτίωσης και οικονομική σκοπιμότητα. Ως εκ τούτου, η κατάρτιση BEMP προτεραιότητας για την πρόληψη και τη διαχείριση των ΑΕΚΚ που περιλαμβάνεται στο τομεακό έγγραφο αναφοράς για τον κατασκευαστικό τομέα θεσπίζει ένα συστηματικό πλαίσιο για την επιχειρησιακή εφαρμογή του παραδείγματος της κυκλικής οικονομίας για σημαντικές ροές πόρων.

Τα ΑΕΚΚ αντιστοιχούν σχεδόν στο 1/3 του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αποτελώντας μία κατηγορία στην οποία περικλείονται ένα πλήθος αποβλήτων, με πηγή προέλευσης τον οικοδομικό και κατασκευαστικό τομέα και τα οποία ανάλογα με την προέλευση τους απαρτίζουν τις κατωτέρω κατηγορίες:

1. απόβλητα κατεδαφίσεων
2. απόβλητα εκσκαφών
3. απόβλητα εργοταξίων
4. απόβλητα οδοποιίας

Ακολουθεί πίνακας στον οποίο φαίνονται τα χαρακτηριστικά των ως άνω κατηγοριών.

Πίνακας 9: Υποκατηγορίες ΑΕΚΚ, περιεχόμενα και προέλευση αυτών

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΠΟΒΑΗΤΩΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Απόβλητα εκσκαφών	άμμος, χαλίκι, πέτρες, άργιλος και άλλα παραγόμενα από εκσκαφές υλικά	-σχεδόν κάθε κατασκευαστικό έργο (ιδίως υπόγειες κατασκευές, γεωτεχνικά έργα) -φυσικά φαινόμενα, πχ. υπερχειλίσσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις, κ.α.	-Ποσοτικά εξαρτώνται από τον αριθμό, το είδος και το μέγεθος των τεχνικών έργων -Τα γεωλογικά δεδομένα επηρεάζουν την σύσταση των υλικών
Απόβλητα κατεδαφίσεων	χώμα, άμμος, γύψος, χαλίκι, πέτρες, επιχρίσματα, τούβλα, πλάκες επιστρώσεως, λαξευμένες πέτρες, κ.α.	-κατεδάφιση (μερική ή ολική) παλαιών οικοδομών προς αξιοποίηση οικοπέδου -ανακαίνιση οικοδομών (παρέμβαση στο εσωτερικό) προς καλύτερη λειτουργικότητα χώρου, ή αντικατάσταση φθορών -κατεδάφιση οικοδομών λόγω φυσικών καταστροφών	-χαρακτηριστικό τους η μεγάλη ανομοιογένεια -το είδος, ή παλαιότητα, ή μορφή, ή η χρήση και το μέγεθος του κτιρίου ή της κατασκευής επηρεάζουν την σύσταση των υλικών

Απόβλητα εργοταξίων	ξύλο, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια, κόλλες, κ.α.	λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης, ανακαίνισης	
Απόβλητα οδοποιίας	Άσφαλτος, υλικά οδοστρώματος και βάσεων (χαλίκι, άμμος, κ.α.)		πηγή προέλευσης: υπόγειες υδραυλικές - ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πόλεων, έργα επιδιόρθωσης τους

2.3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αδρανών αποβλήτων

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον των ΑΕΚΚ μπορούν να αφήσουν έντονο το αποτύπωμα τους στο άμεσο περιβάλλον μας με αντίκτυπο στην υγεία και την κοινωνική ευημερία του πληθυσμού. Όταν η διαχείριση τους, η οποία περιλαμβάνει, τη συλλογή, μεταφορά, διάθεση, ανάκτηση, ανακύκλωση ή επεξεργασία των συγκεκριμένων υλικών γίνεται ελαχιστοποιούνται οι αρνητικές επιπτώσεις.

Το φάσμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι μεγάλο.

1. Ατμοσφαιρική ρύπανση και συμβολή στην κλιματική αλλαγή

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG “Greenhouse Gasses”) ήταν υπεύθυνες για την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή τις τελευταίες δεκαετίες. Τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου που ευθύνονται για την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι οι υδρατμοί (H₂O), το μεθάνιο (CH₄), το όζον (O₃), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) και, κυρίως, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το τσιμέντο είναι ένα από τα σημαντικότερα βασικά συστατικά στις κατασκευαστικές εργασίες όπου το σκυρόδεμα και άλλα δομικά υλικά προέρχονται από το τσιμέντο. Επιπλέον, το τσιμέντο και το σκυρόδεμα συμβάλλουν σημαντικά στα απόβλητα ΑΕΚΚ που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και δημιουργούν επιπλέον εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Μόνο η τσιμεντοβιομηχανία συμβάλλει περίπου στο 7% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ λόγω της φύσης της διαδικασίας παραγωγής τσιμέντου. Το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών CO₂ στην παραγωγή τσιμέντου οφείλεται στη θερμική πύρωση της πέτρας ανθρακικού ασβεστίου (CaCO₃) γνωστής ως ασβεστόλιθος σε τσιμεντοκάμινο όπου παράγεται γρήγορη άσβεστος (CaO) και μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα.



Η θερμική αποσύνθεση του ανθρακικού ασβεστίου για την παραγωγή ενός τόνου κλίνκερ παράγει περίπου 0,51 tCO₂. επιπλέον, για την παραγωγή της απαιτούμενης θερμότητας της διαδικασίας πύρωσης, συνήθως, καίγεται σημαντική ποσότητα ορυκτών καυσίμων (συμπεριλαμβανομένου του μαζούτ, του φυσικού αερίου, του άνθρακα κ.λπ.), η οποία παράγει CO₂ και άλλα αέρια του θερμοκηπίου. Επομένως, για την παραγωγή ενός τόνου τσιμέντου Portland, εκπέμπονται περίπου 0,8 tCO₂-eq. Από την άλλη, η παγκόσμια παραγωγή τσιμέντου αυξάνεται κατά 2,5% ετησίως λόγω της ταχείας αύξησης της αστικοποίησης και της εκβιομηχάνισης των αναπτυσσόμενων χωρών. Ως εκ τούτου, λαμβάνοντας υπόψη τις υψηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το δυναμικό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τόσο της τσιμεντοβιομηχανίας όσο και της κατασκευαστικής βιομηχανίας, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα και να αναπτυχθούν στρατηγικές μετριασμού για τον έλεγχο και τη μείωση των εκπομπών CO₂ στον τομέα. Τα τελευταία χρόνια, έχουν εφαρμοστεί διάφορες στρατηγικές μετριασμού για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του κατασκευαστικού κλάδου στην κλιματική αλλαγή, γενικά, οι οποίες είναι (α) αύξηση της ενεργειακής απόδοσης τόσο στον κλάδο τσιμέντου όσο και στον κατασκευαστικό κλάδο. και (β) χρήση εναλλακτικών καυσίμων (π.χ. βιοκαύσιμα, αστικά απόβλητα, βαθμίδες παλαιοσιδήρου σε τσιμεντοκαμίνους)· υποκατάσταση κλίνκερ/αναμεμειγμένο τσιμέντο· επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων ΑΕΚΚ με τη χρήση της έννοιας της κυκλικής οικονομίας.

2. Τοξική χημική έκπλυση

Μία σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση η οποία έχει άμεση σχέση με τα χημικά απόβλητα είναι η έκπλυση με τοξικά χημικά. Κάθε φορά που επικίνδυνες χημικές ουσίες οι οποίες εμπεριέχονται στα απόβλητα αναμιγνύονται με νερό, μπορούν να εκπλυθούν στο περιβάλλον έδαφος και κατ' επέκταση στα υπόγεια ύδατα. Στη συγκεκριμένη διαδικασία ελλοχεύει σημαντικός κίνδυνος για τα οικοσυστήματα, παράλληλα μολύνονται οι πηγές νερού με αποτελέσματα βλαπτικά για την ανθρώπινη υγεία όπως και για την υδρόβια ζωή, καθώς με την πάροδο του χρόνου οι συγκεκριμένοι ρύποι μεταναστεύοντας μέσω του εδάφους δύνανται να φτάσουν στα υπόγεια ύδατα με αποτέλεσμα μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές συνέπειες.

3. Υποβάθμιση του εδάφους

Η ακατάλληλη διαχείριση και ανεξέλεγκτη εναπόθεση των ΑΕΚΚ δύναται να οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους. Τυχόν επικίνδυνες χημικές ουσίες καθώς και ρύποι που εμπεριέχονται σε αυτά μπορούν να διεισδύσουν στο έδαφος και κατά συνέπεια να επηρεάσουν αρνητικά την δομή, την σύνθεση και την γονιμότητα του. Η υποβάθμιση του εδάφους μπορεί να θέσει εμπόδια στην ανάπτυξη των φυτών διαταράσσοντας τους κύκλους των θρεπτικών συστατικών και οδηγώντας σε μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές συνέπειες.

4. Απώλεια βιοποικιλότητας και μακροπρόθεσμες οικολογικές επιπτώσεις

Η χρήση ακατάλληλων πρακτικών διαχείρισης των ΑΕΚΚ όπως για παράδειγμα η παράνομη απόρριψη, μπορούν να καταστρέψουν τους φυσικούς οικοτόπους, επιφέροντας διαταραχή των οικοσυστημάτων τους και βλάπτοντας άμεσα τα φυτικά και ζωικά είδη, καθώς απελευθερώνοντας επιβλαβή στοιχεία στο περιβάλλον οδηγούν σε μόλυνση του εδάφους, του αέρα και των υδάτων. Η συγκεκριμένη περιβαλλοντική καταστροφή μπορεί να οδηγήσει στον εκτοπισμό των αυτόχθονων ειδών, να διαταράξει τα πρότυπα αναπαραγωγής και διατροφής τους και να επιφέρει μείωση στο σύνολο της βιοποικιλότητας μίας περιοχής. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να εμφιλοχωρήσουν χωροκατακτητικά ή παθογόνα είδη στα οικοσυστήματα, υπερτερώντας ή βλάπτοντας άμεσα την χλωρίδα και την πανίδα. Κατά συνέπεια τα οικοσυστήματα χάνουν την ισορροπία τους εξαιτίας των διαταραχών που επιφέρουν τα απόβλητα, επηρεάζεται και τίθεται σε κίνδυνο η αλληλεξάρτηση των ειδών που περιλαμβάνουν, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο σε μείωση της βιοποικιλότητας. Επιπρόσθετα η σταδιακή αποσύνθεση ορισμένων υλικών που εμπεριέχονται στα εν λόγω απόβλητα μπορεί να οδηγήσει σε παρατεταμένη οικολογική υποβάθμιση, με μακροπρόθεσμες οικολογικές επιπτώσεις, αποτελώντας σταθερή απειλή για την υγεία και την ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος.

5. Οικολογικές ανισορροπίες

Η ακατάλληλη διαχείριση και διάθεση των ΑΕΚΚ μπορεί να επιφέρει οικολογικές ανισορροπίες καθώς διαταράσσει, όπως έχει προαναφερθεί, την φυσική ισορροπία των οικοσυστημάτων, επιφέροντας επιζήμιες επιπτώσεις σε διάφορους οργανισμούς με συνέπεια τη μείωση του μεγέθους του πληθυσμού της και αλλαγές στη σύνθεση των ειδών. Περαιτέρω η φυσική παρουσία των ΑΕΚΚ, όταν αυτά απορρίπτονται ανεξέλεγκτα, μπορεί να μεταβάλει τα τοπία και τους οικοτόπους με συνέπεια την απώλεια και τον κατακερματισμό τους.

6. Εξάντληση πόρων

Τα στερεά απόβλητα συμβάλουν στην εξάντληση των πόρων δεδομένου ότι χάνονται πολύτιμοι πόροι όταν τα προϊόντα απορρίπτονται αντί να ανακτώνται, να ανακυκλώνονται ή να επαναχρησιμοποιούνται. Με αυτό τον τρόπο οδηγούμαστε πέρα της εξάντλησης των πεπερασμένων πόρων, στην μεγιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες απορρέουν από τις εργασίες εξόρυξης νέων πρώτων υλών προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ανάγκη κάλυψης της ζήτησης αυτών. Η εξόρυξη όπως και η επεξεργασία πρώτων υλών έχουν μερίδιο ευθύνης για την καταστροφή των οικοτόπων, την διάβρωση του εδάφους, την ρύπανση των υδάτων και κατ' επέκταση την εξάντληση των φυσικών πόρων.

7. Αισθητική και οπτική ρύπανση

Η ακατάλληλη διάθεση και ανεξέλεγκτη εναπόθεση των ΑΕΚΚ έχει ως αποτέλεσμα την αισθητική και οπτική ρύπανση, καταστρέφοντας τα τοπία καθώς αυτά μετατρέπονται σε περιβάλλοντα μολυσμένα και άκρος αντιαισθητικά. Αμαυρώνεται η φυσική ομορφιά του περιβάλλοντος, επιφέροντας πέραν της οπτικής υποβάθμισης, υποβάθμιση και στην

ποιότητα ζωής των τοπικών κοινοτήτων, λειτουργώντας βλαπτικά στον τομέα του τουρισμού και εμποδίζοντας την οικονομική ανάπτυξη καθώς το επιβαρυνόμενο περιβάλλον δρα αποτρεπτικά.

Οι μέθοδοι διάθεσης αποβλήτων ΑΕΚΚ στο τέλος του κύκλου ζωής τους, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής ταφής και της αποτέφρωσης, συμβάλλουν σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπου τα απόβλητα ΑΕΚΚ αντιπροσωπεύουν το 46% των συνολικών αποβλήτων στην ΕΕ, το 40% των συνολικών αστικών αποβλήτων στην Κίνα και το 20% των συνολικών στερεών αποβλήτων στην Ιαπωνία. Σύμφωνα με την εκτίμηση των Andrade et al., (2022) τα παγκόσμια απόβλητα ΑΕΚΚ θα αυξηθούν από 12,7 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους το 2018 σε 27 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους έως το 2050, γεγονός που υποδηλώνει ότι απαιτείται επείγουσα δράση για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ αποβλήτων ΑΕΚΚ. Οι Xu et al. ανέπτυξαν ένα νέο εργαλείο λογισμικού Building Information Modeling για τον ποσοτικό προσδιορισμό της ποσότητας εκπομπών CO₂ για τη διαδικασία διάθεσης αποβλήτων ΑΕΚΚ στο τέλος του κύκλου ζωής τους στην Κίνα. Υπολόγισαν τις συνολικές εκπομπές με βάση τις εκπομπές από τις μεταφορές, την ανακύκλωση και την υγειονομική ταφή, γεγονός που δείχνει τις δυνατότητες περαιτέρω μείωσης των εκπομπών με την εφαρμογή της έννοιας της κυκλικής οικονομίας στον κατασκευαστικό τομέα.

Οι Kaliyavaradhan και Ling (2017) μελέτησαν τις δυνατότητες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα μέσω αποβλήτων ΑΕΚΚ μέσω ανακυκλωμένου αδρανούς σκυροδέματος. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δέσμευση CO₂ μέσω αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι μια πολλά υποσχόμενη λύση για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την επίτευξη ρεαλιστικής ισορροπίας του κύκλου CO₂ τόσο στην τσιμεντοβιομηχανία όσο και στον κατασκευαστικό κλάδο. Οι Corsten et al. (2013) έδειξαν ότι η εφαρμογή της βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων μείωσε σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τη χρήση ενέργειας στις Κάτω Χώρες. Στην έρευνά τους, τρεις κύριες ροές αποβλήτων ορίστηκαν ως οικιακά απόβλητα, ογκώδη οικιακά απορρίμματα και απόβλητα ΑΕΚΚ. Τα αποτελέσματά τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ανακύκλωση υψηλής ποιότητας μπορεί να μειώσει τις εκπομπές κατά 2,3 MtCO₂-eq/έτος σε σύγκριση με την κατάσταση αναφοράς στη χώρα το 2008. Η μελέτη σχετικά με τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της διάθεσης αποβλήτων ΑΕΚΚ με τη χρήση δυναμικής συστήματος στην Αίγυπτο έδειξε ότι η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση τέτοιων αποβλήτων μειώνουν σημαντικά τη χρήση ενέργειας, το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, μαζί με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και διατηρούν τον χώρο των χώρων υγειονομικής ταφής. Η ανακύκλωση αποβλήτων ΑΕΚΚ μπορεί να μειώσει περίπου την ανάγκη για πρωτογενείς πρώτες ύλες σε περίπου 12,3 εκατομμύρια τόνους έως το 2024. Μειώνει επίσης το κόστος μετριασμού του CO₂ κατά 16.161,35 δισεκατομμύρια δολάρια σε μια 20ετή περίοδο διεξαγωγής μελέτης. Επιπλέον, οι Islam et al. (2019) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με τα απόβλητα ΑΕΚΚ του Μπαγκλαντές ως παράδειγμα μιας αναπτυσσόμενης χώρας που δείχνει, το 2016, στην πόλη της Ντάκα, περίπου 1,28 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων ΑΕΚΚ παρήχθησαν και στάλθηκαν σε χώρους υγειονομικής

ταφής ή μη εξουσιοδοτημένους χώρους. Η μελέτη τους έδειξε ότι η ανακύκλωση αυτών των αποβλήτων μπορεί να συμβάλει στην εθνική οικονομία περίπου 45 εκατομμυρίων δολαρίων και, ομοίως με παρόμοιο ποσοστό, μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών.

2.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις επικίνδυνων αποβλήτων

Ένα υλικό γίνεται απόβλητο όταν απορρίπτεται χωρίς να αναμένεται να αποξημιωθεί για την εγγενή αξία του. Τα απόβλητα αυτά ενδέχεται να ενέχουν δυνητικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον (έδαφος, αέρας, νερό) όταν υποβάλλονται σε ακατάλληλη επεξεργασία, αποθήκευση, μεταφορά, διάθεση ή διαχείριση. Από τις διάφορες κατηγορίες αποβλήτων, τα στερεά απόβλητα συμβάλλουν σημαντικά στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η μόλυνση των υπόγειων υδάτων από στραγγίσματα χώρων υγειονομικής ταφής (υδατικό διάλυμα ενώσεων από τα απόβλητα) που θέτει σε κίνδυνο τα κατάντη επιφανειακά ύδατα και πηγάδια θεωρείται ότι αποτελεί το μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα που συνδέεται με την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (Christensen κ.ά., 1994). Τα απόβλητα που απελευθερώνονται στον αέρα ως εκπομπές, φυσικά ρυθμίζονται στο χώρο, σύμφωνα με τις νομικές απαιτήσεις. Για τα υγρά λύματα επίσης, υποβάλλονται σε επιτόπια επεξεργασία ή μέσω κοινών ETP και οι νομικές απαιτήσεις πληρούνται πριν από την απελευθέρωσή τους. Ωστόσο, η κατάσταση είναι πιο περίπλοκη με τα επικίνδυνα στερεά απόβλητα και η συνολική αποθήκευση, διάθεση ή χρήση δεν είναι εφικτή εντός των εγκαταστάσεων μακροπρόθεσμα. Τα απόβλητα αυτά χρειάζονται ειδική συλλογή και επεξεργασία.

Το πρόβλημα της διαχείρισης περιπλέκεται από την ετερογένεια των αποβλήτων όσον αφορά τη χημεία, τη βιοδιαθεσιμότητα και την τοξικότητα.

Οι άνθρωποι ήταν πάντα εκτεθειμένοι σε επικίνδυνες ουσίες που χρονολογούνται από τους προϊστορικούς χρόνους, όταν εισέπνευσαν επιβλαβή ηφαιστειακά αέρια ή υπέκυψαν στο μονοξείδιο του άνθρακα από ανεπαρκώς εξαερισμένες πυρκαγιές σε σπηλιές.

Οι άνθρωποι ήταν πάντα εκτεθειμένοι σε επικίνδυνες ουσίες που χρονολογούνται από τους προϊστορικούς χρόνους, όταν εισέπνευσαν επιβλαβή ηφαιστειακά αέρια ή υπέκυψαν στο μονοξείδιο του άνθρακα από ανεπαρκώς εξαερισμένες πυρκαγιές σε σπηλιές.

Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν μεγάλο μέρος του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στην Ευρώπη. Ο συγκεκριμένος αντίκτυπος της μπορεί να θεωρηθεί μάλλον χαμηλός, αλλά ο μεγάλος παραγόμενος όγκος και ο ενσωματωμένος πόρος καθιστούν αυτή τη ροή αποβλήτων σημαντικό επίκεντρο των τρεχουσών ευρωπαϊκών πολιτικών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει νέους σκοπούς και στόχους για αυτή τη ροή αποβλήτων στη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία, αλλά, δεδομένου του μάλλον ετερογενούς τοπίου των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων στα κράτη μέλη, απαιτούνται επειγόντως νέες προσεγγίσεις που θα λαμβάνουν υπόψη ολόκληρη την αλυσίδα αξίας του κατασκευαστικού τομέα.

Είναι προαπαιτούμενο τα επικίνδυνα απόβλητα να έχουν εξειδικευμένη αντιμετώπιση με τρόπο ικανό να διασφαλίσει την προστασία του περιβάλλοντος, να προστατέψει την δημόσια υγεία και παράλληλα να προωθήσει την χρήση των πόρων με τρόπο αποδοτικό. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι παράγονται ετησίως περίπου 300.000 τόνοι επικίνδυνων αποβλήτων. Να τονιστεί ότι η εκτίμηση αυτή είναι σχετική διότι μεγάλες ποσότητες εναποτίθενται παρανόμως. Κατ' έτος (με γνώμονα στοιχεία του 2018) προκύπτει ότι από το σύνολο των επικίνδυνων αποβλήτων που παράγονται, 100.000 τόνοι προκύπτουν από τις βιομηχανίες, από αυτούς το 36% απαρτίζεται από στερεά απόβλητα τα οποία προκύπτουν κατά την διαδικασία επεξεργασίας αερίων τα οποία περιέχουν επικίνδυνες ουσίες και προέρχονται από τις βιομηχανίες μετάλλων. Αναφορικά δε με άλλες ομάδες επικίνδυνων αποβλήτων (πλην των βιομηχανικών) εξακολουθούν να είναι άγνωστες οι ποσότητες αμιάντου (1403 τόνοι εξήχθησαν μόνο το 2018). Εν γένι η πλειονότητα των επικίνδυνων αποβλήτων (36%) παράγεται στην Αττική, το 16% παράγεται στην Δυτική Μακεδονία και το 13% στην Στερεά Ελλάδα, σε περιοχές δηλαδή που υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση βιομηχανιών.

Η ταξινόμηση των στερεών αποβλήτων γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως ανάλογα με τον κίνδυνο, την βιοαποδομησιμότητα ή την σύνθεση τους. Η διαδικασία της ταξινόμησης είναι αναγκαία ώστε να υπάρξει κατανόηση ως προς την ορθή διαχείριση τους και παράλληλα να επιτευχθεί ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Επικίνδυνα υπολείμματα: Εδώ ανήκουν χημικά ή βιομηχανικά απόβλητα των οποίων οι τοξικές, εύφλεκτες, διαβρωτικές ή εκρηκτικές ιδιότητες είναι επικίνδυνες για την υγεία και το περιβάλλον

Μη επικίνδυνα απόβλητα

αυτά που δεν ενέχουν άμεσο κίνδυνο για την υγεία και το περιβάλλον και τα απαρτίζουν οι κατωτέρω κατηγορίες

Συνήθη	Η παραγωγή τους είναι αποτέλεσμα καθημερινών δραστηριοτήτων : οικιακών, γραφείων, νοσοκομείων κλπ., σε μορφή από χαρτί, χαρτόνι ή συσκευασία
Βιοδιασπώμενα	Είναι εκείνα που αποσυντίθεται φυσικά
Αδρανή	Είναι τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων των οποίων η αποσύνθεση απαιτεί πολύ χρόνο
Ανακυκλώσιμα	Εκείνα που μπορούν να επανενταχθούν στον κύκλο παραγωγής

Μία επιπλέον ταξινόμηση που γίνεται συνήθως είναι η ακόλουθη:

Οργανικά απόβλητα	Εδώ ανήκουν τα βιοπαοδομήσιμα κυρίως απόβλητα με πηγή τα φυσικά προϊόντα ή τα τρόφιμα
Ανόργανα απόβλητα	Εδώ συμπεριλαμβάνονται προϊόντα των οποίων η σύνθεση γίνεται από τον άνθρωπο και των οποίων η αποσύνθεση απαιτεί χρόνια ή δεκαετίες (πλαστικό, μέταλλο)

Στα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, εμπεριέχονται μικρές ποσότητες επικίνδυνων ή τοξικών υλικών, με κυρίαρχα τον αμίαντο και τα πολυχλωριωμένα διφαινίλια (Polychlorinated Biphenyles-PCBs) (συναντώνται κυρίως σε καλύμματα στέγης) εξαιτίας της συχνής παρουσίας των συγκεκριμένων σε ικανό αριθμό παλαιών κτηρίων, τα οποία χαρακτηρίζονται από τα πλέον επικίνδυνα, εξαιτίας της ιδιαίτερα επιβλαβούς δράσης τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Υπό συγκεκριμένες συνθήκες είναι αρκετά τα υλικά εκείνα τα οποία μπορούν να εξελιχθούν σε επικίνδυνα, εύφλεκτα ή τοξικά μέσω αντιδράσεων με άλλα επικίνδυνα υλικά. Αυτές οι ομάδες υλικών είναι απαραίτητο να διαχωριστούν από τον κύριο όγκο αδρανών υλικών ώστε να καταστεί δυνατή η υποβολή τους στην κατάλληλη επεξεργασία.

Ακολουθεί κατάλογος των υλικών τα οποία θα πρέπει να απομακρύνονται από τα κτήρια πριν από την κατεδάφιση τους σύμφωνα με το αυστριακό πρότυπο **ÖNORM B3151** (Austrian Standards, 2020)

Υλικά ΑΕΚΚ τα οποία είναι ή εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες:

- ελεύθερες τεχνητές ορυκτές ίνες (σε περίπτωση που είναι επικίνδυνες),
- συστατικά ή μέρη που περιέχουν ορυκτέλαια (π.χ. πετρελαϊκές δεξαμενές),
- ανιχνευτές καπνού με ραδιενεργά συστατικά
- βιομηχανικές καπνοδόχοι (π.χ. πλαίσια, πλίνθοι ή επενδύσεις από πυράργιλο),
- μονωτικό υλικό από συστατικά στοιχεία που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες ((H)CFC) (όπως πολυστρωματικά στοιχεία),
- σκωρίες (π.χ. σκωρίες σε επενδύσεις οροφών),
- χρώματα που περιέχουν μολυσμένα έλαια ή άλλως μολυσμένα χρώματα,
- υπολείμματα πυρκαγιάς ή άλλως μολυσμένα υπολείμματα,
- μονωτικά υλικά που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινίλια (PCB),
- ηλεκτρικές ιδιότητες ή ηλεκτρικός εξοπλισμός με ρύπους (π.χ. λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, λυχνίες φθορισμού, λαμπτήρες ενεργειακής απόδοσης, πυκνωτές που

περιέχουν PCB, άλλα εξαρτήματα ηλεκτρικού εξοπλισμού που περιέχουν PCB, καλώδια που περιέχουν υγρά μονωτικά υλικά),

- ψυκτικά υγρά και μονωτικά υλικά από συσκευές ψύξης ή μονάδες κλιματισμού που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες ((H)CFC),
- υλικά που περιέχουν πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PAH) (όπως ορυκτή ασφαλτόπισσα, ασφαλτωμένο χαρτόνι, κομμάτια από φελλό, σκωρίες),
- συστατικά στοιχεία που περιέχουν ή έχουν εμποτιστεί με άλατα, έλαια, πίσσα ή φαινόλη (π.χ. εμποτισμένο ξύλο, χαρτόνι, στρωτήρες σιδηροδρόμων, ιστοί),
- υλικά που περιέχουν αμίαντο (π.χ. αμιαντοτσιμέντο, ψεκασμένος αμίαντος, θερμοσυσσωρευτές θέρμανσης, επένδυση δαπέδου με αμίαντο),
- άλλα επικίνδυνα υλικά

Τα επικίνδυνα υλικά που συναντάμε στα εργοτάξια κατασκευών σύμφωνα με την Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ) είναι:

1. Πρόσθετα σκυροδέματος με βάση διαλύτες
2. Χημικές ουσίες για προστασία από την υγρασία
3. Κόλλες
4. Γαλακτώματα με βάση την πίσσα
5. Υλικά με βάση τον αμίαντο
6. Ίνες ορυκτών (μόνωση)
7. Βαφές και στρώματα επικάλυψης
8. Επεξεργασμένη ξυλεία
9. Ρητίνες
10. Γυψοσανίδες

Ο πλέον εύκολος τρόπος διαχωρισμού των επικίνδυνων υλικών είναι κατά την διάρκεια της κατασκευής ενός κτηρίου/υποδομής, διότι σε αντίθεση με την διαδικασία κατεδάφισης τα κατασκευαστικά υλικά είναι πλήρως ελεγχόμενά διότι, είναι με ακρίβεια γνωστή τόσο η ποσοτική όσο και η ποιοτική σύνθεση τους. Ακολουθώς παραθέτονται τα δυνητικά επικίνδυνα συστατικά στο ρεύμα των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων καθώς και η δέουσα πρακτική διαχείρισης αυτών σύμφωνα με της Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ 2006-2011).

Πίνακας 10: Δυνητικά επικίνδυνα συστατικά κατά την ΕΕΔΣΑ

Προϊόν/ υλικό	Πιθανά επικίνδυνα συστατικά	Πιθανές επικίνδυνες ιδιότητες	Πρακτικές διαχείρισης
Πρόσθετα σκυροδέματος	H/C διαλύτες	Εύφλεκτο	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Υλικά ανθεκτικά στην υγρασία	Διαλύτες, Βιτουμένιο	Εύφλεκτα, Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση
Κόλλες	Διαλύτες, ισοκυανιούχες ενώσεις	Εύφλεκτα, Τοξικά, Διεγερτικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση, αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο επικίνδυνων προϊόντων
Προστατευτικές επικαλύψεις, υλικά στεγανοποίησης	Διαλύτες,	Εύφλεκτα, τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση- επεξεργασία πριν από τη διάθεση, Αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο επικίνδυνων προϊόντων, χρήση νερού
Υλικά επικάλυψης δρόμων	Γαλακτώματα με βάση την πίσσα	Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Αμίαντος	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν	Τοξικά, καρκινογόνα	Απομάκρυνση κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με

	στο αναπνευστικό σύστημα		σκοπό την εξειδικευμένη διαχείριση
Ορυκτές Ίνες	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Δερματικές και πνευμονικές ενοχλήσεις	Απομάκρυνση για ξεχωριστή διάθεση
Επεξεργασμένο ξύλο	Χαλκός, αρσενικό, χρώμιο, πίσσα, μικροβιοκτόνα, μυκητοκτόνο	Τοξικό, Οικοτοξικό, Εύφλεκτο	Ανακύκλωση, τα επικίνδυνα υλικά είναι δεσμευμένα στο ξύλο, μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων κατά την απόθεση, αναθυμιάσεις τοξικής αιθάλης και υπολείμματα παράγονται κατά την καύση
Μπογιές και στρώματα επικάλυψης	Διαλύτες μολύβδου, χρωμίου, βαναδίου	Τοξικό εύφλεκτο	Μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αν είναι δεσμευμένο στο υπόστρωμα, πιθανή τοξική αιθάλη κατά την καύση
Εξοπλισμός μεταφοράς ενέργειας	PCB	Οικοτοξικό	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που πρέπει να απομακρυνθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες
Πηγή φωτός	CB, Υδράργυρος, νάτριο	Τοξικό, Οικοτοξικό	Ανακύκλωση/ απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Συστήματα εξαερισμού	CFCs	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Σύστημα πυροπροστασίας	CFCs	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση

Ρυπασμένες υφάνσιμες ίνες που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές	Ραδιονουκλίδια	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Βαριά μέταλλα (Cd, Hg)	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Ζωικά προϊόντα	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Φιάλες γκαζιού	Προπάνιο, βουτάνιο, ακετυλένιο	Εύφλεκτα	Επιστροφή στον προμηθευτή
Πληρωτικές ίνες	Ισοκυανιούχες ενώσεις, φθαλικός ανυδρίτης	Τοξικό, Διεγερτικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Έλαια και καύσιμα	H/C	Εύφλεκτο, Οικοτοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυψοσανίδες	Πιθανή πηγή H ₂ S στο χώρο διάθεσης	Εύφλεκτο, Τοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυαλί			Παρουσιάζει δυσκολίες στη συλλογή και μεταφορά προς επεξεργασία

Δρόμοι	Πίσσα, διαλύτες	Εύφλεκτο Τοξικό	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη
Υπόστρωμα τέφρας/ κλίνκερ	Βαριά μέταλλα περιλαμβανομένου του υδραργύρου και του χαλκού.	Τοξικά	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη

Η βασική νομοθετική ρύθμιση δια της οποίας καθορίζεται η διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων είναι η Οδηγία 91/689/ΕΟΚ αναφορικά με τα επικίνδυνα απόβλητα. Στην χώρα μας οι ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383/Β/28.3.2006), 24944/1159/2006 (ΦΕΚ 791/Β/30.6.2006) και η ΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ 287/Β/2.3.2007) με θέμα «*Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων*» (σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 91/689/ΕΟΚ), «*Έγκριση γενικών τεχνικών προδιαγραφών για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων*» και «*Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ)*» αντίστοιχα, καθορίζουν το θεσμικό πλαίσιο αναφορικά με την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων εντός του ελληνικού χώρου.

2.5 Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων και κυκλική οικονομία

Με το αυξανόμενο παγκόσμιο ενδιαφέρον για τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία, όπως αποδεικνύεται από την αυξανόμενη προσοχή από ερευνητές, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, κυβερνήσεις και βιομηχανίες, υπάρχει πιεστική ανάγκη επαναξιολόγησης των τρεχουσών κατασκευαστικών πρακτικών. Αυτή η επαναξιολόγηση θα πρέπει να δώσει προτεραιότητα στην ενσωμάτωση νέων και καινοτόμων μεθόδων και υπηρεσιών που μετριάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κεντρικό στοιχείο αυτής της προσέγγισης είναι η αναπροσαρμογή των δομικών στοιχείων και υλικών, η οποία μπορεί να συμβάλει στην ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων και στη μείωση του κόστους. Ο κατασκευαστικός τομέας έχει ιδιαίτερη σημασία σε αυτή τη μετάβαση λόγω της οικονομικής σημασίας του - που αντιπροσωπεύει ένα εκτεταμένο μερίδιο του παγκόσμιου ΑΕΠ και της απασχόλησης - και των περιβαλλοντικών επιπτώσεών του, με τη δυνατότητα να μειώσει σημαντικά τη ζήτηση ενέργειας και να συμβάλει στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Κατά συνέπεια, οι τομείς των κατασκευών και των κτιρίων είναι ζωτικής σημασίας για την πρόοδο της κυκλικής οικονομίας, προσφέροντας ευκαιρίες για βελτιωμένη αποδοτικότητα

των πόρων, βελτιστοποιημένη χρήση ενέργειας σε όλους τους κύκλους ζωής των κτιρίων, βελτιωμένη βιώσιμη ποιότητα υλικών, αυξημένα ποσοστά ανακύκλωσης και αποτελεσματικότερες λύσεις σχεδιασμού. Η βιβλιογραφία σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στις ευρωπαϊκές χώρες υπογραμμίζει τη σημασία της απόκτησης αξιόπιστων, σαφών και ολοκληρωμένων δεδομένων που αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια την τεχνική και οικονομική απόδοση των διαδικασιών συλλογής, διαλογής, επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων. Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των τρεχουσών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων και για την καθοδήγηση μελλοντικών βελτιώσεων στις προσπάθειες ανακύκλωσης και ανάκτησης πόρων σε ολόκληρη την περιοχή. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος ορίζει την ανακύκλωση ως μέθοδο ανάκτησης πόρων που περιλαμβάνει τη συλλογή και επεξεργασία ενός αποβλήτου για χρήση ως πρώτη ύλη στην κατασκευή του ίδιου ή παρόμοιου προϊόντος.

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα κάνει διάκριση μεταξύ της επαναχρησιμοποίησης που νοείται ως επαναχρησιμοποίηση υλικών χωρίς διαρθρωτικές αλλαγές στα υλικά· ανακύκλωση νοείται μόνο ως ανακύκλωση υλικών και με αναφορά στις διαρθρωτικές αλλαγές των προϊόντων· και ανάκτηση νοείται μόνο ως ανάκτηση ενέργειας). Επιπλέον, η απουσία τυποποιημένων πλαισίων αναφοράς δεδομένων σε όλες τις χώρες περιπλέκει τις συγκρίσεις και την ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Αν και τα ποσοστά ανάκτησης ορυκτών και μη επικίνδυνων ΑΕΚΚ αναφέρονται ως υψηλά, συχνά υπερβαίνοντας το 90% σε ορισμένες χώρες, τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι παραπλανητικά. Ένα σημαντικό ζήτημα προκύπτει από την έλλειψη σαφήνειας, υποθέτοντας εάν αυτά τα ανακτηθέντα υλικά επαναχρησιμοποιούνται σε εφαρμογές υψηλής ποιότητας, όπως σε νέα κατασκευαστικά έργα, ή σε χρήσεις χαμηλής ποιότητας, όπως η επίχωση. Αυτή η ασάφεια πηγάζει από τις διαφορετικές ερμηνείες των όρων «ανακύκλωση» και «επίχωση» μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ, με τα γεμάτα ΑΕΚΚ να αναφέρονται συχνά ως ανακυκλωμένα, παρά τις περιορισμένες δυνατότητές τους για περαιτέρω εφαρμογές προστιθέμενης αξίας. Τα κράτη μέλη της ΕΕ με τα υψηλότερα ποσοστά ανάκτησης ΑΕΚΚ έχουν συνήθως εφαρμόσει αυστηρούς κανονισμούς, όπως απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής (π.χ. Βέλγιο και Κάτω Χώρες) ή έχουν επιβάλει σημαντικούς φόρους υγειονομικής ταφής (π.χ. Ηνωμένο Βασίλειο), οι οποίοι παρέχουν κίνητρα για προσπάθειες ανακύκλωσης και ανάκτησης.

Αυτά τα μέτρα πολιτικής έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην εκτροπή των ΑΕΚΚ από τους χώρους υγειονομικής ταφής και στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων (Resourceκυκλική οικονομία Efficient Use of Mixed Wastes, 2017). Τα μέτρα αυτά έχουν αυξήσει τη διαδικασία ανακύκλωσης, κυρίως μέσω της downcycling. Ένα παράδειγμα των Κάτω Χωρών - το ποσοστό ανακύκλωσης για τα ΑΕΚΚ ήταν σταθερά υψηλό, φθάνοντας το 95% ήδη από το 2001, κυρίως λόγω της απαγόρευσης της υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Μέχρι το 2010, το ποσοστό ανακύκλωσης είχε φτάσει σχεδόν το 100%. Ωστόσο, η χρήση των ΑΕΚΚ έχει επικεντρωθεί κυρίως σε εφαρμογές χαμηλής ποιότητας, με το 78% κατά βάρος να χρησιμοποιείται σε οδικά θεμέλια μέχρι το 2015. Μόνο ένα μικρό κλάσμα, περίπου 3% κατά βάρος, ενσωματώθηκε στην παραγωγή

σκυροδέματος, ενώ το υπόλοιπο 19% χρησιμοποιήθηκε για ανύψωση εργοταξίου σε οδοποιία και κατασκευή κτιρίων. Στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, είναι ζωτικής σημασίας να δοθεί προτεραιότητα στην ενεργοποίηση των διαδικασιών upcycling και επαναχρησιμοποίησης.

Ωστόσο, αρκετά εμπόδια εξακολουθούν να εμποδίζουν την εφαρμογή αυτών των αποτελεσματικότερων κυκλικών πρακτικών. Τα εμπόδια αυτά περιλαμβάνουν τεχνολογικούς περιορισμούς, οικονομική σκοπιμότητα, ρυθμιστικές προκλήσεις και αποδοχή από την αγορά, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των κυκλικών στρατηγικών. Οι Gherman et al. (2023) τονίζουν ότι ενώ χρησιμοποιούνται ευρέως εργαλεία όπως η μοντελοποίηση πληροφοριών κτιρίων (BIM “Building Information Modelling”) και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής, η έρευνα σχετικά με την ενσωμάτωση αναδυόμενων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης και του blockchain, στο Energies 2024/Eurostat, βελτιώνουν την κυκλικότητα των ΑΕΚΚ παραμένει περιορισμένη.

Οι μελετητές έχουν επίσης επισημάνει την ανάγκη αντιμετώπισης των κοινωνικών διαστάσεων, όπως η οργανωτική κουλτούρα, η ευημερία των εργαζομένων και τα κίνητρα, κατά την εξέταση εργαλείων κυκλικότητας σε μικροεπίπεδο. Ένα σημαντικό κενό που εντοπίστηκε είναι η απουσία ενός ολοκληρωμένου θεωρητικού πλαισίου που να αντιμετωπίζει επαρκώς αυτές τις κοινωνικές συνιστώσες. Luciano et al., 2022, τόνισε ότι τα οικονομικά και νομικά εμπόδια εμποδίζουν την πλήρη εφαρμογή της ανακύκλωσης ΑΕΚΚ στην ΕΕ. όπως τα ανεπαρκή πρότυπα σχεδιασμού, το χαμηλό κόστος διάθεσης σε σύγκριση με την ανακύκλωση, ο ανεπαρκής πολεοδομικός σχεδιασμός, η υπανάπτυκτη αγορά ανακυκλωμένων υλικών και οι περιορισμένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ, καθώς και η έλλειψη πολιτικών και κανονισμών σε πολλές χώρες. Η διαλογή των ΑΕΚΚ έχει αναγνωριστεί ως κεντρική εστίαση στον τομέα της έρευνας διαχείρισης αποβλήτων, με σημαντικές δυνατότητες βελτιστοποίησης της ανάκτησης πόρων και ελαχιστοποίησης της χρήσης χώρων υγειονομικής ταφής. Η διαλογή των οικοδομικών αποβλήτων πριν από τη διάθεση/απόρριψή τους σε χώρο υγειονομικής ταφής θεωρείται καλή. Επιπλέον, η επιτόπια διαλογή μπορεί να ενισχύσει τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, να μειώσει το κόστος μεταφοράς και διάθεσης αποβλήτων και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των χώρων υγειονομικής ταφής.

Παρά τη σημασία της διαλογής, πρόσφατες μελέτες υπογραμμίζουν αρκετά κενά που εμποδίζουν την πρόοδο σε αυτόν τον τομέα. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό κενό έγκειται στην περιορισμένη υιοθέτηση και ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών διαλογής, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής με τεχνητή νοημοσύνη, των αυτοματοποιημένων συστημάτων αισθητήρων και των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, οι οποίες θα μπορούσαν να ενισχύσουν δραματικά τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και την ακρίβεια των διαδικασιών διαλογής ΑΕΚΚ. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για βαθύτερη διερεύνηση της προσαρμοστικότητας αυτών των τεχνολογιών σε διαφορετικούς τύπους ΑΕΚΚ, καθώς και

της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας, επεκτασιμότητας και ευθυγράμμισής τους με τα υφιστάμενα κανονιστικά πρότυπα σε διάφορες περιοχές.

O Yeheyis et al. (2012) πρότεινε το ολοκληρωμένο πλαίσιο διαχείρισης των ΑΕΚΚ και το χώρισε σε τρία στάδια του κύκλου ζωής ενός κατασκευαστικού έργου: τη φάση πριν από την κατασκευή (συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού και του σχεδιασμού), τη φάση κατασκευής και ανακαίνισης και τη φάση κατεδάφισης.

Σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του κατασκευαστικού έργου, το πλαίσιο εφαρμόζει την προσέγγιση 3R (μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση) για τη μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της βιομηχανικής συμβίωσης, ελαχιστοποιώντας έτσι την απόρριψη ΑΕΚΚ.

Θεωρητικό πλαίσιο για ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΕΚΚ με βάση τον κύκλο ζωής. Οι Ruiz et al. (2020) πρότειναν μια προσέγγιση εννοιολογικού πλαισίου για την υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας στον τομέα των ΑΕΚΚ. Το πλαίσιο αυτό εξετάζει σημαντικές στρατηγικές για την κυκλική οικονομία και την αλληλεπίδρασή τους στα πέντε κύρια στάδια του κύκλου ζωής της βιομηχανίας: δραστηριότητες προκατασκευής, κατασκευής και ανακαίνισης, συλλογή, τέλος κύκλου ζωής,

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η οικονομική βιωσιμότητα των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης αποβλήτων. Εάν δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις ανακύκλωσης κοντά, το κόστος μεταφοράς μπορεί να είναι υψηλότερο από τα τέλη υγειονομικής ταφής, γεγονός που δεν είναι οικονομικά βιώσιμο για τους εργολάβους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάσταση όπου οι εργολάβοι στέλνουν απευθείας απόβλητα σε χώρους υγειονομικής ταφής. Μια ώριμη αγορά ανακύκλωσης ΑΕΚΚ επιτρέπει την ανακύκλωση τους και συμβάλλει σε υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης.

Οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν καίριο ρόλο στην προώθηση της αγοράς ανακύκλωσης αποβλήτων μέσω οικονομικών κινήτρων και νομοθεσίας. Οι προμήθειες αποβλήτων στις εταιρείες ανακύκλωσης, η τιμή και η ποιότητα των ανακυκλωμένων προϊόντων και η ζήτηση είναι επίσης σημαντικές. Εάν οι εργολάβοι έχουν εγκαταστάσεις ανακύκλωσης εντός ή εκτός των εγκαταστάσεων μακριά από εργοτάξια, στέλνουν τα απόβλητά τους σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης εκτός των εγκαταστάσεων.

Επιπλέον, η έλλειψη προδιαγραφών, τεχνικών ή ποιοτικών προτύπων για τα ανακυκλωμένα τελικά προϊόντα τείνει να προκαλεί ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα αυτών των προϊόντων και να τα καθιστά μη ελκυστικά τόσο για τις κατασκευαστικές εταιρείες όσο και για τους πελάτες. Αυτό οδηγεί περαιτέρω σε αντίσταση από τη χρήση ανακυκλωμένων προϊόντων και μείωση της ζήτησης.

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι οι σχεδιαστές ήταν απρόθυμοι να προσδιορίσουν ανακυκλωμένα προϊόντα στα σχέδιά τους λόγω έλλειψης πληροφοριών σχετικά με τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα της αγοράς, την πίεση του κόστους και τις αρνητικές αντιλήψεις των πελατών. Τα ανακυκλωμένα προϊόντα τείνουν να υποβάλλονται σε

περισσότερες διαδικασίες επεξεργασίας, με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους και τη μείωση της ανταγωνιστικότητας των τιμών.

Τα τελευταία στοιχεία δείχνουν ότι τα ανακυκλωμένα προϊόντα δεν έχουν πλεονεκτήματα τιμής σε σχέση με εκείνα που κατασκευάζονται από αυθεντικά υλικά στην Κίνα λόγω του υψηλού κόστους που συνδέεται με τη διαδικασία ανακύκλωσης. Έτσι, οι εταιρείες ανακύκλωσης αποβλήτων χρειάζονται κρατικές επιδοτήσεις και η αγορά ανακύκλωσης χρειάζεται οικονομικά κίνητρα για να αναπτυχθεί περαιτέρω. Παρόλο που η κρατική επιδότηση είναι ένα πολύτιμο εργαλείο πολιτικής, η κυβέρνηση θα πρέπει να διασφαλίσει ότι είναι εφαρμόσιμη και εφικτή και επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένα μέτρα προφύλαξης.

Συμβατικά, σε μια γραμμική οικονομία, τα απόβλητα ΑΕΚΚ (κατασκευές και κατεδαφίσεις) θεωρούνταν υλικά μηδενικής αξίας και, ως εκ τούτου, τα περισσότερα απόβλητα ΑΕΚΚ κατέληγαν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Τα τελευταία χρόνια, με την αύξηση της ευαισθητοποίησης γύρω από τη βιωσιμότητα και τη διαχείριση των πόρων, διάφορες χώρες έχουν αρχίσει να διερευνούν νέα μοντέλα για να ελαχιστοποιήσουν τη χρήση περιορισμένων πόρων που επί του παρόντος χρησιμοποιούνται υπερβολικά, κακοδιαχειρίζονται ή εξαντλούνται γρήγορα. Από αυτή την άποψη, η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας έχει αναδειχθεί ως ένα δυναμικό μοντέλο για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων των αποβλήτων ΑΕΚΚ στο περιβάλλον.

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις που εμποδίζουν την πλήρη μετάβαση στην κυκλική οικονομία στους τομείς των κατασκευών και των κατεδαφίσεων. Τα εμπόδια στην εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στους τομείς αποβλήτων ΑΕΚΚ εμπίπτουν σε πέντε κύριους τομείς, δηλαδή νομικές, τεχνικές, κοινωνικές, συμπεριφορικές και οικονομικές πτυχές.

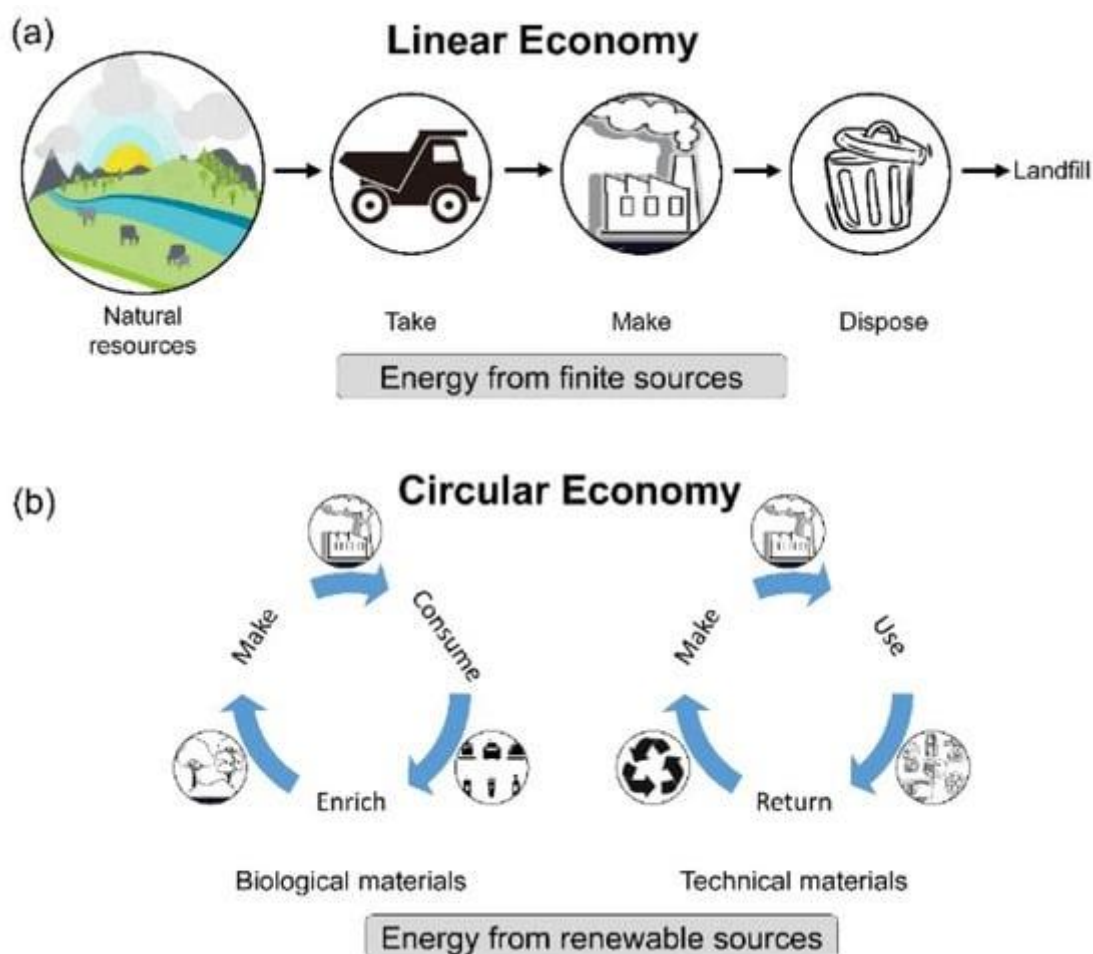
Διαπιστώνεται ότι η πολιτική και η διακυβέρνηση, οι άδειες και οι προδιαγραφές, οι τεχνολογικοί περιορισμοί, η ποιότητα και οι επιδόσεις, οι γνώσεις και οι πληροφορίες και, τέλος, το κόστος που συνδέεται με την εφαρμογή του μοντέλου κυκλικής οικονομίας στο αρχικό στάδιο αποτελούν τα κύρια εμπόδια. Εκτός από αυτά, από την πλευρά των εργολάβων, η αποσυναρμολόγηση αποβλήτων ΑΕΚΚ, ο διαχωρισμός και η επιτόπια διαλογή, η μεταφορά και οι τοπικές διαδικασίες ανάκτησης είναι οι κύριες προκλήσεις στο σημείο εκκίνησης για τις εταιρείες μικρής κλίμακας. Για την αντιμετώπιση των προαναφερθεισών προκλήσεων, καθώς και για την ελαχιστοποίηση της ασάφειας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν με την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στους τομείς αποβλήτων ΑΕΚΚ, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να εισαχθεί ένα παγκόσμιο πλαίσιο και μια πρακτική πορεία που θα επιτρέψει στις εταιρείες να εφαρμόσουν τέτοια μοντέλα, ανεξάρτητα από την κλίμακα και την τοποθεσία τους.

Για να δομηθεί μια αποτελεσματική προσέγγιση μοντέλου, η μελλοντική κατεύθυνση θα πρέπει να επικεντρωθεί περισσότερο στις πρακτικές αποσυναρμολόγησης, στο χειρισμό επικινδύνων υλικών, στον ποιοτικό έλεγχο της αποδοχής αποβλήτων και στις διαδικασίες

ανάκτησης υλικών, καθώς και σε έναν μηχανισμό παροχής κινήτρων για την προώθηση των οικολογικών, οικονομικών και κοινωνικών οφελών της κυκλικής οικονομίας για τους τομείς ΑΕΚΚ.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αστικοποίηση του κόσμου έχει αυξηθεί εκθετικά συμπίπτοντας με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού. ως εκ τούτου, η χρήση περισσότερων υλικών πόρων έχει ενισχυθεί. Ειδικότερα, ο κατασκευαστικός κλάδος είναι υπεύθυνος για την αξιοποίηση μεγάλου μέρους των φυσικών πόρων (32%). Αν και η τιμή αυτή είναι μικρότερη από την ποσότητα των φυσικών πόρων που χρησιμοποιήθηκαν στη δεκαετία του 1990 (~40%), εκτιμάται ότι περισσότερο από το 75% των αποβλήτων που παράγονται από τον κατασκευαστικό κλάδο έχουν υπολειμματική αξία και δεν επαναχρησιμοποιούνται ούτε ανακυκλώνονται επί του παρόντος. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη ολοκληρωμένου πλαισίου διαχείρισης αποβλήτων. Αν και έχουν προταθεί διαφορετικοί ορισμοί για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (απόβλητα ΑΕΚΚ), τέτοια απόβλητα είναι ουσιαστικά οτιδήποτε παράγεται κατά τη διαδικασία κατασκευής, ανακαίνισης ή κατεδάφισης και δεν είναι πλέον βιώσιμο για χρήση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα απόβλητα αυτά απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, τα απόβλητα ΑΕΚΚ που προκύπτουν από τον κατασκευαστικό τομέα αντιπροσωπεύουν το 30% των συνολικών αποβλήτων που παράγονται παγκοσμίως, με εκτιμώμενο μέσο όρο άνω του 35% του συνόλου των αποβλήτων ΑΕΚΚ που διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής ετησίως.

Λαμβάνοντας υπόψη την αξιοποίηση των φυσικών πόρων, την κατανάλωση σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας και την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των κτιρίων, ο κατασκευαστικός κλάδος έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη του πλαισίου γραμμικής οικονομίας, το οποίο βασίζεται στην έννοια της λήψης, κατασκευής και διάθεσης (γράφημα 5). Σε αυτή την προσέγγιση, οι πρώτες ύλες εξάγονται από φυσικούς πόρους χρησιμοποιώντας ενεργοβόρα τεχνολογία και στη συνέχεια μεταποιούνται σε κατασκευή δομικών υλικών. Δεδομένου ότι η πλειονότητα των δομικών στοιχείων κατασκευάζονται με τρόπους που δεν μπορούν να αποδομηθούν στο τέλος του κύκλου ζωής τους, απορρίπτονται ως επί το πλείστον σε ΧΥΤΑ (χώρους υγειονομικής ταφής) ή αποτεφρώνονται.



Γράφημα 5: Παρουσίαση γραμμικής-κυκλικής οικονομίας

Επί του παρόντος, η διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ αποτελεί σημαντική παγκόσμια πρόκληση λόγω των αρνητικών συνεπειών της, συμπεριλαμβανομένης της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Μια τέτοια κατάσταση, με συμβολή στη ρύπανση, την κλιματική αλλαγή και την εξάντληση των πόρων, απαιτεί ένα αποτελεσματικό πλαίσιο για τον περιορισμό των εν λόγω συνεπειών.

Συμβατικά, τα απόβλητα ΑΕΚΚ αποτελούνται από πολυάριθμα απορριφθέντα υπολείμματα, όπως σκυροδέματα, ξύλα, τούβλα, γυαλί, χάλυβα κ.λπ.. Λόγω του μεγάλου όγκου αποβλήτων ΑΕΚΚ που παράγονται κάθε χρόνο, καθίσταται ζωτικής σημασίας η διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών με βιώσιμο τρόπο. Οι συμβατικές στρατηγικές, όπως η γραμμική οικονομία, έχουν αναγνωριστεί ως αναποτελεσματικοί τρόποι μετριασμού αυτών των αρνητικών περιβαλλοντικών συνεπειών. Από αυτή την άποψη, ο όρος Κυκλική Οικονομία έχει εξελιχθεί ως μια νέα λύση για τη μείωση των επιζήμιων επιπτώσεων στο περιβάλλον και την αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης στον κατασκευαστικό τομέα για την πρακτική της βιώσιμης ανάπτυξης.

Στο γράφημα 5 απεικονίζεται η διαφορά μεταξύ μιας γραμμικής οικονομίας και της κυκλικής οικονομίας. Η κυκλική οικονομία αποτελείται από ένα νέο μεταρρυθμιστικό

πλαίσιο που βοηθά στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης πρώτων υλών και διασφαλίζει την αξία των υλικών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Επιπλέον, η κυκλική οικονομία αποτρέπει την παραγωγή περίσσειας αποβλήτων, διατηρώντας έτσι τους φυσικούς πόρους. Ουσιαστικά, η στρατηγική της κυκλικής οικονομίας αποδεικνύει ότι όλα όσα κατασκευάζονται μπορούν να ανακυκλωθούν, να επανεπεξεργαστούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν.

Οι Hossain et al. (2021) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι κύριες συνέπειες της υιοθέτησης της κυκλικής οικονομίας για τα απόβλητα ΑΕΚΚ είναι:

1. Η βελτίωση της χρήσης βιώσιμων υλικών, η οποία είναι εφικτή με την ενσωμάτωση των συνεργατικών οφελών μεταξύ όλων των μερών που εμπλέκονται στο κατασκευαστικό έργο,
2. Η προώθηση της αποδοτικότητας των υλικών μέσω της διαδικασίας ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης των οικοδομικών αποβλήτων και
3. Η αποφυγή της παραγωγής περιττών αποβλήτων και, κατά συνέπεια, της διάθεσής τους σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Γενικά, στον κατασκευαστικό κλάδο, η κυκλική οικονομία στοχεύει να προσθέσει αξία στα υλικά που απορρίπτονται συμβατικά σε χώρους υγειονομικής ταφής και να τα καταστήσει χρησιμοποιήσιμα για την κατασκευαστική εταιρεία ή άλλες εξελίξεις.

Για την αποτελεσματική εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας σε μια κατασκευαστική εταιρεία, πρέπει να διευκρινιστούν πλήρως διάφορες διαστάσεις, όπως κοινωνικές, κυβερνητικές, οικονομικές, συμπεριφορικές, τεχνολογικές και περιβαλλοντικές πτυχές. Για παράδειγμα, Ghisellini et al. (2016) διερεύνησε το κόστος και τα οφέλη της προσέγγισης της κυκλικής οικονομίας ειδικά για τον τομέα των κατασκευών και των κατεδαφίσεων.

Σε μια άλλη μελέτη, οι Lederer et al. (2015) χρησιμοποίησε ανάλυση ροής υλικών για να καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο η κυκλική οικονομία μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εισαγωγών πρώτων υλών για τον κατασκευαστικό τομέα στην πόλη της Βιέννης. Διαπίστωσαν ότι, με την επαναχρησιμοποίηση/ανακύκλωση του δομικού ορυκτού, η ανάγκη εισαγωγής των εν λόγω υλικών θα μπορούσε να μειωθεί κατά 32%. Αν και έχουν γίνει προσπάθειες ανακύκλωσης ή/και ανάκτησης των αποβλήτων ΑΕΚΚ σε πολλές περιπτώσεις, εξακολουθεί να υπάρχει περιορισμένη έρευνα σχετικά με την πρακτικότητα της ενσωμάτωσης της κυκλικής οικονομίας στο σύγχρονο δομημένο περιβάλλον σε μεγάλη κλίμακα.

Σε αντίθεση με τα κατασκευαστικά έργα μικρής και μεσαίας κλίμακας, υπάρχουν περισσότερες προκλήσεις που σχετίζονται με την προσαρμογή της κυκλικής οικονομίας σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι, δεν είναι τεχνικά εφικτό να εξαλειφθούν τα απόβλητα ΑΕΚΚ, η ενσωμάτωση καινοτόμων εφαρμογών, όπως το BIM (Building Information Modeling), με την κυκλική οικονομία θα μπορούσε ενδεχομένως να

αντιμετωπίσει τις προκλήσεις σε δομημένα περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας. Από αυτή την άποψη, έχουν προσδιοριστεί μερικές στρατηγικές που μπορούν να διευκολύνουν τη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία στον κατασκευαστικό τομέα.

Αυτές οι προσεγγίσεις είναι:

1. η χρήση βιώσιμων και ανθεκτικών υλικών
2. η ενσωμάτωση σχεδιασμού για αποσυναρμολόγηση
3. η χρήση αρθρωτών και προκατασκευασμένων στοιχείων και, τέλος
4. η ανάπτυξη συστημάτων ανάκτησης

Ωστόσο, έχει διεξαχθεί ελάχιστη έρευνα για την αντιμετώπιση των προαναφερθεισών προσεγγίσεων μέχρι σήμερα.

Αυτό το έγγραφο ανασκόπησης θα παρέχει μια επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο τα απόβλητα ΑΕΚΚ μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν εφαρμόζοντας μια στρατηγική κυκλικής οικονομίας από διαφορετική οπτική γωνία. Σε αντίθεση με τη γραμμική οικονομία, υπάρχουν περισσότερα βήματα για την ανάκτηση ή την επαναχρησιμοποίηση υλικών. Ως εκ τούτου, υπάρχουν περισσότερες προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν.

Κεφάλαιο 3: Διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

3.1. Εισαγωγή

Η σωστή διαχείριση και αξιοποίηση των ΑΕΚΚ που προκύπτουν από την κατασκευή, κατεδάφιση και συντήρηση κτιρίων, υποδομών και δρόμων διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη για διάφορους λόγους. Μειώνει σημαντικά τη χρήση των χώρων υγειονομικής ταφής και τις σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του περιβάλλοντος. Η διατήρηση των φυσικών πόρων, όπως το σκυρόδεμα, τα τούβλα, το ξύλο, το γυαλί, τα μέταλλα και τα πλαστικά, βοηθά στη διατήρηση των φυσικών πόρων. Από οικονομική άποψη, η αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να μειώσει το κόστος διάθεσης και ενδεχομένως να αποφέρει έσοδα από ανακυκλωμένα υλικά.

Επιπλέον, επιδεικνύει δέσμευση για βιωσιμότητα και περιβαλλοντική ευθύνη, βελτιώνοντας τη δημόσια εικόνα των κατασκευαστικών έργων και των εμπλεκόμενων φορέων. Οι ποσότητες αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κυμαίνονται από 310 έως σχεδόν 700 εκατομμύρια τόνους, αντιπροσωπεύοντας ένα εύρος από 0,63 έως 1,42 τόνους κατά κεφαλήν ετησίως. Παρόλο που οι τεχνολογίες διαχωρισμού και ανάκτησης των ΑΕΚΚ είναι καθιερωμένες, εύκολα προσβάσιμες και γενικά οικονομικά προσιτές, τα ποσοστά ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών σε ολόκληρη την ΕΕ ποικίλλουν σημαντικά, κυμαινόμενα από λιγότερο από 10% έως πάνω από 95% , με ποσοστό ανάκτησης 89% στην ΕΕ-28. Περιπτωσιολογικές μελέτες ανά χώρα της ΕΕ καταδεικνύουν ότι ένα ειδικό σχέδιο για τη χρήση των ΑΕΚΚ όχι μόνο παρέχει στρατηγική κατεύθυνση για τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της ανακύκλωσης ΑΕΚΚ, αλλά διευκολύνει επίσης τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος χρήσης και επεξεργασίας των πόρων. Για παράδειγμα, η Δανία εκδίδει εθνικό σχέδιο διαχείρισης των πόρων αποβλήτων κάθε λίγα χρόνια από το 1992, το οποίο συνέβαλε στην αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ στο 86% έως το 2012. Οι Κάτω Χώρες βελτίωσαν το ποσοστό χρήσης τους από 83 % το 2006 σε 85 % το 2015, κυρίως λόγω της εφαρμογής του σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων. Οι χώρες που δεν διαθέτουν ενισχυμένα κανονιστικά πλαίσια και βελτιωμένες πρακτικές συλλογής δεδομένων για την αποτελεσματική παρακολούθηση της διαχείρισης των ΑΕΚΚ τείνουν να υστερούν, με ποσοστά ανάκτησης κάτω από τον μέσο όρο της ΕΕ.

Οι δήμοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των ΑΕΚΚ, δεδομένου ότι είναι συνήθως υπεύθυνοι για την επιβολή των κανονιστικών διατάξεων για τη διαχείριση των αποβλήτων, την παροχή της απαραίτητης υποδομής για τη συλλογή και επεξεργασία αποβλήτων και την προώθηση των προσπάθειών ανακύκλωσης. Η αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ είναι ζωτικής σημασίας όχι μόνο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για τη δημόσια υγεία και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία της απαραίτητης υποδομής, όπως εγκαταστάσεις διαλογής, ανακύκλωσης και επεξεργασίας αποβλήτων.

Οι δήμοι διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στην εκπαίδευση και την ευαισθητοποίηση, παρέχοντας κατάρτιση και πληροφορίες σε εργολάβους, προγραμματιστές και το κοινό

σχετικά με τη σημασία και τις μεθόδους ορθής διαχείρισης των ΑΕΚΚ στις διοικητικές τους περιοχές. Οι δήμοι διαδραματίζουν επίσης καίριο ρόλο στην προώθηση πρωτοβουλιών παραγωγής ενέργειας από απόβλητα (WtE/Waste to Energy), οι οποίες θεωρούνται όλο και περισσότερο ως βιώσιμη προσέγγιση για τη διαχείριση των ροών αποβλήτων.

Μια τέτοια προσέγγιση ισχύει για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ, όπου η συμμετοχή των δήμων περιλαμβάνει ρυθμιστικά πλαίσια, ανάπτυξη υποδομών, δημόσια δέσμευση και συνεργασία με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς για τη βελτιστοποίηση της χρήσης των ΑΕΚΚ για ανάκτηση ενέργειας (Σύμφωνα με τον ορισμό του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, η ανάκτηση ενέργειας είναι μια μορφή ανάκτησης πόρων στην οποία το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων μετατρέπεται σε κάποια μορφή χρησιμοποιήσιμης ενέργειας. Η ανάκτηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της καύσης επεξεργασμένων ή ακατέργαστων απορριμμάτων για την παραγωγή ατμού, μέσω της πυρόλυσης απορριμμάτων για την παραγωγή πετρελαίου ή φυσικού αερίου και μέσω της αναερόβιας χώνευσης οργανικών αποβλήτων για την παραγωγή αερίου μεθανίου).

Ο μεγάλος όγκος παραγόμενων ΑΕΚΚ υπογραμμίζει τη δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε εγκαταστάσεις WtE, καθώς πολλά συστατικά ΑΕΚΚ, όπως ξύλο, πλαστικά και άλλα εύφλεκτα υλικά, μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια. Ως εκ τούτου, οι πολιτικές και οι δραστηριότητες των δήμων θα επικεντρωθούν, μεταξύ άλλων, στην εκτροπή των ΑΕΚΚ που ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση ενέργειας από χώρους υγειονομικής ταφής.

Από την άλλη, για την εφαρμογή της αποτελεσματικής διαχείρισης της κατασκευής δημοτικών υποδομών, καθώς και τη μείωση και χαρτογράφηση των περιβαλλοντικών κινδύνων από τη διάθεση των ΑΕΚΚ, είναι γνωστές λύσεις που απαιτούν τη δημιουργία ενός αυτοματοποιημένου εννοιολογικού συστήματος για την απογραφή των κατασκευαστικών έργων με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS). Ταυτόχρονα, τα GIS περιέχουν δεδομένα χαρακτηριστικών σχετικά με το ψηφιακό μοντέλο του εργοταξίου, την κατάσταση του αποθέματός του, δεδομένα σχετικά με το στάδιο κατασκευής, τα αποτελέσματα της απογραφής δυνητικά απαραίτητων υλικών και υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε ένα ή άλλο εργοτάξιο κ.λπ.

Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα ετησίως απορρίπτονται ανεξέλεγκτα κατά προσέγγιση 7 εκατ. τόνοι αδρανών υλικών. Ως συνέπεια αυτής της ανεξέλεγκτης απόρριψης πέραν της αισθητικής περιβαλλοντικής υποβάθμισης, επέρχεται η ρύθμιση του εδάφους καθώς επίσης η ρύπανση των υπογείων υδάτων και της ατμόσφαιρας. Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση αδρανών υλικών τόσο στον Ευρωπαϊκό όσο και στον Ελλαδικό χώρο κάνει απαραίτητη την διαχείριση τους με τρόπο ορθολογικό και καθιστά επιτακτική την ανάγκη της προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και της βιώσιμης ανάπτυξης. Κατά τα οριζόμενα στην Ελληνική νομοθεσία καθίσταται υποχρεωτική η ανακύκλωση υλικών αποβλήτων και ορίζεται ως στόχος η ανακύκλωση του 70% των υλικών.

3.2. Πρακτικές διαχείρισης σε Ευρώπη και Ελλάδα

Στην Ευρώπη:

Η αναθεωρημένη οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα, με στόχο την επίτευξη του 70% της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, της ανακύκλωσης και άλλων μορφών ανάκτησης υλικών αποβλήτων ΑΕΚΚ, είναι πιθανό να αποτελέσει την κύρια κινητήρια δύναμη της ευρωπαϊκής πολιτικής για την καλύτερη ανακύκλωση των αποβλήτων ΑΕΚΚ τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο, τα κράτη μέλη βρίσκονται ακόμη στη διαδικασία ενσωμάτωσης του στόχου του 70% στην εθνική τους νομοθεσία και επί του παρόντος είναι δύσκολο να αξιολογηθεί ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοστεί. Ο πραγματικός αντίκτυπος αυτού του στόχου εξαρτάται επίσης από τα τρέχοντα ποσοστά ανακύκλωσης που επιτυγχάνονται από τα διάφορα κράτη μέλη. Για παράδειγμα, στη Φλάνδρα, τα μέσα ευρωπαϊκής πολιτικής διαδραμάτισαν δευτερεύοντα μόνο ρόλο, καθώς η Φλάνδρα ενέκρινε νωρίς αυστηρότερη νομοθεσία για τα απόβλητα (π.χ. απαγόρευση υγειονομικής ταφής για αδιαχώριστα απόβλητα, απόβλητα που συλλέγονται για ανάκτηση, ομοιογενή κλάσματα αποβλήτων κατάλληλα για ανάκτηση, όπως τα απόβλητα ΑΕΚΚ). Ως αποτέλεσμα, ο στόχος του 70% είχε ήδη επιτευχθεί το έτος 2000. Η Γερμανία αναθεωρεί τον νόμο της για την προώθηση της διαχείρισης αποβλήτων κλειστού κύκλου ουσιών, με στόχο ακόμη υψηλότερο από την WFD (Waste Framework Directive) (80% στο σχέδιο).

Από την άλλη, για τις χώρες με επί του παρόντος χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης αποβλήτων ΑΕΚΚ, η επίτευξη του στόχου ενδέχεται να αποτελέσει σημαντική πρόκληση και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να προσαρμόσουν το ισχύον πλαίσιο πολιτικής τους για την επίτευξή της. Για παράδειγμα, η Ισπανία (με τρέχοντα ποσοστά ανακύκλωσης κάτω του 15%) αναθεωρεί επί του παρόντος το εθνικό της σχέδιο για τα απόβλητα ΑΕΚΚ, αναπτύσσοντας μέτρα και θέτοντας ενδιάμεσους στόχους. Στη Φινλανδία, η ευρωπαϊκή νομοθεσία έχει ληφθεί υπόψη, αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική κινητήρια δύναμη πίσω από την εθνική στρατηγική για τα απόβλητα ΑΕΚΚ. Ο τρέχων στόχος που τέθηκε στη Φινλανδία (70% έως το 2016) περιλαμβάνει την ανάκτηση ενέργειας· μεγάλες ποσότητες αποβλήτων ξύλου 24 Σε περιφερειακό επίπεδο, η Φλάνδρα πέτυχε επίσης σε μεγάλο βαθμό αυτόν τον στόχο, με ποσοστό ανακύκλωσης άνω του 90 % των αποβλήτων ΑΕΚΚ (έως 40 % εάν εξαιρεθούν τα εδάφη εκσκαφής) αποτελεί πράγματι σοβαρό εμπόδιο για την επίτευξη του στόχου.

Η οδηγία 99/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων αποτέλεσε επίσης σημαντική κινητήρια δύναμη για την καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Στην Ισπανία, για παράδειγμα, όπου τα περισσότερα απόβλητα ΑΕΚΚ καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής (και περίπου το ήμισυ της ποσότητας αυτής καταλήγει σε μη εγκεκριμένους χώρους υγειονομικής ταφής), έχει συμβάλει στον καλύτερο έλεγχο των αποβλήτων ΑΕΚΚ, στην εμφάνιση νέας υποδομής ανακύκλωσης και στον καλύτερο έλεγχο των μη εγκεκριμένων χώρων υγειονομικής ταφής.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

Οι τρέχουσες πολιτικές και πρότυπα που επηρεάζουν τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 κύριες κατηγορίες:

- ✚ Πολιτικές-πλαίσια για τα απόβλητα: Εθνικές πολιτικές ή κανονισμοί για τα απόβλητα, συνήθως τουλάχιστον μεταφέρουν έννοιες, στόχους και υποχρεώσεις που ορίζονται στην ευρωπαϊκή ΟΠ
- ✚ Κανονισμοί υγειονομικής ταφής: όπως προαναφέρθηκε, ο αυστηρότερος έλεγχος της υγειονομικής ταφής ορισμένων τύπων αποβλήτων αποτελεί σημαντική κινητήρια δύναμη για την καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ.
- ✚ Πολιτικές για τα απόβλητα ΑΕΚΚ: όταν συγκεκριμένες υποχρεώσεις σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ δεν περιλαμβάνονται άμεσα στις πολιτικές-πλαίσιο για τα απόβλητα, ενδέχεται να έχουν αναπτυχθεί ειδικά έγγραφα πολιτικής ή νομικά έγγραφα, τα οποία αντιμετωπίζουν ειδικά το ζήτημα των αποβλήτων ΑΕΚΚ.
- ✚ Ρύθμιση και πρότυπα δευτερογενών πρώτων υλών, π.χ. πρότυπα για την ποιότητα των δευτερογενών υλικών από απόβλητα ΑΕΚΚ
- ✚ Κανονισμοί και πρότυπα χώρων ΑΕΚΚ, π.χ. απαιτήσεις για κτίρια που αφορούν ειδικά τα απόβλητα ΑΕΚΚ

Πολιτικές-πλαίσια για τα απόβλητα

Οι πολιτικές-πλαίσια για τα απόβλητα και οι κανονισμοί που αναπτύχθηκαν στα κράτη μέλη καθορίζουν το γενικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων. Αποτελούν τα κύρια εργαλεία για τη μεταφορά της οδηγίας-πλαισίου για τα απόβλητα.

ΑΕΚΚ Πολιτικές και νομοθεσία για τα απόβλητα

Το νέο περιβαλλοντικά υπεύθυνο σχέδιο χρήσης υλικών και διαχείρισης αποβλήτων στον κατασκευαστικό τομέα, τομεακό σχέδιο εκτέλεσης, αποσκοπεί στην επίτευξη αυτού του στόχου, ιδίως μέσω:

- ✚ Περιβαλλοντικό προφίλ των κατασκευών που συνδέονται με υλικά, προκειμένου να μπορέσει η φλαμανδική κυβέρνηση να αναπτύξει και να επιβάλει προδιαγραφές χρήσης υλικών μετά το 2009.
- ✚ Προώθηση της επιλεκτικής κατεδάφισης με τυποποιημένες προδιαγραφές
- ✚ Ένα παγκόσμιο σύστημα διαχείρισης για τους κόκκους των μπάζων
- ✚ Προώθηση της περαιτέρω επαναχρησιμοποίησης των πετρωδών κλασμάτων των αποβλήτων ΑΕΚΚ.

- ✚ Προώθηση της ανακύκλωσης συγκεκριμένων κλασμάτων αποβλήτων κυψελοειδούς σκυροδέματος, γύψου, πλαστικών, επίπεδου γυαλιού, ορυκτών μονωτικών υλικών και ασφάλτου στέγης.

Νομοθεσία για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων

Όλα τα κράτη μέλη έχουν μεταφέρει στο εθνικό τους δίκαιο τις διατάξεις της οδηγίας για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη επιβολής σε ορισμένα κράτη μέλη, όπου ορισμένοι μη συμμορφούμενοι χώροι υγειονομικής ταφής δεν έχουν κλείσει.

Οι πολύ μεγάλες ποσότητες αποβλήτων ΑΕΚΚ που παράγονται μπορούν να εξηγήσουν ότι οι απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής και οι φόροι αποδεικνύονται εξαιρετικά αποτελεσματικοί στη βελτίωση των ποσοστών ανακύκλωσης. Η φλαμανδική εμπειρία δείχνει ότι οι απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής και οι υψηλές εισφορές για την υγειονομική ταφή αποτελούν κλειδί για υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης αποβλήτων ΑΕΚΚ. Τα μέσα αυτά είναι εύκολο να εφαρμοστούν. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την κατάλληλη επιβολή και έλεγχο, καθώς και από την ύπαρξη δικτύου εναλλακτικών σταθμών επεξεργασίας.

Νομοθεσία και πρότυπα για τις παράγωγες πρώτες ύλες

Η προώθηση των ανακυκλωμένων υλικών από απόβλητα ΑΕΚΚ αναγνωρίστηκε επίσης ως βασική κινητήρια δύναμη για υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης για τα απόβλητα ΑΕΚΚ. Ορισμένες από τις χώρες που μελετήθηκαν έχουν χρησιμοποιήσει αυτή την προσέγγιση, μαζί με τις προαναφερθείσες πολιτικές και κανονισμούς, για να προωθήσουν την ανάκτηση αποβλήτων ΑΕΚΚ.

Οι τεχνικές απαιτήσεις για τη χρήση ορυκτών αποβλήτων ΑΕΚΚ στην παραγωγή αδρανών υλικών καλύπτονται επίσης από τα επιμέρους πρότυπα συγκεντρωτικών προϊόντων CEN (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τυποποίησης), τα οποία θέτουν σαφείς απαιτήσεις ποιότητας για τους διάφορους τύπους εφαρμογών (π.χ. αδρανή για σκυρόδεμα, αδρανή για κονίαμα, αδρανή για μη δεσμευμένα και υδραυλικά δεσμευμένα υλικά για χρήση σε έργα πολιτικού μηχανικού και οδοποιίας, κ.λπ.), και διασφαλίζουν ότι τα τελικά προϊόντα είναι ανθεκτικά και πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές τους. Τα πρότυπα αυτά αναπτύχθηκαν το 2004 και αφορούν σαφώς τα «αδρανή υλικά από φυσικά, ανακυκλωμένα και μεταποιημένα υλικά».

Νομοθεσία και πρότυπα για τους ιστότοπους ΑΕΚΚ

Τέλος, προσδιορίστηκαν κανονισμοί και πρότυπα για τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των κτιρίων και των εργοταξίων. Κατ' αρχήν, τα πρότυπα αυτά θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν κριτήρια που επηρεάζουν τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ, για παράδειγμα τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών στο κτίριο, ειδικές απαιτήσεις για τη διαχείριση αποβλήτων σε εργοτάξια νέων κτιρίων ή κατά την αποσυναρμολόγηση και κατεδάφιση του κτιρίου. Ωστόσο, έχουν προσδιοριστεί λίγα πρότυπα κατασκευής που παρουσιάζουν τέτοιου είδους κριτήρια.

Πρότυπα κατασκευής

Ιστορικά, αυτοί οι τύποι προτύπων έχουν επικεντρωθεί στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, γεγονός που μπορεί να εξηγήσει γιατί η πρόληψη και η ανακύκλωση των αποβλήτων ΑΕΚΚ δεν αποτελούν βασικό στόχο για τα κριτήρια που επιβάλλουν. Ωστόσο, ορισμένα πρότυπα ή συστήματα πιστοποίησης έχουν αναπτυχθεί λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα ζητήματα. Για παράδειγμα, το γερμανικό πιστοποιητικό αειφόρου κτιρίου, ένα εθελοντικό πρόγραμμα που διαχειρίζεται το Γερμανικό Συμβούλιο Αειφόρου Δόμησης (DGNB), θέτει διαφορετικά κριτήρια για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των κτιρίων, και ιδίως δύο κριτήρια σχετικά με τα απόβλητα ΑΕΚΚ:

- ✚ Στο πλαίσιο των τεχνικών κριτηρίων ποιότητας, "Ευκολία αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης"
- ✚ Στο πλαίσιο των κριτηρίων ποιότητας της διαδικασίας, «Εργοτάξιο/διαδικασία κατασκευής», που ορίζει ότι τα απόβλητα που παράγονται επιτόπου θα πρέπει να προλαμβάνονται ή να ανακυκλώνονται και, εάν δεν είναι ανακυκλώσιμα, να διατίθενται κατά τρόπο που να αποτρέπει τη βλάβη στο περιβάλλον.

Άλλα υφιστάμενα οικοδομικά πρότυπα (π.χ. HQE – Haute qualité environnementale στη Γαλλία, BREAM στο Ηνωμένο Βασίλειο) θα μπορούσαν επίσης να ενθαρρύνουν αυτές τις πρακτικές.

Άλλες πολιτικές

Οι δημόσιες αρχές, ως ιδιοκτήτριες δημόσιων υποδομών, καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των απαιτήσεων για την πρόληψη και τη διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ για τα κτίρια και τις υποδομές που αγοράζουν ή ελέγχουν. Οι ευρωπαϊκές ΠΔΣ (πράσινες δημόσιες συμβάσεις) καθορίζουν μια σειρά συστάσεων για την προμήθεια κατασκευαστικών έργων. Αφορά τη φάση σχεδιασμού, κατασκευής, χρήσης και διάθεσης κτιρίων, όπως κτίρια δημόσιων υπηρεσιών και κτίρια γραφείων. Ειδικότερα, τα βασικά κριτήρια ΠΔΣ απαιτούν από τον ανάδοχο να θέσει σε εφαρμογή κατάλληλα μέτρα για τη μείωση και την ανάκτηση (επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση) των αποβλήτων που παράγονται κατά τη διαδικασία κατεδάφισης και κατασκευής. Απαιτείται ποσοστό ανάκτησης τουλάχιστον 60 % σε σχέση με τον διαχωρισμό του ποσοστού βάρους. Καθορίστηκαν επίσης κριτήρια για συγκεκριμένα δομικά υλικά όπως παράθυρα, θερμομόνωση, σκληρές επενδύσεις δαπέδων και πάνελ τοίχων.

Στην Ελλάδα:

Πρακτικές διαχείρισης ΑΕΚΚ

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, οι φορείς του κατασκευαστικού τομέα (εργολάβοι οικοδομικών έργων, κατεδαφιστές κ.λπ.) υποχρεούνται να οργανώνουν Συστήματα Διαχείρισης ΑΕΚΚ (είτε πρόκειται για μεμονωμένα νομικά πρόσωπα, είτε για συλλογικούς οργανισμούς με πολλούς συμμετέχοντες) για την ορθή διαχείριση των ΑΚΚ από τις δραστηριότητές τους.

Τα Συστήματα Διαχείρισης ΑΕΚΚ έχουν το δικαίωμα να οργανώνουν ολόκληρη την αλυσίδα διαχείρισης αποβλήτων (από τη συλλογή έως την τελική ανάκτηση, τη διάθεση και την επιστροφή του ανακυκλωμένου προϊόντος στην αγορά). Τα ΑΕΚΚ που παράγονται στο εργοτάξιο κατασκευής/κατεδάφισης μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ όπου ταξινομούνται και μεταποιούνται σε τελικά ανακυκλωμένα προϊόντα. Το κλάσμα των παραληφθέντων ΑΕΚΚ που δεν ανακτάται υλικά εναποτίθεται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή χρησιμοποιείται για σκοπούς όπως η επίχωση. Ο σίδηρος και ο χάλυβας διαχωρίζονται και αποστέλλονται σε χυτήρια σιδήρου για ανακύκλωση, ενώ άλλα υλικά όπως πλαστικά και γυαλί δεν βρίσκονται σε κρίσιμες ποσότητες στο μικτό ρεύμα ΑΕΚΚ προκειμένου να ανακυκλωθούν.

Το κύριο προϊόν των εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΕΚΚ είναι αδρανή υλικά για χρήση σε οδικά έργα και άλλους ήπιους σκοπούς εξωραϊσμού και μηχανικής. Στην πράξη, ωστόσο, μεγάλες ποσότητες ΑΕΚΚ αποτελούν αντικείμενο παράνομης διαχείρισης και ως εκ τούτου καμία από τις παραπάνω περιγραφόμενες διαδικασίες δεν λαμβάνει χώρα. Σε περίπτωση παράνομης διαχείρισης ΑΕΚΚ, το σύνολο του φορτίου ΑΕΚΚ που παράγεται στον τόπο κατασκευής/κατεδάφισης μεταφέρεται και διατίθεται χωρίς προηγούμενο σχεδιασμό ή περιβαλλοντική αδειοδότηση σε φυσικούς χώρους (π.χ. βουνοπλαγιές, υδάτινα ρεύματα κ.λπ.) κατά προτίμηση σε απομακρυσμένες τοποθεσίες που είναι δύσκολο να εντοπιστούν από περιβαλλοντικούς επιθεωρητές.

Υπάρχουν πολλά σημεία γεμάτα με ΑΕΚΚ σε όλη την Ελλάδα και η ποσότητα που αποθηκεύεται σε τέτοια μέρη θεωρείται σημαντικά υψηλή (συσσωρευμένη παραγωγή ΑΕΚΚ). Μόλις εντοπιστούν αυτές οι θέσεις, υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης του εναποτιθέμενου υλικού με τη μεταφορά του στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ των αδειοδοτημένων συστημάτων διαχείρισης ΑΕΚΚ.

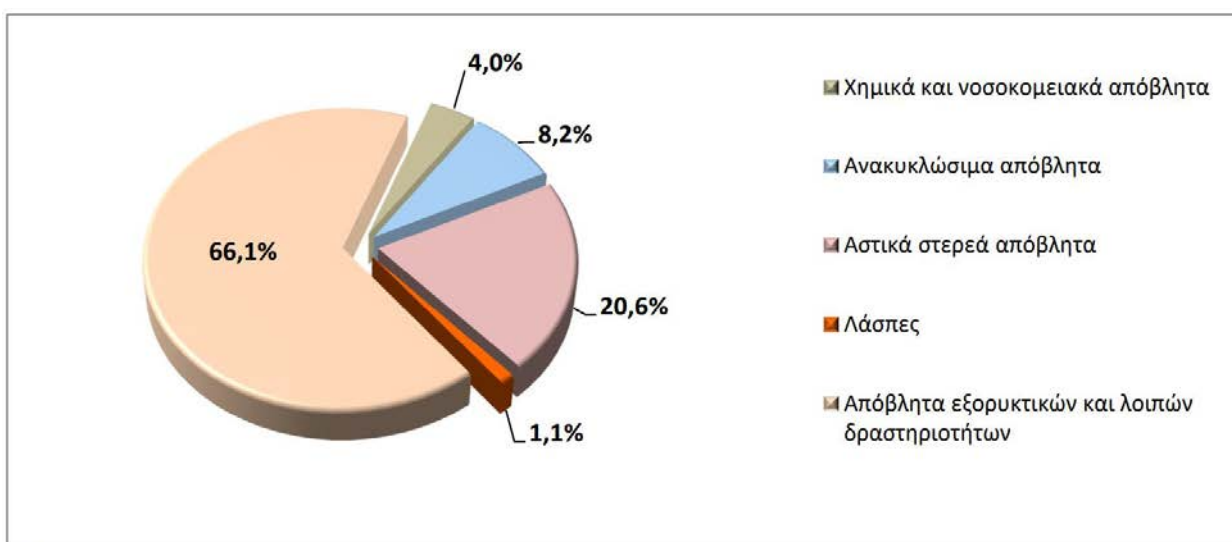
Τέλος, μεγάλες ποσότητες ΑΕΚΚ επαναχρησιμοποιούνται επί τόπου για εξωραϊσμό και άλλους μηχανικούς σκοπούς. Η ποσότητα των ΑΕΚΚ που επαναχρησιμοποιούνται επιτόπου δεν αναφέρεται ως ΑΕΚΚ που παράγεται ή υποβάλλεται σε επεξεργασία και, ως εκ τούτου, δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό των εθνικών ή ενωσιακών στόχων. Δεν υπάρχει επίσημη εκτίμηση σχετικά με τον όγκο των ΑΕΚΚ που επαναχρησιμοποιούνται με αυτόν τον τρόπο επί τόπου.

Ενδεικτικά ακολουθεί πίνακας και γράφημα της ΕΛΣΤΑΤ με ποσοστιαία διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των ΑΕΚΚ για τα έτη 2008-2022 και 2022 αντίστοιχα.

Πίνακας 11: Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων, ανά κατηγορία αυτών για το διάστημα 2008-2022

Έτος	Χημικά και νοσοκομειακά απόβλητα	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Αστικά στερεά απόβλητα	Λάσπες	Απόβλητα εξορυκτικών και λοιπών δραστηριοτήτων	Σύνολο
2008	0,3	5,7	7,5	0,2	86,3	100,0
2010	0,3	4,0	8,4	0,2	87,1	100,0
2012	0,2	3,0	7,7	0,2	88,9	100,0
2014	0,4	1,9	10,7	0,2	86,8	100,0
2016	0,7	3,2	7,6	0,2	88,4	100,0
2018	1,9	6,2	11,8	0,3	79,9	100,0
2020	3,1	7,0	21,4	0,6	67,9	100,0
2022*	4,0	8,2	20,6	1,1	66,1	100,0

* Προσωρινά Στοιχεία



* Προσωρινά Στοιχεία

Γράφημα 6: Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων, ανά κατηγορία αποβλήτων 2022

Κύρια εμπόδια για τη βιώσιμη διαχείριση των ΑΕΚΚ

❖ Έλλειψη πολιτικής βούλησης

- Υπάρχει χαμηλή, αν και ανύπαρκτη, πολιτική βούληση για την αντιμετώπιση του ζητήματος της παράνομης διάθεσης ΑΕΚΚ και την επιβολή του νόμου σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Σημαντικές καθυστερήσεις στην εφαρμογή των νόμων και των συμπληρωματικών κανονισμών για τα ΑΕΚΚ.

- Η χαμηλή οικονομική και ανθρώπινη υποστήριξη των περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων καθιστά την επιθεώρηση και την επιβολή των κανονισμών διαχείρισης των ΑΕΚΚ εντελώς αναποτελεσματική.
- Οι πρόσφατες τροποποιήσεις στους κανονισμούς διαχείρισης των ΑΕΚΚ οδήγησαν σε ασάφεια, η οποία καθυστερεί την προσπάθεια για αυξημένη ανάκτηση των ΑΕΚΚ.
- Καθυστερήσεις στη διαχείριση προστίμων ή μη καταδίκη παραβατών κανόνων διαχείρισης ΑΕΚΚ

❖ Νοοτροπία στον κατασκευαστικό τομέα

- Η γενική νοοτροπία στον κατασκευαστικό τομέα (και στο ευρύ κοινό στην Ελλάδα) είναι ότι τα ΑΕΚΚ δεν θεωρούνται ρεύμα αποβλήτων που απαιτεί άμεση προσοχή και επεξεργασία. Μπορεί να απορριφθεί κάπου και να αφεθεί εκεί, καθώς η αδρανής φύση του το καθιστά αβλαβές για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.
- Οι εργολάβοι προτιμούν να αποφεύγουν το κόστος διαχείρισης των ΑΕΚΚ.
- Δεν υπάρχει αγορά / καμία ζήτηση για ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ, τα φυσικά υλικά προτιμώνται πάντα έναντι των ανακυκλωμένων υλικών στις κατασκευαστικές εργασίες.

❖ Έλλειψη εγκαταστάσεων επεξεργασίας και χαμηλό εδαφικό δίκτυο

- Το υφιστάμενο δίκτυο εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΕΚΚ δεν επαρκεί για να καλύψει τη συνολική ποσότητα των παραγόμενων ΑΕΚΚ ή ακόμα και την εθνική επικράτεια της Ελλάδας
- Δεν υπάρχει μητρώο κατάλληλων χώρων (π.χ. εγκαταλελειμμένα λατομεία κ.λπ.) για τη δημιουργία νέων εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΕΚΚ.

❖ Έλλειψη κινήτρων για ανακύκλωση

- Ο φόρος υγειονομικής ταφής δεν θεωρείται επαρκής για την εκτροπή των ΑΕΚΚ από την υγειονομική ταφή στην ανάκτηση, γεγονός που επιτείνεται από τον αναποτελεσματικό έλεγχο των παράνομων δραστηριοτήτων όσον αφορά την απόρριψη ΑΕΚΚ.
- Το κόστος των δραστηριοτήτων ανάκτησης είναι υψηλότερο από τις τιμές του ανακυκλωμένου τελικού προϊόντος. Καμία επίδραση έλξης από τις συνθήκες της αγοράς.

Κύριοι μοχλοί για τη βιώσιμη διαχείριση των ΑΕΚΚ

- ✓ Ύπαρξη ενός καλά διαρθρωμένου νομικού πλαισίου για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ, συμπεριλαμβανομένων διατάξεων για τη βιώσιμη διαχείριση των ΑΕΚΚ.
- ✓ Ύπαρξη ξεχωριστής αρχής (ΕΟΑΝ – Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης) για την εποπτεία της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ (ανάκτηση, ανακύκλωση).

- ✓ Οργάνωση Συστημάτων Διαχείρισης ΑΕΚΚ από τους φορείς του κατασκευαστικού τομέα (υποχρέωση από τη νομοθεσία) για την αιεφόρο διαχείριση των ΑΕΚΚ.
- ✓ Ισχυρή ευαισθητοποίηση της κοινότητας για τη δημιουργία προϋποθέσεων για βιώσιμα ΑΕΚΚ.

Σχέδια και στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων

Το νέο Ελληνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων βρίσκεται στα σκαριά τα τελευταία τρία χρόνια και παρόλο που αρκετά τελικά παραδοτέα για την προετοιμασία του ΣΔΑ έχουν υιοθετηθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένου ενός τελικού σχεδίου του ΣΔΑ, λείπει η τελική εγκεκριμένη έκδοση ενός επίσημου σχεδίου ΣΔΑ.

Στο νέο ΣΔΑ αναλύονται όλες οι ροές αποβλήτων και προτείνονται συγκεκριμένα μέτρα για την περιβαλλοντικά ορθή διαχείριση κάθε ρεύματος αποβλήτων σύμφωνα με τις αρχές της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων και της αποδοτικής χρήσης των αποβλήτων, σύμφωνα με την ιεράρχηση των αποβλήτων όπως παρουσιάζεται στην Οδηγία Πλαίσιο για τα Απόβλητα (2008/98/ΕΚ) και στην Εθνική νομοθεσία για τα απόβλητα (Ν. 4042/2012).

Υπάρχουν ειδικά κεφάλαια για τα ΑΕΚΚ και τη διαχείριση των αποβλήτων αμιάντου, τα οποία αποτελούν σημαντική ροή επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα.

Εκτός από το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, οι διοικητικές περιφέρειες της Ελλάδας έχουν υιοθετήσει τα δικά τους περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων. Ωστόσο, τα υφιστάμενα περιφερειακά WMP δεν καλύπτουν συγκεκριμένα τη ροή ΑΕΚΚ και, επιπλέον, είναι μάλλον παρωχημένα και δεν πληρούν τις απαιτήσεις της οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Υπάρχει ανάγκη επικαιροποίησης των περιφερειακών ΟΠΑ λαμβάνοντας υπόψη τις διατάξεις που περιέχονται στο σημαντικό νέο νομοθετικό σώμα (που εγκρίθηκε μετά το 2010, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς της ΟΠΥ στο εθνικό δίκαιο) και τον εθνικό σχεδιασμό της διαχείρισης αποβλήτων, όπως παρουσιάζεται στο νέο εθνικό ΣΔΑ.

Υπάρχει ένα νέο σχέδιο πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων στην Ελλάδα από τις 31 Δεκεμβρίου 2014, το οποίο προσδιορίζει τα απόβλητα τροφίμων, τα απορρίμματα χαρτιού, τα απορρίμματα συσκευασίας και τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE/ Waste Electrical & Electronic Equipment) ως ροές αποβλήτων προτεραιότητας για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Παρουσιάζονται ειδικά μέτρα για αυτές τις τέσσερις κατηγορίες αποβλήτων. Υπάρχει επίσης ένα τμήμα για τα ΑΕΚΚ όπου παρουσιάζονται επίσης μερικά μέτρα για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Τα μέτρα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων για τα ΑΕΚΚ περιορίζονται κυρίως στην προώθηση της ενημέρωσης και της εκπαίδευσης σχετικά με την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και τη συμμετοχή των επιχειρήσεων, ενώ δεν υπάρχουν δεσμευτικοί στόχοι πρόληψης που να συνδέονται με αυτή τη ροή αποβλήτων.

Δεδομένου ότι τόσο το WMP (Waste Management Plan) όσο και το WPP (Waste Prevention Plan) είναι πολύ πρόσφατα, δεν εφαρμόζονται συγκεκριμένες πολιτικές ή/και μέτρα ως αποτέλεσμα των εθνικών απαιτήσεων σχεδιασμού που απορρέουν από αυτά τα έγγραφα. Η

έκταση του σχεδιασμού και της βραχυπρόθεσμης εισαγωγής σχετικών πρωτοβουλιών ως απάντηση στο WMP και το WPP δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί επί του παρόντος.

3.3. Ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων

Η ετερογενής φύση των ΑΕΚΚ είναι συνάρτηση πολλαπλών μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένης της συγκεκριμένης κατασκευαστικής δραστηριότητας, της επιλογής υλικών και των περιφερειακών μεθοδολογιών κατασκευής. Η σύνθεση των ρευμάτων αποβλήτων παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ των διαφόρων τύπων έργων. Οι δραστηριότητες κατεδάφισης, για παράδειγμα, παράγουν περισσότερα αδρανή υλικά όπως σκυρόδεμα, τοιχοποιία και σιδηρούχα μέταλλα. Αντιστρόφως, τα νέα κατασκευαστικά έργα τείνουν να παράγουν μεγαλύτερο όγκο ελαφρών υλικών, συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων συσκευασίας, των πολυμερών ουσιών, της ξυλείας και των υπολειμμάτων υλικών. Οι προσπάθειες ανακαίνισης και ανάκτησης παρουσιάζουν ένα ξεχωριστό προφίλ αποβλήτων, το οποίο συχνά χαρακτηρίζεται από αυξημένη παρουσία προϊόντων με βάση τον γύψο, μονωτικών υλικών και δυνητικά επικίνδυνων ουσιών, όπως υλικά που περιέχουν αμίαντο ή υπολείμματα χρωμάτων με βάση το μόλυβδο. Αυτή η μεταβλητότητα στη σύνθεση των ΑΕΚΚ υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα των στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων στον κατασκευαστικό τομέα και υπογραμμίζει την ανάγκη για προσαρμοσμένες προσεγγίσεις στον χαρακτηρισμό, τον διαχωρισμό και την αξιοποίηση των αποβλήτων.

Έρευνες που ανέλυσαν τη χρήση αστικών στερεών αποβλήτων δείχνουν ότι, από την άποψη της ανάκτησης ενέργειας, είναι καλύτερο να ανακυκλώνεται χαρτί, ξύλο και πλαστικό, για την αναερόβια πέψη των τροφίμων και των αποβλήτων αυλής, και για την αποτέφρωση των κλωστοϋφαντουργικών αποβλήτων. Συγκρίνοντας τη χρήση αστικών στερεών αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας με απόβλητα κατεδαφίσεων, οι Kim et al. (2020) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι είναι δύσκολο να λειτουργήσει τεχνικά και οικονομικά η μετατροπή ή ανάκτηση ενέργειας, επειδή η αναλογία των καυσίμων στα απόβλητα κατεδαφίσεων είναι χαμηλότερη από εκείνη των οικιακών αποβλήτων, ακόμη και στον ίδιο τύπο αποβλήτων (χαρτί, ξύλο, ίνες) και πρέπει να περάσει από μια μηχανική διαδικασία διαλογής λόγω των διαφορετικών μεγεθών και των χαρακτηριστικών των άκαυστων υλικών που υπάρχουν σε απόβλητα κατεδαφίσεων.

Το ξύλο είναι ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά του ΑΕΚΚ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάκτηση ενέργειας. Μπορεί να μεταποιηθεί σε τεμαχίδια ξύλου ή σφαιρίδια και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο βιομάζας σε συστήματα καύσης ή διεργασίες αεριοποίησης. Στην Ισπανία, το ανακτημένο ξύλο μεταποιείται κυρίως σε τεμαχίδια, τα οποία εξυπηρετούν διπλούς σκοπούς: ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας και ως πρώτη ύλη για την κατασκευή μοριοσανίδων.

Δυνατότητες ανάκτησης ενέργειας από απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων Η ετερογενής φύση των ΑΕΚΚ είναι συνάρτηση πολλαπλών μεταβλητών,

συμπεριλαμβανομένης της συγκεκριμένης κατασκευαστικής δραστηριότητας, της επιλογής υλικών και των περιφερειακών μεθοδολογιών κατασκευής Η σύνθεση της ροής αποβλήτων παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ διαφορετικών τύπων έργων. Οι δραστηριότητες κατεδάφισης, για παράδειγμα, παράγουν περισσότερα αδρανή υλικά όπως σκυρόδεμα, τοιχοποιία και σιδηρούχα μέταλλα. Αντιστρόφως, τα νέα κατασκευαστικά έργα τείνουν να παράγουν μεγαλύτερο όγκο ελαφρών υλικών, συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων συσκευασίας, των πολυμερών ουσιών, της ξυλείας και των υπολειμμάτων υλικών.

Οι προσπάθειες ανακαίνισης και ανακαίνισης παρουσιάζουν ένα ξεχωριστό προφίλ αποβλήτων, το οποίο συχνά χαρακτηρίζεται από αυξημένη παρουσία προϊόντων με βάση τον γύψο, μονωτικών υλικών και δυνητικά επικίνδυνων ουσιών, όπως υλικά που περιέχουν αμίαντο ή υπολείμματα χρωμάτων με βάση το μόλυβδο. Αυτή η μεταβλητότητα στη σύνθεση των ΑΕΚΚ υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα των στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων στον κατασκευαστικό τομέα και υπογραμμίζει την ανάγκη για προσαρμοσμένες προσεγγίσεις στον χαρακτηρισμό, τον διαχωρισμό και την αξιοποίηση των αποβλήτων.

Έρευνες που διεξήχθησαν και ανέλυσαν τη χρήση αστικών στερεών αποβλήτων δείχνουν ότι, από την άποψη της ανάκτησης ενέργειας, είναι καλύτερο να ανακυκλώνεται χαρτί, ξύλο και πλαστικό, για την αναερόβια πέψη των τροφίμων και των αποβλήτων αυλής, και για την αποτέφρωση των κλωστοϋφαντουργικών αποβλήτων.

Συγκρίνοντας τη χρήση αστικών στερεών αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας με απόβλητα κατεδαφίσεων, οι Kim et al. (2020) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι είναι δύσκολο να λειτουργήσει τεχνικά και οικονομικά η μετατροπή ή ανάκτηση ενέργειας, επειδή η αναλογία των καυσίμων στα απόβλητα κατεδαφίσεων είναι χαμηλότερη από εκείνη των οικιακών αποβλήτων, ακόμη και στον ίδιο τύπο αποβλήτων (χαρτί, ξύλο, ίνες) και πρέπει να περάσει από μια μηχανική διαδικασία διαλογής λόγω των διαφορετικών μεγεθών και των χαρακτηριστικών των άκαυστων υλικών που υπάρχουν σε απόβλητα κατεδαφίσεων.

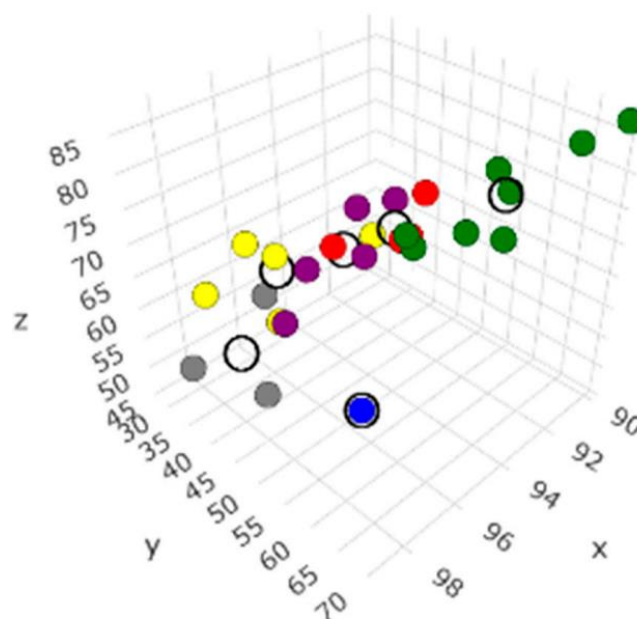
Το ξύλο είναι ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά του ΑΕΚΚ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάκτηση ενέργειας. Μπορεί να μεταποιηθεί σε τεμαχίδια ξύλου ή σφαιρίδια και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο βιομάζας σε συστήματα καύσης ή διεργασίες αεριοποίησης. Στην Ισπανία, το ανακτημένο ξύλο μεταποιείται κυρίως σε τεμαχίδια, τα οποία εξυπηρετούν διπλούς σκοπούς: ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας και ως πρώτη ύλη για την κατασκευή μοριοσανίδων.

Στη Λετονία το 2019, το 70 % των συλλεγόμενων οικοδομικών αποβλήτων ήταν μείγμα οικοδομικών αποβλήτων και αδρανών υλικών, ενώ το 20 % αποτελούνταν μόνο από αδρανή υλικά. Το μεγάλο ποσοστό (70%) των μικτών οικοδομικών αποβλήτων και των αδρανών υλικών στη ροή αποβλήτων της Λετονίας θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ενέργειας όπου καύσιμα υλικά όπως ξύλο, πλαστικά και υφάσματα έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη, συμβάλλοντας στη συνολική παραγωγή ενέργειας των διεργασιών WtE (Waste to Energy). Οι σύγχρονες μονάδες WtE (Waste to Energy) είναι σε

θέση να χειρίζονται ετερογενείς ροές αποβλήτων, καθιστώντας τις κατάλληλες για την επεξεργασία αυτού του μικτού κλάσματος. Μολονότι υπάρχουν προκλήσεις, η προσέγγιση αυτή θα μπορούσε να διαδραματίσει καίριο ρόλο στη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων, συμβάλλοντας τόσο στη μείωση των αποβλήτων όσο και στους στόχους παραγωγής ενέργειας.

Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UN SDGs) που επηρεάζονται περισσότερο από τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι 11, Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες· 12, υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή· και 13, Δράση για το κλίμα. Η επόμενη ενότητα θα παρέχει κάποια στοιχεία για κάθε έναν από τους στόχους που αναφέρονται παραπάνω, τονίζοντας το ρόλο της διαχείρισης των ΑΕΚΚ στη διαδικασία. Η τελευταία έκθεση των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με την πρόοδο προς την επίτευξη των SDGS επισημαίνει ότι οι χώρες της ΕΕ έχουν ήδη σημειώσει κάποια πρόοδο, με υψηλότερα αποτελέσματα για τον SDGS (Sustainable Development Goals) 11 και μέσα αποτελέσματα για τους SDGS 12 και SDGS 13. Ο πίνακας 1 που ακολουθεί παρέχει περιγραφικά στατιστικά στοιχεία βασισμένα στην έκθεση των Ηνωμένων Εθνών.

Στο γράφημα 6 παρουσιάζεται η τρισδιάστατη ομαδοποίηση των χωρών της ΕΕ όσον αφορά την πρόοδό τους προς την επίτευξη του SDGS 11 του ΟΗΕ, του SDGS 12 του ΟΗΕ και του SDGS 13 του ΟΗΕ. Ο εξηγούμενος λόγος διακύμανσης (k) είναι 91,71%, επομένως δίνεται ένα στατιστικό κομμάτι ενός στατιστικού στοιχείου. Κατασκευάζονται έξι συστάδες, αποδεικνύοντας τον βαθμό προόδου μεταξύ των διαφόρων χωρών: η κίτρινη αποτελείται από το Βέλγιο, τη Δανία, την Εσθονία, την Κύπρο και την Αυστρία. το πράσινο αποτελείται από τη Βουλγαρία, την Ισπανία, την Κροατία, την Ιταλία, την Ουγγαρία, την Πολωνία, την Πορτογαλία και τη Ρουμανία - το πιο σημαντικό σύμπλεγμα, που αποτελείται από οκτώ χώρες. το μωβ αποτελείται από την Τσεχική Δημοκρατία, τη Γερμανία, τη Λιθουανία, τη Σλοβενία και τη Φινλανδία. το γκριζό αποτελείται από την Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο και τις Κάτω Χώρες. το κόκκινο αποτελείται από την Ελλάδα, τη Γαλλία, τη Λετονία και τη Σουηδία. το μπλε αποτελείται από τη Μάλτα. Θα μπορούσαν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις: Υπάρχει μια γενική τάση υψηλών επιδόσεων στον SDGS 11 του ΟΗΕ σε όλες τις χώρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα ευρωπαϊκά έθνη τα πάνε καλά στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Οι επιδόσεις των SDGS 12 και 13 ποικίλλουν περισσότερο, υποδεικνύοντας τομείς στους οποίους πολλές χώρες θα μπορούσαν να βελτιωθούν. Ορισμένες χώρες έχουν εξαιρετικές επιδόσεις σε έναν τομέα, αλλά χαμηλές επιδόσεις σε άλλους. Για παράδειγμα, το Λουξεμβούργο έχει υψηλή βαθμολογία στους SDGS 11 του ΟΗΕ, αλλά χαμηλή στους SDGS 12 και 13 του ΟΗΕ. Η ομαδοποίηση δεν συσχετίζεται άμεσα με την απόδοση σε οποιονδήποτε SDGS του ΟΗΕ, γεγονός που υποδηλώνει ότι βασίζεται σε ένα πιο περίπλοκο σύνολο παραγόντων. Επιπλέον, οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, όπως η Ρουμανία και η Ουγγαρία, έχουν εκπληκτικά καλές επιδόσεις στους SDGS 12 και 13 του ΟΗΕ, ξεπερνώντας πολλά έθνη της Δυτικής Ευρώπης.



Γράφημα 7: Πρόοδος των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UN SDGs) (Η Ελλάδα ανήκει στην κόκκινη ομάδα).

Είναι προφανές ότι τα ΑΕΚΚ, με τον σημαντικό αντίκτυπό τους στην αστική βιωσιμότητα, αποτελούν πρόβλημα επείγουσας και τεράστιας κλίμακας. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι αντιπροσωπεύει πάνω από το 30% της συνολικής παραγωγής στερεών αποβλήτων σε πολλές χώρες, θέτοντας σοβαρές προκλήσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων στις πόλεις και επηρεάζοντας τη συνολική βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος. Μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η διαχείριση των ΑΕΚΚ επηρεάζει καθοριστικά την απόδοση μιας χώρας στην επίτευξη του SDGS 11 του ΟΗΕ, ο οποίος στοχεύει να καταστήσει τις πόλεις και τους οικισμούς χωρίς αποκλεισμούς, ασφαλείς, ανθεκτικές και βιώσιμες.

Η αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αστική ανάπτυξη και επηρεάζει άμεσα αρκετούς στόχους στο πλαίσιο του SDGS 11 του ΟΗΕ. Ένας από τους βασικούς ρόλους της διαχείρισης των ΑΕΚΚ είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πόλεων. Όταν η διαχείριση των ΑΕΚΚ δεν γίνεται σωστά, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ρύπανση όσον αφορά την ποιότητα του αέρα και τη μόλυνση των υδάτων. Ωστόσο, με την εφαρμογή ορθών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων, μπορεί κανείς να μειώσει σημαντικά αυτές τις αρνητικές επιπτώσεις. Επιπλέον, οι αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης των ΑΕΚΚ όχι μόνο συμβάλλουν στη βιώσιμη χρήση των πόρων, αλλά και επιφέρουν ένα λαμπρότερο μέλλον. Με τη μετάβαση στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών από δραστηριότητες κατασκευής και κατεδάφισης, οι χώρες μπορούν να μειώσουν τη ζήτηση για παρθένους πόρους, να ελαχιστοποιήσουν τα απόβλητα που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα που σχετίζεται με την παραγωγή νέων υλικών. Η διαχείριση των ΑΕΚΚ έχει επίσης επιπτώσεις στον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη χρήση γης. Η αποτελεσματική διαχείριση

των αποβλήτων μπορεί να μειώσει την ανάγκη για χώρους υγειονομικής ταφής, επιτρέποντας στις πόλεις να χρησιμοποιούν τη γη πιο αποτελεσματικά για παραγωγικούς σκοπούς. Επιπλέον, ο τρόπος με τον οποίο μια χώρα χειρίζεται τα ΑΕΚΚ της επηρεάζει την ικανότητά της να παρέχει επαρκή, ασφαλή και οικονομικά προσιτή στέγαση. Η αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να συμβάλει σε οικονομικά αποδοτικότερες διαδικασίες κατασκευής, μειώνοντας το κόστος διάθεσης και παρέχοντας ανακυκλωμένα υλικά για νέα κατασκευαστικά έργα. Τέλος, η προσέγγιση μιας χώρας στη διαχείριση των ΑΕΚΚ αντικατοπτρίζει τη δέσμευσή της για βιώσιμη αστικοποίηση και ικανότητα πολεοδομικού σχεδιασμού και διαχείρισης. Οι χώρες που εφαρμόζουν ολοκληρωμένες πολιτικές και πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων επιδεικνύουν υψηλότερο επίπεδο αστικής διακυβέρνησης και ουσιαστικότερη δέσμευση στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, προσφέροντας ελπίδα για ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον.

Ο κατασκευαστικός κλάδος, ως σημαντικός καταναλωτής πρώτων υλών και παραγωγός αποβλήτων, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη υπεύθυνων προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής. Είναι προφανές ότι η διαχείριση των ΑΕΚΚ επηρεάζει σημαντικά τις επιδόσεις μιας χώρας στον SDGS 12 του ΟΗΕ, ο οποίος επικεντρώνεται στη βιώσιμη κατανάλωση και την εφαρμογή προτύπων παραγωγής. Ο κατασκευαστικός κλάδος είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές πρώτων υλών και γεννητριών αποβλήτων και, ως εκ τούτου, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη αυτού του SDG. Ως αποτέλεσμα, η διαχείριση των ΑΕΚΚ συμβάλλει άμεσα σε διάφορους στόχους στο πλαίσιο του SDGS 12, ιδίως σε εκείνους που σχετίζονται με την αποδοτική χρήση των πρωτογενών πόρων, τη μείωση των αποβλήτων και τις βιώσιμες πρακτικές. Οι χώρες που εφαρμόζουν ισχυρά συστήματα διαχείρισης ΑΕΚΚ δεσμεύονται για υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή. Όταν τα ΑΕΚΚ δεν διαχειρίζονται επαρκώς, οδηγούν στην απώλεια πολύτιμων υλικών που θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν. Επιπλέον, η ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ συμβάλλει στη μείωση της παραγωγής αποβλήτων, ένας άλλος βασικός στόχος του SDGS 12. Οι χώρες που δίνουν προτεραιότητα στην πρόληψη, την ελαχιστοποίηση και την ανακύκλωση αποβλήτων στις κατασκευές τείνουν να έχουν καλύτερες επιδόσεις. Η διαχείριση των ΑΕΚΚ επηρεάζει επίσης την πρόοδο μιας χώρας προς βιώσιμες πρακτικές δημόσιων συμβάσεων.

Οι κυβερνήσεις που ενσωματώνουν κριτήρια διαχείρισης αποβλήτων στις πολιτικές προμηθειών τους για κατασκευαστικά έργα επιδεικνύουν δέσμευση για βιώσιμη κατανάλωση. Επιπλέον, η αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ συμβάλλει στην ανάπτυξη βιώσιμων επιχειρηματικών πρακτικών στον κατασκευαστικό τομέα. Οι εταιρείες που υιοθετούν αρχές κυκλικής οικονομίας στις δραστηριότητές τους, όπως ο σχεδιασμός για ανακύκλωση και η εφαρμογή συστημάτων επιστροφής δομικών υλικών, ευθυγραμμίζουν τις πρακτικές τους με τους στόχους του SDGS 12 του ΟΗΕ. Τέλος, οι χώρες που δίνουν προτεραιότητα στη διαχείριση των ΑΕΚΚ συχνά βλέπουν βελτιώσεις στα συνολικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων και τις υποδομές τους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παρακολούθηση αποβλήτων, υποβολή εκθέσεων και παρακολούθηση των εξελίξεων, οι

οποίες είναι απαραίτητες για τη μέτρηση της προόδου προς την επίτευξη των στόχων του SDGS 12 του ΟΗΕ.

Η έρευνα δείχνει ότι τα ΑΕΚΚ συμβάλλουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω διαδικασιών μεταφοράς και διάθεσης. Επιπλέον, ο «ενσωματωμένος άνθρακας», ο οποίος αναφέρεται στο διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται κατά την παραγωγή και τη μεταφορά υλικών, στα απόβλητα υλικά αντιπροσωπεύει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μπορεί κανείς να σημειώσει ότι η διαχείριση των ΑΕΚΚ επηρεάζει σημαντικά τις επιδόσεις μιας χώρας στον SDGS 13 του ΟΗΕ, ο οποίος επικεντρώνεται στην επείγουσα δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της. Η σχέση μεταξύ της διαχείρισης των ΑΕΚΚ και της δράσης για το κλίμα είναι πολύπλευρη, επηρεάζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, την κατανάλωση πόρων και τη συνολική περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αναμφίβολα, ο κατασκευαστικός κλάδος συμβάλλει σημαντικά στις παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα μέσω των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων του και του ενσωματωμένου άνθρακα στα δομικά υλικά. Έτσι, όταν δεν γίνεται σωστή διαχείριση των ΑΕΚΚ, επιδεινώνονται αυτές οι εκπομπές με διάφορους τρόπους, όπως η διάθεση αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής που οδηγεί στην απελευθέρωση μεθανίου και η μεταφορά ΑΕΚΚ σε χώρους διάθεσης που συμβάλλουν στις εκπομπές άνθρακα με τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Επιπλέον, η αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων στον κατασκευαστικό τομέα μπορεί να οδηγήσει σε καινοτομίες όσον αφορά τις δομικές τεχνικές και τα υλικά χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτές οι καινοτομίες μπορούν να έχουν εκτεταμένες επιπτώσεις, μετατρέποντας ενδεχομένως τον αντίκτυπο του κατασκευαστικού κλάδου στην κλιματική αλλαγή και βελτιώνοντας τις συνολικές επιδόσεις της χώρας στον SDGS 13. Η διαχείριση των ΑΕΚΚ διαδραματίζει επίσης ρόλο στην αστική ανθεκτικότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Η ορθή διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να συμβάλει στην πιο βιώσιμη αστική ανάπτυξη, μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας στις πόλεις και βελτιώνοντας τη συνολική ποιότητα του περιβάλλοντος.

Επιπλέον, ο τρόπος με τον οποίο μια χώρα διαχειρίζεται τα ΑΕΚΚ της μπορεί να επηρεάσει τις συνολικές πολιτικές διαχείρισης αποβλήτων και τις υποδομές της, επηρεάζοντας τις επιδόσεις της στη δράση για το κλίμα. Τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων συχνά ενσωματώνουν τεχνολογίες ανάκτησης ενέργειας, όπως εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, οι οποίες μπορούν να παρέχουν εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

Τέλος, ο τρόπος με τον οποίο μια χώρα προσεγγίζει τη διαχείριση των ΑΕΚΚ μπορεί να δείξει τη συνολική δέσμευσή της για περιβαλλοντική βιωσιμότητα και δράση για το κλίμα. Η δέσμευση αυτή επεκτείνεται συχνά και σε άλλους τομείς και μπορεί να επηρεάσει θετικά τις συνολικές επιδόσεις της χώρας όσον αφορά την επίτευξη των στόχων που ορίζονται στον SDGS 13.

3.4. Επανάχρηση αποβλήτων

Το ποσοστό ανάκτησης αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ανέρχεται σε 89 % και, ως εκ τούτου, είναι υψηλό σε σχέση με άλλες ροές αποβλήτων. Ωστόσο, το σχετικά υψηλό ποσοστό μπορεί να είναι παραπλανητικό, διότι συνήθως δεν αντιστοιχεί σε ανάκτηση υλικών υψηλής αξίας, αλλά μάλλον σε «χαμηλά» επίπεδα κυκλικότητας. Από την άποψη του κύκλου ζωής, αξιολογούμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κόστος 12 κλασμάτων υλικών ΑΕΚΚ που βασίζονται σε εναλλακτικές οδούς και τεχνολογίες επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν σημαντικούς συμβιβασμούς στη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία. Πράγματι, η ανακύκλωση σκυροδέματος, τούβλων, γύψου, κεραμικών και πλακιδίων αντιπροσωπεύει τις καλύτερες περιβαλλοντικές επιδόσεις αλλά και την πιο ακριβή διαδρομή.

Ωστόσο, κατά τη μετάβαση από την υγειονομική ταφή στην ανακύκλωση, το συνολικό κοινωνικό κόστος στην ΕΕ μειώνεται, κυρίως λόγω του χαμηλότερου εξωτερικού κόστους. Συνολικά, η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ στην ΕΕ με προηγμένες τεχνολογίες θα εξοικονομούσε περίπου 264 kg CO₂-eq t⁻¹ με κόστος 25 EUR t⁻¹. Το μέγιστο δυναμικό ανακύκλωσης βάσει της τρέχουσας τεχνολογίας στην ΕΕ θα οδηγήσει σε ετήσια συνολική μείωση περίπου 33 Mt. του ισοδυνάμου CO₂ χρησιμοποιώντας το 2020 ως έτος αναφοράς. Τα κλάσματα με τις μεγαλύτερες δυνατότητες βελτίωσης των τρεχουσών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων όσον αφορά τις περιβαλλοντικές βελτιώσεις είναι το σκυρόδεμα και τα τούβλα. Τα οικονομικά και μη οικονομικά εμπόδια για την αξιοποίηση αυτού του δυναμικού σε επίπεδο ΕΕ συζητούνται σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και τους στόχους κυκλικής οικονομίας της ΕΕ.

Τεχνολογίες και διαδικασίες διαχείρισης ΑΕΚΚ

Με βάση μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, κατωτέρω συνοψίζονται οι κύριες τεχνολογίες (με διαφορετικά επίπεδα τεχνολογικής ετοιμότητας· TRL/Technology Readiness Levels) που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των επιμέρους κλασμάτων υλικών των ΑΕΚΚ (βλέπε πίνακα 11). Επισημαίνεται ότι οι επιλογές διαχείρισης για μολυσμένα κλάσματα ή για κλάσματα που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες διαφέρουν από τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τα μη μολυσμένα απόβλητα. Δεδομένου ότι η ποσότητα των μολυσμένων ή επικίνδυνων αποβλήτων είναι περιορισμένη (περίπου 1-2% του συνόλου των παραγόμενων) και οι επιλογές διαχείρισης είναι ειδικές κατά περίπτωση ανάλογα με τα συγκεκριμένα επίπεδα μόλυνσης και τις ουσίες, στο παρόν αναφέρονται μόνο επιλογές διαχείρισης για μη μολυσμένα και μη επικίνδυνα απόβλητα. Γίνεται αναφορά στη διαδικασία κατεδάφισης, είτε συμβατική κατεδάφιση (CD/ Conventional Demolition) είτε επιλεκτική κατεδάφιση (SD/ Selective Demolition), που προωθούν τις διαφορετικές τεχνολογίες διαχείρισης. Επιπλέον, στην παρούσα ενότητα γίνεται αναφορά στο ευνοϊκό μέτρο γνωστό ως «Σχεδιασμός για την αποδόμηση (DfD/ Design for Deconstruction), το οποίο αναφέρεται σε μια ομάδα μέτρων που λαμβάνονται κατά τη φάση σχεδιασμού κτιρίων και δομικών προϊόντων και συμβάλλουν στην αύξηση της κυκλικότητας στον τομέα,

προωθώντας την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση στο τέλος του κύκλου ζωής ενός κτιρίου.

Στο πλαίσιο έρευνας που διεξήγαγε το Joint Research Center (JRS) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2024 συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με διαφορετικά δομικά υλικά και τον (δυνητικό) χειρισμό τους σε τρία πλαίσια: συμβατική κατεδάφιση (status quo), επιλεκτική κατεδάφιση και DfD, με στόχο την περιγραφή της τρέχουσας πρακτικής και την επισήμανση τομέων βελτίωσης.

Πίνακας 12: Σύνοψη των επιλογών διαχείρισης που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τα διάφορα κλάσματα υλικών ΑΕΚΚ. CD: Συμβατική κατεδάφιση. DfD: Σχεδιασμός για αποδόμηση. SD: Επιλεκτική κατεδάφιση.

Κλάσμα αποβλήτων	Διαδικασία /μέτρο ενεργοποίησης	Επιλογή διαχ/σης	Κύρια έξοδος	Δυνητικό υλικό που υποκαθίσταται	Αναφορά	TRL
	SD, DfD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Υλικό σκυροδέματος	Σκυρόδεμα	(Marsh κ.ά., 2022)	9
Σκυρόδεμα	CD, SD	Ανακύκλωση	Τσιμεντοειδές υλικό Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Τσιμέντο Άμμος/Χαλίκι	(Gebremariam et al., 2020; C. Zhang et al., 2020)	7-8
	CD	Ανακύκλωση ⁽¹⁾	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/Χαλίκι	(C. Zhang κ.ά., 2020)	9
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	DfD, SD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Δομική ξυλεία/ξύλο	Ξύλο	(Whittaker κ.ά., 2021)	9
Ξύλο	SD, CD	Ανακύκλωση	Μοριοσανίδες	Μοριοσανίδες	(Faraca, Tonini, et al., 2019)	9
	SD, CD	Αποτέφρωση	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Πολλαπλοί αναφ.	9

	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	DfD, SD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Χάλυβας	Χάλυβας	(Coelho κ.ά., 2020)	9
Χάλυβας	SD, CD	Ανακύκλωση	Ράβδος σιδήρου	Ράβδος σιδήρου	(Rigamonti κ.ά., 2009)	9
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	DfD, SD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Αλουμίνιο	Αλουμίνιο	(Diyamandoglu & Fortuna, 2015)	9
Αλουμίνιο	SD, CD	Ανακύκλωση	Πλινθώματα αλουμινίου	Πλινθώματα αλουμινίου	(Rigamonti κ.ά., 2009)	9
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	SD, CD	Ανακύκλωση (μηχανική)	Πολυβινυλοχλωρίδιο	Βόλτα με πολυβινύλιο	(Faraca, Martinez-Sanchez, κ.ά., 2019)	9
Πλαστικό PVC	SD, CD	Ανακύκλωση (χημική)	Πολυμερή βασικά χημικά	Πολυμερές Βασικές χημικές ουσίες	(Lase κ.ά., 2023)	4-9
	SD, CD	Αποτέφρωση	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Πολλαπλοί αναφ.	9
	SD, CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	SD, CD	Ανακύκλωση (μηχανική)	Πολυστερίνη	Πολυστερίνη	(Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023α)	9
Πλαστικό EPS	SD, CD	Ανακύκλωση (χημική)	Πολυμερή βασικά χημικά	Πολυμερές Βασικές χημικές ουσίες	(Lase κ.ά., 2023)	4-9

	SD, CD	Αποτέφρωση	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Ηλεκτρισμός & θερμότητα	Πολλαπλοί αναφ.	9
	SD, CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	SD, CD	Ανακύκλωση	Γυψοσανίδα	Γυψοσανίδα	(Pantini κ.ά., 2019)	9
	SD, CD	Ανακύκλωση (επιβραδυντής σε τσιμέντο)	Ανακυκλωμένο γύψος	Φυσικός γύψος	(Pantini κ.ά., 2019)	9
Γύψος	SD, CD	Ανακύκλωση (στην επεξεργασία ιλύος καθαρισμού λυμάτων)	Ανακυκλωμένο γύψος	Φυσικός γύψος	(Pantini κ.ά., 2019)	9
	SD, CD	Ανακύκλωση (γεωργία)	Ανακυκλωμένο γύψος	Ασβέστης	(Pantini κ.ά., 2019)	9
	SD, CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
Κεραμικά & Πλακάκια	SD, DfD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Κεραμικό υλικό	Κεραμικό υλικό	(Whittaker κ.ά., 2021)	9
	SD	Ανακύκλωση	Τσιμεντοειδές υλικό	Τσιμέντο	(Fort & Cerny, 2020)	6-7
	SD, CD	Ανακύκλωση ⁽¹⁾	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/ Χαλίκι	(Fort & Cerny, 2020)	9
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
Υαλοβάμβακας	SD	Ανακύκλωση	Ίνες υαλοβάμβακα	Φυσικές ίνες	(Hendriks & Janssen, 2001) (Βάντση & Καρκί, 2014)	8
	SD, CD	Ανακύκλωση	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/ Χαλίκι	(Βάντση & Καρκί, 2014)	6-7

	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
Πετροβάμβα- -κας	SD	Ανακύκλωση	Ίνες πετροβάμβακα	Φυσικές ίνες	(Hendriks & Janssen, 2001) (Βάντση & Καρκί, 2014)	8
	SD, CD	Ανακύκλωση	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/ Χαλίκι	(Βάντση & Καρκί, 2014)	6-7
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
Τούβλα	SD, DfD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Τούβλο	Τούβλο	(REBRICK, 2013)	7-9
	SD	Ανακύκλωση	Τσιμεντοειδές υλικό	Τσιμέντο	(Fort & Cerny, 2020)	6-7
	CD	Ανακύκλωση ⁽¹⁾	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/ Χαλίκι	(Fort & Cerny, 2020)	9
	SD	Ανακύκλωση	Αλκαλικά ενεργοποιημένα μπλοκ	Σκυρόδεμα	(Fort & Cerny, 2020)	6-7
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
Γυαλί	SD, DfD	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Γυαλί	Γυαλί	(Pristera et al., υπό έκδοση)	9
	SD, DfD	Ανακύκλωση	Επίπεδο γυαλί	Επίπεδο γυαλί	(Rigamonti κ.ά., 2009)	9
	CD	Ανακύκλωση	Άλλα προϊόντα γυαλιού (γυαλί περιέκτη)	Γυαλί δοχείου	(Hestin κ.ά., 2016)	9

	CD	Ανακύκλωση	Ανακυκλωμένα αδρανή υλικά	Άμμος/Χαλίκι	(Mohajerani κ.ά., 2017)	9
	CD	Χωματερή	-	-	(Δεδομένα από Ecoinvent)	9
	-	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Χώμα	Άμμος/Χαλίκι	(Katagiri κ.ά., 2019)	9
	-	Ανακύκλωση	Μεμονωμένα συστατικά (άμμος, πηλός)	Άμμος/Χαλίκι Πηλός	(Huang et al., 2022)	9
Ανασκαμμέν ο έδαφος	-	Ανακύκλωση - σταθεροποίηση	Σταθεροποιημένο έδαφος	Σκυρόδεμα ή Άμμος/Χαλίκι	(Firoozi κ.ά., 2017)	9
	-	Ανάκτηση - επίχωση	Χώμα	Άμμος/Χαλίκι	(Guyer, 2012) (Haas κ.ά., 2020)	9
	-	Υγειονομική ταφή	-	-	(Hale et al., 2021).	9
	-	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση (χρήση σε υδρόβιο βιότοπο)	Ιζήματα βυθοκόρησης	Ανάλογα με τη χρήση: Άμμος/Χαλίκι Λίπασμα	(Υπουργείο Περιβάλλοντος του Μέριλαντ, 2017)	9
	-	Ανακύκλωση (χρήση σε ορεινές περιοχές)	Ιζήματα βυθοκόρησης	Ανάλογα με τη χρήση: Άμμος/Χαλίκι Λίπασμα	(Bates κ.ά., 2015) (Apitz, 2010) (Ferrans et al., 2022).	
Λάφυρα βυθοκόρησης	-	Ανακύκλωση	Μεμονωμένα συστατικά (άμμος, πηλός)	Άμμος/Χαλίκι Πηλός	(Henry κ.ά., 2023)	9
	-	Ανακύκλωση - σταθεροποίηση	Σταθεροποιημένα ιζήματα	Σκυρόδεμα ή Άμμος/Χαλίκι	(Svensson κ.ά., 2022)	9
	-	Ανάκτηση - επίχωση	Ιζήματα βυθοκόρησης	Άμμος/Χαλίκι	(Apitz, 2010)	9

	-	Διάθεση (υγειονομική ταφή/λειτουργία στη θάλασσα)	-	-	(Bates et al., 2015; Svensson κ.ά., 2022)	9
--	---	---	---	---	--	---

3.5. Ανακύκλωση

Για κάθε κοινωνία η ανακύκλωση είναι ένδειξη πολιτισμού. Η επίτευξη της πλέον ελάχιστης παραγωγής ΑΕΚΚ δύναται να καταστεί εφικτή μέσα από τις ακόλουθες κυρίως διαδικασίες:

- ✓ Δια της εφαρμογής κατάλληλων τεχνικών οι οποίες θα επιφέρουν μείωση της παραγόμενης ποσότητας αφενός δια της πρόληψης (στη φάση σχεδιασμού του έργου) και αφετέρου κατά τη χρήση (προμήθεια και εφαρμογή υλικών).
- ✓ Με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων ειδικοτήτων του κατασκευαστικού κλάδου, καρά το μέρος που αφορά έκαστο, ώστε να καταστεί εφικτή η εφαρμογή ορθής πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων.

Οφέλη από την ανακύκλωση αδρανών υλικών

Τα οφέλη από τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών στις κατασκευές καθοδηγούνται από την ιδεολογία ότι οι φυσικοί μας πόροι τελικά θα γίνουν σπάνιοι εάν οι άνθρωποι συνεχίσουν να τους κακοδιαχειρίζονται και να τους χρησιμοποιούν υπερβολικά, όπως συμβαίνει σήμερα. Ως εκ τούτου, τα οφέλη θα πραγματοποιηθούν από τους τρεις βασικούς πυλώνες της βιωσιμότητας, δηλαδή το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία μας. Τα παρακάτω θα περιγράψουν μερικές από τις θετικές επιπτώσεις της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών στις κατασκευές.

Περιβαλλοντικά οφέλη

Η μεγιστοποίηση της ικανότητας ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των οικοδομικών αποβλήτων θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου των αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής των χώρων υγειονομικής ταφής για μελλοντική χρήση. Η κοινή χρήση χημικών προσθέτων στα δομικά υλικά εντείνει τη μόλυνση στους χώρους υγειονομικής ταφής. Ορισμένες από αυτές τις τοξικές ουσίες μπορεί να βρουν το δρόμο τους σε φυσικές πλωτές οδούς και ρέματα μέσω της διείσδυσης υπόγειων υδάτων. Κατά συνέπεια, η αύξηση της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών θα μειώσει τις απαιτήσεις μεταφοράς των εν λόγω αποβλήτων από το εργοτάξιο στον χώρο υγειονομικής ταφής, μειώνοντας έτσι τη συνολική συμβολή των εκπομπών CO₂.

Οικονομικά οφέλη

Υπάρχει το επιχείρημα ότι η εξάλειψη της χρήσης των χώρων υγειονομικής ταφής θα οδηγήσει στην απώλεια θέσεων εργασίας για όσους εμπλέκονται στη βιομηχανία. Ωστόσο, αυτή η απώλεια μπορεί να αντισταθμιστεί με τη δημιουργία νέων ευκαιριών με τη χρήση

ανακυκλωμένων υλικών. Αυτό οφείλεται στην απόκλιση των ανακυκλωμένων υλικών από τα επαναχρησιμοποιηθέντα υλικά, υπό την έννοια ότι, σε αντίθεση με τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά όπου βρίσκονται ακόμη στην αρχική τους μορφή, τα ανακυκλωμένα υλικά θα υποβληθούν σε κάποια μορφή διαδικασίας τροποποίησης για την ενίσχυση του δευτερογενούς προϊόντος, διατηρώντας παράλληλα τις φυσικές τους ιδιότητες ώστε να μπορούν τα υλικά ή τα προϊόντα να εξυπηρετούν τον σκοπό τους στο κτίριο. Τέτοιες διαδικασίες περιλαμβάνουν σύνολα δεξιοτήτων, παρέχοντας έτσι μια ευκαιρία για απασχόληση. Αυτό θα συμβάλει στην οικονομία μέσω της παροχής τέτοιων ευκαιριών, αλλά θα βοηθήσει τον σκοπό να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον μας.

Κοινωνικά οφέλη

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού θα οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση για ανάπτυξη γης. Η αυξημένη ανακύκλωση υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της γης που μετατρέπεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ως εκ τούτου, περισσότερη ποιοτική γη θα ήταν διαθέσιμη για ανάπτυξη υποδιαίρεσης για την κάλυψη της ζήτησης στέγασης. Υπάρχουν επίσης ζητήματα που προκύπτουν από τοξικές ουσίες από τα δομικά υλικά που απορρίπτονται σε μια χωματερή που καταλήγουν στις υδάτινες οδούς και τα φυσικά ρέματα. Αυτά τα ανεξέλεγκτα σενάρια μπορούν να βλάψουν τους ζωντανούς οργανισμούς που βρίσκονται στο περιβάλλον, γεγονός που μπορεί τελικά να οδηγήσει σε κίνδυνο της ανθρώπινης υγείας στην κοινότητα. Επιπλέον, οι κακές οσμές που παράγονται από τους χώρους υγειονομικής ταφής μπορεί να είναι προβληματικές για την κοντινή κοινότητα, καθώς οι ισχυροί άνεμοι τις μεταφέρουν εύκολα.

Με το σκυρόδεμα να είναι ένα εξαιρετικά χρησιμοποιούμενο δομικό υλικό που χρησιμοποιεί μια τεράστια ποσότητα πεπερασμένων υλικών και συμβάλλει στην παραγωγή CO₂, είναι ο τέλειος υποψήφιος για την εφαρμογή ανακυκλωμένων υλικών για την αντικατάσταση του τσιμέντου και των αδρανών ή χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά ή ίνες. Η εφαρμογή ανακυκλωμένων υλικών ελαχιστοποιεί τα απόβλητα από τις ροές αποβλήτων και τα υποπροϊόντα από τις διαδικασίες παραγωγής. Τα απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σκυρόδεμα, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται συγκεντρωτικά μπορούν να μειώσουν τη διάθεση μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Όταν χρησιμοποιούνται απόβλητα στο τσιμέντο, μειώνεται η ποσότητα επιβλαβών ουσιών στο σκυρόδεμα, ενώ παράλληλα ανακυκλώνεται.

Αντικατάσταση αδρανών υλικών

Υπάρχουν διάφορα οφέλη στις ιδιότητες του σκυροδέματος κατά την προσθήκη αποβλήτων ως αδρανή. Το γυαλί είναι ένα υλικό που μπορεί να αυξήσει τις ιδιότητες των σκυροδεμάτων. Το γυαλί μπορεί να συνθλίβεται σε τρεις διαφορετικές μορφές: χονδρόκοκκο συσσωμάτωμα γυαλιού (CGA), λεπτό συσσωμάτωμα γυαλιού (FGA) και σκόνη γυαλιού (GP). Όταν το γυαλί αναμιγνύεται με τσιμέντο, δημιουργεί μια ποζολανική αντίδραση, η οποία μειώνει τα αέρια του θερμοκηπίου (CO₂ και NO₂) που παράγονται στο σκυρόδεμα. Επιπλέον, το γυαλί έχει υψηλή θερμική αγωγιμότητα σε σύγκριση με το γενικό

αδρανές. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κτίρια που απαιτούν θερμική σταθερότητα. Ο συνδυασμός τόσο χονδροειδούς όσο και λεπτού γυαλιού μαζί επιτρέπει τη βελτιωμένη απορρόφηση νερού, μειώνοντας έτσι τη συρρίκνωση.

Το PET είναι ένα πλαστικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σκυρόδεμα, με πολλούς να πιστεύουν ότι ωφελεί το περιβάλλον. Η προσθήκη αυτού του πλαστικού στο σκυρόδεμα μπορεί να αυξήσει την ολκιμότητα του και να μειώσει τις ρωγμές συρρίκνωσης που συμβαίνουν λόγω αλλαγών υγρασίας στο σκυρόδεμα. Ένα άλλο πρόσθετο πλεονέκτημα είναι ότι το σκυρόδεμα είναι ελαφρύ ενώ εξακολουθεί να διατηρεί υψηλή ποιότητα. Το ελαφρύ σκυρόδεμα χρησιμοποιείται συχνά για τη μείωση του νεκρού βάρους μιας δομής, μειώνοντας παράλληλα την εργασιμότητα, την πυκνότητα, το μέτρο ελαστικότητας, την αντοχή σε εφελκυσμό και την πτώση. Συνολικά, αυτό το αδρανές υλικό είναι καλό για ελαφρύ και ανθεκτικό στη διάβρωση σκυρόδεμα.

Τα πλακάκια, το μάρμαρο και το κεραμικό είναι άλλα υλικά που παρουσιάζουν βελτίωση στις ιδιότητες του σκυροδέματος όταν προστίθενται ως αδρανή. Η χρήση κεραμικών ως χονδρόκοκκων (10-20%) αυξάνει την αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη, ενώ το ειδικό βάρος μειώνεται χωρίς σημαντική αρνητική επίδραση στην απορρόφηση νερού. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι η μηχανική αντοχή του σκυροδέματος αυξάνεται και επιτυγχάνεται μέγιστη διείσδυση νερού. Ωστόσο, τα κεραμικά είναι πορώδη και σκληρά. Επομένως, υπάρχει κακή απορρόφηση νερού και ελαστικότητα. Τα κεραμίδια και τα κεραμικά έχουν χαμηλό ειδικό βάρος και καλές ποζολανικές ιδιότητες. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα κεραμικά ποικίλλουν στις ιδιότητες, που προκύπτουν από τη διαδικασία κατασκευής τους και άλλες μεταβλητές. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητά τους στο σκυρόδεμα. Επομένως, θα πρέπει να ελέγχονται πριν από τη χρήση. Τα ψημένα τούβλα, τα οποία καίγονται σε κλίβανο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άμμο μέσα στο σκυρόδεμα. Οι μελέτες έδειξαν ότι τα τούβλα από πηλό ως άμμος θα μπορούσαν να είναι οικονομικά και πρακτικά στην παραγωγή σκυροδέματος. Δεν υπήρξαν δυσμενείς αρνητικές επιπτώσεις στο σκυρόδεμα, με εξαίρεση τη διάβρωση που μπορεί να συμβεί όταν χρησιμοποιείται με ράβδους ενισχυμένες με χάλυβα. Συνολικά, δεν υπήρχαν πρόσθετα οφέλη στις ιδιότητες του σκυροδέματος.

Τα ελαστικά και το καουτσούκ είναι μια πηγή αποβλήτων που έχουν περιορισμένες δυνατότητες ανακύκλωσης. Η χρήση καουτσούκ στο σκυρόδεμα μεταβάλλει αυτό το πρόβλημα, καθώς είναι ευεργετικό στη μείωση της ακαμψίας του σκυροδέματος για προστασία από τη φωτιά. Αύξηση της αντοχής στην κάμψη παρατηρήθηκε επίσης σε αυτή τη μελέτη σε σύγκριση με το δείγμα ελέγχου. Παρατηρήθηκε επίσης ότι, ενώ το δείγμα ελέγχου εμφάνισε θραύση από την ευθραυστότητα με αποτέλεσμα τη διάσπαση του δείγματος, η προσθήκη της ίνας καουτσούκ είχε ως αποτέλεσμα την παραμόρφωση, αλλά το δείγμα δεν κατέρρευσε. Διαπιστώθηκε επίσης ότι η προσθήκη αγωγού διοξειδίου του πυριτίου με την πάστα τσιμέντου και τα σωματίδια καουτσούκ αύξησε την αντοχή σε θλίψη. Επιπλέον, η προσθήκη αυτής της ίνας βελτίωσε την αντίσταση ψύξης-απόψυξης. Συνολικά, το καουτσούκ φαίνεται να είναι ένα καλό πρόσθετο στα αδρανή. Ωστόσο, πρέπει να

ολοκληρωθεί περισσότερη έρευνα για να κατανοηθούν οι ιδιότητες αντοχής και αντοχής του.

Συμπληρωματικά τσιμεντοειδή υλικά (SCMs)

Η έρευνα για τα απόβλητα σκυροδέματος ξεκίνησε ήδη από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, καθιστώντας το το πρώτο ανακυκλωμένο υλικό στο σκυρόδεμα. Ο κατάλογος των πιθανών SCM που θα χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο τσιμέντου ή αδρανών υλικών έχει περιληφθεί. Διαπιστώθηκε ότι η προσθήκη ιπτάμενης τέφρας στο μείγμα βοήθησε στην αποφυγή συρρίκνωσης που οφειλόταν στην προσθήκη των αποβλήτων σκυροδέματος. Μια άλλη μελέτη διαπίστωσε ότι η χρήση σκόνης από τούβλα αργίλου ως τσιμέντου αντιστάθμισε τη μείωση της αντοχής σε θλίψη λόγω των αδρανών αποβλήτων. Η έρευνα δείχνει ότι τα απόβλητα σκυροδέματος είναι ένα βιώσιμο υλικό ανακύκλωσης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως αδρανές. Ωστόσο, πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τη χρήση του, καθώς διαφορετικά έργα απαιτούν διαφορετικές ιδιότητες σκυροδέματος και η συγκεκριμένη ποσότητα αποβλήτων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση του σκυροδέματος.

Στην παραγωγή μετάλλου, το 17% του υλικού γίνεται υποπροϊόν γνωστό ως σκωρία. Διαπιστώθηκε ότι η χρήση αυτού του υποπροϊόντος για την αντικατάσταση των χονδροειδών κόκκων είχε ως αποτέλεσμα υψηλό συντελεστή διάτμησης και χημική σταθερότητα σε αλκαλικά και όξινα διαλύματα. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι η ανάμειξη σκωρίας σε σκυρόδεμα υψηλής απόδοσης παρήγαγε σκυρόδεμα που ήταν υψηλότερο σε απορρόφηση νερού, αντοχή σε εφελκυσμό και αντοχή σε συμπίεση. Μια άλλη μελέτη διαπίστωσε ότι, ενώ η πτώση αυξήθηκε, όπως αναμενόταν, η πυκνότητα και η δύναμη κάμψης αυξήθηκαν επίσης. Εναλλακτικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει η δυνατότητα επίτευξης εξαιρετικά ισχυρού σκυροδέματος σε περίπου 150 MPa. Συνολικά, η σκληρότητα της σκωρίας κλιβάνου χάλυβα σε σχέση με τα παραδοσιακά αδρανή είναι πολύ υψηλότερη, αυξάνοντας έτσι την αντοχή σε κάμψη και θλίψη. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η προσθήκη σκωρίας στο σκυρόδεμα αυξάνει το βάρος του.

Ο καπνός του πυριτίου είναι ένα υποπροϊόν της παραγωγής μετάλλου πυριτίου που μπορεί να βελτιώσει τις ιδιότητες παραγωγής τσιμέντου Portland λόγω των «σούπερ ποζολανικών» ιδιοτήτων του. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι η αντικατάσταση του 10-15% του τσιμέντου με αγωγό πυριτίου αύξησε τις ιδιότητες αντοχής στα πρώτα στάδια ξήρανσης. Εναλλακτικά, μια άλλη μελέτη δείχνει ότι ο αγωγός διοξειδίου του πυριτίου θα μπορούσε να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθεκτικότητα του σκυροδέματος. Αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι επιθυμητό. Ως εκ τούτου, ο καπνός πυριτίου θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σύμφωνα με τις απαιτήσεις και το κριτήριο σχεδιασμού, καθώς έχει ορισμένες αρνητικές συνέπειες. Σε μια άλλη μελέτη, οι Zhang et al. (2020) διερεύνησαν τις επιδράσεις των νανοσωματιδίων διοξειδίου του πυριτίου στην αντοχή στην κρούση, τις μηχανικές ιδιότητες και την απόδοση ανθεκτικότητας του σκυροδέματος που συμπληρώνεται με ιπτάμενη τέφρα άνθρακα. Οι συγγραφείς πρόσθεσαν διάφορα ποσοστά νανοπυριτίου (1-5% του βάρους του συνδετικού υλικού) και διαπιστώθηκε ότι το τροποποιημένο σκυρόδεμα με νανοπυρίτιο έχει

καλύτερες μηχανικές ιδιότητες, μαζί με καλύτερη απόδοση αντοχής στην κατάψυξη-απόψυξη. Πιο συγκεκριμένα, η προσθήκη ναοπυριτίου είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των συμπίεστικών, καμπτικών και διαχωριστικών τάσεων εφελκυσμού των δειγμάτων κατά 15,5%, 27,3% και 19%, αντίστοιχα. Η βιβλιογραφία δείχνει επίσης ότι η προσθήκη ναοπυριτίου μπορεί να είναι επωφελής για το τροποποιημένο με ίνες βασάλτη ανακυκλωμένο αδρανές σκυρόδεμα. Αυτός ο συνδυασμός θα μπορούσε να είναι χρήσιμος όταν χρησιμοποιείτε αδρανή ανακύκλωσης, καθώς η συμπερίληψη ινών βασάλτη μπορεί να μειώσει την παραγωγή και τη διάδοση πρωτογενών μικροσυστοιχιών σε ανακυκλωμένο αδρανές σκυρόδεμα, καθώς και κονίαμα. Από αυτή την άποψη, το ναοπυρίτιο δρα ως πληρωτικό για να γεμίσει τις μικροκονίες και επίσης να προωθήσει την ενυδάτωση του τσιμέντου. Μια άλλη έρευνα δείχνει ότι η προσθήκη ορισμένων ναοπυριτίων μπορεί να βοηθήσει στον γεωπολυμερισμό του κονιάματος. Ωστόσο, η περαιτέρω αύξηση της περιεκτικότητας σε ναοδιοξείδιο του πυριτίου από την κρίσιμη αναλογία του μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις μηχανικές ιδιότητες.

Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που τροφοδοτούνται με άνθρακα παράγουν ένα υποπροϊόν από την καύση άνθρακα γνωστό ως ιπτάμενη τέφρα. Διαπιστώθηκε ότι η χρήση ιπτάμενης τέφρας, αντικαθιστώντας το 40-60% του τσιμέντου, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αντοχής σε θλίψη σε 28 ημέρες σε σύγκριση με το συνηθισμένο τσιμέντο. Επιπλέον, η ιπτάμενη τέφρα κατηγορίας F με καλές ποζολανικές ιδιότητες έχει ως αποτέλεσμα καλές μηχανικές ιδιότητες, ανθεκτικότητα και χαμηλή διαπερατότητα χλωρίου. Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι η προσθήκη ιπτάμενης τέφρας μπορεί να αυξήσει τις μηχανικές ιδιότητες του σκυροδέματος και, σε αντίθεση με τα απόβλητα σκυροδέματος και τα τούβλα, το υλικό αυτό δεν θα διαβρώσει τον οπλισμό χάλυβα. Μια μελέτη έδειξε ότι, όταν το 10% της σκόνης γυαλιού χρησιμοποιείται σε ένα μίγμα τσιμέντου, ξεπερνά την ιπτάμενη τέφρα στην αντοχή συμπίεσης στα αρχικά στάδια σκλήρυνσης. Ωστόσο, σε 90 ημέρες, η ιπτάμενη τέφρα παράγει σκυρόδεμα με υψηλότερη αντοχή συμπίεσης και απορρόφηση νερού. Για να μειωθεί μια αντίδραση αλκαλίων-πυριτίου (ASR), η οποία είναι επιζήμια για την απόδοση του σκυροδέματος, είναι σημαντικό να προστεθεί διοξείδιο του πυριτίου στο σκυρόδεμα ως πρόσμιξη.

Οι πρώτες μελέτες σχετικά με τις χημικές ιδιότητες του κεραμικού πλακιδίου διαπίστωσαν ότι είχε ποζολανικές ιδιότητες. Μια μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η χρήση αποβλήτων από τούβλα αργίλου στο τσιμέντο θα μπορούσε να αντικατασταθεί, επιτυγχάνοντας το 91% της αντοχής του συνηθισμένου σκυροδέματος. Επιπλέον, το τσιμέντο αντικατάστασης μείωσε τη διαπερατότητα του σκυροδέματος και αύξησε την απόδοση. Εναλλακτικά, η σκόνη πλακιδίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με τον αγωγό πυριτίου για την παραγωγή σκυροδέματος που έχει παρόμοιες ιδιότητες με το ελεγχόμενο δείγμα.

Εμπόδια και προκλήσεις στην κυκλική εκπαίδευση για τα ΑΕΚΚ

Σε έναν ιδανικό κόσμο, όλα τα απόβλητα κατασκευών θα ανακυκλώνονταν και θα επαναχρησιμοποιούνταν. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά εμπόδια που εμποδίζουν να συμβεί αυτό.

Ποιότητα και απόδοση

Ένα άλλο εμπόδιο στην ανακύκλωση των αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι η ανάγκη να είναι σε ποιοτική κατάσταση. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα υλικά είναι υψηλής ποιότητας, πρέπει να ταξινομηθούν χειροκίνητα. Ο χειροκίνητος διαχωρισμός απαιτεί χρόνο και χρήμα, αυξάνοντας έτσι την πίεση σε ένα ήδη τεταμένο σύστημα. Ο διαχωρισμός των υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντικός όσον αφορά τα επικίνδυνα υλικά, χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού είναι η ξυλεία. Όσον αφορά τον διαχωρισμό της ξυλείας, είναι σημαντικό το μολυσμένο ξύλο να διαχωρίζεται από το μη μολυσμένο ξύλο, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί επιτόπου ή στους σταθμούς μεταφόρτωσης. Εάν το υλικό ταξινομηθεί επί τόπου, τότε το σχετικό κόστος είναι από την άποψη της εργασίας που απαιτείται για το διαχωρισμό του υλικού εκτός από το κόστος αποθήκευσης. Εάν το υλικό δεν έχει ταξινομηθεί σωστά, τότε δεν μπορεί να ανακυκλωθεί. Συνεπώς, πρέπει να υιοθετηθούν ορθές πρακτικές διαχωρισμού για μεγάλες ποσότητες υλικών που πρόκειται να ανακυκλωθούν.

Πληροφορία

Υπάρχει έλλειψη πληροφόρησης εντός της βιομηχανίας σχετικά με τη σημασία της ανακύκλωσης και τα δυνητικά συναφή οφέλη. Ο κατασκευαστικός κλάδος είναι πολύ δυναμικός, αλλά οι επαγγελματίες δεν έχουν ακόμη κατανοήσει την ουσία και τη σημασία της ανακύκλωσης των υλικών για την αποφυγή των αποβλήτων. Οι αντίστοιχοι οργανισμοί πρέπει να ενημερώσουν το εργατικό δυναμικό για τα οφέλη της ανακύκλωσης υλικών για κατασκευαστικές δραστηριότητες, χρησιμοποιώντας ως παραδείγματα τις μελέτες περιπτώσεων που έχουν διεξαχθεί.

Κόστος/Κεφάλαιο

Σε κάθε κατασκευαστικό έργο, το σχετικό κόστος είναι εξαιρετικής σημασίας, καθώς θεωρείται σημαντικός δείκτης απόδοσης και κινητήρια δύναμη για την επιτυχία του έργου.

Αντίληψη και Πολιτισμός

Συχνά, η αξία εντός του υλικού ΑΕΚΚ δεν πραγματοποιείται πλήρως, με πολλούς στη βιομηχανία να μην το θεωρούν ως δυνητικό πόρο. Είναι προφανές ότι η πλειοψηφία των επαγγελματιών του κατασκευαστικού τομέα θεωρούν τα απόβλητα απλώς απόβλητα και όχι δυνητικό πόρο. Σε παγκόσμιο επίπεδο, υπάρχει αυξημένη εστίαση στις ανακυκλώσιμες και ανανεώσιμες τεχνολογίες προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να είναι υποχρεωτικό οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού τομέα να επικαιροποιούν τις αντιλήψεις τους και να μετατοπίζουν την εστίασή τους από τις συμβατικές μεθόδους στις νεότερες τεχνολογίες.

Γνώση, εκπαίδευση και έλλειψη τεχνολογίας

Υπάρχουν πολλές εταιρείες και εργαζόμενοι στον κατασκευαστικό κλάδο που δεν έχουν πρόσβαση στην εκπαίδευση σχετικά με την κυκλική οικονομία. Η εκπαίδευση είναι ένας βασικός παράγοντας για την πρόκληση αλλαγής, με τους ανθρώπους να παραδίδονται στον κανόνα, εκτός εάν εκπαιδεύονται διαφορετικά. Είναι αποκλειστική ευθύνη των επαγγελματιών του κατασκευαστικού κλάδου να μάθουν τη σημασία της ανακύκλωσης υλικών και, στη συνέχεια, να ενθαρρύνουν το εργατικό δυναμικό τους να κάνει το ίδιο. Ωστόσο, οι κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικές αρχές είναι επίσης υπεύθυνες για τη διεξαγωγή τέτοιων εκπαιδευτικών σεμιναρίων, συναντήσεων, εργαστηρίων κ.λπ., για την ενημέρωση των γνώσεων και της εκπαίδευσης του εργατικού δυναμικού του κατασκευαστικού τομέα. Γενικά, η απουσία τεχνολογίας που απαιτείται για την ανάκτηση και ανακύκλωση αποβλήτων έχει ως αποτέλεσμα μολυσμένα προϊόντα χαμηλής ποιότητας. Ως εκ τούτου, το κόστος απόκτησης ανακυκλωμένων υλικών είναι υψηλό, ενώ η απόδοση των υλικών είναι σχετικά χαμηλή και δεν ανταποκρίνεται στα επιθυμητά πρότυπα.

Προώθηση μέτρων

Προκειμένου όλα τα ανωτέρω εμπόδια να μην αποτελέσουν τροχοπέδη στην υιοθέτηση της πρακτικής της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ, θα πρέπει η κυβέρνηση να υιοθετήσει μέτρα με στόχο να προωθηθεί η χρήση των υλικών που προκύπτουν ιδιαιτέρως στον τομέα των δημοσίων έργων, τομέα όπου το κράτος είναι το ίδιο ίσως ο κυριότερος παραγωγός.

3.6. Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

Καθιερωμένες και μελλοντικές διαδικασίες ανακύκλωσης και προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση

Ακολουθεί μια περιγραφή των τυπικών διαδικασιών ανακύκλωσης και προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση που μπορεί να ισχύουν για τα μεμονωμένα κλάσματα ΑΕΚΚ, αλλά δεν εφαρμόζονται απαραίτητα σε όλες τις περιπτώσεις και σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Επιπλέον, οι πιθανές διαδικασίες ανακύκλωσης που ενδέχεται να εφαρμοστούν σε μελλοντική προοπτική περιγράφονται επίσης εν συντομία στο βαθμό που αυτές οι περιγραφές είναι διαθέσιμες στην τεχνοεπιστημονική βιβλιογραφία ή από ενδιαφερόμενους. Σημειώνεται ότι, ενώ η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση πραγματοποιείται επί του παρόντος οριακά και μόνο για ορισμένες εξειδικευμένες εφαρμογές, περιγράφουμε ωστόσο τους πιθανούς παράγοντες διευκόλυνσης για αυξημένη (προετοιμασία για) επαναχρησιμοποίηση σε επιλεκτική κατεδάφιση ή DfD.

Σκυρόδεμα

Μετά τις συμβατικές κατεδαφίσεις, τα απόβλητα σκυροδέματος χρησιμοποιούνται συνήθως στην παραγωγή ανακυκλωμένων αδρανών υλικών (RA/ Recycled Aggregates), τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται κυρίως για την οδοποιία και την επίχωση, αν και είναι καταρχήν

δυνατές εφαρμογές υψηλότερης αξίας (π.χ. στην παραγωγή σκυροδέματος). Η χρήση RA από απόβλητα σκυροδέματος (συνήθως τεχνικά αναφέρονται ως αδρανή ανακυκλωμένου σκυροδέματος (RCA) ή μερικές φορές χονδροειδή αδρανή ανακυκλωμένου σκυροδέματος (CRCA)) για την παραγωγή δομικού σκυροδέματος είναι επί του παρόντος περιορισμένη, όπως προτείνεται σε πρόσφατη μελέτη του JRC (Joint Research Center) (Pacheco et al., 2023). Οι συγγραφείς υπογραμμίζουν ότι, στα περισσότερα κράτη μέλη, το ανακυκλωμένο αδρανές σκυρόδεμα (RAC) παράγεται ελάχιστα (ή καθόλου) (η RA αντιπροσωπεύει μόνο το 8,2 % όλων των αδρανών υλικών που παράγονται στην ΕΕ το έτος 2019). Οι ίδιοι συγγραφείς εκτιμούν ότι η ενσωμάτωση του RCA κατά 10-20% στην τρέχουσα παραγωγή δομικού σκυροδέματος θα ήταν ρεαλιστική (δηλ. υποδεικνύοντας ένα πιθανό τεχνικά εφικτό ανακυκλωμένο περιεχόμενο για σκυρόδεμα στην αγορά της ΕΕ). Τονίζεται ότι το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 206 επιτρέπει τη χρήση RA με μέγιστο ποσοστό αντικατάστασης 30% της συνολικής μάζας αδρανών χωρισμάτων για τις περισσότερες εφαρμογές σκυροδέματος. Εάν το κλάσμα σκυροδέματος μολυνθεί από άλλα υλικά, ιδίως οργανικά και θειικά άλατα, η υγειονομική ταφή αποτελεί επίσης πιθανή επιλογή διαχείρισης.

Ανακύκλωση

Όσον αφορά την ανακύκλωση, υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες όπως περιγράφονται από τους C. Zhang et al. (2020) ή Pacheco et al. (2023). Η απλούστερη και πιο ευρέως εφαρμοζόμενη βασίζεται σε μια διαδικασία σύνθλιψης προκειμένου να παράγει κυρίως RA, ενώ ένα μικρό κλάσμα είναι το RCA. Για την παραγωγή του RCA, χρησιμοποιείται ευρέως η υγρή διαδικασία (σημειώστε ότι είναι επίσης δυνατή μια ξηρή διαδικασία) παράγοντας χονδροειδή αδρανή και δύο υποπροϊόντα: άμμο κόσκινου και λάσπη. Το πρώτο δεν πληροί το πρότυπο ποιότητας των λεπτών αδρανών σκυροδέματος · Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε νέα κατασκευή σκυροδέματος και συνήθως χρησιμοποιείται είτε όπως το RA για εργασίες οδοποιίας ή επίχωσης είτε απορρίπτεται σε υψόμετρο εργοταξίου. Η ιλύς υπόκειται σε εργασίες αποβλήτων και αποστέλλεται σε χώρους υγειονομικής ταφής (C. Zhang et al., 2020). Όταν εφαρμόζεται επιλεκτική κατεδάφιση, το αδρανές κλάσμα αποβλήτων έχει συνήθως λιγότερες προσμείξεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή RA που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή δομικού σκυροδέματος. Αυτό αναγνωρίζεται συνήθως ως εφαρμογή υψηλότερης αξίας λόγω της κυκλικής και υψηλότερης αξίας της τελικής εφαρμογής (οριοθετημένη χρήση σε δομικό σκυρόδεμα σε σχέση με λιγότερο απαιτητική απεριόριστη χρήση σε οδική βάση και επίχωση) και λόγω των υψηλότερων εσόδων για τους ανακυκλωτές. Δυστυχώς, το υλικό μπορεί στη συνέχεια να ανακυκλωθεί πολλές φορές.

Προοπτικές ανακύκλωσης

Μια ενισχυμένη διαδικασία ανακύκλωσης έχει μελετηθεί στη βιβλιογραφία για την παραγωγή δευτερογενούς αδρανούς υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή σκυροδέματος (Gebremariam et al., 2020; C. Zhang et al., 2020). Αυτή η διαδικασία αποτελεί επέκταση της διαδικασίας παραγωγής RA που εξηγήθηκε προηγουμένως και περιλαμβάνει δύο καινοτόμες τεχνολογίες για τη βελτίωση της

ανακύκλωσης αποβλήτων σκυροδέματος, δηλαδή την προηγμένη ξηρή ανάκτηση (ADR) και το σύστημα ταξινόμησης αέρα θέρμανσης (HAS/ Heating Air classification System). Ενώ η ADR (Advanced Dry Recovery) χρησιμοποιείται για τη διαλογή καθαρών χονδροειδών αδρανών για χρήση στην παραγωγή δομικού σκυροδέματος, η HAS χρησιμοποιείται για την παραγωγή καθαρών λεπτών αδρανών με θέρμανση και διαχωρισμό των εξαιρετικά λεπτών ένυδρων συστατικών τσιμέντου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση του παρθένου τσιμέντου (δηλαδή σε σχέση με την παραγωγή αποκλειστικά RA, αυτό επιτρέπει την ανάκτηση μεριδίου των επεξεργασμένων αποβλήτων σκυροδέματος ως τσιμέντου).

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Τα μέτρα της DfD που αποσκοπούν στη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν αρθρωτή κατασκευή και προκατασκευή (δηλαδή τη χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος). Η χρήση μεθόδων σύνδεσης ξηρής τοποθέτησης ή άλλων αφαιρούμενων συνδέσεων μπορεί να διευκολύνει περαιτέρω την αποσυναρμολόγηση και να μειώσει τις ζημιές που προκαλούνται από τα στοιχεία σκυροδέματος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Η DfD μπορεί να έχει ποικίλα αποτελέσματα ανάλογα με το δομικό στοιχείο στο οποίο εφαρμόζεται: π.χ. οι προκατασκευασμένες κολώνες και δοκοί μπορούν συχνά να ανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν, αν και υπάρχει έλλειψη καθιερωμένης αγοράς· ο σωστός τύπος αρμού μπορεί να καταστήσει δυνατή την επαναχρησιμοποίηση συστημάτων δαπέδων από σκυρόδεμα και προκατασκευασμένων προσόψεων από σκυρόδεμα. Τα αλληλοσυνδεόμενα μπλοκ σκυροδέματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τοίχων που μπορούν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν.

Ξύλο

Τα απόβλητα ξύλου από ΑΕΚΚ μολύνονται μερικές φορές με συντηρητικά και, ως εκ τούτου, ταξινομούνται ως απόβλητα ξύλου προς επεξεργασία μέσω αποτέφρωσης, άλλων μορφών ανάκτησης ενέργειας ή υγειονομικής ταφής (π.χ. κατηγορία III-IV στη Δανία, Γερμανία (Höglmeier κ.ά., 2017)).

Ανακύκλωση

Η πιο κοινή διαδικασία ανακύκλωσης απορριμμάτων ξύλου είναι η παραγωγή πάνελ μοριοσανίδων. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, τα απόβλητα υποβάλλονται σε προεπεξεργασία (τεμαχισμός αποβλήτων ξύλου ακολουθούμενος από κοσκίνισμα, άλεση και διαλογή μετάλλων και άλλων ακαθαρσιών που περιέχονται στα απόβλητα ξύλου), στη συνέχεια ξηραίνονται σε περιεκτικότητα υγρασίας ~ 6% (ως ποσοστό του υγρού βάρους, % ww) και ψεκάζονται με ρητίνη ουρίας-φορμαλδεΰδης, πριν πιεστούν εν θερμώ σε ένα στρώμα (Faraca, Tonini, et al., 2019). Τα απόβλητα ξύλου αποτελούν περίπου το 43% ww της πρώτης ύλης για μοριοσανίδες στην Ευρώπη (80% όταν περιλαμβάνονται υποπροϊόντα πρωτογενούς επεξεργασίας όπως πριονίδι και παρακλάδια), ενώ η ρητίνη ουρεοφορμαλδεΰδης αποτελεί συνήθως περίπου το 10% ww του τελικού προϊόντος (Rivela

et al., 2006). Τυχόν ξύλινα υποπροϊόντα που προέρχονται από το στάδιο επανεπεξεργασίας αποβλήτων ξύλου καίγονται συνήθως σε λέβητες βιομάζας μικρού μεγέθους. Τα ξένα υλικά που βρίσκονται στα συλλεγόμενα απόβλητα ξύλου διαχωρίζονται γενικά στα σημεία συλλογής και αποστέλλονται για ανακύκλωση (σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα), υγειονομική ταφή (γυαλί, πέτρες, σύνθετα οικοδομικά υλικά) και αποτέφρωση (πλαστικά, υφάσματα, χαρτόνι, απορρίμματα κήπων). Η ιπτάμενη τέφρα και η τέφρα πυθμένα που προέρχονται από τις διεργασίες καύσης και αποτέφρωσης αποστέλλονται γενικά σε χώρους υγειονομικής ταφής για ιπτάμενη τέφρα και τέφρα πυθμένα, αντίστοιχα.

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Μετά την επιλεκτική κατεδάφιση, τα δομικά τμήματα ξυλείας έχουν μεγάλες δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης με ελάχιστη επεξεργασία (π.χ. καθαρισμό και κοπή), υπό την προϋπόθεση ότι δεν έχουν υποστεί ζημιές. Εάν δεν είναι κατάλληλη για δομικά στοιχεία, η ξυλεία θα μπορούσε ενδεχομένως να επαναχρησιμοποιηθεί σε μη δομικά στοιχεία (Whittaker et al., 2021). Η επαναχρησιμοποίηση είναι δυνατή, σε κάποιο βαθμό, τόσο για ελαφριά όσο και για βαρέων βαρών κατασκευές. Ωστόσο, τα μεγάλα ξύλινα στοιχεία που έχουν σχεδιαστεί για βασικούς δομικούς ρόλους μπορεί να είναι δύσκολο να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν αποτελεσματικά, καθώς χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με άλλα υλικά από τα οποία ο διαχωρισμός είναι δύσκολος. Τα μικρότερα ξύλινα στοιχεία, σε αντίθεση με τα δομικά τμήματα ξυλείας, είναι ευκολότερο να καταστραφούν κατά τη διαδικασία κατεδάφισης και, ως εκ τούτου, είναι πιο συνηθισμένο να ανακυκλώνονται, να αποτεφρώνονται ή να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Τα μέτρα DfD έχουν διαφορετικές εφαρμογές σε ελαφριές και βαρέων βαρών κατασκευές: στην πρώτη περίπτωση, τείνουν να επικεντρώνονται σε μεμονωμένα δομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους), ενώ στη δεύτερη περιλαμβάνουν επίσης την παραγωγή τρισδιάστατων επαναχρησιμοποιήσιμων δομοστοιχείων. Οι προσεγγίσεις της DfD που αποσκοπούν στη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν την προκατασκευή και την αρθρωτή κατασκευή, καθώς και την εστίαση στη χρήση εύκολα αναγνωρίσιμων και αφαιρούμενων συνδέσεων (π.χ. μηχανικές συνδέσεις, σύνδεσμοι μεταλλικών πλακών), προκειμένου να μειωθούν τυχόν ζημιές στα δομικά στοιχεία. Επιπλέον, συνιστάται συχνά να αποφεύγονται περιττές επεξεργασίες και φινιρίσματα, μειώνοντας έτσι τους ρύπους που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο το δυναμικό άμεσης επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων ξυλείας.

Μέταλλα: χάλυβας και αλουμίνιο

Ανακύκλωση

Ουσιαστικά, σχεδόν όλος ο χάλυβας και το αλουμίνιο συλλέγονται για ανακύκλωση ανεξάρτητα από τον τύπο της διαδικασίας κατεδάφισης. Ακόμη και όταν εφαρμόζονται συμβατικές πρακτικές κατεδάφισης, που οδηγούν στη συλλογή μικτών ΑΕΚΚ, οι κατάντη διαδικασίες διαλογής μπορούν να ανακτήσουν αποτελεσματικά τα μέταλλα μέσω προηγμένων τεχνολογιών διαλογής (φθορισμού ακτινών Χ, δινορρεύμα, φασματοσκοπία

διάσπασης που προκαλείται από λέιζερ κ.λπ.) οι οποίες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την απόκτηση υψηλής ποιότητας κλασμάτων απορριμμάτων μετάλλων. Στη διαδικασία ανακύκλωσης που παράγει απορρίμματα σιδήρου, τα απόβλητα σιδήρου κόβονται/κουρεύονται. Ένας μαγνητικός διαχωριστής χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την απομάκρυνση ακαθαρσιών, όπως χαρτί, πλαστικά και μη σιδηρούχα μέταλλα. Τα διαχωρισμένα σιδηρούχα μέταλλα που λαμβάνονται με αυτόν τον τρόπο καθαρίζονται σε ποσοστό 90-95% και μπορούν να σταλούν απευθείας σε χυτήριο χάλυβα (Rigamonti et al., 2009). Η επανεπεξεργασία παλιοσίδερων σιδηρούχων μετάλλων είναι μια καλά εδραιωμένη βιομηχανία. Όσον αφορά το αλουμίνιο, η διαδικασία ανακύκλωσης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή πλινθωμάτων αλουμινίου, αποτελείται από απόβλητα αλουμινίου που υποβάλλονται σε πυρόλυση και στη συνέχεια τήκονται σε περιστροφικό κλίβανο που τροφοδοτείται με φυσικό αέριο. Τα προκύπτοντα πλινθώματα στη συνέχεια αποστέλλονται σε χυτήριο για επανάτηξη (Rigamonti et al., 2009). Η επανεπεξεργασία παλαιοσιδήρου αλουμινίου είναι μια καθιερωμένη βιομηχανία.

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Η επιλεκτική κατεδάφιση μπορεί να επιτρέψει την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση επιλεγμένων εξαρτημάτων όπως τégιδες, κολώνες και δοκάρια, μειώνοντας τις ζημιές που προκαλούνται κατά την κατεδάφιση του κτιρίου. Επιπλέον, τα προϊόντα χάλυβα προετοιμάζονται εύκολα για επαναχρησιμοποίηση λόγω των μεθόδων κατασκευής που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης βιδωτών συνδέσεων (Coelho et al., 2020). Ομοίως, η επιλεκτική κατεδάφιση μπορεί να επιτρέψει την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση προϊόντων αλουμινίου. Αυτό ισχύει για τα κουφώματα, τα οποία μπορούν να συλλεχθούν από ένα κτίριο και να προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση στην αρχική τους εφαρμογή. Με την εφαρμογή μέτρων DfD, η επαναχρησιμοποίηση μπορεί να καταστεί δυνατή σε διαφορετικό βαθμό, από την επιτόπια επαναχρησιμοποίηση χωρίς αφαίρεση κατασκευαστικών στοιχείων από τη δομή, έως την επαναχρησιμοποίηση ολόκληρης της δομής σε άλλη τοποθεσία, την επαναχρησιμοποίηση συγκεκριμένων δομικών στοιχείων και των συστατικών προϊόντων τους. Η προκατασκευή και η αρθρωτή κατασκευή είναι αποτελεσματικές στρατηγικές DfD για χάλυβα, όπως και για ξυλεία και σκυρόδεμα, και συνιστώνται βιδωτές συνδέσεις ως τρόπος διευκόλυνσης της αποσυναρμολόγησης και, στη συνέχεια, της επαναχρησιμοποίησης. Τα πυροπροστατευτικά, ωστόσο, μπορούν να αποτελέσουν εμπόδιο στην επαναχρησιμοποίηση του χάλυβα εάν δεν μπορούν να αφαιρεθούν με ασφάλεια.

Πολυβινυλογλωρίδιο (PVC)

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, το PVC ενίοτε καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής ή υποβάλλεται σε επεξεργασία σε μονάδες παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, όπως στο πλαίσιο του έργου RecoChlor9, στο οποίο το χλώριο από δύσκολα ανακυκλώσιμα προϊόντα EoL (End of Life) PVC ανακτάται και ανακυκλώνεται με την παραγωγή υδροχλωρικού οξέος (HCl), το οποίο στη συνέχεια επαναχρησιμοποιείται στη χημική βιομηχανία για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Ανακύκλωση

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, το μαλακό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) τείνει να συλλέγεται, να ταξινομείται και να αποστέλλεται για ανακύκλωση για την παραγωγή φύλλων στέγης, ενώ το σκληρό PVC συχνά ανακυκλώνεται σε σκόνη, τσιπς και κόκκους PVC. Οι σωλήνες PVC, ειδικότερα, μπορούν να ανακυκλωθούν σε νέους σωλήνες. Η επιλεκτική κατεδάφιση οδηγεί γενικά σε αυξημένα ποσοστά ανακύκλωσης και καλύτερη ποιότητα ανακυκλωμένων υλικών. Στη διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης που παράγει PVC, τα απόβλητα υποβάλλονται σε προεπεξεργασία όπου τεμαχίζονται και κοσκινίζονται. Τα μέταλλα και άλλες ακαθαρσίες αφαιρούνται και η πλαστική ροή αποστέλλεται σε περαιτέρω επεξεργασία και μηχανική ανακύκλωση. Τυχόν εναπομείναντα υλικά αποτεφρώνονται. Τα στάδια επανεπεξεργασίας πλαστικών περιλαμβάνουν λείανση, πλύσιμο, ξήρανση και σφαιροποίηση σε ανακυκλωμένα σφαιρίδια που υποκαθιστούν αντίστοιχα παρθένα υλικά (Faraca, MartinezSanchez, et al., 2019). Ενώ η μηχανική ανακύκλωση είναι μια πιο καθιερωμένη επιλογή ανακύκλωσης λόγω της χαμηλής ζήτησης ενεργειακών πόρων, αναπτύσσονται τεχνολογίες χημικής ανακύκλωσης για την προώθηση της ανακύκλωσης και την αποφυγή της μείωσης της ποιότητας του ανακυκλωμένου υλικού σε σχέση με την ποιότητα που απαιτείται για εφαρμογές πλαστικών σε κτίρια και κατασκευές (π.χ. με σολβόλυση, διάλυση, πυρόλυση, αεριοποίηση). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το έργο VinylPlus10.

Προοπτικές ανακύκλωσης

Μέσω της επιλεκτικής κατεδάφισης, τα προφίλ παραθύρων από PVC μπορούν να ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή νέων προφίλ, αν και αυτή είναι μια εξειδικευμένη εφαρμογή. Η άμεση επαναχρησιμοποίηση αποτελεί οριακή επιλογή.

Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, η μόνωση με βάση το EPS συνήθως καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής (ακόμη και αν απαγορεύεται επίσημα εντός της ΕΕ) ή αποτεφρώνεται. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η μόνωση με βάση το πολυμερές είναι συχνά δύσκολο να αποσυναρμολογηθεί και να συλλεχθεί μεμονωμένα, αλλά η μόνωση με βάση το EPS σε άλλες εφαρμογές, όπως στέγες ή δάπεδα, είναι εύκολο να αποσυναρμολογηθεί κατά τη διάρκεια της κατεδάφισης, καθώς είναι μηχανικά στερεωμένη.

Ανακύκλωση

Το διογκωμένο πολυστυρένιο (EPS/ Expanded Polystyrene) μπορεί να περάσει από ανακύκλωση κλειστού βρόχου, για την παραγωγή νέας μόνωσης ή ανακύκλωση ανοιχτού βρόχου, για την παραγωγή ελαφρού σκυροδέματος, εξαρτημάτων αυτοκινήτων κ.λπ. Στη διαδικασία ανακύκλωσης που παράγει EPS, το πλαστικό EPS τεμαχίζεται στη σωστή διάσταση και διαχωρίζεται από άλλες ακαθαρσίες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το 98% του EPS αποτελείται στην πραγματικότητα από αέρα, συνιστώνται λύσεις που περιλαμβάνουν συμπίεση EPS. Ενώ τα υπολείμματα των αποβλήτων γενικά αποτεφρώνονται, μπορεί να

εφαρμοστεί μια διαδικασία ανακύκλωσης που βασίζεται σε διαχωρισμό (διάλυση) με βάση διαλύτες (Garcia-Gutierrez et al., 2013). Οι κόκκοι που προκύπτουν μπορούν να λιώσουν και να αναμορφωθούν σε διάφορα προϊόντα, συνήθως το ίδιο προϊόν από το οποίο προήλθε.

Προοπτικές ανακύκλωσης και (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Η επιλεκτική κατεδάφιση αναμένεται να αυξήσει τα ποσοστά ανακύκλωσης των μονωτικών πλαστικών υλικών, ενώ η DfD μπορεί να εφαρμοστεί για την επιλογή των καταλληλότερων μονωτικών υλικών, προκειμένου να καταστεί δυνατή η επαναχρησιμοποίηση, όταν είναι δυνατόν, ή να προωθηθεί περαιτέρω η ανακύκλωση. Για παράδειγμα, η ψεκασμένη μόνωση (π.χ. ίνες κυτταρίνης, φορμαλδεϋδη ουρίας) θα πρέπει να αποφεύγεται, καθώς είναι δύσκολο να διασωθεί κατά την αποδόμηση. Από την άλλη, η φυσική μόνωση μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές. Επιπλέον, τα διαλύματα μόνωσης πλακών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, αν και από πρακτική άποψη η δυσκολία στην επαναχρησιμοποίησή τους έγκειται κυρίως στον τύπο της κόλλας που χρησιμοποιείται.

Γύψος

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, ο γύψος γενικά καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, οι γυψοσανίδες θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν σε νέες γυψοσανίδες (κλειστός βρόχος) ή να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή τσιμέντου ή ως βελτιωτικό εδάφους (ανοιχτός βρόχος).

Ανακύκλωση

Στη διαδικασία ανακύκλωσης του γύψου, οι ανακυκλωτές διαχωρίζουν επαρκώς το υλικό γυψοσανίδας (περίπου το 84% του υλικού), από τα υλικά κυτταρίνης (15,2%) και τα σιδηρούχα μέταλλα (0,02%) (προς ανακύκλωση). Στη συνέχεια, είναι δυνατές διαφορετικές διαδρομές ανακύκλωσης, σύμφωνα με τους Pantini et al. (2019). Στη διαδικασία ανακύκλωσης που παράγει νέες γυψοσανίδες (έως τη συνιστώμενη μέγιστη περιεκτικότητα σε ανακυκλωμένο γύψο σε νέες γυψοσανίδες 30%), τα απόβλητα γύψου είναι ήδη κατάλληλα για χρήση στην παραγωγική διαδικασία, ως φυσικός γύψος, όταν η διάσταση είναι κάτω από 15mm. Έτσι, μπορεί να χρειαστούν μηχανές τεμαχισμού και δευτερεύουσας άλεσης. Ανακυκλώνεται μέσω ενός κύκλου πύρωσης και επανυδάτωσης, απαιτώντας μια σχετικά καθαρή πρώτη ύλη (Vrancken & Laethem, 2000). Άλλες οδοί ανακύκλωσης θα παράγουν ανακυκλωμένο γύψο που θα χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο στην παραγωγή τσιμέντου (με προσθήκη περιορισμένη στο 5% της παροχής φυσικού γύψου για την αποφυγή τεχνικών προβλημάτων και συντελεστή δυνατότητας υποκατάστασης 0,99:1 ανά kg φυσικού γύψου) ή σε μονάδες επεξεργασίας ιλύος λυμάτων για περαιτέρω χρήση στη γεωργία (χωρίς περιορισμό δοσολογίας, εφόσον το τελικό προϊόν έχει περιεκτικότητα σε CaO τουλάχιστον 15% και συντελεστή δυνατότητας υποκατάστασης 0,9:1 ανά kg φυσικού γύψου), και η άμεση χρήση στη γεωργία για τη βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους είναι επίσης μια επιλογή (αντικατάσταση της γεωργικής ασβέστου με συντελεστή υποκατάστασης 0,37:1).

Προοπτικές ανακύκλωσης

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής επιλεκτικής κατεδάφισης στην ανακύκλωση αποβλήτων γύψου ποικίλλουν ανάλογα με το προϊόν γύψου που στοχεύεται. Όσον αφορά τις γυψοσανίδες, η επιλεκτική κατεδάφιση οδηγεί σε καλύτερο διαχωρισμό των αποβλήτων και, ως εκ τούτου, διευκολύνει την ανακύκλωση για την παραγωγή νέων γυψοσανίδων. Η επιλεκτική αφαίρεση του γύψου, από την άλλη πλευρά, είναι μια διαδικασία έντασης εργασίας και πραγματοποιείται κυρίως με στόχο την απομάκρυνση των ακαθαρσιών από το πετρώδες κλάσμα των ΑΕΚΚ για την καλύτερη ανακύκλωσή του, παρά την ανάκτηση του ίδιου του γύψου. Στο πλαίσιο αυτό, η υγειονομική ταφή παραμένει δημοφιλής επιλογή ακόμη και όταν εφαρμόζεται επιλεκτική κατεδάφιση, κυρίως λόγω οικονομικών φραγμών και της σχετικά χαμηλής αγοραίας αξίας του δευτερογενούς υλικού. Η αγορά ανακυκλωμένου γύψου επηρεάζεται πράγματι από τη διαθεσιμότητα γύψου αποθείωσης καυσαερίων. Η εφαρμογή μέτρων για την DfD (π.χ. μέθοδοι ξηρής δόμησης) μπορεί να συμβάλει στη μείωση των προσμείξεων εντός του κλάσματος αποβλήτων και στη βελτίωση του δυναμικού ανακυκλωσιμότητας. Ωστόσο, το κατά πόσον θα πραγματοποιηθεί πράγματι ανακύκλωση εξακολουθεί να εξαρτάται από την αγοραία αξία του δευτερογενούς υλικού.

Τούβλα

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, τα τούβλα γενικά συνθλίβονται μαζί με άλλα αδρανή υλικά και χρησιμοποιούνται στην παραγωγή RA, για να χρησιμοποιηθούν στην οδοποιία και για σκοπούς επίχωσης (όχι δομικό σκυρόδεμα). Μπορούν επίσης να απορριφθούν σε χώρο υγειονομικής ταφής.

Ανακύκλωση

Η διαδικασία ανακύκλωσης για την παραγωγή RA αποτελείται από διάφορα διαδοχικά στάδια, συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού, της σύνθλιψης και της διαλογής για την απόκτηση ενός πιο ομοιογενούς έτοιμου προς χρήση υλικού χωρίς ακαθαρσίες. Ένα μικρό κλάσμα υπολειμμάτων προκύπτει και γενικά αποστέλλεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Συνήθως, στη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται φτυάρια φόρτωσης, τροφοδότες αλυσίδας, θραυστήρες σιαγόνων, μεταφορικοί ιμάντες και δονητικές συσκευές που τροφοδοτούνται από ντίζελ ή ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγόμενη RA χρησιμοποιείται συνήθως στην οδοποιία και για σκοπούς επίχωσης (όχι δομικό σκυρόδεμα· Pacheco et al. (2023)).

Προοπτικές ανακύκλωσης

Μια δεύτερη διαδικασία ανακύκλωσης παράγει υλικό που χρησιμοποιείται ως αντικατάσταση τσιμέντου Portland και αποτελεί επέκταση της διαδικασίας ανακύκλωσης RA που εισήχθη νωρίτερα, με κύριο σκοπό την παραγωγή λεπτότερου κλάσματος, συνήθως με $d_{50} \sim 50 \mu\text{m}$. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται πρόσθετα βήματα φρεζαρίσματος και δόνησης. Το τελευταίο σημαντικό βήμα που αποσκοπεί στην επίτευξη ποζολανικής δράσης αυτού του υλικού περιλαμβάνει την ξήρανση στους 70°C για την απομάκρυνση της περίσσειας νερού. Μια τρίτη διαδικασία ανακύκλωσης παράγει μπλοκ ενεργοποιημένα με

αλκάλια που χρησιμοποιούνται ως αντικατάσταση σκυροδέματος και παρόμοια με την προηγούμενη τεχνολογία τα απόβλητα τούβλων πρέπει πρώτα να υποβληθούν σε επεξεργασία για να ληφθεί ένα λεπτό κλάσμα με $d_{50} \sim 50 \mu\text{m}$ και στη συνέχεια να στεγνώσουν. Επιπλέον, αλκαλικοί ενεργοποιητές (π.χ. υδροξείδιο του νατρίου, πυριτικό νάτριο) χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό του μείγματος. Το μείγμα περιέχει συνήθως σφαιρίδια υδροξείδιου του νατρίου, πυριτικό νάτριο (γυαλί νερού) με μοριακή αναλογία $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 1,6, άμμο και λεπτώς αλεσμένη σκόνη τούβλου και παρέχει μηχανική απόδοση συγκρίσιμη με τα κοινά σύνθετα υλικά με βάση το σκυρόδεμα. Πρόκειται, ωστόσο, για διαδικασίες ανακύκλωσης με πολύ χαμηλή αξία TRL και δεν έχουν αποδειχθεί πλήρως σε εμπορική κλίμακα. Η επιλεκτική κατεδάφιση οδηγεί σε μείωση των προσμείξεων και, κατά συνέπεια, στη βελτίωση της ποιότητας των ανακυκλωμένων αδρανών (RA) που παράγονται από αυτό το κλάσμα αποβλήτων. Αν και δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα, αυτό ανοίγει τη δυνατότητα χρήσης αυτών των αδρανών υλικών σε δομικό σκυρόδεμα. Άλλες εξειδικευμένες εφαρμογές περιλαμβάνουν τη δυνατότητα χρήσης του λεπτού κλάσματος που λαμβάνεται κατά τη διαδικασία ανακύκλωσης για την παραγωγή κονιάματος τοιχοποιίας και την πιθανή χρήση αποβλήτων τούβλων για την αντικατάσταση αργιλώδους εδάφους στην παραγωγή νέων άψητων τούβλων.

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Μέσω επιλεκτικής κατεδάφισης, είναι δυνατή η προετοιμασία τούβλων ΑΕΚΚ για επαναχρησιμοποίηση. Το έργο REBRICK (REBRICK, 2013) αναπτύσσει και επιδεικνύει την τεχνική βιωσιμότητα για την παραγωγή επαναχρησιμοποιήσιμων τούβλων με προδιαγραφές αγοράς. Το ΑΕΚΚ περνά μέσα από έναν εξοπλισμό που διαχωρίζει το κονίαμα και άλλα υλικά, όπως σύρματα, τσιμέντο και ξύλο από τα τούβλα, και έτσι ένα άλλο σύστημα που διαχωρίζει ολόκληρα τούβλα από κατεστραμμένα τούβλα. Έτσι, μέσω μιας τεχνολογίας συστήματος που βασίζεται σε κραδασμούς, το σκυρόδεμα και το τσιμέντο από παλιά τούβλα καθαρίζονται και στη συνέχεια επαναχρησιμοποιούνται. Αφού καθαριστούν, ταξινομούνται χειροκίνητα και στοιβάζονται και τυλίγονται αυτόματα. Όσον αφορά την DfD, η κύρια στρατηγική που προκύπτει από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση συνίσταται στην κατασκευή δομών χωρίς κονίαμα, στις οποίες τα τούβλα συνδέονται μέσω χαλύβδινων πλακών και δεσμών τοίχων. Η προκατασκευή αρθρωτών μονάδων αυξάνει περαιτέρω το δυναμικό επαναχρησιμοποίησης αυτού του υλικού.

Κεραμικά και πλακάκια

Ανακύκλωση

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, τα κεραμικά και τα πλακίδια χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή χαμηλής ποιότητας RA για την κατασκευή δρόμων και την επίχωση, παρόμοια με τα τούβλα. Η RA που παράγεται από κεραμικά και πλακάκια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή δομικού σκυροδέματος (Pacheco et al., 2023).

Προοπτικές ανακύκλωσης

Όταν εφαρμόζεται επιλεκτική κατεδάφιση, τα κεραμικά και τα πλακάκια παρουσιάζουν αρκετές πρόσθετες ευκαιρίες ανακύκλωσης, όπως η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικό τσιμεντοειδές υλικό ή ως πρόδρομη ουσία για την κατασκευή συνδετικού υλικού ενεργοποιημένου με αλκάλια (όταν περιλαμβάνει τόσο απόβλητα κόκκινων τούβλων όσο και πλακιδίων) (Whittaker et al., 2021). Πρόκειται, ωστόσο, για διαδικασίες ανακύκλωσης με πολύ χαμηλή τιμή TRL που δεν έχουν αποδειχθεί πλήρως σε εμπορική κλίμακα.

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Το κεραμικό συνήθως υφίσταται τις ίδιες διαδικασίες που περιγράφονται για τα τούβλα (πηλού). Μετά από επιλεκτική κατεδάφιση, τα ανακτηθέντα κεραμικά μπορούν να προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση ως πλακάκια δαπέδου ή τοίχου μέσω ανάμειξης του αλεσμένου κεραμικού κλάσματος σε ρητίνη και επιτρέποντάς του να σκληρύνει σε καλούπια (Whittaker et al., 2021). Οι λύσεις DfD μπορούν να στοχεύσουν συγκεκριμένα κεραμικά στοιχεία, όπως πλακάκια δαπέδου, για να επιτρέψουν την επαναχρησιμοποίησή τους.

Ορυκτομόνωση: υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας

Κατά τη συμβατική κατεδάφιση, η ορυκτή μόνωση ως επί το πλείστον δεν ανακυκλώνεται σύμφωνα με την τεχνοεπιστημονική βιβλιογραφία (π.χ. βλ. Väntsi & Kärki (2014)), αλλά ορισμένοι ενδιαφερόμενοι αναφέρουν τις οδούς ανακύκλωσης για τη βιομηχανία τούβλων ως πιθανή οδό (συγκεκριμένα, ο ορυκτοβάμβακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή κονιάματος τοιχοποιίας) ή ως RA. Κάθε φορά που τα απόβλητα μολύνονται, καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Ανακύκλωση

Αν και υπάρχουν πολλές διαφορετικές επιλογές για την ανακύκλωση αποβλήτων υαλοβάμβακα και πετροβάμβακα στη βιβλιογραφία, οι περισσότερες από αυτές αναφέρονται σε απόβλητα ορυκτοβάμβακα από τη διαδικασία παραγωγής, που είναι πιο περιορισμένες όταν η προέλευση είναι ΑΕΚΚ. Έτσι, οι Väntsi & Kärki (2014) αναφέρουν τη δυνατότητα χρήσης αποβλήτων ορυκτοβάμβακα σε συνδυασμό με αργίλους ιλλίτη χαμηλής τήξης για την παραγωγή σύνθετων κεραμικών. Άλλα προϊόντα που χρησιμοποιούν απόβλητα ανακυκλωμένου ορυκτοβάμβακα, διασπείροντάς τα σε διάλυμα κρύου νερού και αναμεμειγμένα με άλλα πληρωτικά και συνδετικά συστατικά, θα μπορούσαν να είναι πλακάκια οροφής που υποκαθιστούν άλλα υλικά ορυκτών ινών (με αναλογία υποκατάστασης έως 1:1). Μια άλλη δυνατότητα είναι η χρήση αποβλήτων ορυκτοβάμβακα σε σύνθετα υλικά με βάση το τσιμέντο ως χονδρόκοκκο αδρανές ή λεπτό αδρανές υλικό που αντικαθιστά τα φυσικά αδρανή βελτιώνοντας σημαντικά την αντοχή σε θλίψη, διασπώντας την αντοχή σε εφελκυσμό, την απορρόφηση, την ειδική αντίσταση και την αντίσταση διεύθυνσης ιόντων χλωρίου του σύνθετου υλικού με βάση το τσιμέντο. Άλλες επιλογές ανακύκλωσης αναφέρονται στο πλαίσιο του έργου WOOL2LOOP (WOOL2LOOP, 2020), όπως η επανατήξη ειδικά αποβλήτων υαλοβάμβακα με καύση τους με φυσικό αέριο με τη

βοήθεια εισερχόμενου οξυγόνου και, ως εκ τούτου, με την εκ νέου χρήση του προϊόντος σε εργοτάξια, η προσθήκη ορυκτοβάμβακα που έχει προηγουμένως προϋποστεί ή αλεσθεί στη διογκωμένη διεργασία παραγωγής αργίλου, ή το συμπλήρωμα παρθένων υλικών σε προϊόντα πετροβάμβακα. Οι Hendriks & Janssen (2001) αναφέρουν μια διαδικασία ανακύκλωσης υαλοβάμβακα μέσω αεριοποίησης σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο (άζωτο), χρησιμοποιώντας τις ίνες εξόδου για την παραγωγή νέου υαλοβάμβακα.

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Σύμφωνα με τον Rudjord (2018), η επαναχρησιμοποίηση δεν αποτελεί επιλογή για τα απόβλητα υαλοβάμβακα, δεδομένου ότι οι ίνες δεν έχουν ομοιόμορφο μέγεθος και η ποσότητα οργανικού περιεχομένου είναι πολύ μεγάλη. Οι Από την άλλη, Väntsi & Kärki (2014) και Hendriks & Janssen (2001) αναφέρουν τη δυνατότητα χρήσης ορυκτοβάμβακα ως τεχνητού υποστρώματος για την ανάπτυξη διαφόρων φυτών σε καλλιέργειες χωρίς χώμα (π.χ. ο πετροβάμβακας είναι σήμερα το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μέσο χωρίς χώμα). Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε μάλλον να ταξινομηθεί ως οδός ανακύκλωσης ή ανάκτησης (όχι επαναχρησιμοποίηση), καθώς η επαναχρησιμοποίηση του ορυκτοβάμβακα δεν προορίζεται για τον σκοπό για τον οποίο το υλικό παρήχθη και διατέθηκε αρχικά στην αγορά. Ομοίως, για τον πετροβάμβακα, δεν βρέθηκαν πληροφορίες στην τεχνική και επιστημονική βιβλιογραφία σχετικά με περιπτώσιολογικές μελέτες που τεκμηριώνουν την επαναχρησιμοποίηση. Ωστόσο, ορισμένες εταιρείες ισχυρίζονται ότι είναι κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση ως θερμομόνωση σε νέο χώρο, υπό την προϋπόθεση ότι το υλικό μπορεί να εξαχθεί άθικτο από την προηγούμενη θέση του.

Γυαλί

Μετά τη συμβατική κατεδάφιση, το γυαλί θρυμματίζεται και καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής με άλλα απόβλητα ή ανακτάται για εφαρμογές χαμηλής ποιότητας (π.χ. χρήση υαλοθραύσματος για την παραγωγή RA για οδοποιία). Μέσω της επιλεκτικής κατεδάφισης, το επίπεδο γυαλί μπορεί να ανακυκλωθεί σε γυαλί δοχείου ή, σπανιότερα, σε νέο επίπεδο γυαλί. Γενικά, το γυαλί έχει σχετικά χαμηλό δυναμικό επαναχρησιμοποίησης λόγω της ευθραυστότητάς του και του γεγονότος ότι τα περισσότερα προϊόντα κατασκευάζονται κατά παραγγελία για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του σχεδιασμού κτιρίων.

Ανακύκλωση

Μέσω της συμβατικής κατεδάφισης, το γυαλί καταλήγει στο μικτό ΑΕΚΚ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή RA. Στη διαδικασία ανακύκλωσης που παράγει ανακυκλωμένα αδρανή από ορυκτά ΑΕΚΚ, επιτρέπεται υπό ορισμένες προϋποθέσεις η συμπερίληψη λεπτών αποβλήτων αδρανών υαλοπινάκων, όπως η σκόνη γυαλιού, σε μείγματα σκυροδέματος. Ενώ η εργασιμότητα του σκυροδέματος που περιέχει θρυμματισμένα απορρίμματα γυαλιού αντί των συμβατικών λεπτών αδρανών υλικών είναι ακόμη υπό συζήτηση, ιδίως όσον αφορά τις φυσικές του ιδιότητες και τις σχετικές λειτουργίες, πολλές μελέτες έχουν προσδιορίσει αυτόν τον τύπο διαδικασίας διαχείρισης ως

τεχνικά εφικτό (Abd-Allah et al., 2014; Batayneh κ.ά., 2007· Chen κ.ά., 2006· Ismael & AL-Hashmi, 2009). Η σκόνη γυαλιού είναι γυαλί που αλέθεται σε πολύ μικρά σωματίδια, με τυπικό μέσο μέγεθος κόκκων μεταξύ 30 μm έως και 0,1 μm. Στη διαδικασία ανακύκλωσης που παράγει ανακυκλωμένα αδρανή εφαρμόζονται διάφορα διαδοχικά στάδια, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς, του διαχωρισμού και της άλεσης για την απόκτηση πιο ομοιογενούς έτοιμου προς χρήση υλικού χωρίς προσμείξεις, ενώ ένα μικρό κλάσμα υπολειμμάτων αποστέλλεται σε χώρους υγειονομικής ταφής (Aslani et al., 2023; Mohajerani κ.ά., 2017).

Προοπτικές ανακύκλωσης

Μέσω επιλεκτικής κατεδάφισης, τα παράθυρα αποσυναρμολογούνται έτσι ώστε το γυαλί να διαχωρίζεται από το πλαίσιο. Τα απορρίμματα γυαλιού που προκύπτουν περιέχουν μειωμένη ποσότητα προσμείξεων και, ως εκ τούτου, είναι πιθανότερο να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέου γυαλιού. Η διαδικασία ανακύκλωσης περιλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες, όπως χειροκίνητη επιλογή, τεμαχισμό, κοσκίνιση, μαγνητικό και μη μαγνητικό διαχωρισμό για την απομάκρυνση ακαθαρσιών και αδρανών υλικών (κεραμικά και χαλίκια) και για την επίτευξη κατάλληλης κατανομής μεγέθους. Το θραύσμα γυαλιού στη συνέχεια παραδίδεται σε εργοστάσιο παραγωγής γυαλιού, όπου χρησιμοποιείται στην παραγωγή νέου γυαλιού, μαζί με συνήθεις παρθένες πρώτες ύλες (διοξείδιο του πυριτίου, ανθρακικό ασβέστιο, υδροξείδιο του νατρίου, πρόσθετα) (Rigamonti et al., 2009). Η παρουσία θραύσματος, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλότερη θερμοκρασία τήξεως από τις παρθένες πρώτες ύλες, επιτρέπει τη λειτουργία της γυάλινης καμίνου σε χαμηλότερη θερμοκρασία, οδηγώντας έτσι σε σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (έως και 20% όταν χρησιμοποιείται το 80% του θρυμματισμένου λίπους στην τροφοδοσία της καμίνου). Μόλις παραχθεί το γυάλινο σκουπίδι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την παραγωγή νέου επίπεδου γυαλιού, είτε για άλλους τύπους γυαλιού (ειδικά κοίλο γυαλί, επίσης γνωστό ως γυαλί δοχείου ή συσκευασίας) ή υαλοβάμβακα (επίσης γνωστό ως υαλοβάμβακα) (Hestin et al., 2016).

Προοπτικές (προετοιμασίας για) επαναχρησιμοποίηση

Όσον αφορά τις στρατηγικές DfD, η πιο συνηθισμένη συνίσταται στη χρήση μεθόδων ξηρής σύνδεσης μεταξύ γυάλινου πλαισίου και πλαισίου παραθύρου. Αυτή η τεχνολογία διευκολύνει την αποσυναρμολόγηση και μπορεί να επιτρέψει την επαναχρησιμοποίηση. Η επανατοποθέτηση είναι επίσης μια επιλογή, πράγμα που σημαίνει ότι το γυαλί που λαμβάνεται κατά την αποσυναρμολόγηση ή την ανακαίνιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εσωτερικές εφαρμογές, οι οποίες δεν απαιτούν υψηλά θερμικά πρότυπα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το γυαλί έχει σχετικά χαμηλό δυναμικό επαναχρησιμοποίησης λόγω της ευθραυστότητάς του. Κατά συνέπεια, η ανακύκλωση αναμένεται να είναι η πιο κοινή λύση ακόμη και όταν εφαρμοστεί η DfD.

Χώμα εκσκαφής

Μια πρόσφατη ανασκόπηση από τους Scialpi & Perrotti (2022) συνοψίζει τις μελέτες που σχετίζονται με την αειφόρο διαχείριση των εκσκαφικών εδαφών σε αστικές περιοχές. Οι επιλογές διαχείρισης εδαφικών αποβλήτων εκσκαφής που αναφέρθηκαν είναι οι εξής: προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση σε μεμονωμένες ομάδες ή μέσω σταθεροποίησης και ανάκτηση μέσω επίχωσης.

Ανακύκλωση

Η άμεση εφαρμογή του εδάφους εκσκαφής (π.χ. σε φράγματα ή οδοστρώματα) είναι συνήθως δύσκολη λόγω της χαμηλής αντοχής του και, ως εκ τούτου, πρέπει να σταθεροποιηθεί (Huang et al., 2022). Η σταθεροποίηση είναι μια τεχνολογία για τη βελτίωση των γεωτεχνικών ιδιοτήτων όσον αφορά την αυξημένη αντοχή, τη μειωμένη διαπερατότητα και τη συμπίεστικότητα του εδάφους (Magnusson et al., 2015). Αυτή η τεχνική, που θεωρείται εδώ ως ανακύκλωση, περιλαμβάνει τη χρήση μειγμάτων χώματος και συνδετικών υλικών και οι πιο αναφερόμενες μέθοδοι σταθεροποίησης στη βιβλιογραφία είναι αυτές που χρησιμοποιούν τσιμέντο, ασβέστη, ιπτάμενη τέφρα και ίνες (Firoozi et al., 2017). Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους συνδετικών υλικών περιλαμβάνουν τέφρα φλοιού ρυζιού, ασφατικό υλικό, γεωυφάσματα και συνθετικά υλικά και διάφορα ανακυκλωμένα και απόβλητα (Afrin, 2017). Η εφαρμογή διαφορετικών συνδετικών υλικών και η δοσολογία του μείγματος εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους (π.χ. περιεκτικότητα σε άργιλο) και τις απαιτούμενες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες (π.χ. αντοχή και ακαμψία) του μείγματος. Συγκεκριμένα, η σταθεροποίηση με ασβέστη είναι κατάλληλη για λεπτόκοκκα εδάφη, ενώ το τσιμέντο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σταθεροποίηση σχεδόν όλων των τύπων εδαφών (όποτε το οργανικό περιεχόμενο περιορίζεται στο 2%) (Patel, 2019). Υπάρχουν και άλλες λιγότερο γνωστές τεχνολογίες για την τροποποίηση του εδάφους, όπως η ρευστοποίηση, που χρησιμοποιούν ρευστοποιητές και πλαστικοποιητές για τη σταθεροποίηση του εδάφους (Michalcikova & Drochytka, 2018). Μπορεί να γίνει επί τόπου ή εκτός χώρου. Για τους πρώτους, δεν απαιτείται εκσκαφή του υλικού. Η επιλογή εκτός χώρου περιλαμβάνει την εκσκαφή του υλικού και την πρόσθετη μεταφορά του εκσκαφέντος εδάφους στο χώρο όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Η διαδικασία περιλαμβάνει την παραγωγή και μεταφορά του συνδετικού υλικού στο χώρο και την ανάμιξη με το συνδετικό υλικό.

Το χώμα εκσκαφής ανακυκλώνεται με διάφορους τρόπους για να αντικαταστήσει τα παραδοσιακά δομικά υλικά (N. Zhang et al., 2020). Αυτό μπορεί να γίνει μέσω επιτόπιων μονάδων ανακύκλωσης (που συνήθως λειτουργούν με ντίζελ αντί για ηλεκτρική ενέργεια) ή μέσω σταθερών μονάδων που απαιτούν πρόσθετη μεταφορά σε σύγκριση με τις επιτόπιες μονάδες. Η γενική διαδικασία ανακύκλωσης (Huang et al., 2022) αποτελείται κυρίως από μια φάση διαλογής και κοσκινίσματος για να διασφαλιστεί το κατάλληλο μέγεθος του εδάφους. Περιλαμβάνει μια φάση απομάκρυνσης σιδήρου για τη συλλογή τυχόν παλιοσίδερων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιά στον εξοπλισμό διαχωρισμού που εξάγει την ανακυκλωμένη άμμο από το έδαφος και την στέλνει στη ροδέλα για περαιτέρω καθαρισμό. Τα πιθανά χονδρόκοκκα αδρανή ανατινάζονται για να αλέθονται σε άμμο και

πλένονται. Στον εξοπλισμό διαχωρισμού, τα άλλα συστατικά του εδάφους (κυρίως άργιλος και ιλύς) κατευθύνονται στη δεξαμενή υδαρούς κοπριάς όπου χρησιμοποιούνται κροκιδωτικοί παράγοντες για την καθίζησή τους. Αυτά αποστέλλονται στην πρέσα φίλτρου για να φτιάξουν τα πήλινα κέικ φίλτρου. Το κέικ φίλτρου μπορεί είτε να ταφεί σε χώρους υγειονομικής ταφής είτε να ανακυκλωθεί περαιτέρω, αναμειγνύοντάς το με τσιμέντο και παράγοντες σκλήρυνσης (π.χ. για την παραγωγή RAC) (Xu et al., 2022). Άλλοι συγγραφείς στη βιβλιογραφία ανέφεραν διαδικασίες ανακύκλωσης για χώμα εκσκαφής σύμφωνα με τη γενική που εξηγείται εδώ, αλλά επεκτάθηκαν σε τελικά προϊόντα όπως ανακυκλωμένα τούβλα (τούβλα χωρίς ψήσιμο ή ψημένα τούβλα) (N. Zhang et al., 2020), υλικά βάσης επεξεργασμένα με τσιμέντο (Xu et al., 2022) ή μπλοκ σκυροδέματος (Luo et al., 2022). Σημειώστε ότι η ανακύκλωση στα επιμέρους συστατικά τους γίνεται σπάνια λόγω οικονομικών περιορισμών.

Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση

Ένα έδαφος μπορεί να προετοιμαστεί για επαναχρησιμοποίηση και να εφαρμοστεί είτε επιτόπου, είτε σε άλλες τοποθεσίες/έργα, όποτε επιτρέπεται από τη νομοθεσία. Ο προσδιορισμός του κατά πόσον ένα υλικό είναι κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση σε μια εφαρμογή εξαρτάται από διάφορες πρακτικές και επιτόπιες εκτιμήσεις και παράγοντες. Έτσι, για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των εδαφών εκσκαφής, πρέπει να πληρούνται διάφορες γεωτεχνικές ιδιότητες (π.χ. συνοχή και γωνία τριβής, κατανομή μεγέθους κόκκων, διόγκωση και απώλεια αντοχής λόγω διαβροχής, περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, υδραυλική αγωγιμότητα) του έργου υποδοχής (π.χ. στρώματα οδοστρώσας, αντικατάσταση φυτοκάλυψης) που απαιτούν χαρακτηρισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων (π.χ. αντοχή σε διάτμηση, ξηρή πυκνότητα), καθώς και τη συμμόρφωση με τα πρότυπα περιβαλλοντικής ασφάλειας (Kataguirí et al., 2019). Αυτή η επιλογή διαχείρισης περιλαμβάνει τη μετεγκατάσταση του εδάφους εντός του χώρου υποδοχής με τη χρήση μηχανημάτων και τη συμπίεση του υλικού. Στην ίδια γραμμή, το έδαφος εκσκαφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επίχωση είτε εντός είτε εκτός του χώρου ανάλογα με τα γεωτεχνικά κριτήρια που τεκμηριώνονται και περιγράφονται στα βιομηχανικά πρότυπα (π.χ. πρότυπα ASTM, προδιαγραφές AASTHO).

Ανάκτηση

Στο πλαίσιο της κατασκευής, επίχωση είναι η πρακτική της επαναπλήρωσης του εκσκαφέντος λάκκου με υλικό για την ενίσχυση και διατήρηση της θεμελίωσης μιας κατασκευής ή οποιουδήποτε άλλου δομικού μέρους. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, σύμφωνα με τον ορισμό της ανάκτησης, η εργασία επίχωσης πρέπει να αντικαθιστά άλλα υλικά που δεν αποτελούν απόβλητα και, υπό την έννοια αυτή, η διαφορά μεταξύ επαναχρησιμοποίησης και επίχωσης για το έδαφος εκσκαφής είναι απλώς σημασιολογική, αναγνωρίζοντας τη διαφορά στην ιεράρχηση των αποβλήτων.

Τέλος, στη βιβλιογραφία έχουν διερευνηθεί και άλλες εφαρμογές, όπως η δυνατότητα χρήσης εκσκαφέντων εδαφών για τη δημιουργία τεχνοεδαφών με ανάμιξη με κομπόστ (δηλ.

εδάφη σχεδιασμένα να μιμούνται το φυσικό έδαφος και κατάλληλα για ανάπτυξη βλάστησης) (Fabbri et al., 2021). Περαιτέρω καινοτόμες επιλογές διαχείρισης βρίσκονται επίσης υπό ανάπτυξη για το πρόγραμμα 202012, το οποίο επικεντρώνεται σε διάφορες τεχνολογίες για την αποθήκευση ενέργειας. Μεταξύ αυτών, η εποχιακή αποθήκευση θερμότητας χρησιμοποιεί άμμο ως μέσο αποθήκευσης. Η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση της άμμου σε υψηλή θερμοκρασία (περίπου 500 600 °C), αργότερα η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θερμότητα για βιομηχανική παραγωγή ατμού ή περιοχή ευαίσθητη στο μέγεθος των κόκκων άμμου και μπορεί να χρησιμοποιήσει μεγέθη κόκκων που δεν είναι κατάλληλα για τον κατασκευαστικό κλάδο ή επρόκειτο να ταφούν σε χώρους υγειονομικής ταφής (κατά προτίμηση υψηλής πυκνότητας, υλικά χαμηλού κόστους που δεν προέρχονται από σπάνιες πηγές).

«Λάφυρα» βυθοκόρησης

Όταν τα λάφυρα βυθοκόρησης είναι μη τοξικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γη για την πλήρωση του εδάφους, τους κατασκευαστικούς σκοπούς, την παράκτια διατροφή και ως τροποποίηση στη γεωργία, την κηπουρική και τη δασοκομία, καθώς και να απορριφθούν απευθείας σε χώρους υγειονομικής ταφής ή ωκεανούς όποτε συμμορφώνονται με τους ειδικούς κανονισμούς για ρύπους (Crocetti et al., 2022). Έτσι, οι επιλογές διαχείρισης αποβλήτων βυθοκόρησης ποικίλλουν ανάλογα με το επίπεδο μόλυνσης και τους τοπικούς κανονισμούς. Τα αναφερόμενα στη βιβλιογραφία (Apitz, 2010; Maryland Department of the Environment, 2017) περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: i) προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ii) ανακύκλωση για χρήση στην ξηρά (με ή χωρίς αερόβια κομποστοποίηση), iii) ανακύκλωση μέσω σταθεροποίησης, iv) ανάκτηση μέσω επίχωσης και v) διάθεση. Αυτές οι επιλογές διαχείρισης απαιτούν μεμονωμένες διαδικασίες επεξεργασίας ή συνδυασμό αυτών, όπως: i) φυσικές λειτουργίες όπως μηχανικός διαχωρισμός, αφυδάτωση και πλύσιμο. ii) χημικές διεργασίες όπως η χημική οξείδωση και η στερεοποίηση/σταθεροποίηση· iii) θερμικές διεργασίες όπως εκρόφηση, θερμική οξείδωση και ακινητοποίηση και υαλοποίηση· και iv) βιολογικές διεργασίες (Crocetti et al., 2022). Σημειώστε ότι οι περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες χρησιμοποιούνται συνήθως για την επεξεργασία μολυσμένων ιζημάτων και συνήθως δεν εφαρμόζονται σε μη μολυσμένα λάφυρα βυθοκόρησης.

Ανακύκλωση

Για την ανακύκλωση και περαιτέρω χρήση του υλικού βυθοκόρησης απαιτείται κάποιος βαθμός ξήρανσης ή άλλης επεξεργασίας. Η ελάχιστη επεξεργασία μπορεί να συνίσταται στην αφυδάτωση του υλικού που είναι απαραίτητο πριν από τη χρήση γης λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό και της αρνητικής επίδρασής του στην επακόλουθη μεταφορά και πιθανή επεξεργασία/χρήση. Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι αφυδάτωσης, από τη φυσική αποστράγγιση και εξάτμιση, γνωστή και ως παθητική αφυδάτωση (Bates et al., 2015), που απαιτεί τεράστιο χώρο και μεγάλους χρόνους κατακράτησης, έως μηχανικές μονάδες αφυδάτωσης, όπως πρέσες φίλτρων και φίλτρα κενού που αυξάνουν την απόδοση και μειώνουν τη ζήτηση γης (Crocetti et al., 2022). Η διαδικασία αφυδάτωσης μπορεί να

συννοδεύεται από χημική επεξεργασία χρησιμοποιώντας προϊόντα όπως άλατα σιδήρου και αλουμινίου ή οργανικά πολυμερή όπως πολυακρυλαμίδιο, που βοηθά στην απελευθέρωση και απομάκρυνση του διάμεσου νερού (Crocetti et al., 2022; Zhou et al., 2021). Το αφυδατωμένο υλικό μεταφέρεται στον τόπο υποδοχής όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές πιθανές ευεργετικές χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής (όπως η προστασία της ακτογραμμής, η αποκατάσταση και ο σχηματισμός γης (Bates et al., 2015), η κάλυψη μολυσμένων υλικών βυθοκόρησης σε περιορισμένη υδάτινη διάθεση ή μόνιμη κάλυψη χώρων υγειονομικής ταφής και η γεωργική χρήση (είτε στη γεωργία για καλλιέργειες εκτός τροφίμων, δασοκομία ή κηπουρική) (Apitz, 2010). Η ανακύκλωση και η περαιτέρω χρήση στην ξηρά περιλαμβάνει τη χρήση ως βελτιωτικό εδάφους, καθώς η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και οργανική ύλη σε αυτά τα ιζήματα θα μπορούσε να βελτιώσει τη χημική κατάσταση του εδάφους, κυρίως ως πιθανή πηγή φωσφόρου (Ferrans et al., 2022). Της χρήσης γης μπορεί να προηγηθεί μια βιολογική διαδικασία (π.χ. αερόβια κομποστοποίηση) για την αποδόμηση του οργανικού άνθρακα και του αζώτου για τη δημιουργία ενός σταθερού τελικού προϊόντος (Zhou et al., 2021).

Ωστόσο, η χρήση τους ως λιπασμάτων στη γεωργία εξακολουθεί να μην επιτρέπεται λόγω έλλειψης ανεκτικής νομοθεσίας και ενοποιημένων αλυσίδων εφοδιασμού (μέσω της ανακύκλωσης, διάφορα προϊόντα μπορούν να ληφθούν από τα ιζήματα βυθοκόρησης σε διάφορες μορφές, όπως μεμονωμένα κλάσματα (δηλαδή άμμος, ιλύς και άργιλος), ή ως συσσωματωμένα υλικά, όπως ελαφρά αδρανή υλικά που συνήθως ταξινομούνται ως σωματίδια με πολύ χαμηλή πυκνότητα (δηλαδή άργιλος και ιλύς) (Crocetti et al., 2022). Για την απόκτηση αυτών των προϊόντων που αργότερα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, στην παραγωγή τσιμέντου, χρησιμοποιούνται τεχνικές επεξεργασίας ορυκτών (Henry et al., 2023). Αυτές μπορεί να είναι ξηρές τεχνικές μετά την αφυδάτωση των υλικών ή υγρές τεχνικές διαχωρισμού του κλάσματος χαμηλής πυκνότητας. Αυτές περιλαμβάνουν λειτουργίες όπως κοσκίνισμα, σύνθλιψη, κροκίδωση και φιλτράρισμα (Henry et al., 2023).

Η μέθοδος ανακύκλωσης μέσω σταθεροποίησης και στερεοποίησης χρησιμοποιείται συνήθως για τη σταθεροποίηση και την ενθυλάκωση των ρύπων μέσα στο ίζημα με την προσθήκη συνδετικών υλικών, παρόμοια με τη διαδικασία που εξηγείται στο τμήμα του εδάφους εκσκαφής, μειώνοντας τη διαπερατότητα και μειώνοντας την έκπλυση και ενισχύοντας την αντοχή αρκετά ώστε να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή (Svensson et al., 2022). Τα συνδετικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνουν τσιμέντο, ασβέστη, ιπτάμενη τέφρα, σκωρία κλπ. Σύμφωνα με τους Svensson et al. (2022). Σε μια περιπτωσιολογική μελέτη στη Σουηδία, ένα μείγμα συνδετικών υλικών (δηλαδή τσιμέντου και σκωρίας υψικαμίνου) και ιζημάτων χρησιμοποιείται για την κατασκευή του λιμένα στο Γκέτεμποργκ.

Ανάκτηση

Η ανάκτηση μέσω επίχωσης ως δομική και μη δομική πλήρωση είναι επίσης μια πιθανή χρήση λαφύρων βυθοκόρησης. Η μηχανική πλήρωση για χρήσεις όπως υλικό κοίτης οδοστρώματος, θεμελίωση χώρου στάθμευσης ή πλήρωση αναχώματος είναι δυνατή όταν

πληρούνται οι απαιτήσεις (τύπος υλικού και διαβάθμιση, πλαστικότητα, διαπερατότητα, συμπίεση, περιεκτικότητα σε υγρασία) των τεχνικών σχεδίων. Για να ικανοποιηθούν οι φυσικές και γεωτεχνικές απαιτήσεις, ενδέχεται να χρειαστεί επεξεργασία μέσω αφυδάτωσης, ανάμειξης ή τροποποίησης (Maryland Department of the Environment, 2017)

Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση

Τα λάφουρα βυθοκόρησης μπορούν να προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση χωρίς επεξεργασία ή με ελάχιστη επεξεργασία και έχουν χρησιμοποιηθεί συνήθως για ευεργετικές επιλογές χρήσης, όπως η ανάπτυξη υδρόβιων και υγροτοπικών οικοτόπων, η βελτίωση του περιβάλλοντος (σε ενδιαιτήματα άγριας ζωής ή αλιείας) ή η θρέψη της παραλίας (Maryland Department of the Environment, 2017). Enella, 2021).

3.7. Καλές πρακτικές στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

Στρατηγικές ελαχιστοποίησης αποβλήτων

Οι συμβατικές στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων χρησιμοποιούν την έννοια 3R (**Recycle, Reuse, Reduce**) της διαχείρισης αποβλήτων, δηλαδή τη μείωση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων κατασκευών. Αυτό περιλαμβάνει την αποφυγή της παραγωγής αποβλήτων, την επαναχρησιμοποίηση των δημιουργημένων αποβλήτων και την ανακύκλωση των δημιουργημένων αποβλήτων.

Συγκεκριμένα, η αποφυγή των αποβλήτων, που συχνά αναφέρεται ως ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, συνεπάγεται τη χρήση μέτρων για την αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων στο εργοτάξιο. Εναλλακτικά, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση συνδέονται με την αποτελεσματική και βιώσιμη χρήση των αποβλήτων με βιώσιμο τρόπο για την εφαρμογή της βιωσιμότητας στα κατασκευαστικά έργα. Με αυτές τις προσεγγίσεις, ο όγκος των αποβλήτων που πρέπει να απορριφθούν σε χώρους υγειονομικής ταφής μειώνεται σημαντικά, όχι μόνο μειώνοντας τα προβλήματα που σχετίζονται με την οικολογία του πλανήτη, αλλά και βοηθώντας στη διατήρηση της οικονομίας λόγω της μειωμένης κατανάλωσης φυσικών και μη φυσικών πόρων που απαιτούνται για την απόρριψη αποβλήτων.

Οι επαγγελματίες που σχετίζονται με τις κατασκευές και την οικολογία συνιστούν να δοθεί προτεραιότητα στη μείωση ή/και την αποφυγή των αποβλήτων στο εργοτάξιο, καθώς είναι πιο εννοιολογικό και βασικό να αποφευχθεί ή να μειωθεί η παραγωγή αποβλήτων παρά να διαμορφωθούν ευρέως διαδεδομένα πλαίσια για την επεξεργασία των αποβλήτων.

Παρόλο που οι στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης διασφαλίζουν ότι οι πρώτες ύλες αποβλήτων πρέπει να χρησιμοποιούνται με επωφελή τρόπο, οι στρατηγικές δεν μειώνουν ή/και αποφεύγουν τη δημιουργία αποβλήτων στην πηγή. Ωστόσο, οι προσεγγίσεις αυτές συμβάλλουν στη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που πρέπει να διατεθούν ή να υποβληθούν σε επεξεργασία. Είναι προφανές ότι η ανακύκλωση ή η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων από μόνη της δεν μπορεί να αποτελέσει πλήρως

βιώσιμη επιλογή· Ωστόσο, οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού τομέα θα πρέπει να λάβουν μέτρα για την ενσωμάτωση της ελαχιστοποίησης και της ανακύκλωσης των αποβλήτων στο χώρο για την αντιμετώπιση του ζητήματος των αποβλήτων.

Κατά τη διαμόρφωση των στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων σε οποιαδήποτε κατασκευαστικά έργα, οι επαγγελματίες προβλέπουν πιθανές αιτίες παραγωγής αποβλήτων από τις οποίες θα πρέπει να επιλέγονται οι συνθήκες του χώρου, οι αποτελεσματικές μέθοδοι διαχείρισης αποβλήτων και το σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων. Κατά τον σχεδιασμό στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η νοοτροπία και το κλίμα του χώρου. Ο αυστηρός έλεγχος των αποβλήτων και ο προσδιορισμός του δείκτη αποβλήτων μπορεί επίσης να βοηθήσει στη μείωση των αποβλήτων. Επιπλέον, θα πρέπει να εφαρμόζεται προσεκτικά η ασφάλεια των χώρων και να διενεργούνται επιτόπιες επιθεωρήσεις για τον έλεγχο και την ισορροπία της παραγωγής αποβλήτων κατασκευών.

Ένα επαρκές σύνολο εγγράφων σχεδιασμού και σχεδίων μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση των αποβλήτων, καθώς εξαλείφει την πιθανότητα παραλλαγών. Επιπλέον, η εφαρμογή στρατηγικών λιτής κατασκευής και αρθρωτών προκατασκευασμένων κατασκευαστικών μονάδων μπορεί επίσης να ελαχιστοποιήσει την παραγωγή αποβλήτων. Επιπρόσθετα, η διοίκηση θα πρέπει να διεξάγει σεμινάρια και συναντήσεις για την εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού σχετικά με τη σημασία της μείωσης των αποβλήτων στο εργοτάξιο. Με ένα συνδυασμό αποτελεσματικής αλυσίδας εφοδιασμού και βελτιωμένης παραγγελίας και αποθήκευσης υλικών, τα παραγόμενα απόβλητα μπορούν να μειωθούν.

Στον 21ο αιώνα, έχει εξελιχθεί μια νέα τεχνολογία, η Building Information Modelling (BIM), η οποία όχι μόνο μειώνει τα μη φυσικά απόβλητα (χρόνος και κόστος) αλλά και μειώνει τα φυσικά απόβλητα. Το BIM επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους να απεικονίσουν τον αριθμό των διαστάσεων του κατασκευαστικού έργου, πριν από την έναρξή τους, αποφεύγοντας έτσι συγκρούσεις και εντολές αλλαγής. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, τα απόβλητα που παράγονται επί τόπου μπορούν να μειωθούν κατά σημαντικό ποσό.

Το πρωτόκολλο της ΕΕ για τη διαχείριση αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων αποσκοπεί στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης στις διαδικασίες διαχείρισης των ΑΕΚΚ και στην αύξηση της εμπιστοσύνης στα επαναχρησιμοποιούμενα προϊόντα και τα ανακυκλωμένα υλικά. Δεδομένου ότι τα ΑΕΚΚ είναι η μεγαλύτερη ροή αποβλήτων στην ΕΕ, η καλύτερη διαχείριση των ΑΕΚΚ μπορεί να αποφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

Το πρωτόκολλο καλύπτει την πλήρη διαδικασία διαχείρισης των ΑΕΚΚ, παρέχοντας καθοδήγηση σχετικά με:

- Ταυτοποίηση αποβλήτων μέσω ελέγχων πριν από την κατεδάφιση και πριν από την ανακαίνιση. Οι έλεγχοι πριν από την κατεδάφιση ή την ανακαίνιση είναι ζωτικής σημασίας για τον εντοπισμό δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης, επικίνδυνων ουσιών και μειγμάτων, ποσοτήτων αποβλήτων και ροών. Οι έλεγχοι περιλαμβάνουν μελέτες τεκμηρίωσης της τεκμηρίωσης των κτιρίων, επιτόπιες έρευνες, δειγματοληψία/δοκιμές

και συστάσεις σχετικά με τις επιλογές διαχείρισης αποβλήτων. Η ικανότητα των ελεγκτών και η ιχνηλασιμότητα είναι σημαντικές για τη διασφάλιση της ποιότητας.

- Επιλεκτική κατεδάφιση. Η επιλεκτική αποσυναρμολόγηση επιτρέπει την ασφαλή απομάκρυνση επικίνδυνων ουσιών, μειγμάτων και υλικών (π.χ. αμίαντος) και βελτιώνει τον διαχωρισμό στην πηγή για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση. Το σημείο εκκίνησης της επιλεκτικής κατεδάφισης είναι η προετοιμασία ενός σχεδίου κατεδάφισης που περιγράφει λεπτομερώς την ακολουθία, τους ρόλους, την υλικοτεχνική υποστήριξη και την τεκμηρίωση. Η επιλεκτική κατεδάφιση εξασφαλίζει τον διαχωρισμό των επικίνδυνων αποβλήτων από τα μη επικίνδυνα απόβλητα.
- Εφοδιαστική αποβλήτων. Η τεκμηρίωση διασφαλίζει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα που είναι καίριας σημασίας για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Η εφοδιαστική θα πρέπει να ελαχιστοποιεί τις αποστάσεις μεταφοράς, να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους σταθμούς μεταφόρτωσης και να διασφαλίζει την κατάλληλη δημιουργία αποθεμάτων για τη διατήρηση της ποιότητας των υλικών και τον μετριασμό των περιβαλλοντικών κινδύνων, όπως η σκόνη και οι απορροές.
- Επεξεργασία και επεξεργασία αποβλήτων. Η ιεράρχηση των αποβλήτων (πρόληψη, μείωση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση) είναι η πυξίδα για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Το πρωτόκολλο καλύπτει τις διαθέσιμες επιλογές επεξεργασίας για διάφορες ροές αποβλήτων - σκυρόδεμα, πλαστικό, μέταλλο, γυαλί, ξύλο, γύψο, μόνωση κ.λπ. Επισημαίνει επιλογές για επαναχρησιμοποίηση εντός και εκτός των εγκαταστάσεων, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση μέσω καθαρισμού και επισκευής, ανακύκλωσης και άλλης ανάκτησης.
- Διαχείριση ποιότητας. Η διασφάλιση της ποιότητας σε όλα τα στάδια - έλεγχοι, κατεδαφίσεις, υλικοτεχνική υποστήριξη και επεξεργασία - είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης στα επαναχρησιμοποιημένα προϊόντα και τα ανακυκλωμένα υλικά. Αυτό περιλαμβάνει παρακολούθηση, τεκμηρίωση, συστήματα πιστοποίησης, πρότυπα προϊόντων και κριτήρια αποχαρκτηρισμού, κατά περίπτωση.
- Πλαίσιο πολιτικής. Το πρωτόκολλο παρέχει συστάσεις προς τις αρχές σχετικά με την ανάπτυξη ευνοϊκών κανονισμών, στρατηγικών και μηχανισμών επιβολής. Η υπέρβαση των κανονιστικών, οικονομικών, τεχνικών και κοινωνικών φραγμών απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες και συνεργασία μεταξύ της βιομηχανίας, των αρχών και της κοινωνίας. Το πρωτόκολλο δίνει έμφαση στην κοινή ευθύνη, από τον εντοπισμό ευκαιριών επαναχρησιμοποίησης έως τη διασφάλιση ποιοτικών ανακυκλωμένων υλικών, ώστε να διευκολυνθεί η κυκλικότητα στις δραστηριότητες κατασκευής και κατεδάφισης σε ολόκληρη την ΕΕ. Κύριες συστάσεις: Για επαγγελματίες του κλάδου:
- Διεξαγωγή ελέγχων πριν από την κατεδάφιση / πριν από την ανακαίνιση για τον εντοπισμό δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης, επικίνδυνων υλικών και ροών αποβλήτων

- Εφαρμογή επιλεκτικής κατεδάφισης για την ασφαλή απομάκρυνση επικίνδυνων υλικών και τη βελτίωση του διαχωρισμού στην πηγή.
- Διασφάλιση σωστής εφοδιαστικής αποβλήτων - παρακολούθηση, μεταφορά, αποθήκευση για τη διατήρηση της ποιότητας των υλικών.
- Ιεράρχηση των επιλογών επεξεργασίας αποβλήτων σύμφωνα με την ιεράρχηση - επαναχρησιμοποίηση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, άλλη ανάκτηση, διάθεση.
- Εφαρμογή διαχείρισης ποιότητας μέσω παρακολούθησης, τεκμηρίωσης και πιστοποίησης κατά μήκος της αλυσίδας αξίας.

➤ Για τις δημόσιες αρχές:

- ✓ Ανάπτυξη ρυθμιστικών πλαισίων για την προώθηση της κυκλικότητας, της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού και της ορθής διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων.
- ✓ Διευκόλυνση των αγορών επαναχρησιμοποίησης μέσω πλατφορμών, προτύπων και μείωσης των νομοθετικών εμποδίων.
- ✓ Συμπερίληψη απαιτήσεων επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και κυκλικότητας στις άδειες κατεδάφισης/ανακαίνισης.
- ✓ Εφαρμογή ολοκληρωμένων στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων με οικονομικά μέσα όπως οι φόροι υγειονομικής ταφής.
- ✓ Επιβολή περιορισμών υγειονομικής ταφής/αποτέφρωσης και κανονισμών για τις επικίνδυνες ουσίες.
- ✓ Διάθεση χώρου για εγκαταστάσεις αποθήκευσης/ανακύκλωσης ΑΕΚΚ μέσω πολεοδομικού σχεδιασμού.
- ✓ Ευαισθητοποίηση, παροχή κατάρτισης και ανάπτυξη δεξιοτήτων για πρακτικές κυκλικής κατασκευής.
- ✓ Δώστε το παράδειγμα μέσω κριτηρίων πράσινων δημόσιων συμβάσεων για κατασκευαστικά έργα.

Ο πίνακας 13 συνοψίζει τις τρέχουσες οδούς επεξεργασίας στην ΕΕ. Το συνολικό ποσοστό ανάκτησης ΑΕΚΚ (με βάση το κλάσμα ορυκτών αποβλήτων), όπως αναφέρεται στην Eurostat (env_wastrt) για την επίτευξη του στόχου ανάκτησης ΑΕΚΚ της ΟΠ, παρουσιάζεται στον πίνακα 14. Κυμαίνεται από 63 % για τη Φινλανδία έως 100 % για τη Μάλτα, την Ελλάδα και τις Κάτω Χώρες, και ισούται κατά μέσο όρο με 89 % για την ΕΕ το 2020.

Πίνακας 13: Επισκόπηση των τρεχουσών οδών επεξεργασίας για μεμονωμένα κλάσματα υλικών ΑΕΚΚ στην ΕΕ με βάση τα δεδομένα που υποβάλλουν τα κράτη μέλη και τη διαθέσιμη βιβλιογραφία. Οι τιμές στρογγυλοποιούνται.

Κλάσμα υλικού	Προετοιμασία για επαναχρησιμο- ποίηση	Ανακύκλωση	Επίχωση	Αποτέφρωση	Υγειονομική ταφή
Ορυκτό κλάσμα					
Σκυρόδεμα	0%	79%	10%	0%	11%
Τούβλα	0%	79%	10%	0%	11%
Κεραμικά και πλακάκια	0%	79%	10%	0%	11%
Μονωτικό υλικό	0%	2%	0%	0%	98%
Γύψος	0%	10%	0%	0%	90%
Μέταλλα					
Αλουμίνιο	10%	84%	0%	0%	6%
Χάλυβας	10%	84%	0%	0%	6%
Πλαστική ύλη					
PVC	0%	30%	0%	12%	58%
ΕΕΠ	0%	10%	0%	66%	24%
Ξύλο	0%	30%	0%	64%	6%
Γυαλί	0%	6% ⁽¹⁾	24% ⁽²⁾	0%	70%
Απόβλητα εδάφους	0%	35%	40%	0%	25%
Λάφυρα βυθοκόρησης	0%	8%	4%	0%	88%

Πίνακας 14: Συνολικό ποσοστό ανάκτησης ΑΕΚΚ σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ (σε %): ΝΑ: Μη διαθέσιμο.

	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Ευρωπαϊκή Ένωση - 27 χώρες (από το 2020)	μ.δ.	μ.δ.	87	87	88	89
Βέλγιο	17	18	32	95	97	99
Βουλγαρία	62	12	96	90	24	96
Τσεχία	91	91	90	92	μ.δ.	96
Δανία	μ.δ.	91	92	90	97	97
Γερμανία	95	94	μ.δ.	μ.δ.	93	94
Εσθονία	96	96	98	97	95	93
Ιρλανδία	97	100	100	96	100	μ.δ.
Ελλάδα	0	0	0	88	97	100
Ισπανία	65	84	70	79	75	73
Γαλλία	66	66	71	71	73	74
Κροατία	2	51	69	76	78	89
Ιταλία	97	97	97	98	98	98
Κύπρος	0	60	38	57	64	79
Λετονία	μ.δ.	μ.δ.	92	98	97	99
Λιθουανία	73	88	92	97	99	98
Λουξεμβούργο	98	99	98	100	98	99
Ουγγαρία	61	75	86	99	99	98
Μάλτα	16	100	100	100	100	100
Ολλανδία	100	100	100	100	100	100

Αυστρία	92	92	94	88	90	91
Πολωνία	93	92	96	91	84	74
Πορτογαλία	58	84	95	97	93	95
Ρουμανία	47	67	65	85	74	88
Σλοβενία	94	92	98	98	98	97
Σλοβακία	μ.δ.	μ.δ.	54	54	51	81
Φινλανδία	5	12	83	87	74	63
Σουηδία	78	81	55	61	90	74

Πηγή: (Eurostat; env_wastrt; CEI, «Δείκτης κυκλικής οικονομίας WM_040», πρόσβαση Μάιος 2023).

Κατά γενική εκτίμηση ετησίως στην Ελλάδα απορρίπτονται ανεξέλεγκτα 7 εκατ. τόνοι αδρανών υλικών, οι οποίοι πέρα από το γεγονός ότι ρυπαίνουν αισθητικά το περιβάλλον, ρυπαίνουν τα υπόγεια ύδατα, το έδαφος και φυσικά την ατμόσφαιρα. Η Ελληνική νομοθεσία καθιστά υποχρεωτική την ανακύκλωση του 70% των υλικών. Ο νόμος 4042 του 2012 καθιστά ως μοναδικό υπεύθυνο της διαχείρισης των ΑΕΚΚ, τον παραγωγό τους. Στο πλαίσιο αυτό έχει τεθεί σε εφαρμογή από την πολιτεία το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων (ΕΠΠΔΑ). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα στοχεύει να κάνει πιο κυκλικούς τόσο τον σχεδιασμό, όσο και την κατασκευή κτηρίων και έργων υποδομής. Μέσω της ενσωμάτωσης του «έξυπνου» σχεδιασμού κτηρίων στα υπό κατασκευή όπως και στα υπό ανακαίνιση κτήρια, στοχεύει στην επίτευξη της παράτασης της διάρκειας ζωής τους, όπως και στην προσαρμοστικότητα αυτών στις αλλαγές. Παράλληλα, θα πρέπει τα προς χρήση υλικά να επιλέγονται με γνώμονα της περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, καθώς και την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης τους.

Ο υπεύθυνος μηχανικός κατά την έκδοση της άδειας δόμησης ή κατεδάφισης καθίσταται υπεύθυνος για την υποβολή στην πολεοδομία Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων, για την διασφάλιση δε της εκπλήρωσης αυτού υποχρεούται στην παράλληλη υποβολή εγγυητικής επιστολής αναγνωρισμένης τράπεζας. Ο δε διαχειριστής υποχρεούται εντός προθεσμίας 30 ημερών, από το πέρας των εργασιών διαχείρισης των ΑΕΚΚ να καταθέσει στην πολεοδομία βεβαίωση παραλαβής αυτών, από εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης.

Οι ρυθμίσεις για την διαχείριση των οικοδομικών αποβλήτων αφορούν τις εξής περιπτώσεις:

- ✚ Προκειμένου για την χορήγηση άδειας εργασιών κατεδάφισης κατασκευών ή κτηρίων τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως επικινδύνως ετοιμόρροπα.

- ✚ Προκειμένου για εργασίες κατεδάφισης-αποκατάστασης κατασκευών ή κτηρίων τα οποία έχουν κριθεί ως οριστικά αυθαίρετα.
- ✚ Προκειμένου για αφαιρετά κτίσματα τα οποία έχουν υπαχθεί σε κάποιο νόμο αυθαιρέτων και για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης διευθέτησης είναι απαραίτητη η έκδοση άδειας νομιμοποίησης ή κατεδάφισης.

Ο νέος δε περιβαλλοντικός νόμος 4936 του 2022 επιβάλλει την υποχρέωση διαχείρισης των μπάζων και για την έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας. Μετά το πέρας των οικοδομικών εργασιών, ακολουθεί η έκδοση του πιστοποιητικού ελέγχου κατασκευής, με προαπαιτούμενη την βεβαίωση παραλαβής των αποβλήτων από εγκεκριμένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης ώστε το πέρας των οικοδομικών δραστηριοτήτων να σηματοδοτεί την ολοκλήρωση της διαχείρισης των αποβλήτων κατά τα οριζόμενα από την εθνική νομοθεσία.



Εικόνα 2: Εργασίες ανέγερσης οικοδομής

Παράλληλα, στο πλαίσιο αντιμετώπισης του περιβαλλοντικού εγκλήματος αποβλήτων, υλοποιείται από τις αρχές του 2021 στην Ελλάδα το συγχρηματοδοτούμενο έργο *LIFE PROWhIBIT* στόχος του οποίου είναι, μέσω «έξυπνων» επιθεωρήσεων η πρόληψη, ο εντοπισμός καθώς και η αποτροπή του περιβαλλοντικού εγκλήματος αποβλήτων. Το συγκεκριμένο έργο συγχρηματοδοτείται από το πρόγραμμα LIFE, το οποίο αποτελεί το κυριότερο χρηματοδοτικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον και το κλίμα, με τη διάθεση 5,4 δις.€ για την περίοδο 2021-2027. Φορείς υλοποίησης του είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας με ρόλο τον συντονισμό του έργου, το πράσινο ταμείο και το IMPEL (European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law).

Τα κύρια αναμενόμενα αποτελέσματα του έργου *LIFE PROWhIBIT* είναι τα κάτωθι:

- Τόσο η ανάπτυξη όσο και η εφαρμογή εθνικής στρατηγικής με στόχο την καταπολέμηση του περιβαλλοντικού εγκλήματος αποβλήτων στην Ελλάδα.
- Η ανάπτυξη πλήρους ψηφιακής πλατφόρμας αναφορικά με τη διαχείριση σχετικών υποθέσεων (π.χ. επιχειρηματικές δραστηριότητες χωρίς την σχετική περιβαλλοντική έγκριση των αρμοδίων αρχών, χρήση παράνομων χωματερών).
- Μέσω αυτού του προγράμματος επιχειρείται να επιτευχθεί η αφύπνιση του κοινού και η συνειδητοποίηση ότι η ακατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να έχει ολέθριες συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία καθώς και για το κλίμα του πλανήτη μας.

Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας

4.1. Εισαγωγή

Ο κατασκευαστικός κλάδος δεν θεωρείται μόνο ο σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλλει στα απόβλητα, αλλά και η κύρια αιτία ρύπανσης του περιβάλλοντος (Menegaki and Damigos, 2018). Στις ΗΠΑ, τα απόβλητα ΑΕΚΚ αντιπροσωπεύουν περίπου το 67% (534 εκατομμύρια τόνοι) στερεών αποβλήτων. Στην ΕΕ, το ποσοστό ήταν 36 % (924 εκατομμύρια τόνοι) το 2016 (Lopez Ruiz et al., 2020). Η διαχείριση μιας τόσο τεράστιας ποσότητας αποβλήτων ΑΕΚΚ έχει καταστεί επείγον ζήτημα που αντιμετωπίζουν οι παγκόσμιες οικονομίες. Στην Ελλάδα ένα ποσοστό 80% καταλήγει στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ).

Στην παρούσα εργασία, πρέπει να τονιστεί, η συλλογή στοιχείων έγινε μέσω αναζήτησης σε ιστότοπους εγχώριων και διεθνών οργανισμών, των οποίων αντικείμενο αποτελεί ο κατασκευαστικός τομέας καθώς και ο τομέας διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Αυτοί απέτελεσαν δεξαμενή πληροφοριών και στατιστικών στοιχείων, τα οποία αντλήθηκαν από επιστημονικές δημοσιεύσεις και αποτελέσματα ερευνών, αναφορικά με την παραγωγή και διαχείριση των ΑΕΚΚ στο πλαίσιο της βιωσιμότητας, και για τα οποία γίνεται αναφορά στην βιβλιογραφία. Στην περίπτωση της Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας, πέραν της αναζήτησης σε ιστότοπους κύρια πηγή για την συλλογή στοιχείων, προκειμένου για την ολοκλήρωση της εργασίας απέτελεσε ο ΣΥΔΙΣΑ Μαγνησίας (Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων). Παράλληλα θα πρέπει να τονιστεί η άρνηση τοπικών φορέων (μεταξύ αυτών Περιφέρεια Θεσσαλίας), για την παροχή στοιχείων.

4.2. Π.Ε. Μαγνησίας

Ο νομός Μαγνησίας είναι ένας από τους 51 Νομούς της Ελλάδας. Από το 2011 και σύμφωνα με το πρόγραμμα Καλλικράτης έχει δασπαστεί σε δύο νέες Περιφερειακές Ενότητες: Π.Ε. Μαγνησίας και Π.Ε. Σποράδων. Έχει έκταση 2.636τ.χμ. και πληθυσμό, σύμφωνα με την απογραφή του 2021, 177.448 κατοίκους. Η Π.Ε. Μαγνησίας καταλαμβάνει το ανατολικότερο τμήμα της Περιφέρειας Θεσσαλίας με συνολική έκταση 2.364 τ.χμ. και αποτελείται από τους Δήμους Αλμυρού, Βόλου, Ζαγοράς, Μουρεσίου, Νοτίου Πηλίου και Ρήγα Φεραίου. Δεν περιλαμβάνει ωστόσο τις Σποράδες Νήσους οι οποίες συγκροτούν την Περιφερειακή Ενότητα Σποράδων με συνολική έκταση 276 τ.χμ.. Η πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας είναι η πόλη του Βόλου. Η μορφολογική κατανομή του εδάφους της είναι 45% ορεινές περιοχές, 25% ημιορεινές και 30% πεδινές εκτάσεις.



Εικόνα 3: Χάρτης Π.Ε. Μαγνησίας

4.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΗΤΡΩΟ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΗΜΑ)

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΗΜΑ

Το Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων (ΗΜΑ) είναι μια ηλεκτρονική υπηρεσία (4ου επιπέδου) που παρέχεται από το Υπουργείο και περιλαμβάνει την ηλεκτρονική εγγραφή των υπόχρεων φορέων (Επιχειρήσεις και Οργανισμοί) στο μητρώο και παράλληλα υποστηρίζει την καταχώριση των δραστηριοτήτων τους (Εγκαταστάσεις και δραστηριότητες Συλλογής-Μεταφοράς) σε συνδυασμό με τη δήλωση των αποβλήτων που διαχειρίζονται και των αδειών που τα τεκμηριώνουν. Καλύπτει επίσης την υποχρέωση για υποβολή της Έκθεσης Αποβλήτων σύμφωνα με τους νέους πίνακες που έχει καταρτίσει ομάδα εργασίας του ΥΠΕΝ. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα στους διαχειριστές του ΗΜΑ, να παράγουν αναφορές με επεξεργασία των στοιχείων που έχουν εισαχθεί στο πληροφοριακό σύστημα από τους υπόχρεους χρήστες.

ΧΡΗΣΤΕΣ

Ωφελοούμενοι χρήστες του ΗΜΑ είναι:

- Οι Επιχειρήσεις/Οργανισμοί που είναι εμπλεκόμενοι με την παραγωγή, ανάκτηση, διάθεση, αποθήκευση, συλλογή & μεταφορά αποβλήτων και ως υπόχρεοι: α) εμπίπτουν στις κατηγορίες Α και Β του κεφαλαίου Α του Ν.4014/2011, β) εκτελούν εργασίες συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων, καθώς και οι Δήμοι της χώρας.

- Οι Εγκαταστάσεις των Επιχειρήσεων/Οργανισμών που παράγουν¹ ή/και παραλαμβάνουν (επεξεργάζονται /αποθηκεύουν²) απόβλητα από τρίτους.
- Οι δραστηριότητες Συλλογής & Μεταφοράς αποβλήτων.

¹Είτε μόνο παράγουν είτε και εκτελούν εργασίες ανάκτησης / διάθεσης των αποβλήτων που παράγουν

²Εκτελούν εργασίες R13 /D15

Κατόπιν έρευνας στις καταχωρήσεις του HMA για τους Δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας, αναφορικά με την δήλωση των αποβλήτων που διαχειρίζονται, προέκυψε ότι ουδείς από τους πέντε Ηπειρωτικούς Δήμους του Νομού Μαγνησίας είχε υποβάλει στοιχεία, τόσο για το 2024 όσο και για παρελθόντα έτη, όπως φαίνεται κατωτέρω.

The screenshot shows the HMA website interface. On the left is a dark sidebar with the HMA logo and navigation links: 'Αρχική Σελίδα' (Home), 'Εργαλεία' (Tools), and 'Βιβλιοθήκη' (Library). The main content area has a search bar with 'Ετος Έκθεσης Αποβλήτων' set to '2024' and 'Δήμος' set to 'ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ'. Below the search bar is a list of EKA codes with their descriptions and production/transportation data. The results are empty, showing 'Αποτελέσματα αναζήτησης' and 'Κωδικοί EKA' with columns for 'Παραγωγή (tn)' and 'Συλλογή & Μεταφορά (tn)'. The results show 'δεν υπάρχουν δεδομένα' (no data available).

Εικόνα 4: Αποτέλεσμα αναζήτησης υποβολής στοιχείων στο HMA από τους Δήμους βόλου και Αλμυρού.

Τα δεδομένα σχετικά με την παραγωγή και την επεξεργασία των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα συλλέγονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ) μέσω ερευνών και συμπληρώνονται με εκτιμήσεις προκειμένου να καλυφθούν κενά δεδομένων ή/και δεδομένα χαμηλής ποιότητας. Ωστόσο, τα επίσημα στοιχεία δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική κατάσταση στην Ελλάδα, καθώς μέχρι πρόσφατα, σύμφωνα με το νέο ΠΔΣΑ (Πρόγραμμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων), υπήρχε σημαντική έλλειψη στοιχείων σχετικά με τις καταγεγραμμένες ποσότητες ΑΕΚΚ λόγω της απουσίας υποχρέωσης αναφοράς από τις γεννήτριες ΑΕΚΚ και από τις εργασίες επεξεργασίας. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω ερευνών είχαν μόνο μερικό και εθελοντικό χαρακτήρα.

Από τότε που ξεκίνησε η δημιουργία συστημάτων διαχείρισης ΑΕΚΚ το 2011, υπήρξε η ελπίδα ότι η ποιότητα των υποβαλλόμενων δεδομένων θα βελτιωθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο, τα συστήματα διαχείρισης των ΑΕΚΚ που έχουν πιστοποιηθεί από τις αρμόδιες αρχές και έχουν ήδη αρχίσει να λειτουργούν δεν καλύπτουν ολόκληρη την ελληνική επικράτεια και το 40% περίπου των ΑΕΚΚ που παράγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία θα παραμείνουν αδήλωτα στο βραχυπρόθεσμο μέλλον.

Τα στοιχεία υποβάλλονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία κάθε δύο χρόνια σύμφωνα με τον κανονισμό για τις στατιστικές αποβλήτων (2150/2002/ΕΚ). Ωστόσο, εκτιμήσεις δεδομένων είναι επίσης διαθέσιμες για άνισα έτη (π.χ. 2011), όπως παρουσιάζονται στην αρχική κατάσταση του νέου ΠΔΣΑ. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τα ζυγά και άνισα έτη είναι η ίδια και ακολουθεί τη μεθοδολογία της Eurostat για τις στατιστικές αποβλήτων.

Οι στατιστικές για τα ΑΕΚΚ εστιάζονται στον κατασκευαστικό τομέα και σε άλλους τομείς των οποίων οι εργασίες παραγωγής και επεξεργασίας αποβλήτων παρακολουθούνται στενά,

όπως ο μεταποιητικός τομέας και ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου. Τα απόβλητα ανακαίνισης από νοικοκυριά είναι πολύ απίθανο να ληφθούν υπόψη, δεδομένου ότι ο προορισμός αυτών των αποβλήτων είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστος και τις περισσότερες φορές απορροφώνται από τους δήμους και διατίθενται μαζί με τα αστικά στερεά απόβλητα. Επιπλέον, δεν είναι δυνατόν να γίνει διάκριση μεταξύ αποβλήτων που προέρχονται από δραστηριότητες κατασκευής, κατεδάφισης ή ανακαίνισης.

Η μόνη επίσημη πηγή δεδομένων ΑΕΚΚ, η οποία διατηρεί συνεπείς χρονοσειρές, είναι η Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ). Η ΕΛΣΤΑΤ υποβάλλει εκθέσεις στη Eurostat και ως εκ τούτου τα στοιχεία στη βάση δεδομένων της Eurostat είναι τα ίδια (σύμφωνα με τον κανονισμό 2150/2002/ΕΚ για τις στατιστικές αποβλήτων) με τα στοιχεία που βρίσκονται στη βάση δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ, αν και η τελευταία δεν επικαιροποιείται.

4.4. ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ (ΣΥΔΙΣΑ)

Ο Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Μαγνησίας (ΣΥ.ΔΙ.ΣΑ) δημιουργήθηκε με σκοπό την διάθεση και αξιοποίηση των απορριμμάτων των δήμων που ανήκουν στον Νομό Μαγνησίας, Κοινότητες, ΝΠΔΔ και ΝΠΙΔ των ΟΤΑ πρώτου βαθμού, Συνδέσμους Δήμων και Κοινοτήτων, συμπολιτείες και κάθε μορφής διαδημοτικές συνεργασίες.

Η έρευνα-προγραμματισμός-υλοποίηση και διαχείριση προγραμμάτων γίνεται για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και πρωτοβουλιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης της περιοχής που καλύπτουν οι ΟΤΑ του Ν. Μαγνησίας.

Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, τεχνογνωσίας και τεχνική υποστήριξη των φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Η διενέργεια κάθε πράξης και η ανάληψη κάθε δραστηριότητας η ενέργειας, που σχετίζεται άμεσα ή έμμεσα με τους παραπάνω σκοπούς του Συνδέσμου, είτε τα αρμόδια όργανα του κρίνουν ότι είναι η μπορεί να είναι ωφέλιμη για την υλοποίηση του σκοπού του.

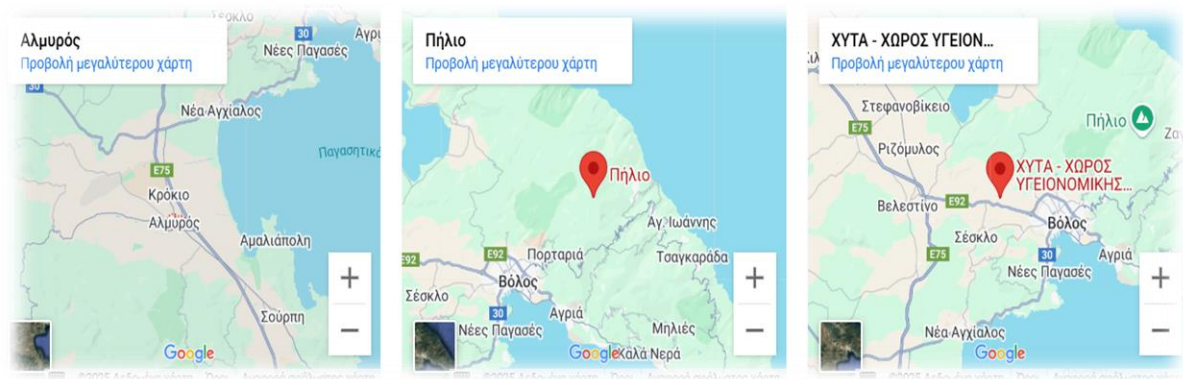
Ο Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α) Νομού Μαγνησίας περιλαμβάνει τους Δήμους: (Βόλου, Ρήγα Φεραίου, Νοτίου Πηλίου, Ζαγοράς – Μουρεσίου, Αλμυρού, των Στρατώνων της περιοχής, των βιομηχανιών, βιοτεχνιών, συνεργείων, γεωργικών συνεταιρισμών, Τελωνείου και ιδιωτών γενικά, της λάσπης βιολογικών καθαρισμών (ΔΕΥΑΜΒ, ΔΕΥΑ Αλμυρού, Πτελεού, Σούρης, ιδιωτών κτλ.).

Ως Χ.Υ.Τ.Α ορίζεται ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, των πάσης φύσεως μη επικίνδυνων οικιακών και προσομοιωμένων προς αυτά στερεών αποβλήτων με την προϋπόθεση τα εισερχόμενα απορρίμματα να είναι στερεά αστικά μη επικίνδυνα, οποιουδήποτε Δήμου ή Κοινότητας, φυσικού ή Νομικού Προσώπου που θέλει να κάνει χρήση του χώρου, εφόσον έχει την έγκριση του ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α.

ΧΥΤΑ ΒΟΛΟΥ

Σ.Μ.Α ΑΛΜΥΡΟΥ

ΧΥΤΑ Ν.ΠΗΛΙΟΥ



Εικόνα 5: Εγκαταστάσεις ΣΥΔΙΣΑ Μαγνησίας.

Κατόπιν υποβολής αιτήματος στον ΣΥΔΙΣΑ Μαγνησίας προκειμένου για την παροχή στοιχείων, αναφορικά με την δήλωση των αποβλήτων που διαχειρίζεται, προέκυψε ότι το μόνο νομικό πρόσωπο που υποβάλει τα ως άνω στοιχεία στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων είναι η **Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Βόλου**, καταχωρίσεις της οποίας και μας χορηγήθηκαν, τόσο για εργασίες ανάκτησης όσο και εργασίες αποθήκευσης αποβλήτων. Τα στοιχεία που χορηγήθηκαν σχετικά με την παραλαβή/αποθήκευση αποβλήτων είναι τα ακόλουθα:

Για το έτος 2017:

Προεπισκόπηση

2555-3-3

Παραγωγή αποβλήτων

Ανάκτηση/ διάθεση αποβλήτων εκτός της εγκατάστασης

Πίνακας 15: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2017

Α.Μ. Κίνηση ς	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτο υ	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία 1 ^{ης} εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
788254	20 02 02	3.284,779	MAMALIS SPYROS	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	-	D1*
788137	17 05 04	2.273,085	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	-	D1
788176	17 05 04	6.403,275	ΛΕΩΝ ΑΝΩΝΥΜ Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	-	D1
788193	20 02 01	3,435	Αθανάσιος Λακμέτας- Γκανέτσος	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	-	D1

*D1: Απόθεση επάνω ή μέσα στο έδαφος (εργασία διάθεσης)

Για το έτος 2018:

Προεπισκόπηση

2555-3-4

Παραγωγή αποβλήτων

Πίνακας 16: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2018

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία 1 ^{ης} εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
109869 2	17 01 01	317,612	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5*	-
109866 1	17 03 02	1.642, 107	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5	-
109863 3	17 05 04	2.866,344	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5	-
109860 4	17 01 07	138,120	Γεώργιος Τσουμπέ- κος	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5	-
109856 5	17 03 02	281,507	Γεώργιος Τσουμπέ- κος	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5	-
109852 8	17 05 04	45,750	Γεώργιος Τσουμπέ- κος	Β.ΑΠ.ΚΑΙ.Κ .Ε.	R5	-

109810 8	17 05 04	273,920	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
109808 5	17 05 04	1.302,465	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνη- το - Φορτηγό – Μη Επικίνδυν α	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
109803 7	17 05 04	5.669,293	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-

Για το έτος 2019:

Προεπισκόπηση

2555-3-5

Παραγωγή αποβλήτων

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων εκτός της Εγκατάστασης

Πίνακας 17: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2019

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία πρώτης εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
149187 4	17 09 04	7,600	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνη- το – φορτηγό- Μη επικίνδυνα	Κ.&Β. Νταόπουλος & ΣΙΑ Α.Β.Ε. Α.Ε.	R5	-
149185 8	17 03 02	1.957,530	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνη- το – φορτηγό- Μη επικίνδυνα	Κ.&Β. Νταόπουλος & ΣΙΑ Α.Β.Ε. Α.Ε.	R5	-
149035 2	17 05 04	35,431	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-
143499 7	17 01 01	168,447	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-
143499 6	17 03 02	1.282,196	ΕΝΙΠΕΑΣ	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-

			ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία			
143499 5	17 03 02	195,460	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-
143499 4	17 01 01	65,312	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-
143499 3	17 03 02	419,950	ΚΑΘΑΡΙΟ Σ Α.Τ.Ε.Β.Ε	Β.ΑΠ.ΚΑΙ Ι.Κ.Ε.	R5	-
143499 2	17 05 04	104,086	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
143499 1	17 05 04	2.422,817	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνη- το – φορτηγό- Μη επικίνδυνα	Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
143499 0	17 05 04	11.239,71 3	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική εμπορική βιομηχανι- κή εταιρία	Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-

Για το έτος 2020:

Προεπισκόπηση

2555-3-6

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων εκτός της Εγκατάστασης

Πίνακας 18: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2020

A.M. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριότητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία πρώτης εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
171289 6	17 01 01	453,000	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρεία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας I.K.E	R5	-
171289 1	17 03 02	573,500	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρεία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας I.K.E	R5	-
169510 1	17 05 04	8.296,459	ΧΩΜΑΤΟ- ΔΟΜΗ I.K.E	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
169508 6	17 05 04	3.820,190	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρεία	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
169507 2	17 05 04	544,323	Σταύρος Κάλλης αυτοκίνη- το-φορτηγό	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
169504 4	17 05 04	883,204	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική βιομηχανι- κή εταιρία	X.Y.T.A. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
167191 6	17 03 02	6.254,999	Σταύρος Κάλλης αυτοκίνη- το- φορτηγό-	B.ΑΠ.ΚΑ I.K.E.	R5	-

			Μη επικίνδυνα			
167194 9	17 01 01	945,595	ΧΩΜΑΤΟ- ΔΟΜΙΚΗ Ι.Κ.Ε	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167228 6	17 03 02	174,029	Σταύρος Κάλλης αυτοκίνη- το- φορτηγό- Μη επικίνδυνα	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167201 4	17 01 01	691,837	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167197 2	17 05 04	1.704,146	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167196 7	17 03 02	776,359	ΛΕΩΝ ανώνυμη τεχνική εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167196 3	17 05 04	610,753	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167195 7	17 03 02	647,066	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167195 4	17 01 01	105,340	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167193 0	17 05 04	4.841,971	ΧΩΜΑΤΟ- ΔΟΜΙΚΗ Ι.Κ.Ε	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167192 0	17 03 02	821,772	ΧΩΜΑΤΟ- ΔΟΜΙΚΗ Ι.Κ.Ε	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167190 8	17 03 02	18,619	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική βιομηχανι- κή εταιρία	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
167190 6	17 01 01	287,147	ΕΝΙΠΕΑΣ ανώνυμη τεχνική	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-

167190 4	17 03 02	134,806	βιομηχανική εταιρία Καθάριος Α.Τ.Ε.Β.Ε.	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
-------------	----------	---------	---	-------------------	----	---

Για το έτος 2021:

Προεπισκόπηση

2555-3-7

Παραγωγή αποβλήτων

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων εκτός της εγκατάστασης

Πίνακας 19: Στοιχεί μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2021

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία πρώτης εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
209302 6	17 05 04	9.222,050	Τσίρος Απόστολος Μη επικίνδυνα	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10**	-
209292 6	17 05 04	9.698,370	Τσίρος- Διονύσης συνιδιοκτη- σία- Μη επικίνδυνα	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
209280 0	17 05 04	10.104,610	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
209286 9	17 05 04	125,600	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ	R5	-
205647 3	17 03 02	651,600	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
205645 0	17 01 01	252,920	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
205642 1	17 01 01	498,190	ΧΟΜΑΤΟ- ΔΟΜΗ Ι.Κ.Ε.	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
205634 9	17 05 04	1.522,700	ΧΟΜΑΤΟ- ΔΟΜΗ Ι.Κ.Ε.	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-

205628 8	17 03 02	224,860	ΧΟΜΑΤΟ- ΔΟΜΗ Ι.Κ.Ε.	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
205624 3	17 03 02	7.467,330	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο - Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
205616 1	17 03 02	405,650	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο - Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R13	-
205608 5	17 03 02	3.145,420	Καθάριος Α.Τ.Ε.Β.Ε.	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-

Για το έτος 2022:

Προεπισκόπηση

2555-3-8

Παραγωγή αποβλήτων

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων εκτός της Εγκατάστασης

Πίνακας 20: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2022

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία πρώτης εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
236827 7	17 05 04	25.115,790	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
236827 4	17 05 06	3.192,620	TESLA ENERGY	Β.ΑΠ.ΚΑ. Ι.Κ.Ε.	R5	-
236826 9	17 03 02	630,540	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ. Ι.Κ.Ε.	R5	-
236826 8	17 01 01	215,240	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ. Ι.Κ.Ε.	R5	-
236826 6	17 03 02	5.494,060	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Β.ΑΠ.ΚΑ. Ι.Κ.Ε.	R5	-
225976 3	17 05 04	10.361,850	ΤΣΙΡΟΣ- Διονύση Συνιδιοκτη- σία	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
225976 1	17 05 04	7.666,410	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
225975 9	17 05 04	13.187,620	ΛΕΩΝ Ανώνυμη	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-

			Τεχνική Εταιρία			
225975 7	17 03 02	4.250,900	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας I.K.E	R5	-
225975 4	17 01 01	314,420	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας I.K.E	R5	-

Για το έτος 2023:

Προεπισκόπηση

2555-3-9

Παραγωγή αποβλήτων

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων εκτός της Εγκατάστασης

Πίνακας 21: Στοιχεία μητρώου παραγωγής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2023

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία πρώτης εγκατάστασης παραλαβής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
293309 8	17 05 04	4.470,600	TESLA ENERGY	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
293308 5	17 05 04	2.999,700	TESLA ENERGY	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R10	-
276296 9	17 05 06	210,080	TESLA ENERGY	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
276303 6	17 05 04	22.007,970	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
276299 7	17 03 02	63,440	ΤΡΥΠΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Συλλογή Μεταφορά	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
276299 2	17 05 06	174,380	ΤΡΥΠΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Συλλογή Μεταφορά	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
276298 3	17 05 06	13,360	ΤΡΥΠΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Συλλογή Μεταφορά	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R13	-
276295 4	17 03 02	630,140	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
276294 1	17 01 01	14,340	ΑΦΟΙ ΧΡ. ΠΑΣΙΑ ΟΕ	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-

276288 0	17 03 02	4.425,260	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Β.ΑΠ.ΚΑ Ι.Κ.Ε.	R5	-
276284 6	17 05 04	1.369,650	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
276282 8	17 05 04	3.509,960	ΤΣΙΡΟΣ- Διονύση Συνιδιοκτη- σία	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
276281 0	17 05 04	382,410	Τσίρος Απόστολος	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
276277 1	17 05 04	11.147,810	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ	R5	-
276272 4	17 05 04	322,400	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας Ι.Κ.Ε.	R5	-
276270 7	17 01 01	371,200	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας Ι.Κ.Ε.	R5	-
276268 5	17 01 01	1.445,460	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας Ι.Κ.Ε.	R5	-
276265 9	17 03 02	1.723,740	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Ανακύκλωση Αδρανών Μαγνησίας Ι.Κ.Ε.	R5	-

Αναφορικά δε με εργασίες ανάκτησης αποβλήτων χορηγήθηκαν τα κατωτέρω στοιχεία.

Για το έτος 2021:

Προεπισκόπηση

2555-4-7

Παραλαβή αποβλήτων (ανάκτηση ή διάθεση πλην αποθήκευσης)

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων τρίτων εντός της εγκατάστασης

Πίνακας 22: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2021

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία εγκατάστασης παραγωγής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
211651 6	17 05 04	9.222,050	Τσίρος Απόστολος Μη Επικίνδυνα	Δ/νη Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νη Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
211649 4	17 05 04	9.698,370	ΤΣΙΡΟΣ- Διονύση Συνιδιοκτη- σία - Μη Επικίνδυνα	Δ/νη Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νη Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
211646 1	17 05 04	10.104,610	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Δ/νη Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νη Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-

Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση	Ποσότητα αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση (t)
-	-
-	-
-	-

Για το έτος 2022:

Προεπισκόπηση

2555-4-8

Παραλαβή αποβλήτων (ανάκτηση ή διάθεση πλην αποθήκευσης)

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων τρίτων εντός της εγκατάστασης

Πίνακας 23: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2022

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία εγκατάστασης παραγωγής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
236828 1	17 05 04	25.115,790	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορητό- Μη Επικίνδυνα	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R5	-
225976 8	17 05 04	10.361,850	ΤΣΙΡΟΣ- Διονύση Συνιδιοκτη- σία	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
225976 6	17 05 04	7.666,410	Τσίρος Απόστολος	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
225976 5	17 05 04	13.187,620	ΛΕΩΝ Ανώνυμη	Δ/νση Λειτουργίας &	R10	-

Τεχνική Συντήρησης
Εταιρία Υποδομών,

Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση	Ποσότητα αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση (t)
-	-
-	-
-	-

Για το έτος 2023:

Προεπισκόπηση

2555-4-9

Παραλαβή αποβλήτων (ανάκτηση ή διάθεση πλην αποθήκευσης)

Ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων τρίτων εντός της εγκατάστασης

Πίνακας 24: Στοιχεία μητρώου παραλαβής ΑΕΚΚ ΣΥΔΙΣΑ 2023

Α.Μ. κίνησης	Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου	Ποσότητα αποβλήτου (t)	Στοιχεία δραστηριό- τητας συλλογής και μεταφοράς αποβλήτου	Στοιχεία εγκατάστασης παραγωγής/ αποθήκευσης αποβλήτου	Εργασία ανάκτησης αποβλήτου	Εργασία διάθεσης αποβλήτου
293326 5	17 05 04	4.470,600	TESLA ENERGY	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
293317 8	17 05 04	2.999,700	TESLA ENERGY	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R10	-
276346 5	17 05 04	22.007,970	Σταύρος Κάλλης Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Δ/νση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/νση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R5	-
276344 7	17 05 04	1.369,650	Σταύρος Κάλλης	Δ/νση Λειτουργίας &	R5	-

			Αυτοκίνητο -Φορτηγό- Μη Επικίνδυνα	Συντήρησης Υποδομών, Δ/ση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών		
276343 2	17 05 04	3.509,960	ΤΣΙΡΟΣ- Διονύση Συνιδιοκτη- σία	Δ/ση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/ση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R5	-
276341 9	17 05 04	382,410	Τσίρος Απόστολος	Δ/ση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/ση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R5	-
276339 9	17 05 04	11.147,810	ΛΕΩΝ Ανώνυμη Τεχνική Εταιρία	Δ/ση Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομών, Δ/ση Προγραμμα- τισμού & Νέων Υποδομών	R5	-

Κωδικός ΕΚΑ αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση	Ποσότητα αποβλήτου μετά την ανάκτηση/ διάθεση (t)
-	-
-	-
-	-

*R5 : Αναγέννηση οξέων ή βάσεων (εργασία αξιοποίησης)

**R10: Διασπορά στο έδαφος (εργασία αξιοποίησης)

4.5. ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με την υπ' αριθ. ΕΣ 17199/8.8.1979 απόφαση του Νομάρχη Μαγνησίας «Περί συστάσεως Συνδέσμου των Δήμων Βόλου και Ν. Ιωνίας με σκοπό την διάθεση και αξιοποίηση των απορριμμάτων αυτών», έχουμε την σύσταση του συνδέσμου διαθέσεων απορριμμάτων Δήμων Βόλου-Νέας Ιωνίας. Ακολουθεί η υπ' αριθμ. 7608/3.5.1985 (ΦΕΚ Β/319/24.5.1985) απόφαση του Νομάρχη Μαγνησίας «Περί παράτασης της διάρκειας του Συνδέσμου Διαθέσεως Απορριμμάτων Δήμων Βόλου και Ν. Ιωνίας για τριάντα πέντε (35) χρόνια από της συστάσεώς του.

Εν συνεχεία με την Αριθμ. 9782/31-07-2007/(ΦΕΚ 1629/Β)Απόφαση Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Θεσσαλίας αποφασίζονται τα κατωτέρω «τροποποιούμε την υπ' αριθμ. 17199/8.8.1979 απόφαση του Νομάρχη Μαγνησίας, με την οποία συστήθηκε ο «Σύνδεσμος Διαθέσεως Απορριμμάτων Πολεοδομικού Συγκροτήματος Βόλου», προκειμένου ο Σύνδεσμος να είναι ο Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του Νομού Μαγνησίας, ως εξής:

1. Καθορισμός επωνυμίας: Η επωνυμία του Συνδέσμου είναι η εξής: «Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας» και συντομογραφικά «ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α. Ν. Μαγνησίας».
2. Σκοποί του Συνδέσμου είναι, πλέον των ήδη προβλεπόμενων από την ισχύουσα συστατική πράξη:

α) Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων και η πραγματοποίηση έργων και δραστηριοτήτων που αναφέρονται στο σκοπό αυτό και ενδεικτικά η συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, προσωρινή αποθήκευση, αξιοποίηση, επεξεργασία και διάθεση, συμπεριλαμβανομένης και της εποπτείας των εργασιών αυτών καθώς και της μετέπειτα φροντίδας των χώρων διάθεσης.

β) Η έρευνα – προγραμματισμός – υλοποίηση και διαχείριση προγραμμάτων για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και πρωτοβουλιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης της περιοχής που καλύπτουν οι ΟΤΑ του Ν. Μαγνησίας.

γ) Η λειτουργία του ως φορέα διαχείρισης στερεών αποβλήτων και υλοποίησης έργων, μελετών και ενεργειών που προέρχονται από Δήμους, Κοινότητες, ΝΠΔΔ και ΝΠΙΔ των ΟΤΑ πρώτου βαθμού, Συνδέσμους Δήμων και Κοινοτήτων, συμπολιτείες και κάθε μορφής διαδημοτικές συνεργασίες, όπως ειδικότερα αναφέρεται στο αρθρ. 10 του ν. 3274/2004.

δ) Η προμήθεια του αναγκαίου εξοπλισμού για τη διεκπεραίωση των ανωτέρω.

ε) Η παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών και τεχνογνωσίας στα πλαίσια των παραπάνω αντικειμένων και η τεχνική υποστήριξη των φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης.

στ) Η διενέργεια κάθε πράξης και η ανάληψη κάθε δραστηριότητας ή ενέργειας, που είτε σχετίζεται άμεσα ή έμμεσα με τους παραπάνω σκοπούς του Συνδέσμου, είτε τα αρμόδια όργανα του κρίνουν ότι είναι ή μπορεί να είναι ωφέλιμη για την υλοποίηση του σκοπού του

Οι ανωτέρω σκοποί απαριθμούνται ενδεικτικά. Άλλωστε, όπως προαναφέρθηκε, οι σκοποί περιλαμβάνουν το σύνολο των στόχων και απαιτήσεων της υπ' αριθμ. 50910/2003 κοινή υπουργική απόφαση και του εγκεκριμένου ΠΕΣΔΑ, λαμβανομένων υπ' όψιν των απαιτήσεων των ειδικών όρων της εγκριτικής απόφασης του Ταμείου Συνοχής.

3. Η διάρκεια του ορίζεται στα 50 χρόνια από τη σύσταση, ήτοι έως 7.8.2029. Η ισχύουσα χρονική διάρκεια είναι 35ετής από τη σύσταση, ήτοι από 8.8.1979 και μέχρι 7.8.2014 (ΦΕΚ Β' 319/24.5.1985 για την τελευταία παράταση).
4. Έδρα η ισχύουσα, δηλαδή η πόλη του Βόλου.
5. Η ετήσια εισφορά των μελών του Συνδέσμου καθορίζεται, από 1.1.2008 στο ποσόν των 10 Ευρώ για κάθε απορριπτόμενο τόνο. Το ποσόν αυτό θα αναπροσαρμόζεται κάθε έτος, σύμφωνα με την συνταχθείσα τεchnικοοικονομική μελέτη και τα ετήσια οικονομικά απολογιστικά στοιχεία.
6. Μέλη του Συνδέσμου θα γίνουν όλοι οι λοιποί Δήμοι και Κοινότητες του Νομού Μαγνησίας, που θα υποβάλλουν σχετική αίτηση μετά από απόφαση των δημοτικών συμβουλίων τους και θα αποδέχονται τη συστατική πράξη του Συνδέσμου, όπως αυτή τροποποιείται και ισχύει (για την είσοδο και συμμετοχή των νέων μελών στο Σύνδεσμο απαιτείται απόλυτη πλειοψηφία του συνολικού αριθμού των μελών του Συνδέσμου, κατ' αρθρ. 245 παρ. 4 ν. 3463/2006). Μέλη του Συνδέσμου γίνονται υποχρεωτικά όλοι οι ΟΤΑ του Ν. Μαγνησίας, συμπεριλαμβανομένων και των νήσων.»

Σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου **4555/2018- Άρθρο 22** οι αρμοδιότητες των ΦΟΣΔΑ είναι οι ακόλουθες.

Αρμοδιότητες ΦΟΣΔΑ

1. Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦΟ.Δ.Σ.Α.) είναι αποκλειστικά αρμόδιοι για:

α. την κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων και σταθμών μεταφόρτωσης, σύμφωνα με το οικείο Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), πλην αυτών που υλοποιούνται από τους Ο.Τ.Α. α' βαθμού, σύμφωνα με το άρθρο 228. Είναι δυνατόν να μην γίνονται αποδεκτά απόβλητα, εξαιρουμένων των αστικών, τα οποία λόγω της σύνθεσης, του είδους ή της ποιότητας και ποσότητάς τους δεν καθιστούν, με τις υπάρχουσες δυνατότητες, εφικτή την επεξεργασία των αποβλήτων αυτών,

β. την υγειονομική ταφή της περ. δ' και τη λειτουργία χώρων της περ. ε' του άρθρου 2 της υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΔΑ/90439/1846/29.9.2021 κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Επενδύσεων, Υγείας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας και Εσωτερικών (Β' 4514) για τα αστικά απόβλητα, με δυνατότητα αποδοχής και λοιπών στερεών μη επικινδύνων, καθώς και επικινδύνων αποβλήτων,

γ. τη μηχανική βιολογική επεξεργασία σύμμεικτων αστικών αποβλήτων, της παρ. 5 του άρθρου 1 της υπ' αρ. 56366/4351/4.12.2014 κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Β' 3339),

δ. την παρακολούθηση και εξειδίκευση της υλοποίησης των στόχων και των δράσεων του Π.Ε.Σ.Δ.Α.,

ε. την εκπόνηση του επιχειρησιακού σχεδίου δράσης και τον προσδιορισμό της τιμολογιακής πολιτικής προς τους Ο.Τ.Α. α' βαθμού, σε ετήσια βάση σύμφωνα με την υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΔΑΠΠ/31606/930/8.4.2019 κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Β' 1277),

στ. τη συλλογή των στοιχείων που επιβάλλεται σε εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΚ) 2150/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Νοεμβρίου 2002 για τις στατιστικές των αποβλήτων (L 332) και την αποστολή αυτών στην αρμόδια υπηρεσία της Γενικής Γραμματείας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας,

ζ. από 1.1.2023, τη διενέργεια ανάλυσης της σύστασης των αστικών στερεών αποβλήτων ανά τριετία και την καταχώριση των σχετικών στοιχείων στην τυποποιημένη ηλεκτρονική φόρμα που τηρεί η Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Όπως τροποποιήθηκε με το [Άρθρο 36 Νόμος 4954/2022](#) με ισχύ την 9/7/2022

2. Αν λειτουργεί μόνο ένας ΦΟ.Δ.Σ.Α. του άρθρου 225 εντός των ορίων μίας περιφέρειας, αυτός έχει την αρμοδιότητα της εκπόνησης και υλοποίησης του Π.Ε.Σ.Δ.Α. της εν λόγω περιφέρειας. Αν λειτουργούν άνω του ενός ΦΟ.Δ.Σ.Α. εντός των ορίων μίας περιφέρειας, αυτοί έχουν από κοινού την αρμοδιότητα της υλοποίησης του Π.Ε.Σ.Δ.Α., ενώ την εκπόνηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α. αναλαμβάνει ένας εξ αυτών, κατόπιν προγραμματικής σύμβασης μεταξύ των εν λόγω ΦΟ.Δ.Σ.Α., η οποία υποχρεωτικώς συνάπτεται εντός προθεσμίας τριάντα (30) ημερών από την έναρξη ισχύος του παρόντος. Αν παρέλθει άπρακτη η ανωτέρω προθεσμία, ο αρμόδιος ΦΟ.Δ.Σ.Α. επιλέγεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Όπως τροποποιήθηκε με το [Άρθρο 36 Νόμος 4954/2022](#) με ισχύ την 9/7/2022

Κατά το άρθρο 36 του νόμου 4954/2022 οι αρμοδιότητες των ΦΟΔΣΑ τροποποιούνται και αναλύονται ως κατωτέρω.

Άρθρο 36-Αρμοδιότητες ΦΟ.Δ.Σ.Α. Τροποποίηση άρθρου 227 ν. 4555/2018

Στο άρθρο 227 του ν. 4555/2018 (Α' 133) επέρχονται οι εξής αλλαγές: α) η παρ. 1 αντικαθίσταται, β) στην παρ. 2 επέρχεται νομοτεχνική βελτίωση, μετά από τις λέξεις «της εν λόγω περιφέρειας» διαγράφονται οι λέξεις «, σύμφωνα με το άρθρο 35 του ν. 4042/2012»

και προστίθενται δεύτερο και τρίτο εδάφια, γ) προστίθενται παρ. 3 και 4 και το άρθρο 227 διαμορφώνεται ως εξής:

«Άρθρο 227 Αρμοδιότητες ΦΟ.Δ.Σ.Α.

1. Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦΟ.Δ.Σ.Α.) είναι αποκλειστικά αρμόδιοι για:

α. την κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων και σταθμών μεταφόρτωσης, σύμφωνα με το οικείο Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), πλην αυτών που υλοποιούνται από τους Ο.Τ.Α. α' βαθμού, σύμφωνα με το άρθρο 228. Είναι δυνατόν να μην γίνονται αποδεκτά απόβλητα, εξαιρουμένων των αστικών, τα οποία λόγω της σύνθεσης, του είδους ή της ποιότητας και ποσότητάς τους δεν καθιστούν, με τις υπάρχουσες δυνατότητες, εφικτή την επεξεργασία των αποβλήτων αυτών,

β. την υγειονομική ταφή της περ. δ' και τη λειτουργία χώρων της περ. ε' του άρθρου 2 της υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΔΑ/90439/1846/29.9.2021 κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Επενδύσεων, Υγείας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας και Εσωτερικών (Β' 4514) για τα αστικά απόβλητα, με δυνατότητα αποδοχής και λοιπών στερεών μη επικινδύνων, καθώς και επικινδύνων αποβλήτων,

γ. τη μηχανική βιολογική επεξεργασία σύμμεικτων αστικών αποβλήτων, της παρ. 5 του άρθρου 1 της υπ' αρ. 56366/4351/4.12.2014 κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Β' 3339),

δ. την παρακολούθηση και εξειδίκευση της υλοποίησης των στόχων και των δράσεων του Π.Ε.Σ.Δ.Α.,

ε. την εκπόνηση του επιχειρησιακού σχεδίου δράσης και τον προσδιορισμό της τιμολογιακής πολιτικής προς

τους Ο.Τ.Α. α' βαθμού, σε ετήσια βάση σύμφωνα με την υπό στοιχεία ΥΠΕΝ/ΔΔΑΠΠ/31606/930/8.4.2019 κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Β' 1277),

στ. τη συλλογή των στοιχείων που επιβάλλεται σε εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΚ) 2150/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Νοεμβρίου 2002 για τις στατιστικές των αποβλήτων (L 332) και την αποστολή αυτών στην αρμόδια υπηρεσία της Γενικής Γραμματείας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας,

ζ. από 1.1.2023, τη διενέργεια ανάλυσης της σύστασης των αστικών στερεών αποβλήτων ανά τριετία και την καταχώριση των σχετικών στοιχείων στην τυποποιημένη ηλεκτρονική φόρμα που τηρεί η Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

2. Αν λειτουργεί μόνο ένας ΦΟ.Δ.Σ.Α. του άρθρου 225 εντός των ορίων μίας περιφέρειας, αυτός έχει την αρμοδιότητα της εκπόνησης και υλοποίησης του Π.Ε.Σ.Δ.Α. της εν λόγω περιφέρειας. Αν λειτουργούν άνω του ενός ΦΟ.Δ.Σ.Α. εντός των ορίων μίας περιφέρειας, αυτοί έχουν από κοινού την αρμοδιότητα της υλοποίησης του Π.Ε.Σ.Δ.Α., ενώ την εκπόνηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α. αναλαμβάνει ένας εξ αυτών, κατόπιν προγραμματικής σύμβασης μεταξύ των εν λόγω ΦΟ.Δ.Σ.Α., η οποία υποχρεωτικώς συνάπτεται εντός προθεσμίας τριάντα (30) ημερών από την έναρξη ισχύος του παρόντος. Αν παρέλθει άπρακτη η ανωτέρω προθεσμία, ο αρμόδιος ΦΟ.Δ.Σ.Α. επιλέγεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

3. Τις ακόλουθες αρμοδιότητες δύνανται να τις ασκούν αυτοτελώς, τόσο οι ΦΟ.Δ.Σ.Α. όσο και οι Ο.Τ.Α.:

α. Υλοποίηση μέτρων και έργων που προωθούν την ιεράρχηση των δράσεων και των εργασιών διαχείρισης αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 του ν. 4819/2021 (Α' 129) και των προβλέψεων του Π.Ε.Σ.Δ.Α.,

β. εκπόνηση προγραμμάτων πρόληψης-μείωσης παραγωγής αποβλήτων,

γ. προετοιμασία των έργων και εκπόνηση των απαραίτητων μελετών, καθώς και υλοποίηση δράσεων για την επεξεργασία αποβλήτων της περιοχής ευθύνης τους σύμφωνα με το Π.Ε.Σ.Δ.Α. και υποβολή αιτήσεων σε επιχειρησιακά προγράμματα για χρηματοδότηση ως τελικός δικαιούχος,

δ. προώθηση δράσεων και υλοποίηση έργων που συμβάλλουν στην κυκλική οικονομία,

ε. καταχώριση των σχετικών στοιχείων στην τυποποιημένη ηλεκτρονική φόρμα που τηρεί η Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας,

στ. επίτευξη των ποσοτικών στόχων προετοιμασίας για την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση κατ' εφαρμογή του άρθρου 25 του ν. 4819/2021 και τις προβλέψεις του οικείου Π.Ε.Σ.Δ.Α., σε συνεργασία με τους οικείους Ο.Τ.Α. α' βαθμού.

4. Οι ΦΟ.Δ.Σ.Α. δύνανται να προβαίνουν: α. στη διαχείριση ιλύος αστικού τύπου, β. στην κατασκευή και λειτουργία πράσινων σημείων,

γ. στην υλοποίηση και λειτουργία Σταθμών Μεταφόρτωσης Αποβλήτων ανεξαρτήτως της κατάταξής τους στις κατηγορίες έργων και δραστηριοτήτων του ν. 4014/2011 (Α' 209),

δ. στην υλοποίηση και λειτουργία Κέντρων Δημιουργικής Επαναχρησιμοποίησης Υλικών (Κ.Δ.Ε.Υ.) του άρθρου 18 του ν. 4819/2021, ανεξαρτήτως δυναμικότητας,

ε. στην υλοποίηση και λειτουργία Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών.

στ. την επιστημονική και τεχνική υποστήριξη των Ο.Τ.Α. α' βαθμού στον σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη δημιουργία δράσεων και έργων,

ζ. την παροχή στους Ο.Τ.Α. α' βαθμού συνδρομής για την εξάλειψη του φαινομένου της ανεξέλεγκτης διάθεσης και την αποκατάσταση των υφιστάμενων Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ).».

Ακολουθεί η «ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΝΩΝΥΜΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε.» η οποία γίνεται με την ανακοίνωση καταχώρησης στο Μητρώο Ανώνυμων Εταιρειών της σύστασης της ανώνυμης εταιρείας με την επωνυμία «Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε.» και δ.τ. «Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε.» (τεύχος Ανώνυμων Εταιρειών και Εταιρειών Περιορισμένης Ευθύνης 892/27-02-1996).

Τέλος η ως άνω ανώνυμη εταιρία μετασχηματίζεται όπως προκύπτει από την Αριθμ. **60335/29-03-2021 (ΦΕΚ 1449 Β/ 12-04-2021) Διαπιστωτική πράξη Συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας Στερεάς Ελλάδας** με θέμα «Διαπίστωση της προσαρμογής της λειτουργίας της ανώνυμης εταιρείας με την επωνυμία "Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε. - Ανώνυμη Εταιρεία των Ο.Τ.Α. - Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Δυτικής Θεσσαλίας" με δ.τ. "Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. Φο.Δ.Σ.Α. Δυτικής Θεσσαλίας" στις διατάξεις των περιπτώσεων α' έως δ' της παρ. 3 του άρθρου 225 του ν. 4555/2018»

- Η ανώνυμη εταιρεία με την επωνυμία «Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε.» με δ.τ. «Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε.» (Τεύχος Ανώνυμων Εταιρειών και Εταιρειών Περιορισμένης Ευθύνης 892/27-02-1996) η οποία κατόπιν του ισχύοντος τροποποιημένου Καταστατικού (5η Κωδικοποίηση) εγκεκριμένου από το Γ.Ε.ΜΗ., φέρει την επωνυμία «Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε. - Ανώνυμη Εταιρεία των Ο.Τ.Α. - Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Δυτικής Θεσσαλίας» με δ.τ. «Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. Φο.Δ.Σ.Α. Δυτικής Θεσσαλίας» είναι μία (01) εκ των τριών (03) Φο.Δ.Σ.Α. που λειτουργούν στην Περιφέρεια Θεσσαλίας με έδρα τον Νομό Καρδίτσας.

Στο **ΦΕΚ 7491/Β/2024** δημοσιεύεται η αριθ. 68621/30-12-2024 Διαπιστωτική πράξη του Γραμματέα Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας Στερεάς Ελλάδας με θέμα «Διαπίστωση κατάργησης των ν.π.δ.δ. με την επωνυμία 1) “ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΛΑΡΙΣΑΣ (εφεξής Φο.Δ.Σ.Α. Π.Ε. ΛΑΡΙΣΑΣ)”, 2) “Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας και συντομογραφικά ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α. Ν. Μαγνησίας” και ένταξη των Δήμων μελών τους, καθώς και των Δήμων της Περιφερειακής Ενότητας Σποράδων, ήτοι Σκιάθου, Σκοπέλου και Αλοννήσου στην ανώνυμη εταιρεία με την επωνυμία “Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε. - Ανώνυμη Εταιρεία των Ο.Τ.Α. - Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Δυτικής Θεσσαλίας” και δ.τ. “Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. Φο.Δ.Σ.Α. Δυτικής Θεσσαλίας”, η οποία μετονομάζεται σε Φορέα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Περιφέρειας Θεσσαλίας - Ανώνυμη Εταιρεία Ο.Τ.Α. με διακριτικό τίτλο “Φο.Δ.Σ.Α. Περιφέρειας Θεσσαλίας Α.Ε.»

Κατά τα διαλαμβανόμενα στην ανωτέρω διαπιστώνεται «η κατάργηση των νομικών προσώπων δημοσίου δικαίου με την επωνυμία 1. “ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΛΑΡΙΣΑΣ (εφεξής Φο.Δ.Σ.Α. Π.Ε. ΛΑΡΙΣΑΣ)”, και 2. “Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας και συντομογραφικά ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α. Ν. Μαγνησίας” [σε εφαρμογή των διατάξεων άρθρων 226Α του ν.4555/2018 (Α’ 133) οι οποίες προστέθηκαν με τις διατάξεις του άρθρου 6 του ν.5151/2024 (Α’173) κατά παρέκκλιση κάθε άλλης γενικής ή ειδικής διάταξης]. **Οι αρμοδιότητές τους ασκούνται από τον Φορέα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων με την επωνυμία «Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε.** - Ανώνυμη Εταιρεία των Ο.Τ.Α. - Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δυτικής Θεσσαλίας» και διακριτικό τίτλο «Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. Φο.Δ.Σ.Α. Δυτικής Θεσσαλίας», στον οποίο εντάσσονται οι δήμοι - μέλη των αναφερόμενων καταργούμενων Συνδέσμων, καθώς και οι δήμοι της Περιφερειακής Ενότητας Σποράδων, συμμετέχοντας σε αυτόν κατά το πληθυσμιακό τους ποσοστό, σύμφωνα με την υπό στοιχεία 2846/Β4- 461/21.4.2023 απόφαση της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (Β’2802). Οι μετοχές της Π.Α.ΔΥ.Θ. Α.Ε. περιέρχονται στους δήμους - μέλη των καταργούμενων Συνδέσμων, καθώς και στους δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Σποράδων, χωρίς την επιβολή οποιουδήποτε ανταλλάγματος, τέλους ή φόρου μετά από ανακατανομή του συνόλου των μετοχών της σε όλους τους δήμους - μέλη που συμμετέχουν στον νέο Φορέα, σύμφωνα με το ποσοστό του πληθυσμού τους στο σύνολο του πληθυσμού της Περιφέρειας Θεσσαλίας.»

4.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

Κάθε χρόνο, ένα μεγάλο μέρος των ΑΕΚΚ καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής, γεγονός που έχει οδηγήσει σε σοβαρά περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα. Η ποσότητα των αποβλήτων ΑΕΚΚ που απορρίπτονται συνεχίζει να αυξάνεται με ανησυχητικό ρυθμό, με αρνητικές συνέπειες. Επί του παρόντος, εφαρμόζονται ορισμένες πρότυπες πρακτικές για την ανάκτηση ή την επαναχρησιμοποίηση μικρού μέρους των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Ωστόσο, για να αναπτυχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, πρέπει να ξεπεραστούν πολλές προκλήσεις/εμπόδια. Από αυτή την άποψη, η βιβλιογραφία δείχνει ότι οι προκλήσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε πέντε κύριες κατηγορίες, συμπεριλαμβανομένων των νομικών, τεχνικών, κοινωνικών, συμπεριφορικών και οικονομικών εμποδίων. Στους πρωταρχικούς τομείς, η πολιτική και οι κανονισμοί, οι άδειες και οι προδιαγραφές, οι τεχνολογικοί περιορισμοί, η ποιότητα και οι επιδόσεις, οι γνώσεις και οι πληροφορίες, καθώς και το κόστος που συνδέεται με την εφαρμογή του μοντέλου CE στο αρχικό στάδιο είναι οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Στον τομέα της **διαχείρισης αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)**, το αρκτικόλεξο CE συνήθως αναφέρεται στη **Σήμανση CE (Conformité Européenne)**. Η σήμανση CE δηλώνει ότι ένα προϊόν συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ασφάλεια, την υγεία και την προστασία του περιβάλλοντος. Στη διαχείριση ΑΕΚΚ, η σήμανση αυτή είναι απαραίτητη για **ανακυκλωμένα αδρανή υλικά** που

προέρχονται από την επεξεργασία αποβλήτων και προορίζονται για χρήση σε κατασκευαστικά έργα. Με απλά λόγια, αν ένα ανακυκλωμένο αδρανές υλικό φέρει τη σήμανση CE, αυτό σημαίνει ότι έχει περάσει συγκεκριμένους ελέγχους και πληροί τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές (π.χ. ΕΛΟΤ EN 12620 για σκυρόδεμα, ΕΛΟΤ EN 13242 για έργα οδοποιίας κ.λπ.).

Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η κλίμακα των προκλήσεων ποικίλλει ανάλογα με την κλίμακα των έργων και ποικίλλει επίσης από χώρα σε χώρα. Ως εκ τούτου, απαιτείται ένα γενικό πλαίσιο και μια πρακτική πορεία για την επιτυχή μετάβαση από τη γραμμική οικονομία στην κυκλική οικονομία στον τομέα διαχείρισης ΑΕΚΚ. Ωστόσο, για να μπορέσουμε να προτείνουμε ένα πλαίσιο, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να διερευνηθούν και να ταξινομηθούν τα χρηματικά και κοινωνικά οφέλη της ανακύκλωσης των αποβλήτων ΑΕΚΚ και να προσδιοριστούν οι βασικές συναφείς προκλήσεις. Διαπιστώνεται ότι η ανακύκλωση των αποβλήτων στις κατασκευές έχει θετικές επιδράσεις στα περιβαλλοντικά, οικονομικά και ανθεκτικά χαρακτηριστικά των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Ως εκ τούτου, το πράσινο και βιώσιμο δομημένο περιβάλλον θα εγγυηθεί καλή δημόσια υγεία και μπορεί να βοηθήσει την κυβέρνηση και τα ενδιαφερόμενα μέρη να επιτύχουν τους στόχους βιωσιμότητας. Επιπλέον, μπορούν επίσης να συντομευθούν οι πόροι που θα δαπανηθούν για τη διαμόρφωση των σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων και του εργατικού δυναμικού που απαιτείται για την εφαρμογή τους. Ωστόσο, υπάρχουν πολυάριθμοι φραγμοί που αντιμετωπίζει ο κατασκευαστικός τομέας και οι οποίοι εμποδίζουν την ανακύκλωση αποβλήτων ΑΕΚΚ στις κατασκευαστικές δραστηριότητες. Τα σημεία συμφόρησης που εντοπίστηκαν αφορούσαν αυστηρά συστήματα διασφάλισης της ποιότητας, αβεβαιότητα της αγοράς σχετικά με τη διαθεσιμότητα των αποβλήτων, γνώσεις και αρνητικές αντιλήψεις, υψηλό κόστος των τεχνολογιών που σχετίζονται με την ανάκτηση υλικών κ.λπ.

Η ανασκόπηση της διαθέσιμης εκτεταμένης βιβλιογραφίας οδήγησε στις ακόλουθες συστάσεις για την αποτελεσματική ενσωμάτωση των εννοιών CE στον κατασκευαστικό τομέα για βιώσιμη ανάπτυξη:

- Τα απόβλητα που προκύπτουν από δραστηριότητες ΑΕΚΚ θα πρέπει να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά και να αντιμετωπίζονται έτσι ώστε να μην υποβαθμίζεται η ποιότητά τους. Ως εκ τούτου, η αξιοποίησή του ως αδρανών υλικών ή τσιμεντοειδούς πόρου θα πρέπει να παραμείνει εφικτή.
- Θα πρέπει να εφαρμόζεται επιλεκτική κατεδάφιση για επικίνδυνα υλικά, όπως σωλήνες, αμίαντος κ.λπ.. Ο χειρισμός πρέπει να είναι αποτελεσματικός ώστε να μην γίνεται ανάμειξη, η οποία μπορεί να προκαλέσει μόλυνση των ανακυκλώσιμων υλικών.
- Η επιτόπια διαλογή θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η ανάμειξη αποβλήτων. Τα απόβλητα θα πρέπει να ταξινομούνται με βάση τη φύση και τα πιθανά οικονομικά οφέλη.
- Τα αποτελεσματικά συστήματα ποιοτικού ελέγχου θα πρέπει να επιβάλλονται με κατάλληλο έλεγχο και ισορροπία σχετικά με τη μέθοδο ανάκτησης υλικών, το κριτήριο

αποδοχής αποβλήτων, τις ιδιότητες των υλικών και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης υλικών στις κατασκευαστικές δραστηριότητες.

- Καθώς η έννοια της κυκλικής οικονομίας στον κατασκευαστικό τομέα δεν είναι ώριμη, οι τοπικές και κεντρικές κυβερνήσεις θα πρέπει να βγουν μπροστά και να διαδραματίσουν το ρόλο τους στη διαφώτιση των οργανισμών σχετικά με τα οικολογικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη της προσέγγισης της κυκλικής οικονομίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΝΑΚΕΜ (Πανελλήνιο Σύστημα Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ), Βασικό Νομικό Πλαίσιο Σχετικά με την Διαχείριση των ΑΕΚΚ, 2024
2. Ελληνική Στατιστική Αρχή, Ανακοίνωση Στατιστικών Στερεών αποβλήτων 2022
3. ΕΝΒΙΤΕΡΡΑ Ι.Κ.Ε (ENVITERRA), Βελτίωση Πλαισίου Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ελλάδα, 15/08/2020
4. Δαϊλά Φωτεινή (2021, Δεκέμβριος 23). Διαχείριση ΑΕΚΚ: Ένα σημαντικό ζήτημα για τον κατασκευαστικό κλάδο. *Construction*.
5. Δασκαλάκης Θεόδωρος. (2019). *Παραγωγή και Έλεγχος Ποιότητας Αναβαθμισμένων Αδρανών Υλικών από Απόβλητα Εκσκαφών και Κατεδαφίσεων*. [Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης - Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/3D2F0A69-CDFF-4872-A37C-096655569279>
6. Δρ. Σπηλιώτης Ξ. και Δρ. Κασιτεροπούλου Δ. (2021, Οκτώβριος 18). Ανακυκλωμένα αδρανή από απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων. *Εργοταξιακά Θέματα*. [Ανακυκλωμένα αδρανή από απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων | Εργοταξιακά Θέματα](#)
7. Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων (ΗΜΑ). [Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων - Admin](#)
8. Κακλόπουλος Σωτήριος. (2015). *Ανακύκλωση και διαχείριση αδρανών υλικών*. [Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης-Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης]
9. Καλλιανιώτης Παναγιώτης. (2021). *Διαχείριση Αποβλήτων Εκσκαφών-Κατασκευών (ΑΕΚΚ) σε Δημόσιο Έργο (Νομοθεσία-Ανάλυση Κόστους)*. [Μεταπτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο-Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογιών]
10. Θεοδωρίδης Κωνσταντίνος. (2020). *Αξιοποίηση Στερεών Αποβλήτων (Ελαστικά, Πλαστικά, Μαρμαρόσκονη, Σκωρίες, Γυαλί κ.α.) σε Έργα Πολιτικού Μηχανικού. Μελέτη Περίπτωσης στην περιοχή της Βέροιας*. [Μεταπτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]
11. Λαζαρίδου Αναστασία. (2021). *Εκτίμηση παραγωγής αποβλήτων εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων στην Ελλάδα*. [Μεταπτυχιακή Εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης – Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος]
12. Ομοσπονδία Συνδέσμων Εργολάβων Οικοδομών Κύπρου (Ο.Σ.Ε.Ο.Κ)/ Προκοπάς Φράγκος (2011). Διαχείριση Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις. Διαθέσιμο στο [29.10.2011 - Διαχείριση Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις | Ο.Σ.Ε.Ο.Κ.](#) [πρόσβαση: 9 Νοεμβρίου 2017]
13. Περιφέρεια Θεσσαλίας/ Περιφερειακές Ενότητες Μαγνησίας. [Αρχική - Περιφέρεια Θεσσαλίας](#)
14. Σταθακόπουλος Αλέξανδρος. (2011). *Μοντέλο διαχείρισης των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ): Πεδίο εφαρμογής η ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης*. [Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών]
15. Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Μαγνησίας (ΣΥΔΙΣΑ). [ΣΥΔΙΣΑ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ](#)

16. Τσιρογιάννης Αριστείδης. (2018). *Διαχείριση αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) Εθνικό και Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο, Διεθνής Πρακτική. Μελέτη Περίπτωσης: Πρόταση διαχείρισης ΑΕΚΚ στον Δήμο Αγρινίου σε περίπτωση καταστροφικού γεγονότος*. (Εκδόσεις Νο. 2018122). [Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος]
17. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας/ Διαχείριση αποβλήτων. [Διαχείριση Αποβλήτων - Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας](#)
18. Φεγγερός Ι. – Σφυρίδης Γεώργιος. (2021). *Διαχείριση-ανακύκλωση στερεών αποβλήτων εκσκαφών, κατεδαφίσεων και κατασκευών*. [διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής-Σχολή Μηχανικών-Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών]
19. Abd-Allah S. (2014). Characteristics of concrete with waste glass as fine aggregate replacement. *International Journal of Web Engineering and Technology*. <https://www.researchgate.net/publication/263652300>
20. Afrin H. (2017). A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*. 3(2):19. https://www.researchgate.net/publication/326417250_A_Review_on_Different_Types_Soil_Stabilization_Techniques.
21. A. Luciano, L. Cutaia , P. Altamura , E. Penalvo. (2022). Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste (CDW) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, volume 29. [Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste \(CDW\) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective - ScienceDirect](#)
22. Apitz S. (2010). Sustainable Management of Contaminated Dredged Sediments: Amoras Case Study in the Port of Antwerp. *proceedings of ConSoil*. [\(PDF\) Sustainable Management of Contaminated Dredged Sediments: Amoras Case Study in the Port of Antwerp](#)
23. Austrian Standards. (2020). Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode. Διαθέσιμο στο <https://www.austrian-standards.at/de/shop/onorm-b-3151-2022-05-15~p2622876> [πρόσβαση 15 Μαΐου 2022]
24. Batayneh M., Marie I., Asi I. (2007). Use of selected waste materials in concrete mixes. *Waste Management*. 1870-1876, Volume 27, Issue 12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.07.026>
25. Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*. Volume 67, Issue 1. 10.18637/jss.v067.i01.
26. Bhavsar V., Raju Sridharan S., Sudarsan J.S. (2023). Barriers to circular economy practices during construction and demolition waste management in an emerging economy. *Resources, Conservation & Recycling Advances*. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200198>
27. Bilsen V., Kretz D., Padilla P., Van Akoley M., Van Ostaeyen J., Izdebsga O., Eggert Hansen M., Bergmas J., Szuppinger P. (2018). Development and implementation of

- initiatives fostering investment and innovation in construction and demolition waste recycling infrastructure. *European Commission. [Development and implementation of initiatives fostering investment and innovation in construction and demolition waste recycling infrastructure - Publications Office of the EU](#)*
28. Britannica/ History and society. (2022) *Electronic library resources: Levels of environmental law. [Environmental law - Pollution, Regulations, Conservation | Britannica](#)*
 29. Caburao E. (2024, August 19). A Comprehensive Guide to Hazardous Waste Management. *Safety Culture. [What is Hazardous Waste Management? | SafetyCulture](#)*
 30. Chen K., Wang J., Yu B., Wu H., Zhang J. (2021). Critical evaluation of construction and demolition waste and associated environmental impacts: A scientometric analysis. *Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125071>*
 31. Chen Y.H., Chang Y.F., Sheu M.S., Yao G.C. (2006). Residual stress–strain relationship for concrete after exposure to high temperatures. *Cement and Concrete Research. 1999-2005, Volume 36, Issue 10. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2006.05.029>*
 32. Coelho P.M., Corona B., Klooster R., Worrel E. (2020). Sustainability of reusable packaging–Current situation and trends. *Resources, Conservation & Recycling: X. Volume 6. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100037>*
 33. Cristobal-Garcia J., Caro D., Foster G., Gallo F., Tonini D. (2024). Techno-economic and environmental assessment of construction and demolition waste management in the European Union. *European Commission. [Techno-economic and environmental assessment of construction and demolition waste management in the European Union - Publications Office of the EU](#)*
 34. Crocetti P., González-Camejo J., Li K., Foglia A., Eusebi A.L., Fatone F. (2022). An overview of operations and processes for circular management of dredged sediments. *Waste Management. 20-35, Volume 146. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.04.040>*
 35. Cudecka-Purina N., Kuzmina J., Budkevics J., Olena a. Ivanov O., Atsataja D. (2024, November 17). A Comprehensive Review on Construction and Demolition Waste Management Practices and Assessment of This Waste Flow for Future Valorization via Energy Recovery and Industrial Symbiosis. *Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/385541685>*
 36. Eurogypsum, the voice of the European gypsum industry/ Circularity(2024). Διαθέσιμο στο: <https://www.eurogypsum.org/>
 37. European Commission. (2011). *Service contract on management of construction and demolition waste – SRI*. ARCADIS Infrastructure, environmental, facilities. Διαθέσιμο στο: <https://environment.ec.europa.eu/>. [πρόσβαση Φεβρουάριος 2011]
 38. Fabbri D., Pizzol R., Calza P., Malandrino M., Gaggero E., Padoan E., Marsan F.A. (2021) Constructed Technosols: A Strategy toward a Circular Economy. *Applied Sciences. 11(8):3432. <https://doi.org/10.3390/app11083432>*
 39. Faraca G., Martinez-Sanchez V., Astrup T.F. (2019). Environmental life cycle cost assessment: Recycling of hard plastic waste collected at Danish recycling centres.

- Resources, Conservation and Recycling*. 299-309, Volume 134. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.014>
40. Ferrans L., Hogland W. (2022). Landfilling and soil conditioning of dredged sediments: evaluation throughout a life cycle assessment. *Conference theme number(s): Circular Economy – Sediment as a resource*. Department of Biology and Environmental Science, Linnaeus University, Kalmar, Sweden. [2.8-Landfilling-and-soil-conditioning-of-dredged-sediments-evaluation-throughout-a-life-cycle-assessment.pdf](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.014)
 41. Fonseca F.C., Carcel-Carrasco J., Preciado A., Martinez-Corral A., Montoya A.S. (2023, December 14). Comparative Analysis of the European Regulatory Framework for C&D Waste Management. *Advances in Civil Engineering*. [Comparative Analysis of the European Regulatory Framework for C&D Waste Management - Colmenero Fonseca - 2023 - Advances in Civil Engineering - Wiley Online Library](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.014)
 42. Galves-Martos J.L., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B. Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*. 166-178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
 43. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. (15 February 2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Cleaner production*. 11-32. [A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016)
 44. Habibur Rahman Sobuz., Shuvo Dip Datta., Abu Sayed Mohammad Akid., Vivian W.Y. Tam., Shoaib Islam., Md. Jewel Rana., Farhad Aslani., Çağlar Yalçınkaya., Norsuzailina Mohamed Sutan. (2024). Evaluating the effects of recycled concrete aggregate size and concentration on properties of high-strength sustainable concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. (pp.216-227). <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.04.004>
 45. Hendriks Ch.F., Janssen G.M.T. (2001, January 1). Construction and demolition waste General process aspects. *TU Delft Library*. <https://resolver.tudelft.nl/uuid:a0b878ec-8317-447b-9b9b-74a4a07e8581>
 46. Henry M., Haouche L., Lemièrre B. (2023). Mineral Processing Techniques Dedicated to the Recycling of River Sediments to Produce Raw Materials for Construction Sector. *Mining*. 3(1), 54-76. <https://doi.org/10.3390/mining3010003>
 47. Hestin M., S. de Veron, Burgos S. (2016). Economic study on recycling of building glass in Europe. *Glass for Europe-Deloitte Sustainability*. [Economic study on recycling of building glass in Europe - Deloitte](https://doi.org/10.3390/mining3010003)
 48. Höglmeier K., Weber-Blaschk G., Richter K. (2013). Potentials for cascading of recovered wood from building deconstruction—A case study for south-east Germany. *Resources, Conservation and Recycling*. 81-91, Volume 78 . [Potentials for cascading of recovered wood from building deconstruction—A case study for south-east Germany - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016)

49. [Hossain, Akil](#); [Knorr, Gregor](#); [Jokat, Wilfried](#); [Lohmann, Gerrit](#) (2021): Climate model results of Fram Strait widening sensitivity studies of COSMOS in NetCDF format [dataset]. *PANGAEA*. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.926758>
50. Huang J., Veksha A., Chan W.P., Giannis A., Lisak G. (2022). Chemical recycling of plastic waste for sustainable material management: A prospective review on catalysts and processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111866>[Get rights and content](#)
51. Ismail Zainab Z., AL-Hashmi Enas A. (2009). Recycling of waste glass as a partial replacement for fine aggregate in concrete. *Waste Management*. 655-659, Volume 29, Issue 2. Department of Environmental Engineering, College of Engineering, University of Baghdad, Iraq. PMID: 18848773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.012>
52. Kim L., [Batrinescu G.](#), Bratu M., Madalina a., Serbanescu A., Lehr C. (2020). Waste management and their environmental impact: challenges and opportunities at national level. *Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry*.(PDF) [WASTE MANAGEMENT AND THEIR ENVIRONMENTAL IMPACT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES AT NATIONAL LEVEL](#)
53. Li H., Sun D., Wang Z., Huang F., Yi Z., Yang Z., Zhang Y. (2020). A Review on the Pumping Behavior of Modern Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*. <https://doi.org/10.3151/jact.18.352>
54. Magnusson S., Lundberg K., Svedberg B., Knutsson S. (2015). Sustainable management of excavated soil and rock in urban areas – A literature review. *Journal of Cleaner Production*. 18-25, Volume 93. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.010>.
55. Michalcikova M., Drochytka R. (2018). Techniques of soil modification for re-use in construction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Volume 385. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 385 012036. 10.1088/1757-899X/385/1/012036.
56. Misra V., Pandey S.D. (2005). Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. *Environment International*. Volume 31, Issue 3, 417-431. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.08.005>
57. Mohajerani A., Vajna J., Cheung Tsz Ho H., Kurmus H., Arulrajah A., Horpibulsuk S. (2017). Construction and Building Materials. *Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials: A review*. (pp. 443-467), Volume 156. School of Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia-Swinburne University of Technology, Australia-Suranaree University of Technology, Thailand. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.005>
58. Muluken Yeheyis, Gustavo Aguilar, Kasun Hewage & Rehan Sadiq. (2012). Exposure to Crystalline Silica Inhalation Among Construction Workers: A Probabilistic Risk Analysis. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. Volume 18. [Exposure to Crystalline Silica Inhalation Among Construction Workers: A Probabilistic Risk Analysis: Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal: Vol 18 , No 5 - Get Access](#)

59. National Library of Medicine (2019). *Dynamic accounting of greenhouse gas emissions from cascading utilisation of wood waste*. Faraca G., Tonini D., Astrup T. F. Διαθέσιμο στο : [Dynamic accounting of greenhouse gas emissions from cascading utilisation of wood waste - PubMed](#). [πρόσβαση 15 Φεβρουαρίου 2019]
60. Occupational Health and Safety Blog. (2023). *What is Hazardous Waste? Definition, Examples, and Management*. Mirza Hashim. Διαθέσιμο στο [What is Hazardous Waste? Definition, Examples, and Management](#). [πρόσβαση 9 Αυγούστου 2023]
61. Pacheco-López A., Cabo V., Leonard G., Espuna A. (2024). Optimizing Circular Economy Pathways: MultiCriteria Decision-Making Tool for Chemical Recycling of Plastic Wastes. *Computer Aided Chemical Engineering*. 1453-1458, Volume 53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-28824-1.50243-X>
62. Pantini S., Giurato M., Rigamonti L. (2019). A LCA study to investigate resource-efficient strategies for managing post-consumer gypsum waste in Lombardy region (Italy). *Resources, Conservation and Recycling*. 157-168, Volume 147. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.019>
63. Purchase C. K., D. M. Al Zulayq, B. T. O'Brien, M. J. Kowalewski, A. Berenjian, A. H. Tarighaleslami and M. Seifan. (2021, October 16). Circular Economy of Construction and Demolition Waste: A Literature Review on Lessons, Challenges, and Benefits. *MDPI*. [Circular Economy of Construction and Demolition Waste: A Literature Review on Lessons, Challenges, and Benefits](#)
64. Rana P., Simone M. (2012). Supporting environmentally sound decisions for Construction and Demolition (C&D) waste management. *JRC Scientific and Technical Reports*. [Supporting environmentally sound decisions for Construction and Demolition \(C&D\) waste management - Publications Office of the EU](#)
65. Rigamonti L., Grosso M., Giugliano M. (2009). Life cycle assessment for optimising the level of separated collection in integrated MSW management systems. *Waste Management*. (pp. 934-944). DIIAR – Environmental Section, Politecnico di Milano. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.005>
66. RMIS EU/ Raw Materials Information System. (2021). *Construction and demolition waste*. Διαθέσιμο στο: [RMScoreboard_2018_web-high res.pdf](#) . [πρόσβαση 25 Μαΐου 2021]
67. Rudjord F., (2018). *Recycling of Glass Wool Waste*. (Publication No. 19448). [Master Thesis NTNU Open]. <http://hdl.handle.net/11250/2576495>.
68. Ruiz Lopez, Luis Alberto, Roca Ramón, Xavier, Gassó-Domingo, Santiago. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector: a review of initiatives in Spain. *24th International Congress on Project Management and Engineering*. 04-039. [29509644.pdf;sequence=2](#).
69. Scialpi G., Perrotti D. (2022). The use of urban biowaste and excavated soil in the construction sector: A literature review. *Waste Management*. 262-273, Volume 40, Issue 3, PMID: 33863256. [10.1177/0734242X211000430](#)
70. Soto-Paz J., Arroyo O., Torres-Guevara L.E., Parra-Orobio B.A., Cadallas-Ojeda M. (2023). The circular economy in the construction and demolition waste management: A

- comparative analysis in emerging and developed countries. *Building Engineering*, Volume 78, 107724. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107724>
71. Svensson D.N., Messing I., Barron J. (2022). An investigation in laser diffraction soil particle size distribution analysis to obtain compatible results with sieve and pipette method. *Soil and Tillage Research*. Volume 223, 105450. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105450>
 72. Väntsi O., Kärki T. (2014). Utilization of recycled mineral wool as filler in wood–polypropylene composites. *Construction and Building Materials*. 220-226, Volume 55. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.050>
 73. Vrancken Karl C., Laethem B. (2000). Recycling options for gypsum from construction and demolition waste. *Waste Management Series*. 325-331, Volume 1. [https://doi.org/10.1016/S0713-2743\(00\)80045-8](https://doi.org/10.1016/S0713-2743(00)80045-8)
 74. Whittaker M.J., Grigoriadis K., Soutsos M., Sha W., Klinge A., Paganoni S., Casado M., Mousavi M., Scullin M., Correia R., Zerbi T., Staiano G., Merli I., Ingrosso I., Attanasio A., Largo A. Advances in Building Energy Research. *Novel construction and demolition waste (CDW) treatment and uses to maximize reuse and recycling*. 253-269, Volume 15. <https://doi.org/10.1080/17512549.2019.1702586>
 75. Xu J., Zhan P., Wang J., Zuo J., He Z. (2022). A review of recycled aggregate concrete modified by nanosilica and graphene oxide: Materials, performances and mechanism. *Journal of Cleaner Production*. Volume 375, 134116. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134116>
 76. Zhang N., Duan H., Sun P., Li J., Zuo J., Mao R., Liu G., Niu Y. (2020). Characterizing the generation and environmental impacts of subway-related excavated soil and rock in China. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119242>
 77. Zhou Y., Evans C., Chen Y., Chan K.Y.W., Martin P. (2021). Extensive Remineralization of Peatland-Derived Dissolved Organic Carbon and Ocean Acidification in the Sunda Shelf Sea, Southeast Asia. *JGR Oceans*. <https://doi.org/10.1029/2021JC017292>
 78. Zhou Z.W., Alcalá J., Yepes V. (2021). Environmental, Economic and Social Impact Assessment: Study of Bridges in China's Five Major Economic Regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(1), 122. Institute of Concrete Science and Technology (ICITECH), Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010122>