



**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΣΚΑΦΕΩΝ  
ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ ΚΑΙ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

*ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ*

*ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*

*ΚΑΤΕΥΗΝΣΗ*

*ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*

**ΦΟΙΤΗΤΕΣ**

*ΦΕΓΓΕΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ Α.Μ. 45375*

*ΣΦΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ. 45587*

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΑΤΑΝΑΣΟΒΑ-ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ ΓΙΑΝΝΑ**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Διπλωματική Εργασία**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΣΚΑΦΕΩΝ ΚΑΤΕΛΑΦΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

ΦΕΓΓΕΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ Α.Μ. 45375

ΣΦΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ. 45587

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:**

ΑΤΑΝΑΣΟΒΑ-ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ ΓΙΑΝΝΑ

ΑΘΗΝΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2021

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι  
εξεταστική επιτροπή:

Α/ α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα- Νικολαΐδου	PhD	
2	Δρ. Γεώργιος Εξαρχάκος	PhD	
3	Αντώνιος Τσικριτσής	MSc	

## **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Οι κάτωθι υπογράφωντες Φεγγερός Ιωάννης και Σφυρίδης Γεώργιος ,με αριθμό μητρώου 45375 και 45587 αντίστοιχα, φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι:

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

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

Οι Δηλών

ΦΕΓΓΕΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΦΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με δεδομένα της Παγκόσμιας Τράπεζας, η παραγωγή των στερεών αποβλήτων αυξάνεται συνεχώς σε παγκόσμια κλίμακα. (Kaza et al., 2018; Mayer et al., 2019). Αυτή η αυξητική τάση φαίνεται να είναι αντίκτυπος διαφορετικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης της οικονομίας, της βιομηχανίας, της επέκτασης του πληθυσμού, της αστικοποίησης, της μετανάστευσης από τον αγροτικό στον αστικό ιστό, κλπ. (Moya et al., 2017b;). Μαζί με τη συσσώρευση τεράστιου όγκου αποβλήτων, έναν άλλο εξίσου σημαντικό παράγοντα αποτελεί η σύνθεση των απορριμμάτων, η οποία γίνεται συνεχώς και πιο ετερογενής και περίπλοκη, λόγω της ανάπτυξης σύγχρονων οικονομιών που έχουν ως επίκεντρο τον τρόπο ζωής τον καταναλωτή (Tsui & Wong, 2019).

Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα ρύπανσης. Τα απόβλητα εκσκαφών, κατεδαφίσεων και κατασκευών αποτελούν σχεδόν το 1/3 των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων στην ΕΕ. (European Commission, 2016). Πρόκειται για μια κατηγορία που εμπεριέχει πλήθος αποβλήτων προερχόμενων από τον οικοδομικό και τον κατασκευαστικό τομέα, και βάσει της προέλευσης χωρίζονται στις εξής υποκατηγορίες . στα απόβλητα (α) κατεδαφίσεων, (β) εκσκαφών, (γ) εργοταξίων, και (δ) οδοποιΐας. Τα ΑΕΚΚ αποτελούνται από μια σειρά φυσικών υλικών όπως πέτρες, ξύλινο σκυρόδεμα κλπ ή συνθετικά όπως πλαστικά, κ.α. Τα χόματα εκσκαφής περιλαμβάνονται επίσης στο νομοθετικό πλαίσιο ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών όπως η Ελλάδα (Κεφαλάκης, 2020).

Η ποσοτική σύνθεση των ευρωπαϊκών ΑΕΚΚ ποικίλλει και εξαρτάται από τον τύπο κατασκευής, τη φάση του έργου και, φυσικά, τη χώρα. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Παρατήρησης Περιβάλλοντος, η μέση σύνθεση για τις

ευρωπαϊκές χώρες περιλαμβάνει: 75% σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια κ.λπ., 11% ξύλο, 5% μέταλλα, 5% γυαλί, πλαστικά, μονωτικό υλικό, 5% άλλα μικτά απόβλητα.

Η ανεξέλεγκτη απόρριψη ή διάθεσή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι επιβλαβής για το περιβάλλον και την οικονομία. Μια εναλλακτική διαχείριση που οδηγεί σε επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση εξαρτημάτων/ υλικών βοηθά στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων καθώς και στη μείωση της ζήτησης για πρώτες ύλες. Το ευρωπαϊκό ρεύμα ΑΕΚΚ που παράγονται σε εργοτάξια αποτελείται κυρίως από υπολειπόμενες ποσότητες υλικών όπως τούβλα, κεραμίδια, αδρανή, χάλυβα, αλουμίνιο (μερικά από αυτά έχουν ήδη καταστραφεί) καθώς και υλικά συσκευασίας όπως πλαστικά, ξύλο, μέταλλα. Τα περισσότερα από αυτά είναι καθαρά και μπορούν να συσσωρευτούν ξεχωριστά, επομένως η διαχείρισή τους όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση στο ίδιο ή άλλο έργο ή την ανακύκλωση φαίνεται να είναι εύκολη και οικονομικά επωφελής.

Η χρήση ειδικών τεχνικών καθώς και εξοπλισμού, προκειμένου να επιτευχθούν καλά αποτελέσματα ανακύκλωσης είναι απαραίτητη, αλλά οδηγεί σε υψηλότερο κόστος. Θα πρέπει να εφαρμοστεί μια βιώσιμη προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ανάγκη για οικονομικό κέρδος από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, όσο και τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη που απορρέουν από την εναλλακτική διαχείριση (Wahlström, et al., 2019).

## **ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ**

στερεά απόβλητα, ΑΕΕΚ, διαχείριση, απόβλητα καταστροφών, ανακύκλωση, βιωσιμότητα

## **ABSTRACT**

According to the World Bank, the production of solid waste is constantly increasing worldwide. (Kaza et al., 2018; Mayer et al., 2019). This upward trend seems to be the impact of various factors, including economic development, industry, population expansion, urbanization, rural-to-urban migration, etc. (Moya et al., 2017b;). Along with the accumulation of huge volumes of waste, another equally important factor is the composition of waste, which is becoming increasingly heterogeneous and complex, due to the development of modern economies that focus on the consumer lifestyle (Tsui and Wong, 2019).

Construction and demolition waste (C&D) is a global pollution problem. Excavation, demolition, and construction waste accounts for almost 1/3 of total waste generated in the EU (European Commission, 2016). It is a category that includes a large number of wastes from the construction and construction sector and based on the origin are divided into the following subcategories. waste (a) demolition, (b) excavation, (c) construction sites, and (d) road construction. C&D waste consists of a series of natural materials such as stones, wood concrete etc or synthetics such as plastics, etc. Excavation soils are also included in the legal framework of some European countries such as Greece (Κεφαλάκης, 2020).

The quantitative composition of European C&D waste (ECDW) varies and depends on the type of construction, the phase of the project and, of course, the country. According to the European Environment Monitoring Network, the average composition for European countries includes: 75% concrete, bricks, tiles, etc., 11% wood, 5% metals, 5% glass, plastics, insulation material, 5% other small waste.

Uncontrolled dumping or disposal in landfills is harmful to the environment and the economy. Alternative management leading to reuse and recycling of components /

materials helps to minimize quantities as well as reduce demand for raw materials. The European electricity AEKK produced on construction sites consists mainly of residual quantities of materials such as bricks, tiles, aggregate, steel, aluminum (some of which have already been destroyed) as well as packaging materials such as plastics, wood, metals. The use of special techniques as well as equipment in order to achieve good recycling results is necessary but leads to higher costs. A sustainable approach should be implemented, considering both the need for financial gain from all stakeholders and the environmental and social benefits of alternative management (Wahlström, et al., 2019).

## **KEYWORDS**

solid waste, C&D waste, management , disaster waste, recycling, sustainability

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Διαχείριση Ανακύκλωση Στερεών Αποβλήτων Εκσκαφών Κατεδαφίσεων Και Κατασκευών». Πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του τμήματος πολιτικών μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής το έτος 2021.

Στο σημείο αυτό αισθανόμαστε την ανάγκη να εκφράσουμε τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μας σε όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Πρωτίστως, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μας εργασίας κα Ατανάσωνα-Νικολαΐδου Γιαννα για τη συνεχή αφοσίωση και ενθάρρυνση και καθοδήγησή που μας παρείχε όλο αυτό το διάστημα.



## **ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ**

ΕΡΑ	Environmental Protection Agency
ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΑΕΚΚ	Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων
Ε.Ε	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚΑ	Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
ΕΟΑΝ	Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης
ΕΣΔΑ	Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
Κ.Υ.Α	. Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΣΕΔ	Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΦΕΚ	Φύλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης
ΧΑΔΑ	Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....</b>	<b>5</b>
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....</b>	<b>6</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>9</b>
<b>2. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....</b>	<b>12</b>
2.1. ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	12
2.2. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	13
2.2.1. Ιατρικά απόβλητα.....	13
2.2.2. Επικίνδυνα απόβλητα.....	14
2.2.3 Μη επικίνδυνα απόβλητα.....	14
<b>3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</b>	<b>17</b>
3.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	17
3.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	25
<b>4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΕΚΚ.....</b>	<b>31</b>
<b>5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ.....</b>	<b>35</b>
5.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	35
5.2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	38
<b>6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΡΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ.....</b>	<b>42</b>
6.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΕΚ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	42
6.1.1. Δανία.....	45
6.1.2. Φιλανδία.....	46
6.1.3. Σουηδία.....	46
6.1.4. Νορβηγία.....	47

6.2.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΚΚ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	4
6.3	ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΕΚΚ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	55
6.3.1.	Τυφώνας Katrina, ΗΠΑ.....	64
6.3.2.	Σεισμός L'Aquila, Ιταλία.....	65
6.3.3.	Τσουνάμι Ιαπωνία.....	66
<b>7.</b>	<b>ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ.....</b>	<b>70</b>
<b>8.</b>	<b>ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΞΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΕΚΚ.....</b>	<b>71</b>
<b>9.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>74</b>
<b>10.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>76</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα απόβλητα είναι αναπόφευκτο υποπροϊόν των περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η οικονομική ανάπτυξη και το αυξανόμενο βιοτικό επίπεδο έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ποσότητας και της πολυπλοκότητας των παραγόμενων αποβλήτων, ενώ η βιομηχανική διαφοροποίηση και η παροχή διευρυμένων εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης έχουν προσθέσει σημαντικές ποσότητες επικίνδυνων βιομηχανικών και βιοϊατρικών αποβλήτων στο ρεύμα αποβλήτων, με δυνητικούς σοβαρούς περιβαλλοντικούς κινδύνους, τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον άνθρωπο. Σύμφωνα με υπολογισμούς, η ποσότητα παραγόμενων στερεών αποβλήτων σε παγκόσμιο επίπεδο αναμένεται να αυξηθεί σε 3,40 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2050, δηλαδή περισσότερο από τη διπλάσια αύξηση του πληθυσμού την ίδια περίοδο. Επιπλέον, η συνολική ποσότητα παραγόμενων αποβλήτων σε χώρες χαμηλού εισοδήματος, στο ίδιο διάστημα αναμένεται να αυξηθεί περισσότερο από τρεις φορές (Tsirogiannis, 2018).

Η συλλογή αποβλήτων είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαχείριση των αποβλήτων, αλλά τα ποσοστά ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τα επίπεδα εισοδήματος, με τις χώρες του ανώτερου μεσαίου και υψηλού εισοδήματος να παρέχουν σχεδόν καθολική συλλογή αποβλήτων. Οι χώρες χαμηλού εισοδήματος συλλέγουν περίπου το 48 % των αποβλήτων στις πόλεις, αλλά το ποσοστό αυτό μειώνεται δραστικά στο 26 % εκτός των αστικών περιοχών (Κεφαλάκης, 2020).

Είναι μια συχνή παρανόηση ότι η τεχνολογία είναι η λύση στο πρόβλημα των μη διαχειριζόμενων και αυξανόμενων αποβλήτων. Η τεχνολογία δεν αποτελεί πανάκεια και συνήθως είναι μόνο ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Οι χώρες που προχωρούν από ανοικτή απόρριψη και άλλες υποτυπώδεις μεθόδους διαχείρισης αποβλήτων είναι πιο πιθανό να

επιτύχουν όταν επιλέξουν τοπικά κατάλληλες λύσεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα περισσότερα απόβλητα απορρίπτονται ή απορρίπτονται σε κάποια μορφή χωματερής.

Περίπου το 37% των απορριμμάτων απορρίπτονται με κάποια μορφή χωματερής, το 8% των οποίων απορρίπτεται σε υγειονομικούς χώρους υγειονομικής ταφής με συστήματα συλλογής αερίων. Η διάθεση σε Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ) αντιπροσωπεύει περίπου το 31% των αποβλήτων, το 19% ανακτάται μέσω της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης και το 11% αποτεφρώνεται για τελική διάθεση. Η επαρκής διάθεση ή επεξεργασία απορριμμάτων, όπως ελεγχόμενοι χώροι υγειονομικής ταφής ή πιο αυστηρά λειτουργούμενες εγκαταστάσεις, είναι σχεδόν αποκλειστικά ο τομέας των χωρών με υψηλό και ανώτερο μεσαίο εισόδημα. Οι χώρες χαμηλότερου εισοδήματος βασίζονται γενικά στη διάθεση σε ΧΑΔΑ. Το 93 τοις εκατό των απορριμμάτων απορρίπτονται σε χώρες χαμηλού εισοδήματος και μόνο το 2 τοις εκατό σε χώρες υψηλού εισοδήματος (Tsirogiannis, 2018).

Τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων του κατασκευαστικού κλάδου (κατασκευή, ανακαίνιση, κατεδάφιση) έχουν προσδιοριστεί ως ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 25% - 30% του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται και ένα μεγάλο μέρος των αποβλήτων σε χωματερές. Τα ΑΕΚΚ αποτελούνται από υλικά που έχουν υψηλή αξία πόρων και ισχυρές δυνατότητες ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Ωστόσο, μόνο το 5% ανακυκλώνεται σε όλο τον κόσμο. Το επίπεδο ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών ποικίλλει σημαντικά σε ολόκληρη την ΕΕ. Προκειμένου να ενθαρρυνθεί η ολοκληρωμένη διαχείριση των ΑΕΚΚ όσον αφορά τη θεωρία της κυκλικής οικονομίας, έχει δημιουργηθεί ένα ισχυρό νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Όλα τα κράτη μέλη,

συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, πρέπει να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα για να επιτύχουν ότι έως το 2020 τουλάχιστον 70% (κατά βάρος) μη επικίνδυνων απορριμμάτων κατασκευών και κατεδαφίσεων θα προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή υποβολή άλλων υλικών. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο καθώς και τις τρέχουσες πρακτικές σχετικά με τη διαχείριση ΑΕΚΚ τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη. Συζητούνται τα υπάρχοντα εμπόδια και τα προτεινόμενα μέτρα, προκειμένου να επιτευχθεί αποτελεσματική διαχείριση ΑΕΚΚ σε μεγαλύτερη κλίμακα και να μεγιστοποιηθούν τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη τους.

## **2. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

Ως στερεά απόβλητα ορίζονται τα υλικά (στερεάς ή ημι-στερεάς μορφής) που προέρχονται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες, και απορρίπτονται λόγω μη χρησιμότητας τους στον άνθρωπο. Στα στερεά απόβλητα συγκαταλέγονται υλικά παραγόμενα από μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων, νερού, ατμοσφαιρικής ρύπανσης και άλλων απορριπτόμενων υλικών, συμπεριλαμβανομένων στερεών, υγρών, ημι-στερεών ή περιεχόντων αερίων υλικών που προκύπτουν από βιομηχανικές, εμπορικές, εξορυκτικές δραστηριότητες, και γεωργικές εργασίες, και από κοινοτικές δραστηριότητες. Κάθε χρόνο, περίπου 11,2 δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων συλλέγονται παγκοσμίως και η αποσύνθεση της οργανικής αναλογίας των στερεών αποβλήτων συμβάλλει περίπου στο 5 % των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (Ανδρεαδάκης κ.α., 2008).

### **2.1. ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

Τα αστικά στερεά απόβλητα, είναι μη επικίνδυνα υλικά μιας χρήσης που παράγονται από νοικοκυριά, ιδρύματα, βιομηχανίες, γεωργικές δραστηριότητες, και λύματα. Αποτελείται από απόβλητα, οργανικά και ανακυκλώσιμα υλικά, με τον δήμο να επιβλέπει τη διάθεσή τους. Τα ΑΣΑ δημιουργούνται από νοικοκυριά, γραφεία, ξενοδοχεία, καταστήματα, σχολεία και άλλα ιδρύματα. Η παραγωγή των ΑΣΑ αυξάνεται συνεχώς σε παγκόσμια κλίμακα. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, η αύξηση των ΑΣΑ τα τελευταία χρόνια είναι ραγδαία, αφού από σε διάστημα 6 ετών (2012-2018) η παγκόσμια ετήσια παραγωγή τους εκτοξεύθηκε από 1,3 σε 2,01 δισεκατομμύρια τόνους. Αναμένεται ότι ο παγκόσμιος ετήσιος ρυθμός παραγωγής MSW θα αυξηθεί σε 2,59 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2030, ενώ μέχρι το 2050 να αγγίξει τους 3,40 δισεκατομμύρια τόνους (Kaza et al., 2018; Mayer et al., 2019).

Αυτή η μεγάλη αύξηση της παραγωγής των ΑΣΑ ταυτίζεται ως αντίκτυπος διαφορετικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής ανάπτυξης, της επέκτασης του πληθυσμού, της βιομηχανικής ανάπτυξης, της αστικοποίησης και της μετανάστευσης από αγροτικό σε αστικό κλπ.. Μαζί με τη συσσώρευση όγκου αποβλήτων, η σύνθεση των απορριμμάτων γίνεται επίσης πιο ετερογενής και περίπλοκη λόγω της ανάπτυξης σύγχρονων οικονομιών που έχουν ως επίκεντρο τον τρόπο ζωής τον καταναλωτή (Farooq et al., 2021).

Τα κύρια συστατικά των απορριμμάτων είναι τα απορρίμματα τροφίμων, το χαρτί, το πλαστικό, το ύφασμα, το μέταλλο και το γυαλί, αν και τα συντρίμια κατεδάφισης και κατασκευής περιλαμβάνονται συχνά στα συλλεγμένα απόβλητα, όπως και μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, όπως ηλεκτρικοί λαμπτήρες, μπαταρίες, ανταλλακτικά αυτοκινήτων, και πεταμένα φάρμακα και χημικά (Funk et al., 2020). Τα ΑΣΑ περιλαμβάνουν σκουπίδια, στάχτες, καθαρισμούς δρόμων, νεκρά ζώα, ιατρικά απόβλητα και όλα τα άλλα μη βιομηχανικά στερεά απόβλητα. Συνήθως, τα αστικά στερεά απόβλητα συλλέγονται, εξαπλώνονται και αποστέλλονται είτε σε χωματερές είτε σε δημοτικό κέντρο ανακύκλωσης για επεξεργασία (Adhikari et al., 2018)

## **2.2. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

### **2.2.1. Ιατρικά Απόβλητα**

Τα απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα που παράγονται από ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης, ερευνητικές εγκαταστάσεις και εργαστήρια. Επιπλέον, στα ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνονται τα απόβλητα που προέρχονται από "μικρές" ή "διάσπαρτες" πηγές - όπως αυτή που παράγεται κατά τη διάρκεια της υγειονομικής περίθαλψης που πραγματοποιείται στο σπίτι (αιμοκάθαρση, ενέσεις ινσουλίνης κλπ.). Οι κυριότερες πηγές απορριμμάτων



υγειονομικής περίθαλψης είναι νοσοκομεία και άλλες εγκαταστάσεις υγείας, εργαστήρια και ερευνητικά κέντρα, νεκροτομεία και κέντρα νεκροψίας, εργαστήρια έρευνας και δοκιμών σε ζώα, τράπεζες αίματος και υπηρεσίες συλλογής, γηροκομεία για ηλικιωμένους. Οι χώρες υψηλού εισοδήματος παράγουν κατά μέσο όρο έως 0,5 κιλά επικίνδυνων αποβλήτων ανά νοσοκομειακό κρεβάτι την ημέρα. ενώ οι χώρες χαμηλού εισοδήματος παράγουν κατά μέσο όρο 0,2 κιλά. (WHO, n.d.)



**Εικόνα 1:** Ιατρικά απόβλητα (Solberg, 2009).

### **2.2.2. Επικίνδυνα Απόβλητα**

Στερεά απόβλητα ή συνδυασμός στερεών αποβλήτων, τα οποία λόγω της ποσότητας, της συγκέντρωσης ή των φυσικών, χημικών ή μολυσματικών χαρακτηριστικών τους μπορεί (α) να προκαλέσουν ή να συμβάλουν σημαντικά σε αύξηση της θνησιμότητας ή αύξηση σοβαρών μη αναστρέψιμων ή αναστρέψιμων ασθενειών, ή (β) συνιστούν ουσιαστικό ή δυνητικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον όταν αντιμετωπίζονται, αποθηκεύονται, μεταφέρονται ή απορρίπτονται ακατάλληλα, ή αντιμετωπίζονται με άλλο τρόπο (EPA, 2005). Επικίνδυνα απόβλητα δημιουργούνται από πολλές πηγές, που κυμαίνονται από απόβλητα βιομηχανικής διαδικασίας έως μπαταρίες και μπορεί να έρθουν σε πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένων υγρών, στερεών αερίων και ιλύων. Ο νόμος για τη

διατήρηση και ανάκτηση πόρων (RCRA), που ψηφίστηκε το 1976, θεσπίστηκε για να δημιουργήσει ένα πλαίσιο για τη σωστή διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων (EPA, 2015).

### **2.2.3. Μη Επικίνδυνα Απόβλητα**

Μη επικίνδυνα απόβλητα είναι κάθε τύπος βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία, σύμφωνα με τους κανονισμούς, δεν μπορούν να προστεθούν σε σκουπιδότοπους ή αποχετεύσεις. Αν και αυτά τα υλικά δεν επηρεάζουν αρνητικά την υγεία των ανθρώπων, πρέπει να συλλέγονται και να απορρίπτονται σωστά για διάφορους λόγους.

#### *2.2.3.1. Βιομηχανικά απόβλητα*

Τα βιομηχανικά στερεά απόβλητα είναι τα απόβλητα που παράγονται από τις βιομηχανικές δραστηριότητες και περιλαμβάνουν τυχόν στερεά υλικά που καθίστανται άχρηστα κατά τη διαδικασία παραγωγής. Τα βιομηχανικά απόβλητα αποτελούν ένα παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα για την αντιμετώπιση του οποίου επιβάλλεται η λήψη σοβαρών μέτρων αντιμετώπισης (Soliman & Moustafa, 2020).



**Εικόνα 2:** Βιομηχανικά απόβλητα στον ποταμό Μισισσιπή, Βραζιλία (Maged & Bashir, 2017).

### 2.2.3.2. Άλλα απόβλητα.

Τα απόβλητα που δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες, ορίζονται ως «άλλα απόβλητα» και περιλαμβάνουν ιλύες από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων, μεταχειρισμένα ελαστικά, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ), απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ), γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα (Tsirogiannis, 2018).



**Εικόνα 3:** Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (European Commission, 2000).

### **3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

#### **3.1. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΕΚΚ**

Η νομοθεσία που αφορά στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και συγκεκριμένα των ΑΕΚΚ, περιλαμβάνει την Εθνική και Κοινοτική νομοθεσία των στερεών αποβλήτων, και τις οδηγίες που έχουν εκδοθεί για τα στερεά ΑΕΚΚ.

Το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ περιγράφεται από (α) το Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021) και (β) το Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος «*Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις*». Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους».

Ο Νόμος Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α` 6.8.2001), τροποποιήθηκε από την Υ.Α. 9268/469/2007 (ΦΕΚ 286/Β/2.3.2007), το Ν. 3854/2010(ΦΕΚ 94/Α/23.6.2010), το Ν. 4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13.2.2012), και το Ν. 4496/2017 (ΦΕΚ 170/Α/8.11.2017), θέτοντας το πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση (ανάκτηση, ανακύκλωση) αποβλήτων στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων εκσκαφής και κατεδάφισης, που εμπίπτουν στον ορισμό του "άλλα απόβλητα", ενώ καταργήθηκε πρόσφατα από το **Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021)**.

Πιο συγκεκριμένα, ο νόμος 4496/2017 τροποποίησε το άρθρο 4, προσθέτοντας την αρχή της "Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού". Η αρχή "Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού" μπορεί να οριστεί ως "μια προσέγγιση περιβαλλοντικής πολιτικής κατά την οποία η ευθύνη ενός παραγωγού για ένα προϊόν επεκτείνεται στο στάδιο μετά τον καταναλωτή του κύκλου ζωής ενός προϊόντος". Στόχος της αρχής "Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού» είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους, ορίζοντας υπεύθυνους όσον αφορά στο κόστος διαχείρισης των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τους. Η αρχή της

"Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού» αποτελεί ένα σημαντικό μέσο υποστήριξης της εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Ιεραρχίας Αποβλήτων, και ως εκ τούτου για την αύξηση κατά προτεραιότητα: πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.

Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 36259/1757/Ε103/10 (ΦΕΚ 1312/Β/24-8-2010) «*Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)*» η οποία αναφέρεται (α) σε ΑΕΚΚ, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν χαρακτηριστικά αυτών όπως ο όγκος, το βάρος, κλπ., και (β) σε στερεά απόβλητα παραγόμενα από την επεξεργασία υλικών οικοδομικών εργασιών (μάρμαρο), σε περιπτώσεις που δεν εμπεριέχονται σε άλλες θεσμικές αποφάσεις. Ωστόσο, στο πλαίσιο εφαρμογής της παραπάνω ΚΥΑ δεν περιλαμβάνονται ορισμένες κατηγορίες αποβλήτων:

- ΑΕΚΚ που παρουσιάζουν επικίνδυνο χαρακτήρα
- Ρυπασμένα από επικίνδυνες ουσίες ΑΕΚΚ, που παράγονται από βιομηχανικές δραστηριότητες
- Παράγωγα απόβλητα από μεταλλευτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες
- Παράγωγα φυσικά υλικά (χώμα) σε φυσική κατάσταση, προερχόμενα από δραστηριότητες εκσκαφής.

Ο Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων καθώς ενσωματώνει τις Οδηγίες 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30<sup>ης</sup> 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. Στο Κεφάλαιο Α «Γενικές

Διατάξεις» διευκρινίζονται διάφορες έννοιες (Άρθρο 3), καθώς γίνεται και ιεράρχηση των αποβλήτων (Άρθρο 4), οι οποίες περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακα 2, Πίνακας 3). Επιπλέον, στο Κεφάλαιο Γ «Πρόληψη - προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση - ανάκτηση – διάθεση», το Άρθρο 30 αναφέρεται στα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), ενώ το Κεφάλαιο Δ στη Διαχείριση Αποβλήτων, ενώ το Κεφάλαιο Δ αναφέρεται στη Διαχείριση Αποβλήτων.

**Πίνακας 1:** Νομοθεσίες για τη διαχείριση αδρανών υλικών σύμφωνα με το Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021).

Νομοθεσία		Περιεχόμενο
<b>Ν. 2939/2001</b>		θέματα ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων με πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα στο επίπεδο της αγοράς.
«Συσκευασίες και Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών άλλων Προϊόντων – Ίδρυση ΕΟΕΔΣΑΠ και άλλες διατάξεις»	Άρθρο 3	Σκοπός: Θέσπιση μέτρων για την διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων με στόχο την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τους
	Άρθρο 4	Καθορισμός πεδίου εφαρμογής του Νόμου
		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Αρχή πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων</li><li>▪ Αρχή “ο ρυπαίνων πληρώνει”</li><li>▪ Αρχή συνυπευθυνότητας εμπλεκόμενων παραγόντων</li><li>▪ Αρχή δημοσιότητας προς χρήστες και καταναλωτές για την ανάδειξη ρόλου τους στην εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων.</li></ul>
	Κεφ. Γ	«Άλλα προϊόντα» και τα απόβλητα «άλλων Προϊόντων» όπως τα ΑΕΚΚ

	Άρθρο 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης των «άλλων προϊόντων»</li> </ul>
Σχέδιο ΠΔ «Μέτρα και Όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.	Άρθρο 4	<p>όροι και προϋποθέσεις διαχείρισης υλικών για κατασκευές ώστε όταν γίνονται εργασίες διάθεσης ή αξιοποίησής να περιορίζονται στο ελάχιστο οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ στην ανθρώπινη υγεία</li> </ul>
Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους»	Άρθρο 6	<p>όροι και προϋποθέσεις διαχείρισης των ΑΕΚΚ στις</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ σχετικές διατάξεις, που ακολουθούν την κείμενη νομοθεσία για τη διαχείριση των μη επικίνδυνων (στερεών) αποβλήτων και σε περιπτώσεις ανάμιξης με επικίνδυνα απόβλητα τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων</li> </ul>
	Άρθρο 7	υποχρεώσεις των διαχειριστών ΑΕΚΚ, που πρέπει να διευκολύνουν την αποξήλωση, την επαναχρησιμοποίηση, την αξιοποίηση και την ανακύκλωση των κατασκευαστικών υλικών
	Άρθρο 9	<p>Υποχρεωτικές διαδικασίες διαχειριστή ή σύστηματος εναλλακτικής διαχείρισης για τη χορήγηση ΠΕΔ</p> <p>Ποσοτικοποίηση στόχων συλλογής – αξιοποίησης αποβλήτων κατασκευών, εκσκαφών και κατεδαφίσεων</p>



---

N. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021)	Άρθρο 4	Ιεράρχηση αποβλήτων Στη νομοθεσία και την πολιτική για την πρόληψη και τη διαχείριση των αποβλήτων ισχύει κατά προτεραιότητα η ακόλουθη ιεράρχηση όσον αφορά στα απόβλητα: (α) πρόληψη, (β) προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, (γ) ανακύκλωση, (δ) άλλου είδους ανάκτηση, όπως ανάκτηση ενέργειας, και (ε) διάθεση.
--	---------	---

---

**Πίνακας 2:** Βασικές έννοιες σύμφωνα με την Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021).

Όρος	Περιγραφή
Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)	Τα απόβλητα που προέρχονται από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις
Πρόληψη	Τα μέτρα, τα οποία λαμβάνονται προτού μία ουσία, υλικό ή προϊόν καταστούν απόβλητα, και τα οποία μειώνουν: (α) την ποσότητα των αποβλήτων, μέσω επαναχρησιμοποίησης ή παράτασης της διάρκειας ζωής των προϊόντων, (β) τις αρνητικές συνέπειες των παραγόμενων αποβλήτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ή (γ) την περιεκτικότητα των υλικών και προϊόντων σε επικίνδυνες ουσίες.
Διαχείριση	Η συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, και διάθεση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων της εποπτείας των εργασιών αυτών και της μετέπειτα φροντίδας των χώρων διάθεσης, καθώς και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι έμποροι ή οι μεσίτες.
Εναλλακτική διαχείριση	Οι εργασίες συλλογής, στις οποίες περιλαμβάνεται και η εγγυοδοσία, καθώς και οι εργασίες

---

	μεταφοράς, μεταφόρτωσης, αποθήκευσης, προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωσης και κάθε άλλο είδος ανάκτησης των χρησιμοποιημένων συσκευασιών πολλαπλής χρήσης ή των αποβλήτων των συσκευασιών και προϊόντων για τα οποία έχει θεσπιστεί ΠΔΕΠ.
Επαναχρησιμοποίηση	Κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν
Επεξεργασία	Οι εργασίες ανάκτησης ή διάθεσης, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται η προετοιμασία πριν από την ανάκτηση ή τη διάθεση
Ανακύκλωση	Οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης.

---

### 3.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΕΚΚ

Ένας από τους στόχους της οδηγίας-πλαισίου για τα απόβλητα (2008/98/ΕΚ) είναι να παράσχει ένα πλαίσιο για την πορεία προς μια ευρωπαϊκή κοινωνία ανακύκλωσης με υψηλό επίπεδο αποδοτικότητας των πόρων, ορίζοντας ότι τα κράτη μέλη θα καταρτίσουν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων και προγράμματα πρόληψης αποβλήτων και λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα που έχουν σχεδιαστεί για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών. Πολυετή διαδοχικά προγράμματα περιβαλλοντικής δράσης, λαμβάνουν χώρα από το 1973 έως και σήμερα, στα πλαίσια δράσης της ΕΕ όσον αφορά στα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται συνοπτικά αποφάσεις και δράσεις που έλαβαν χώρα μέχρι σήμερα και αφορούσαν στην προστασία του περιβάλλοντος.

**Πίνακας 3:** Περιβαλλοντικές αποφάσεις και δράσεις στον ελληνικό χώρο από το 1975 έως και σήμερα

Έτος	Αποφάσεις / Δράσεις
1975	Κονδύλια κοινοτικού προϋπολογισμού για την προστασία του περιβάλλοντος
1981	Συγχώνευση διάσπαρτων περιβαλλοντικών υπηρεσιών στη Γενική Διεύθυνση XI (περιβάλλον, πυρηνική ασφάλεια προστασία πολιτών)
1991	Έναρξη προγράμματος διαχείρισης αποβλήτων προτεραιότητας (συμπεριλαμβανομένων των ΑΕΚΚ) από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή
2013	7 <sup>ο</sup> πρόγραμμα δράσης «Ευημερία εντός των ορίων του πλανήτη μας», με ορίζοντα το 2020. Στόχος του προγράμματος η μετάβαση ΕΕ σε μια πιο κυκλική οικονομία (μετατροπή της ΕΕ σε μια πράσινη, ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών επιπέδων εκπομπών CO <sub>2</sub> και αποδοτικής χρήσης

---

των πόρων)

2015 Υιοθέτηση ενός πακέτου κυκλικής οικονομίας από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Στόχος ήταν η κατά το μέγιστο διατήρηση της οικονομικής αξίας των προϊόντων, των υλικών και των πόρων και η ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων

---

Το 2015, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε περαιτέρω ένα πακέτο κυκλικής οικονομίας που υποδεικνύει την ανάγκη για «μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία, όπου η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρείται στην οικονομία όσο το δυνατόν περισσότερο και η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται. "Πιο συγκεκριμένα, στόχος είναι να μετατρέψει το «γραμμικό μοντέλο» που παρουσιάζει την ακολουθία της «προμήθειας, παραγωγής, κατανάλωσης, και απόρριψης» σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας, που εστιάζει στην ακολουθία της «μείωσης, επαναχρησιμοποίησης, επισκευής, ανακύκλωσης, ανάκτησης» (European Commission, 2015).

Προκειμένου να εφαρμοστεί το μοντέλο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ακολουθεί ορισμένα μέτρα σχετικά με:

- Τη διαχείριση αποβλήτων
- την παρακολούθηση της αποδοτικότητας των πόρων
- την ανακύκλωση και τη βιωσιμότητα των προϊόντων
- το ερευνητικό κομμάτι και τις καινοτόμες δράσεις
- τις θέσεις εργασίας και την υποστήριξη επιχειρήσεων μικρού και μεσαίου μεγέθους

Η Οδηγία Πλαίσιο 2008/98/EK, του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008, που αφορά στη διαχείριση αποβλήτων, αντικατέστησε

την Οδηγία 2006/12/EK και κατήργησε τις Οδηγίες 75/439/EK, και 91/689/EK (Οδηγίες διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων και των λιπαντικών).

Η έκδοση της Οδηγίας 2008/98/EK έγινε με σκοπό (α) την ακριβή ερμηνεία διαφόρων όρων και εννοιών (π.χ. απόβλητο, αξιοποίηση, κλπ), (β) την ενίσχυση και προώθηση της πρόληψης της παραγωγής απορριμμάτων, (γ) την εισαγωγή στην ανάλυση του «κύκλου ζωής» όσον αφορά στο διαχειριστικό κομμάτι, και (δ) την προώθηση της έννοιας της ανάκτησης υλικών και ενεργειακής αξιοποίησης.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/EK, το θεσμικό πλαίσιο και η πολιτική που αφορούν στη διαχείριση των απορριμμάτων, ακολουθεί την εξής ιεραρχία:

- Πρόληψη
- Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση
- Λοιποί τρόποι ανάκτησης
- Διάθεση

Μια σημαντική αρχή που περιλαμβάνεται στην Οδηγία 2008/98/EK είναι ότι «ο ρυπαίνων πληρώνει». Σύμφωνα με την αρχή αυτή, τόσο ο υπεύθυνος της εγκατάστασης που παράγεται το απόβλητο, όσο και ο τρέχοντας / προηγούμενος κάτοχος των αποβλήτων, είναι υποχρεωμένοι να επιβαρυνθούν με το ανάλογο κόστος που απαιτεί η διαχείριση του εκάστοτε αποβλήτου. Επιπλέον, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να ορίσουν μέτρα παρακολούθησης και διασφάλισης της πορείας της διαχείρισης των αποβλήτων (παραγωγό, κάτοχο, συλλογή, επεξεργασίας).

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα (3 έτη), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενημερώνεται λεπτομερώς για την πορεία του κάθε κράτους-μέλους, και σε περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαίο, επανελέγχει και αναπροσαρμόζει την Οδηγία.

### 3.2.1. Κατηγορίες αποβλήτων

Κατόπιν συνεννόησης και ακολουθίας μιας κοινής γραμμής αποφάσεων όσον αφορά στη διαχείριση αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε την Απόφαση 94/3/ΕΚ «Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)», έναν αστείρευτο κατάλογο αποβλήτων, που συχνά τροποποιείται και προσαρμόζεται σε νέα δεδομένα (τελευταία ανανέωση καταλόγου με το 2014/955/ΕΕ) και σε περιπτώσεις που κριθεί αναγκαίο ανακατασκευάζεται.

Κύριος ρόλος του Ε.Κ.Α. είναι η διαμόρφωση μιας ονοματολογίας κοινής αναφοράς όλων, ώστε η διαχείριση των αποβλήτων να βασίζεται σε κοινό άξονα και να είναι αποδοτικότερη. Η Απόφαση 2014/955/ΕΕ προσδιορίζει τα επικίνδυνα απόβλητα, διαχωρίζοντας τα από τα μη επικίνδυνα με την ύπαρξη ενός αστερίσκου.

Το κεφάλαιο 17 περιέχει τα «Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις», συμπεριλαμβάνοντας και χρώματα από εκσκαφές μολυσμένων περιοχών. Ο Ε.Κ.Α. διαχωρίζει τα ΑΕΚΚ σε εννέα υπο-κατηγορίες · (i) Σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια, κεραμικά (ii) ξύλο, γυαλί, πλαστικό (iii) μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας (iv) μέταλλα (v) χρώματα (vi) υλικά μόνωσης / δομικών κατασκευών με αμίαντο (viii) υλικά δομικών κατασκευών με γύψο (ix) άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών / κατεδαφίσεων, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον πίνακα που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 4).

**Πίνακας 4:** Κεφάλαιο 17 του Καταλόγου Αποβλήτων ( Παράρτημα Απόφασης 2000/532/ΕΚ).

<b>17</b>	<b>ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΧΩΜΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΑΠΟ ΜΟΛΥΣΜΕΝΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ)</b>
<b>17 01</b>	<b>Σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά</b>
17 01 01	Σκυρόδεμα
17 01 02	Τούβλα

17 01 03	πλακάκια και κεραμικά
17 01 06*	μείγματα ή επιμέρους συστατικά από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 01 07	μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακακίων και κεραμικών, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 01 06
<b>17 02</b>	<b>Ξύλο, γυαλί και πλαστικό</b>
17 02 01	Ξύλο
17 02 02	Γυαλί
17 02 03	Πλαστικά
17 02 04*	γυαλί, πλαστικό και ξύλο που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες ή έχουν μολυνθεί από αυτές
<b>17 03</b>	<b>Μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας</b>
17 03 01*	μείγματα ορυκτής ασφάλτου που περιέχουν λιθανθρακόπισσα
17 03 02	μείγματα ορυκτής ασφάλτου, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 03 01
17 03 03*	λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
<b>17 04</b>	<b>Μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους)</b>
17 04 01	χαλκός, μπρούντζος, ορείχαλκος
17 04 02	Αργίλιο
17 04 03	Μόλυβδος
17 04 04	Ψευδάργυρος
17 04 05	σίδηρος και χάλυβας
17 04 06	Κασσίτερος
17 04 07	μεικτά μέταλλα
17 04 09*	απόβλητα μετάλλων μολυσμένα από επικίνδυνες ουσίες
17 04 10*	καλώδια που περιέχουν πετρέλαιο, λιθανθρακόπισσα και άλλες επικίνδυνες ουσίες
17 04 11	καλώδια, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 04 10
<b>17 05</b>	<b>Χώματα (συμπεριλαμβανομένων των χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μάζα εκσκαφών</b>
17 05 03*	χώματα και πέτρες που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 05 04	χώματα και πέτρες, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 05 03



17 05 05*	μπάζα εκσκαφών που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 05 06	μπάζα εκσκαφών, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 05 05
17 05 07*	έρμα σιδηροτροχιών που περιέχει επικίνδυνες ουσίες
17 05 08	έρμα σιδηροτροχιών, εκτός εκείνου που αναφέρεται στο 17 05 07
<b>17 06</b>	<b>Μονωτικά υλικά και υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο</b>
17 06 01*	μονωτικά υλικά που περιέχουν αμίαντο
17 06 03*	άλλα μονωτικά υλικά που αποτελούνται από επικίνδυνες ουσίες ή τις περιέχουν
17 06 04	μονωτικά υλικά, εκτός εκείνων που αναφέρονται στα 17 06 01 και 17 06 03
17 06 05*	μπάζα εκσκαφών που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
<b>17 08</b>	<b>Υλικά δομικών κατασκευών με βάση τον γύψο</b>
17 08 01*	υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο μολυσμένα από επικίνδυνες ουσίες
17 08 02	υλικά δομικών κατασκευών με βάση τον γύψο, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 08 01
<b>17 09</b>	<b>Άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων</b>
17 09 01*	απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν υδράργυρο
17 09 02*	απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν PCB (π.χ. στεγανωτικά υλικά που περιέχουν PCB, δάπεδα με βάση ρητίνες που περιέχουν PCB, μονάδες στεγανοποιημένης υαλόφραξης που περιέχουν PCB, πυκνωτές που περιέχουν PCB)
17 09 03*	άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων (συμπεριλαμβανομένων των μειγμάτων αποβλήτων) που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 09 04	μείγματα αποβλήτων δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων, εκτός εκείνων που αναφέρονται στα 17 09 01, 17 09 02 και 17 09 03.

#### 4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΕΚΚ

Ο εφαρμοσμένος ορισμός των απορριμμάτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΚΚ) που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα ακολουθεί τον ορισμό που περιλαμβάνεται στην Απόφαση της Επιτροπής 2011/753/ΕΕ για την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τους στόχους της Οδηγίας-Πλαισίου για τα απόβλητα. Συγκεκριμένα, ως «Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων» ορίζονται τα απόβλητα που αντιστοιχούν στους κωδικούς αποβλήτων του Κεφάλαιο 17 του Καταλόγου Αποβλήτων σύμφωνα με το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ. [Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)], εξαιρουμένων των επικίνδυνων αποβλήτων και των φυσικών υλικών, όπως ορίζονται στην Κατηγορία 17 05 04. Ωστόσο, ο όρος που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην Ελλάδα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται, για να περιγράψει τη ροή των αποβλήτων ΑΚΚ είναι τα «απόβλητα εκσκαφής, κατασκευής και κατεδάφισης (ΑΕΚΚ)», όπως παρουσιάζεται στην ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 - ΦΕΚ 1312/Β/24-8-2010 «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)», η οποία αποτελεί το κύριο κανονιστικό έγγραφο που αφορά στη διαχείριση των ΑΚΚ. (Tsirogiannis, 2018).

Τα ΑΕΚΚ αναφέρονται σε όλα τα απόβλητα από εκσκαφή, κατασκευή και κατεδάφιση, ανεξάρτητα από το σχήμα, τον όγκο, το βάρος ή τα χαρακτηριστικά του υλικού τους, καθώς και σε στερεά απόβλητα που προκύπτουν από την κοπή μαρμάρου για προετοιμασία για κατασκευαστικούς σκοπούς και περίσσεια σκυροδέματος. Παρότι υπάρχει διάκριση μεταξύ των αποβλήτων που προέρχονται

από τις παραπάνω δραστηριότητες, δεν διατίθενται ξεχωριστοί ορισμοί στη σχετική νομοθεσία (<https://ec.europa.eu/>)

Τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας αποτελούν σχεδόν το 1/3 των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων στην ΕΕ. Περιέχει ποικίλα υλικά όπως τούβλα, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό, κ.α. Πρόκειται για μια κατηγορία που εμπεριέχει πλήθος αποβλήτων προερχόμενων από τον οικοδομικό και τον κατασκευαστικό τομέα, και βάσει της προέλευσης χωρίζονται στις εξής υποκατηγορίες: στα απόβλητα (α) κατεδαφίσεων, (β) εκσκαφών, (γ) εργοταξίων, και (δ) οδοποιΐας.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται οι τέσσερις υπο-κατηγορίες των ΑΕΚΚ και ορισμένα χαρακτηριστικά.



**Εικόνα 4:** Απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις (ΕΡΑ, 2020).

**Πίνακας 5:** Υπο-κατηγορίες αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.

<b>ΥΠΟ-ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ</b>	<b>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>	<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>
Απόβλητα εκσκαφών	άμμος, χαλίκι, πέτρες, άργιλος και άλλα παραγόμενα από εκσκαφές υλικά	<ul style="list-style-type: none"><li>■ σχεδόν κάθε κατασκευαστικό έργο (ιδίως υπόγειες κατασκευές, γεωτεχνικά έργα)</li><li>■ φυσικά φαινόμενα, πχ υπερχειλίσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις, κ.α.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Η σύσταση των υλικών εξαρτάται από τα γεωλογικά δεδομένα</li><li>■ Η ποσότητά των υλικών εξαρτάται από τον αριθμό, το είδος και το μέγεθος των τεχνικών έργων</li></ul>
Απόβλητα κατεδαφίσεων	χώμα, άμμος, γύψος, χαλίκι, πέτρες, επιχρίσματα, τούβλα, πλάκες επιστρώσεως, λαξευμένες πέτρες, κ.α.	<ul style="list-style-type: none"><li>■ κατεδάφιση (μερική ή ολική) παλαιών οικοδομών προς αξιοποίηση οικοπέδου</li><li>■ ανακαίνιση οικοδομών (παρέμβαση στο εσωτερικό) προς καλύτερη λειτουργικότητα χώρου, ή αντικατάσταση φθορών</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια</li><li>■ Η σύσταση των υλικών εξαρτάται από το είδος, την παλαιότητα, τη μορφή, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου ή της κατασκευής.</li></ul>

Απόβλητα εργοταξίων	ξύλο, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια, κόλλες, κ.α.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ κατεδάφιση οικοδομών λόγω φυσικών καταστροφών</li> <li>▪ λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης, ανακαίνισης</li> </ul>	<p>Προέλευση: υπόγειες υδραυλικές - ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πόλεων, έργα επιδιόρθωσης τους</p>
Απόβλητα οδοποιίας	Άσφαλτος, υλικά οδοστρώματος και βάσεων (χαλίκι, άμμος, κ.α.)		

---

## 5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

### 5.1. Κατάσταση στην Ευρώπη

Οι ευρωπαϊκές χώρες προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες τους χρησιμοποιούν αδρανή υλικά, από τα οποία το 65% χρησιμοποιείται ετησίως σε κατασκευαστικά έργα. Ιδίως οι χώρες που πλήττονται από σεισμούς συχνά, και τα σκυροδέματα είναι τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές των κτιρίων, χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες αδρανών υλικών. Το ίδιο ισχύει και σε τα έργα υποδομών, αφού περίπου το 20% της ετήσιας Ευρωπαϊκής κατανάλωσης χρησιμοποιείται για την κατασκευή δρόμων, σιδηροδρομικών γραμμών, κ.α.

Τα παραγόμενα απόβλητα αποτελούν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, και με ανάλογα την προέλευση τους χωρίζονται σε (α) απόβλητα κατασκευαστικού τομέα, (β) απόβλητα εξόρυξης, και (γ) βιομηχανικά απόβλητα.

Στον παρακάτω πίνακα (βλ. *Πίνακα 6*), παρουσιάζονται οι τομείς προέλευσης και τα συστατικά των ΑΕΚΚ, σύμφωνα με τη Eurostat (2012).

Ωστόσο, δε δρουν όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες το ίδιο γρήγορα και αποτελεσματικά, όσον αφορά στη διαχείριση των αδρανών αποβλήτων. Ανάλογα με τη δραστηριότητα, γίνεται η διάκριση στις χώρες «Πρότυπα» (πχ Ολλανδία), στις χώρες με ικανοποιητική διαχείριση (Ην. Βασίλειο, Γερμανία), και στις χώρες μη εφαρμογής σχεδιασμού χρήσεων γης (ΝΑ Ευρώπη, εκτός Ελλάδας, Ιταλίας, Αυστρίας) με ζώνες προτεραιότητας. Στην πρώτη περίπτωση, τα αδρανή απόβλητα ανακυκλώνονται σε όλη την παραγόμενη ποσότητα, ενώ στην τρίτη ανήκουν περιπτώσεις όπως η Ερζεγοβίνη (μηδενική ύπαρξη εργοστασίων ανακύκλωσης) και η Βοσνία (μικρός αριθμός εργοστασίων ανακύκλωσης) (Paralika & Karachaliou, 2019).

Σύμφωνα με υπολογισμούς, η μέση ετήσια ζήτηση αδρανών ανά άτομο πρόκειται μελλοντικά σχεδόν να διπλασιαστεί. Υπολογίζεται ότι με το πέρας της οικονομικής κρίσης που έπληξε την Ευρώπη τα τελευταία χρόνια, και την επανέναρξη της ανάπτυξης, η ζήτηση των αδρανών υλικών πρόκειται να αυξηθεί ραγδαία, και να φτάσει έως και τα 4 δις εκατ. τόνους (Tiess & Χαλκιοπούλου, 2011).

**Πίνακας 6:** Απόβλητα από Κατασκευές και Κατεδαφίσεις

<b>Απόβλητα από Κατασκευές και Κατεδαφίσεις</b>		
	<b>Τομέας προέλευσης</b>	<b>Συστατικά</b>
Κατασκευές	Απόβλητα που προέρχονται	Σκυρόδεμα
	από την συντήρηση ή/και	Τσιμέντο
	κατασκευή κτιρίων και	Διάφορα υλικά
	αστικών έργων υποδομής	(τούβλα, πλακάκια)
Κατεδαφίσεις	Απόβλητα που προέρχονται	Εδάφη, Ξύλο, Χαρτί,
	από την συντήρηση και την	Κυτταρίνη και
	μερική ή ολική κατεδάφιση	Πολυστερίνη,
	κτιρίων	Μέταλλα, Πλαστικό, Κιμωλία, Κεραμικά Γυαλί, Αμύαντος
Κατασκευή / επισκευή δρόμων	Απόβλητα που προέρχονται	Εδάφη
	από τις δραστηριότητες	Σκυρόδεμα
	συντήρησης & κατασκευής	Ξύλο
	δρόμων	Μέταλλα Πλαστικό
Εκσκαφές	Απόβλητα που προέρχονται	Ξύλο

---

από εκσκαφές για κατασκευή	Εδάφη
αστικών έργων υποδομής	
ή/και εξόρυξη πετρωμάτων	

---

## 5.2. Κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η εκτιμώμενη ποσότητα παραγόμενων αποβλήτων από οικοδομικές εργασίες (κατασκευές και κατεδαφίσεις), εκτιμάται σε 6-7 εκατ. τόνους ετησίως (Μελέτη ΥΠΕΧΩΔΕ 2006), αλλά λόγω της κρίσης στον κατασκευαστικό τομέα, παρατηρείται μια φθίνουσα πορεία. Λόγω ανεξέλεγκτης διάθεσης των ΑΕΚΚ, απουσίας κάποιου κατάλληλα δομημένου σχεδίου μέχρι σήμερα, όσον αφορά στη συλλογή και αξιοποίηση αυτών, δημιουργούνται σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα (Paralika & Karachaliou, 2019).

Μετά από επεξεργασία των στοιχείων των ετήσιων απολογιστικών εκθέσεων των ΣΕΔ ΑΕΚΚ για τα έτη 2016, 2017 και 2018, με την υπ. αριθ. 170.5 απόφαση του ΔΣ ΕΟΑΝ για την *«επίδοση της χώρας στη εναλλακτική διαχείριση των Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) για τα έτη 2016, 2017 και 2018»* επικυρώθηκε η ισχύς του παρακάτω πίνακα.

Πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης που έπληξε τόσο την Ελλάδα όσο και ολόκληρη την Ευρώπη, η συνολική ποσότητα παραγόμενων αδρανών υλικών υπερέβαινε τους 100 εκατ. Τόνους. Ωστόσο, η κρίση που ακολούθησε είχε σημαντικό αντίκτυπο στον οικοδομικό-κατασκευαστικό κλάδο, γεγονός που είχε σαν αποτέλεσμα την κατακόρυφη μείωση τόσο στη ζήτηση όσο και στο κόστος των οικοδομικών υλικών (πρώτες ύλες, τσιμέντο, σκυρόδεμα) (Tsirogiannis, 2018).



Πιο συγκεκριμένα, αποτέλεσμα της μειωμένης οικοδομικής δραστηριότητας στη χώρα μας, ήταν η πτώση των παραγόμενων υλικών κατά 20% με 23%.

Η γεωγραφική κατανομή της παραγωγής αδρανών στην επικράτεια και ο λόγος της ανά κάτοικο ανά περιφέρεια παρουσιάζεται στον Εικόνα 5. Σημειώνεται ότι η μέση τιμή της παραγωγής αδρανών υλικών ανά κάτοικο στην Ευρώπη (EU28+EFTA) είναι 5.2 t/c (Παπαδάκη, 2013).



**Εικόνα 5:** Κατανομή Παραγωγής Αδρανών Υλικών ανά κάτοικο ανά Περιφέρεια, 2019 (UEPG, Report 2017-2018)

**Πίνακας 7:** Αξιοποίηση εισερχόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ για τα έτη 2016-2018.

Έτος	Εισερχόμενα ΑΕΚΚ (tn)			Εξερχόμενες ποσότητες προς ανάκτηση υλικών (tn)			Ενεργά	Γεωγραφική
	Απόβλητα εκσκαφών	ΑΚΚ	Σύνολο	Ανακύκλωση	Επίχωση	Σύνολο	ΣΕΔ ΑΕΚΚ	κάλυψη σε επίπεδο νομών (%)
2016	335.655	193.429	529.084	128.815	135.108	263.923	9	40,4%
2017	556.065	434.390	990.455	196.925	540.884	737.809	9	53,8%
2018	1.693.887	1.160.304	2.854.191	599.755	1.564.712	2.164.467	9	57,7%

## 6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ

Η ανακύκλωση απορριμμάτων κατασκευών και κατεδαφίσεων θα μπορούσε να λύσει μερικά από τα πιθανά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο κόσμος στις μέρες μας. Είναι γνωστό ότι η παραγωγή οικοδομικών υλικών επιδράσεις δυσμενείς για το περιβάλλον με παραγωγή τοξικών αερίων και επιβλαβών χημικών ουσιών ως εξής προϊόν. Επίσης, η κατασκευή τους χρησιμοποιεί καλό χρηματικό ποσό που επηρεάζει και πάλι την οικονομία. Η ανακύκλωση όχι μόνο ελαχιστοποιεί την παραγωγή των υλικών αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας τα ίχνη CO<sub>2</sub>. Λιγότερη παραγωγή οδηγεί σε λιγότερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων που βοηθά στη διατήρησή τους, καθώς και η σωστή χρήση θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για τη βελτίωση του συνθήκες υγείας της περιοχής. Δεδομένου ότι τα περισσότερα από αυτά τα απόβλητα είναι επικίνδυνα, πρέπει να αποφεύγονται οι απορρίψεις σε ανοιχτό χώρο. Η μείωση των αποτυπωμάτων άνθρακα θα ήταν χρήσιμη για τη διατήρηση της ισορροπίας στο περιβάλλον (Ng & Engelsen, 2018).



**Εικόνα 6:** Οφέλη από την ανακύκλωση ΑΕΚΚ (Ng & Engelsen, 2018).

Πολλές ανεπτυγμένες χώρες στην Ευρώπη έχουν καλή αναλογία στην παραγωγή συνολικών αδρανών και στην παραγωγή ανακυκλωμένων αδρανών.

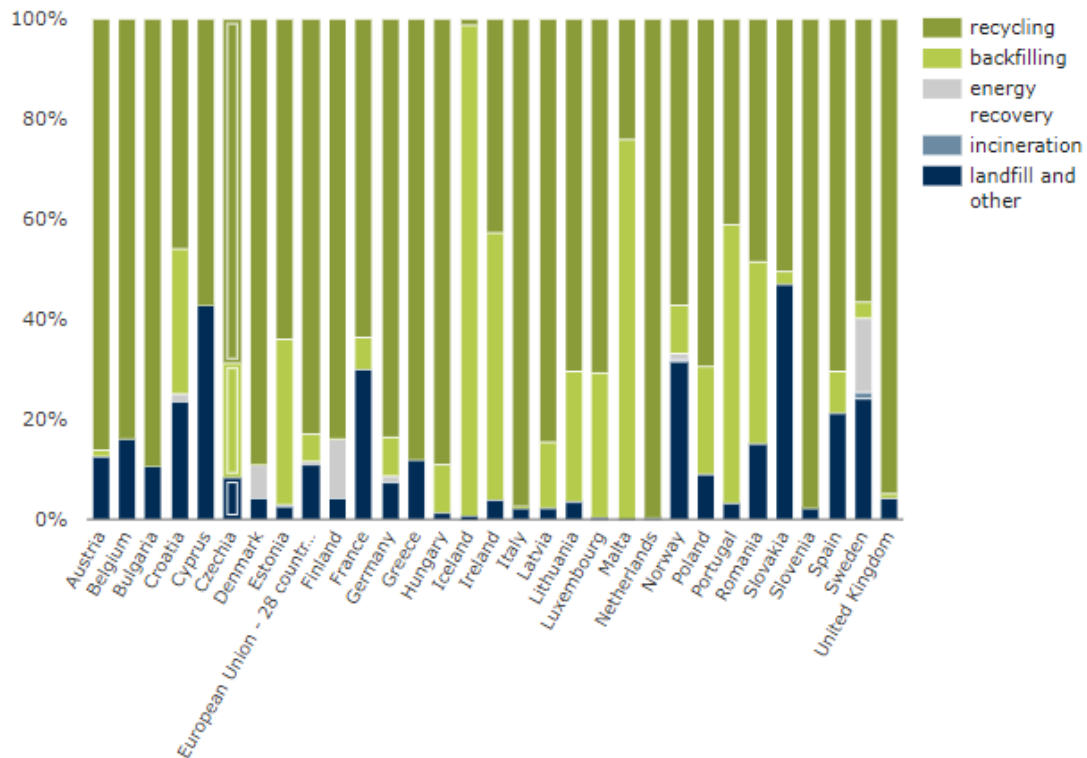
## **6.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ**

Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν τη μεγαλύτερη ροή αποβλήτων στην ΕΕ (σε όρους μάζας 374 εκατομμύρια τόνοι στην Ε.Ε. το 2016), με σχετικά σταθερές ποσότητες που παράγονται με την πάροδο του χρόνου και υψηλά ποσοστά ανάκτησης. Ο έλεγχος των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων αποκαλύπτει ότι η ανάκτηση ΑΕΚΚ βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εργασίες επαναπλήρωσης και ανάκτησης χαμηλού βαθμού, όπως η χρήση ανακυκλωμένων αδρανών σε οδικές υποβάσεις. Αυτή η ενημέρωση εξετάζει πώς οι κυκλικές ενέργειες εμπνευσμένες από την οικονομία μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη των στόχων της πολιτικής για τα απόβλητα, συγκεκριμένα στην πρόληψη των αποβλήτων και στην αύξηση τόσο της ποσότητας όσο και της ποιότητας της ανακύκλωσης για τα ΑΕΚΚ μειώνοντας ταυτόχρονα τα επικίνδυνα υλικά στα απόβλητα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμεί να επιτύχει μια «κοινωνία βασισμένη στην ανακύκλωση, που αναζητά την αποφυγή της παραγωγής απορριμμάτων, αλλά που, σε κάθε περίπτωση, τα χρησιμοποιεί ως πόρο» (Cárcel-Carrasco et al., 2021).

Πολλές χώρες της ΕΕ πέτυχαν να δημιουργήσουν αγορές για ανακτημένα ΑΕΚΚ. Αυτό υποδηλώνει ότι ο ευρωπαϊκός κατασκευαστικός τομέας μπορεί είναι ιδιαίτερα κυκλικός, καθώς καταφέρνει να επαναφέρει μεγάλες ποσότητες των αποβλήτων του στην οικονομία αποφεύγοντας τις επιλογές διάθεσης, όπως η αποτέφρωση και η ταφή. Ωστόσο, ως αποτέλεσμα των κτιριακών πρακτικών στο παρελθόν και της έλλειψης παραγωγής υλικών υψηλής καθαρότητας κατά την κατεδάφιση, σήμερα τα ρεύματα υλικών που προκύπτουν από εργασίες κατεδάφισης και ανακαίνισης δεν είναι κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση. Αυτό εμποδίζει την πλήρη εφαρμογή των στόχων της κυκλικής οικονομίας.

Στην πραγματικότητα, ο προσεκτικότερος έλεγχος των δεδομένων αποκαλύπτει ότι η υψηλή ανάκτηση των ΑΕΚΚ βασίζεται, σε μεγάλο βαθμό, στην επαναπλήρωση (βλ. Εικόνα 7) ή σε ανάκτηση χαμηλού βαθμού.



**Εικόνα 7:** Επεξεργασία του ορυκτού μέρους ΑΕΚΚ (% των επεξεργασμένων αποβλήτων) στις ευρωπαϊκές χώρες το 2016.

Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να καταστεί η διαχείριση των ΑΕΚΚ πραγματικά κυκλική. Αυτό είναι σύμφωνο με τους στόχους του σχεδίου δράσης για την κυκλική οικονομία του 2015, το οποίο περιλαμβάνει τα ΑΕΚΚ μεταξύ των ρευμάτων αποβλήτων «προτεραιότητας».

Οι κυκλικές παρεμβάσεις που εμπνέονται από την οικονομία δεν εστιάζουν μόνο στην ποσοτική αύξηση της ανακύκλωσης αλλά επίσης στη διατήρηση των υλικών στην οικονομία όσο το δυνατόν περισσότερο, διατηρώντας την εγγενή αξία/ποιότητα τους όσο το δυνατόν υψηλότερα. Επιπλέον, στοχεύουν στη μείωση των επικίνδυνων ουσιών στα προϊόντα και τα απόβλητα, κάτι που θα είχε ως αποτέλεσμα

μεγαλύτερη πρόληψη της ΑΕΚΚ (καθώς τα υλικά διατηρούνται στην οικονομία όσο το δυνατόν περισσότερο) και μείωση της ανάκτησης υλικών χαμηλής ποιότητας (EEA, 2021).

Στις Σκανδιναβικές χώρες και συγκεκριμένα στη Δανία, τη Φιλανδία και τη Σουηδία, υπάρχουν νομικές απαιτήσεις για τη διαλογή σε διαφορετικά κλάσματα αποβλήτων. Και στις τρεις περιπτώσεις, υπάρχουν υποχρεώσεις σχετικά με τον διαχωρισμό της πηγής, πράγμα που σημαίνει ότι τα απόβλητα πρέπει να διαχωρίζονται στο χώρο κατασκευής και κατεδάφισης, αν και στις τρεις χώρες υπάρχει η δυνατότητα να επιτρέπουν τη διαλογή μικτών οικοδομικών απορριμμάτων στην εγκατάσταση διαλογής. Τα ρεύματα αποβλήτων πρέπει να διαχωρίζονται προκειμένου να επιτευχθεί υψηλότερο ποσοστό επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης σε σύγκριση με την ανάκτηση (ανάκτηση υλικών ή ενέργειας) ή υγειονομική ταφή. Και στις τρεις χώρες αναγνωρίζεται ότι όσο νωρίτερα εντοπιστούν οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες να συμβεί με υψηλή ποιότητα. Η χαρτογράφηση των πόρων πριν από την κατεδάφιση, την αποδόμηση ή την ανακαίνιση είναι συνεπώς απαραίτητη και ως εκ τούτου θα πρέπει να αποτελεί μέρος του ελέγχου πριν από την κατεδάφιση (Paralika & Karachaliou, 2019).

**Πίνακας 8:** Βέλτιστες πρακτικές για τον ειδικό διαχωρισμό των ΑΕΚΚ στις σκανδιναβικές χώρες

<b>Υλικό</b>	<b>Δανία</b>	<b>Φιλανδία</b>	<b>Σουηδία</b>
Τούβλο/Πλακάκια	X	X	X
Σκυρόδεμα	X	X	X
Γυαλί	X	X	
Γύψος	X	X	X

Μείγματα από πέτρινα υλικά, σκυρόδεμα και τούβλα	X		
Μείγμα σκυροδέματος και ασφάλτου	X		
Χαρτί	X	X	X
Χαρτόνι	X	X	
Πλαστικό	X	X	X
PVC	X	X	
Scrasp σιδήρου	X	X	X
Πέτρινα υλικά	X		
Κεραμικά	X		X
Ξύλο	X	X	X

Στη Δανία, τη Φινλανδία και τη Σουηδία το σκυρόδεμα είναι η κύρια ροή αποβλήτων στα ΑΕΚΚ και η πλειοψηφία των αποβλήτων σκυροδέματος χρησιμοποιείται για ανάκτηση ως θρυμματισμένο σκυρόδεμα, όπου χρησιμοποιείται σε δρόμους και άλλες κατασκευαστικές εργασίες ως υποκατάστατο των πρωτογενών πρώτων υλών (Tsirogiannis, 2018).

Λίγες μόνο χώρες έχουν εισαγάγει υποχρεωτικό έλεγχο πριν από την κατεδάφιση στη νομοθεσία, αλλά αρκετές χώρες διαθέτουν συστήματα εθελοντικής βάσης που εστιάζουν σε ορισμένα τμήματα του ελέγχου, συνήθως στον εντοπισμό επικίνδυνων αποβλήτων.

Η Αυστρία έχει νομοθεσία σχετικά με τον υποχρεωτικό έλεγχο πριν από την κατεδάφιση, για εργασίες κατεδάφισης πάνω από ένα συγκεκριμένο μέγεθος. Στο Βέλγιο, ο έλεγχος πριν από την κατεδάφιση δεν είναι υποχρεωτικός. Ωστόσο, το Βέλγιο έχει δημιουργήσει ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας από έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό διαχείρισης ΑΕΚΚ προκειμένου να υποστηρίξει την ιχνηλασιμότητα των

επιλεκτικά συλλεχθέντων πετρών υλικών κατασκευών για να διασφαλίσει την ποιότητα των ανακυκλωμένων απορριμμάτων κατεδάφισης. Οι ολλανδικοί δήμοι απαιτούν έλεγχο πριν από την κατεδάφιση, αφού για κάθε κατεδάφιση παράγονται περισσότερα από 10 m<sup>3</sup> απόβλητα. Επιπλέον, ένα σχέδιο πιστοποίησης για τη διαδικασία κατεδάφισης που καλύπτει επίσης τον έλεγχο πριν από την κατεδάφιση χρησιμοποιείται οικειοθελώς στις Κάτω Χώρες. Η περιοχή των Βάσκων στην Ισπανία εκτιμώμενες ποσότητες αποβλήτων στον κατάλογο να συγκρίνονται με τα πραγματικά απόβλητα που δημιουργούνται (Wahlström, et al., 2019).

### **6.1.1. Δανία**

Στη Δανία, συνεχίζονται ερευνητικά προγράμματα για την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση σκυροδέματος με χρηματοδότηση από το δανικό «Πρόγραμμα ανάπτυξης και επίδειξης περιβαλλοντικής τεχνολογίας». Το έργο "Circular House" καταδεικνύει πώς μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί το σκυρόδεμα με τη χρήση σχεδίου για αποσυναρμολόγηση, ενώ ένα άλλο έργο που πραγματοποιήθηκε από εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων και παραγωγό σκυροδέματος εστιάζει στην ανακύκλωση μεταχειρισμένου σκυροδέματος ως αδρανή σε νέο σκυρόδεμα. Η ανακύκλωση σκυροδέματος είναι ένας αναδυόμενος τομέας, αλλά η γνώση εξακολουθεί να λείπει σχετικά με τις τεχνικές και περιβαλλοντικές επιδόσεις. Το 20-30% των αδρανών για σκυρόδεμα μπορεί να αντικατασταθεί από ανακυκλωμένο θρυμματισμένο σκυρόδεμα. Παλαιότερα έργα επίδειξης και πρόσφατα έργα επίδειξης στη Δανία απέδειξαν ότι 100% ανακυκλωμένα αδρανή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε νέο σκυρόδεμα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τις πρώτες εμπορικές δραστηριότητες ανακύκλωσης σκυροδέματος (Wahlström, et al., 2019). Στη Δανία, οι νόμιμες παραγγελίες για τα απόβλητα θέτουν την υποχρέωση απογραφής των αναμενόμενων αποβλήτων που δημιουργούνται πριν από την κατεδάφιση, και πρόσφατα η δανική



ΕΡΑ δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τον τρόπο δημιουργίας απογραφής πόρων πριν την κατεδάφιση (Wahlström, et al., 2019).

### **6.1.2. Φιλανδία**

Στη Φινλανδία, νέες συστάσεις και κατευθυντήριες γραμμές για τη βελτίωση της ποιότητας των αποβλήτων που παράγονται κατά τις εργασίες κατεδάφισης είναι υπό προετοιμασία. Ένα αναθεωρημένο κυβερνητικό διάταγμα για την προώθηση της χρήσης του ανακυκλωμένου σκυροδέματος από επιλεκτική κατεδάφιση σε κατασκευές, δημοσιεύθηκε το 2017. Στο διάταγμα καθορίζονται οι όροι χρήσης (τύπος εφαρμογών) καθώς και απαιτήσεις για το σύστημα ελέγχου ποιότητας (συμπεριλαμβανομένων των οριακών τιμών για την απελευθέρωση και το περιεχόμενο επιβλαβών ουσιών). Το φινλανδικό Υπουργείο Περιβάλλοντος επανεξετάζει επί του παρόντος τη δυνατότητα για την κατάσταση του τέλους των αποβλήτων για υψηλής ποιότητας ανακυκλωμένα απορρίμματα σκυροδέματος που πληρούν αυστηρές περιβαλλοντικές απαιτήσεις (περιεχόμενο, απελευθέρωση).

Τα αποθέματα πόρων πριν από την κατεδάφιση μαζί με ενέργειες ελέγχου και συστήματα ιχνηλασιμότητας είναι επερχόμενα ζητήματα στον τομέα των ΑΕΚΚ. (Wahlström, et al., 2019).

### **6.1.3. Σουηδία**

Στη Σουηδία, το 2012 παρατηρήθηκε μια μείωση του παραγόμενου όγκου ΑΕΚΚ, συγκριτικά με το 2010, της τάξης του 18%, και συγκεκριμένα από 9,38 εκατ. Τόνους μειώθηκε στους 7,67 εκατ. Τόνους αντίστοιχα. Η μείωση αυτή οφείλεται κατά το μεγαλύτερο μέρος στη μείωση των προϊόντων από εκσκαφές και βυθοκορήματα. Στη Σουηδία, υπάρχει ήδη κατάλογος πόρων και υποχρέωση για ενέργειες ελέγχου και απαιτείται από τις κατευθυντήριες γραμμές (αναφορά προς προσθήκη).

Στη Σουηδία έχουν πραγματοποιηθεί μερικά ερευνητικά προγράμματα σχετικά με τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης θρυμματισμένου σκυροδέματος ως έρματος κατά την κατασκευή νέου σκυροδέματος (Johansson, 2017).

#### **6.1.4. Νορβηγία**

Η Νορβηγία συνέστησε ήδη το 2007 τον έλεγχο επικίνδυνων ουσιών σε κτίρια πριν από την κατεδάφιση. Έχουν δημοσιευθεί αρκετά έγγραφα καθοδήγησης και εκθέσεις για επικίνδυνες ουσίες (Wahlström, et al., 2019). Στη Νορβηγία, η νομοθεσία 92 απαιτεί έλεγχο πριν από την κατεδάφιση. Το όριο για τη διενέργεια ελέγχου πριν από την κατεδάφιση είναι (α) ο όροφος του κτιρίου είναι μεγαλύτερος από 100 m<sup>2</sup> και (β) να παράγονται πάνω από 10 τόνοι αποβλήτων. Η νομοθεσία θέτει απαίτηση για διαλογή αποβλήτων 60% κατά βάρος των αποβλήτων που παράγονται και διακινούνται στη μονάδα επεξεργασίας ή αποστέλλονται απευθείας στην ανακύκλωση με επεξεργασία απορριμμάτων άδεια. Επιπλέον, τα εκτιμώμενα απόβλητα πρέπει επίσης να συγκρίνονται με τα πραγματικά παραγόμενα ποσότητα απορριμμάτων. Στη Νορβηγία υπήρξε ανησυχία για επικίνδυνες ουσίες στα κτίρια ήδη στα τέλη της δεκαετίας του 2000. Η νορβηγική EPA δημοσίευσε ένα ενημερωτικό δελτίο που περιγράφει υπό ποιες συνθήκες η ανακύκλωση σκυροδέματος δεν έρχεται σε αντίθεση με την απαγόρευση ρύπανσης του περιβάλλοντος. Όταν οι προϋποθέσεις πληρούνται, δεν απαιτείται περιβαλλοντική άδεια. Μόνο μια ειδοποίηση έχει προταθεί για οριακές τιμές για την ανάκτηση σκυροδέματος από κατασκευές χωρίς περιβαλλοντική άδεια. Εκτός από τις οριακές τιμές για επικίνδυνες ουσίες στο σκυρόδεμα, επίσης περιλαμβάνονται ξεχωριστές οριακές τιμές για το στρώμα επιφανείας χρώματος (Wahlström, et al., 2019).

## 6.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ως αποτέλεσμα της απουσίας εξειδικευμένης νομοθεσίας για τα ΑΕΚΚ μέχρι το 2010, η εξατομικευμένη διαχείριση τους ήταν ανύπαρκτη, και η απόθεση τους γινόταν σε ΧΑΔΑ ή παλαιά / ανενεργά λατομεία, χωρίς καμία πρότερη επεξεργασία ή μετέπειτα αξιοποίηση. Το υψηλό δυναμικό ανακύκλωσης από το οποίο χαρακτηρίζονται τα ΑΕΚΚ, έχει γίνει αναγνωρίσιμο και έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον του ιδιωτικού τομέα. Σημειώνεται ότι μέχρι και τις αρχές του τρέχοντος έτους έχουν αδειοδοτηθεί 12 Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης των ΑΕΚΚ (βλ. Πίνακα 5), από τον Εθνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης, όπως αντίστοιχα λειτουργούν ήδη για άλλα είδη αποβλήτων (π.χ. ορυκτέλαια, μπαταρίες, κλπ) (ΕΟΑΝ, 2021).

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο σύστημα ανακύκλωσης ΑΕΚΚ «Ανακύκλωση Αδρανών Βορείου Ελλάδας Α.Ε - ΑΝ.Α.Β.Ε. Α.Ε», εγκρίθηκε από τον Ε.Ο.ΑΝ. το 2011, ακολουθούμενο από τέσσερα ακόμη συλλογικά συστήματα το 2012, δύο συστήματα ΑΕΚΚ εντός του 2013, δύο συστήματα εντός του 2014, και τέλος τρία ακόμη συστήματα το 2021. Μέχρι και το 2014, μόνο το μισό, περίπου, της ελληνικής επικράτειας καλυπτόταν από το δίκτυο πιστοποιημένων Εναλλακτικών Συστημάτων Διαχείρισης Αποβλήτων. Η απόσταση μεταξύ της θέσης της πηγής των αποβλήτων και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποτελούσε συχνά κόστος μεταφοράς απαγορευτική για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων. Υπήρχε έλλειψη κατάλληλων τοποθεσιών για προσωρινή αποθήκευση του ΑΕΚΚ, έως ότου θα υποβάλλονταν σε επεξεργασία. Δεν υπήρχε επίσης επίσημη καταγραφή εγκαταλελειμμένων λατομείων που θα χρησιμοποιηθούν για συμπλήρωση. Μέχρι το 2014, από το εκτιμώμενο συνολικό ποσό των 491.693 tn ΑΕΚΚ που παράγεται στην Ελλάδα, οι 176.112 tn (36%) διαχειρίστηκαν μέσω των συστημάτων και τελικά

59.315 tn υλικών (12%) ανακτήθηκαν από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας (Paralika & Karachaliou, 2019).

Ωστόσο, αρκετά από τα παλαιότερα Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης έχουν επεκτείνει τη γεωγραφική τους κάλυψη τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα σε συνδυασμό με τα νέα συστήματα, το δίκτυο να καλύπτει πλέον 67 Π.Ε. και συνολικά το 90,54% της ελληνικής επικράτειας. Στον πίνακα που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 9) παρουσιάζεται η γεωγραφική κάλυψη διαχείρισης ΑΕΚΚ και τα ενεργά ΣΣΕΔ μέχρι σήμερα (ΕΟΑΝ, 2021).

**Πίνακας 9:** Γεωγραφική Κάλυψη Διαχείρισης ΑΕΚΚ (ΕΟΑΝ, 2021).

<b>ΣΣΕΔ</b>	<b>Κάλυψη σε Π.Ε.</b>	<b>% Κάλυψή Επικράτειας</b>
ΑΝΑΚΕΜ Α.Ε.	60	81,08
ΑΝ.Α.Β.Ε. Α.Ε.	25	33,78
Σ.ΑΝ.Κ.Ε. Ε.Π.Ε.	25	33,78
ΠΕΔΜΕΔΕ ΕCΟ	23	31,08
Α.Α.Ν.ΕΛ.	16	21,62
ΑΝΑΕΚΚ Α.Ε.	9	12,16
Σ.Ε.Δ.Π.Ε.ΚΑΤ. Α.Ε.	9	12,16
ΨΑΡΡΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	7	9,46
ΑΕΚΚ ΑΜΚΕ		
ΔΙΑΣ ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ	2	2,70
ΕΣΑΝ ΑΜΚΕ	2	2,70
Ι. ΚΟΥΦΙΔΗΣ – Ι. ΚΤΕΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.	1	1,35
ΔΑΝΑΕΚΚ	1	1,35

**Πίνακας 10 : Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης ανά Περιφερειακή Ενότητα**

<b>α/α</b>	<b>Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης</b>	<b>Έτος έναρξης λειτουργίας</b>	<b>Γεωγραφική εμβέλεια εφαρμογής (Π.Ε.)</b>
1	Ανακύκλωση Αδρανών Βορείου Ελλάδος Α.Ε. (ΑΝ.Α.Β.Ε. Α.Ε.)	2011	Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Πιερίας, Κιλκίς, Ημαθίας, Χαλκιδικής, Δράμας, Καβάλας, Ηρακλείου, Σερρών, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου, Νάξου, Καστοριάς, Λάρισας, Λήμνου, Λέσβου, Σάμου, Φλώρινας, Τρικάλων, Μαγνησίας, Κοζάνης
2	Σύστημα Ανακύκλωσης Κεντρικής Ελλάδας Ε.Π.Ε. (Σ.ΑΝ.Κ.Ε. Ε.Π.Ε.)	2012	Εύβοιας, Βοιωτίας, Μαγνησίας, Αρκαδίας, Αχαΐας, Κορίνθου, Κύθνου, Φωκίδας, Όλες οι Π.Ε. της Περιφέρειας Αττικής, Αιτωλοακαρνανίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Ηλείας, Θήρας, Λακωνίας, Μήλου, Ρεθύμνου, Ροδόπης
3	Εναλλακτική Διαχείριση Προϊόντων Εκσκαφών, Κατεδαφίσεων Α.Ε. (Σ.Ε.Δ.Π.Ε.ΚΑΤ. Α.Ε.)	2012	Όλες οι Π.Ε. της Περιφέρειας Αττικής, Κω

---

4	Ι. ΚΟΥΦΙΔΗΣ – Ι. ΚΤΕΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε. (Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Χαλκιδικής Ο.Ε.)	2012	Χαλκιδικής
5	Ανακύκλωση Α.Ε.Κ.Κ. Κεντρικής Μακεδονίας Α.Ε.	2012	Αχαΐας, Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών, Δράμας, Καβάλας, Ξάνθης, Χανίων, Ροδόπης, Έβρου, Λέσβου, Καστοριάς, Κεφαλληνίας, Λάρισας, Φλώρινας, Χαλκιδικής, Αιτωλοακαρνανίας, Ζακύνθου, Κοζάνης, Ιωαννίνων, Λασιθίου, Φωκίδας, Χίου, Κέρκυρας, Ηρακλείου, Ρεθύμνου, Μυκόνου, όλες οι Π.Ε. της Περιφέρειας Αττικής, Γρεβενών, Εύβοιας, Αργολίδας, Βοιωτίας, Θεσπρωτίας, Κω, Λήμνου, Πρέβεζας και Ρόδου
6	Ψάρρας – Εναλλακτική Διαχείριση Α.Ε.Κ.Κ. Α.Μ.Κ.Ε.	2013	Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών, Χαλκιδικής
7	Ανακύκλωση Αδρανών Νότιας Ελλάδας Α.Μ.Κ.Ε. (Α.Α.Ν.ΕΛ.)	2013	Λακωνίας, Λάρισας, Μαγνησίας, Σποράδων, Μεσσηνίας, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Όλες οι Π.Ε. του Νομού Κυκλάδων

---

---

8	Αποστολάκης Εμμ. & ΣΙΑ Ο.Ε.(ΔΙΑΣ Σύστημα Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ)	2014	Ηρακλείου, Λασιθίου
9	Ανακύκλωση Α.Ε.Κ.Κ. Αττικής Α.Ε.	2014	Όλες οι Π.Ε. της Περιφέρειας Αττικής, Ιωαννίνων
10	Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ (ΔΑΝΑΕΚΚ)	2021	Νήσος Ρόδου
11	Π.Ε.Δ.Μ.Ε.Δ.Ε. Πανελλήνια Ένωση Διπλωματούχων Μηχανικών Εργοληπτών Δημοσίων Έργων	2021	Αιτωλοακαρνανίας, Θήρας, Κέρκυρας, Λάρισας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Κοζάνης, Μαγνησίας, Πέλλας, Ροδόπης, Σύρου, Τήνου, Χανίων, Χίου και όλες τις Π.Ε. της Περιφέρειας Αττικής
12	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΕΚΚ ΑΜΚΕ (ΕΣΑΝ)	2021	Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας

---

Εντός των συστημάτων αυτών λαμβάνει χώρα η συλλογή και η επεξεργασία των ΑΕΚΚ από τον κατασκευαστικό τομέα, με στόχο την άμεση αξιοποίηση τους.

Οι εργασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στις Μονάδες διαχείρισης των ΑΕΚΚ στα ΣΣΕΔ είναι (α) η διαλογή ανακυκλώσιμων υλικών, (β) η επεξεργασία - παραγωγή δευτερογενών προϊόντων, (γ) η απόθεση/ χρήση των ανακυκλώσιμων υλικών. Πιο συγκεκριμένα, στις Μονάδες διαχείρισης μπορεί να γίνει διαλογή ανακυκλώσιμων υλικών από τα ΑΕΚΚ όπως τα μέταλλα, το πλαστικά, κ.α., με σκοπό την πώληση τους. Επιπλέον, ύστερα από επεξεργασία, μπορούν να παράγονται δευτερογενή προϊόντα χρήσιμα για περαιτέρω αξιοποίηση, όπως χαλίκια, κ.α. Τέλος, μπορεί να γίνει παραλαβή των ΑΕΚΚ και να αποτεθούν / χρησιμοποιηθούν ως υλικά επικάλυψης, σε κατάλληλους χώρους αποκατάστασης (π.χ. ανενεργά λατομεία), χωρίς να προηγηθεί κάποια επεξεργασία.

Τα δομικά υλικά έχουν τόσο οικονομική, όσο και ενεργειακή αξία, η οποία συνήθως χάνεται αφού δεν ανακτάται από τα απόβλητα (Solis-Guzman et al, 2015). Υλικά και μέταλλα (πχ. αλουμίνιο, πλαστικά, κ.α.) συνήθως καταναλώνουν μεγαλύτερη ενέργεια κατά την παραγωγή τους. Άρα, η μικρή κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική, και επιτυγχάνεται μέσω της ανακύκλωσης και της ανάκτησής από τα απόβλητα (Feldman, 2013). Η παραγωγή αλουμινίου και χάλυβα από ανακυκλωμένα υλικά η οποία καταναλώνει πολύ χαμηλότερη ενέργεια από ότι μέσω των πρωτογενών πρώτων υλών, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα.





**Εικόνα 8:** Εναλλακτική Διαχείριση ΑΕΚΚ από το Σύστημα Ανακύκλωσης ΔΙΑΣ

Ανεξαρτήτως της προέλευσης, ορισμένα υλικά των ΑΕΚΚ μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Προκειμένου να γίνει αυτό, απαιτείται η απομάκρυνση τους προτού γίνει η εκάστοτε οικοδομική εργασία, καθώς και προσεκτικός διαχωρισμός, και έλεγχος των υλικών που προκύπτουν. Το κόστος ανάκτησης από την ανακύκλωση, είναι μεγαλύτερο για τα υλικά χαμηλής αξίας (π.χ. τούβλα) από την αγορά καινούριων υλικών, ενώ μικρότερο για τα υλικά με μεγαλύτερη αξία (πχ μέταλλα, ξύλο, κ.α.). Μέσω της επεξεργασίας των αδρανών απορριμμάτων, εξάγονται υλικά αξιοποιήσιμα σε τεχνικά έργα (πχ. πεζοδρόμηση, κ.α.), με αποτέλεσμα να εξοικονομούνται πρώτες ύλες.

Ωστόσο, η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ παρά τα οφέλη της, έρχεται αντιμέτωπη με ορισμένα σημαντικά προβλήματα. Το χαμηλό κόστος της διάθεσης σε χωματερές, η μη επιβολή τελών για τα απόβλητα, το χαμηλότερο κόστος των πρωτογενών συγκριτικά με τα ανακυκλωμένα υλικά, είναι ορισμένα από τα κύρια προβλήματα. Επιπλέον, η έλλειψη πολιτικής που θα απαιτεί από τους υπεύθυνους του οικοδομικού τομέα να χρησιμοποιούν συγκεκριμένο ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών στις δραστηριότητές τους, καθώς και η ελλιπής γνώση αυτών όσον αφορά στην εφαρμογή τους, αποτελούν κάποια επιπλέον προβλήματα με τα οποία έρχεται αντιμέτωπη η ανακύκλωση (Poop, 2007).

### **6.3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΕΕΚ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**

Η διαχείριση των αποβλήτων θεωρείται η πιο αδύναμη φάση για την αντιμετώπιση μιας καταστροφής. Οι καταστροφές δημιουργούν τεράστιες ποσότητες αποβλήτων Κατασκευών & Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) μέσω της καταστροφής κτιρίων και υποδομών (EPA, 2008; FEMA, 2007). Για παράδειγμα, ο σεισμός της Μεγάλης Ανατολικής Ιαπωνίας και το τσουνάμι του 2011, ο σεισμός της Αϊτής του 2010, ο τυφώνας Katrina του 2005 και το τσουνάμι του Ινδικού Ωκεανού του 2004 είναι γεγονότα που δημιούργησαν μεγάλους όγκους απορριμμάτων και κατέκλυσαν τις υπάρχουσες ικανότητες διαχείρισης στερεών αποβλήτων των οικείων τοπικών αρχών (Shibata et al., 2012).

Οι Brown et al. (2011) ισχυρίζονται ότι τα συντρίμια από καταστροφές επηρεάζουν όχι μόνο το περιβάλλον, αλλά και τις υπηρεσίες διάσωσης και έκτακτης ανάγκης, την παροχή στήριξης για τη σωτηρία και την κοινωνικοοικονομική ανάκαμψη των πληγέντων περιοχών. Έτσι, η διαχείριση των αποβλήτων που δημιουργούνται από καταστροφές έχει γίνει ένα όλο και πιο σημαντικό ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά την αντιμετώπιση μιας καταστροφής (Thummarukudy, 2012).

Η διαχείριση των αποβλήτων από καταστροφές είναι πολύ πιο δύσκολη από τα συνηθισμένα απόβλητα ΑΕΚΚ, καθώς τα πρώτα πολύ συχνά αναμειγνύονται και μολύνονται (Rafee et al., 2008). Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, τα απόβλητα καταστροφής περιλαμβάνουν χώμα και ιζήματα, μάζα κτιρίων, βλάβση, προσωπικά αντικείμενα, επικίνδυνα υλικά, μικτά οικιακά και κλινικά απόβλητα και, ανθρώπινα και ζωικά κατάλοιπα (EPA, 2008). Η σύνθεση των απορριμμάτων διαφέρει από καταστροφή σε καταστροφή. Ωστόσο, τα απόβλητα ΑΕΚΚ είναι ένας συνηθισμένος

τύπος που συναντάται σε κάθε καταστροφή συμπεριλαμβάνοντας αυτοκίνητα, έπιπλα, φυτικά συντρίμμια, μικτά μέταλλα, τέφρα και απανθρακωμένο ξύλο (EPA, 1995). Οι Baycan & Patterson (2002) ταξινόμησαν τα απόβλητα ΑΕΚΚ που προέρχονται από καταστροφή ως: (α) ανακυκλώσιμα υλικά (σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο, μέταλλο και χώμα), (β) μη ανακυκλώσιμα υλικά (οικιακό απόθεμα, οργανικά υλικά και άλλα αδρανή υλικά) και (γ) επικίνδυνα απόβλητα (αμίαντος, χημικά). Σύμφωνα με τους Kourmpanis et al. (2008), τα απόβλητα ΑΕΚΚ θεωρούνται ως ρεύμα προτεραιότητας αποβλήτων και πρέπει να ληφθούν κατάλληλες ενέργειες για να καταστεί αποτελεσματική η διαχείρισή τους.

Παλαιότερες εμπειρίες καταστροφών δείχνουν ότι έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μεθοδολογίες σε διαφορετικά πλαίσια.

Ο παρακάτω πίνακας (βλ. Πίνακα 11) απεικονίζει τέσσερις τέτοιες καταστάσεις και τον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων από καταστροφές. Εξηγεί σαφώς ότι η πιο προτιμώμενη μεθοδολογία είναι η ανακύκλωση, παρόλο που υπάρχουν ζητήματα μεικτών αποβλήτων, μόλυνσης κ.λπ.

Η ανακύκλωση εμποδίζει τη σπατάλη χρήσιμων υλικών πόρων, μειώνει την κατανάλωση πρώτων υλών και μειώνει τη χρήση ενέργειας. Πολυάριθμα υλικά μπορούν να ανακυκλωθούν, με πιο συνηθισμένα το ξύλο, το σκυρόδεμα, το τούβλο, τα μέταλλα. Η ανακύκλωση θεωρείται ευρέως περιβαλλοντικά επωφελής, αν και η συλλογή, η διαλογή και η επεξεργασία υλικών σε νέα προϊόντα συνεπάγεται επίσης σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Klang, et al, 2003). Παρ'όλα αυτά, η ανακύκλωση παρέχει πολύτιμες πρώτες ύλες στη διαδικασία ανασυγκρότησης (Rameezdeen, 2009). Προκειμένου ένα υλικό να ανακυκλωθεί επιτυχώς, πρέπει να ληφθούν υπόψη τρεις κύριοι τομείς, το κόστος-όφελος της ανακύκλωσης, η

συμβατότητα με άλλα υλικά και οι ιδιότητες του ανακυκλωμένου υλικού (Tam & Tam, 2006).

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία των Εταιρειών του Ερυθρού Σταυρού, μέσα στην πρώτη εβδομάδα μιας καταστροφής γίνονται συνήθως οι γρήγορες εκτιμήσεις των αναγκών, συμπεριλαμβάνοντας τη διάθεση απορριμμάτων μεταξύ πολλών άλλων αναγκών, όπως τροφή, στέγη, ιατρική περίθαλψη, ασφαλές πόσιμο νερό και ψυχοκοινωνική υποστήριξη. Εάν οι οργανώσεις καταστροφών σε εθνικό επίπεδο όπως το Κέντρο Διαχείρισης Καταστροφών μπορούν να παρέχουν τυπικούς «δείκτες αποβλήτων» στις οδηγίες τους για διαφορετικούς τύπους κτιρίων και υποδομών, οι τοπικές αρχές μπορούν εύκολα να εκτιμήσουν την ποσότητα αποβλήτων ΑΕΚΚ που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής Karunasena et al. (2012).

**Πίνακας 11:** Παραδείγματα διαχείρισης αποβλήτων από καταστροφές (Baycan & Petersen, 2002; Pasche & Kelly, 2005).

<b>Καταστροφή</b>	<b>Ποσότητα αποβλήτων</b>	<b>Στρατηγικές διαχείρισης</b>	<b>Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν</b>
Σεισμός Μαρμαρά, Τουρκία	13 εκατομμύρια τόνοι	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εργοστάσιο ανακύκλωσης</li> <li>▪ 17 χώροι απορρίψεων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Μεγάλες ποσότητες ράβδων οπλισμού προκαλούν λειτουργικά προβλήματα στις μονάδες ανακύκλωσης</li> <li>▪ παράνομη απόρριψη σε παράκτιες περιοχές</li> </ul>
Σεισμός Kobe, Ιαπωνία	15 εκατομμύρια τόνοι	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ένα μικρό ποσοστό ανακυκλώθηκε</li> <li>▪ Η πλειοψηφία κατέληξε στην αποκατάσταση γης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ο διαχωρισμός είναι χρονοβόρος και δαπανηρός</li> </ul>
Βηρυτός, Λίβανος	4 εκατομμύρια τόνοι	Στατικό εργοστάσιο ανακύκλωσης	Προβλήματα που προκύπτουν λόγω της ακάθαρτης φύσης των συντριμμιών καταστροφής
Κοσσυφοπέδιο	10 εκατομμύρια τόνοι	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ένα κινητό εργοστάσιο ανακύκλωσης</li> <li>▪ Αποκεντρωμένες αποθήκες συλλογή-αποθήκευση</li> </ul>	Εξάπλωση της ζημιάς σε μεγάλη αγροτική περιοχή

**Πίνακας 12:** Στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων καταστροφών που χρησιμοποιούνται τοπικά (Pilaritiya et al., 2006).

Καταστροφή	Στρατηγικές διαχείρισης	Προβλήματα που προέκυψαν
Τσουνάμι, 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Απομάκρυνση συντριμμίων</li> <li>▪ εγκαταστάσεις ανακύκλωσης στο Galle και στο Batticaloa</li> <li>▪ Αποτέφρωση</li> <li>▪ Ταφή απορριμμάτων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλλειψη ευαισθητοποίησης σχετικά με τις τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων</li> <li>▪ Λανθασμένες τοποθεσίες υγειονομικής ταφής σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές</li> <li>▪ Παράνομες τοποθεσίες υγειονομικής ταφής</li> <li>▪ Έλλειψη ικανότητας διαχείρισης μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων</li> <li>▪ Ανεπαρκή κονδύλια για τη διαχείριση αποβλήτων</li> <li>▪ Έλλειψη συντονισμού</li> </ul>
Πλημμύρες (συχνές)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ανοικτή καύση</li> <li>▪ Ανοιχτή απόρριψη</li> <li>▪ Ταφή απορριμμάτων</li> </ul>	Παράνομη απόρριψη σε δρόμους, κενές εκτάσεις ή όχθες ποταμών
Κατολισθήσεις (συχνές)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ανακύκλωση</li> <li>▪ Ανοιχτή απόρριψη</li> <li>▪ Ταφή απορριμμάτων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Κακές μέθοδοι συλλογής</li> <li>▪ Έλλειψη ικανότητας διαχείρισης μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων</li> </ul>

### **6.3.1. Τυφώνας Katrina, ΗΠΑ, 23-31 Αυγούστου 2005**

Ο τυφώνας Κατρίνα προκάλεσε πρωτοφανή καταστροφή, με αποτέλεσμα τα συντρίμια καταστροφών από τη βλάστηση και τις τεχνητές κατασκευές. Πριν από την Κατρίνα, το γεγονός που άφησε πίσω από τη μεγαλύτερη καταγεγραμμένη ποσότητα συντριμμίων που σχετίζονται με καταστροφές στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν ο τυφώνας Andrew το 1992, ο οποίος παρήγαγε 43 εκατομμύρια κυβικά μέτρα συντρίμια στην κομητεία Metro-Dade της Φλόριντα. Τα συντρίμια καταστροφών που δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα του τυφώνα Κατρίνα μπορεί να ξεπεράσαν τα 100 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Η καταστροφή που προκλήθηκε από τον τυφώνα Κατρίνα σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις του τυφώνα Ρίτα, δημιούργησαν συντρίμια που σχετίζονται με καταστροφές μεγαλύτερα από οποιοδήποτε ποσό που είχε καταγραφεί προηγουμένως στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο όγκος των αποβλήτων που παρήχθησαν είναι μοναδικός λόγω της μεγάλης έκτασης πάνω από την οποία η καταιγίδα προκάλεσε ζημιές και τη φύση και το εύρος της ζημιάς. Οι περιοχές της Αλαμπάμα, του Μισισιπή και της Λουιζιάνα, που καλύπτουν 90.000 τετραγωνικά μίλια, κηρύχθηκαν ως «μεγάλη καταστροφή» από τον Πρόεδρο των ΗΠΑ (Luther, 2006).

Ο τυφώνας Κατρίνα είναι επίσης μοναδικός λόγω του τύπου αποβλήτων που δημιουργήθηκαν. Γενικά, τα «συντρίμια καταστροφής» περιλαμβάνουν τα απόβλητα υλικά που δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα μιας ανθρωπογενούς ή φυσικής καταστροφής, όπως σεισμός, πλημμύρα, τυφώνας ή τρομοκρατική επίθεση. Τα συντρίμια που δημιουργούνται από πλημμύρες είναι συχνά αρκετά διαφορετικά από τα συντρίμια που δημιουργούνται από ένα σεισμό ή καταιγίδα. Τα συντρίμια καταστροφών από τον τυφώνα Κατρίνα περιλαμβάνουν δύο τύπους απόβλητα (α) τα απόβλητα που δημιουργούνται αμέσως κατά τη διάρκεια και μετά την καταιγίδα (π.χ.,

από ισχυρούς ανέμους και πλημμύρες που σχετίζονται με βροχοπτώσεις και παράκτιες καταγίδες) και (β) από εκτεταμένες πλημμύρες.

Οι κύριοι τύποι συντριμμιών καταστροφής απομακρύνθηκαν μετά τον τυφώνα Κατρίνα ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες (βλ. Πίνακα 13):

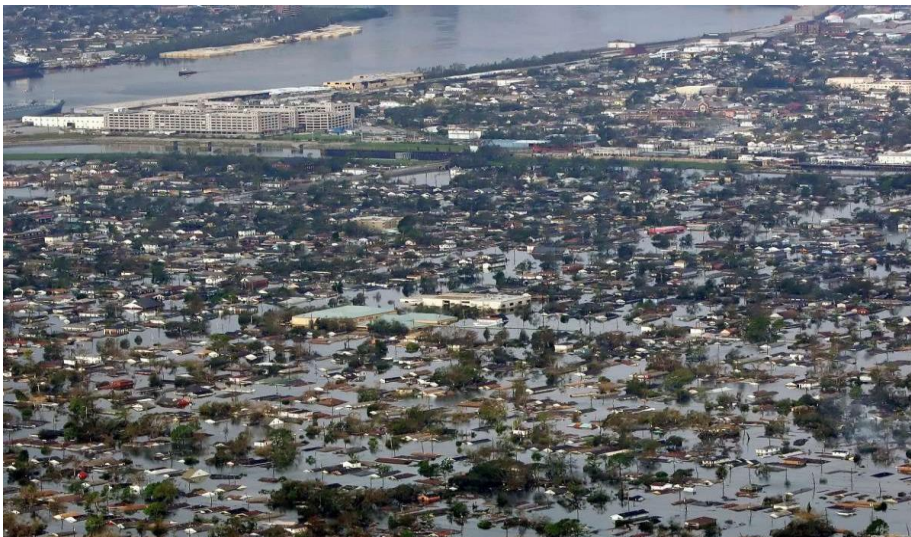
- Αστικά στερεά απόβλητα - γενικά οικιακά απορρίμματα και προσωπικά υπάρχοντα
- Συντρίμια κατασκευής και κατεδάφισης (ΑΕΚΚ) - δομικά υλικά (που μπορεί να περιλαμβάνει υλικά που περιέχουν αμιάντο), γυψοσανίδα, ξυλεία, χαλί, έπιπλα, στρώματα, υδραυλικά.
- Φυτικά υπολείμματα - δέντρα, κλαδιά, θάμνοι και κούτσουρα.
- Επικίνδυνα οικιακά απόβλητα - λάδια, φυτοφάρμακα, χρώματα.
- Λευκά οικιακά απόβλητα - ψυγεία, καταψύκτες, ροδέλες, στεγνωτήρια, σόμπες, νερό θερμαντήρες, πλυντήρια πιάτων, κλιματιστικά.
- Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού. Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) - υπολογιστές, τηλεοράσεις, εκτυπωτές, στερεοφωνικά, τηλέφωνα.

Ένας παράγοντας που απασχόλησε διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς ήταν η χρήση τοπικών χωματερών για τη διάθεση ορισμένων αποβλήτων που σχετίζονταν με τον τυφώνα. Οι κανονισμοί της Λουιζιάνα ορίζουν τα απόβλητα ΕΑΚΚ ως μη επικίνδυνα απόβλητα που γενικά θεωρούνται μη υδατοδιαλυτά, συμπεριλαμβανομένων μέταλλα, σκυρόδεμα, τούβλα, ασφαλτο, υλικά στέγης, ξυλεία από έργο κατασκευής ή κατεδάφισης, χωρίς όμως να περιλαμβάνονται απόβλητα μολυσμένα με αμιάντο, λευκά είδη, έπιπλα, σκουπίδια ή επεξεργασμένη ξυλεία. Τόσο οι χωματερές, όσο και το ΧΥΤΑ Chef Menteur εξουσιοδοτήθηκαν από το Τμήμα Περιβαλλοντικής Ποιότητας της Λουιζιάνα να δέχονται ΑΕΚΚ σύμφωνα με τις διατάξεις της δήλωσης έκτακτης ανάγκης. Ωστόσο, όσοι διαφωνούσαν με την



κίνηση αυτή υποστηρίζαν ότι οι περιοχές απόθεσης των ΑΕΚΚ ήταν κοντά στις γειτονιές που προσπαθούσαν να συνέλθουν από την καταιγίδα, ότι οι μεταφορείς απορριμμάτων θα δυσκολεύονταν να διαχωρίσουν τα επικίνδυνα συντρίμια από τα ακίνδυνα, και ότι ο χώρος υγειονομικής ταφής θα γέμιζε με απόβλητα που ήταν δυνητικά περισσότερο επιβλαβή σε σχέση με αυτά που μπορούσε να υποστηρίξει σύμφωνα με το σχεδιασμό του (Russell, 2006).

Το Νοέμβριο του 2005 η EPA συνέστησε στις επιχειρήσεις να λάβουν μέτρα για τη συνέχιση των ορθών πρακτικών λειτουργίας και την τεκμηρίωση των δραστηριοτήτων τους, όπως η σαφής ανάρτησης πινακίδων προσδιορισμού κατηγοριών αποδεκτών αποβλήτων, η διανομή φυλλαδίων σε μεταφορείς απορριμμάτων, η σαφής αναγνώριση κατηγοριών αποδεκτών αποβλήτων, και η δημοσίευση γραπτών διαδικασιών για τον διαχωρισμό των ρευμάτων αποβλήτων πριν φόρτωση φορτηγών αφαίρεσης συντριμμίων, έτσι ώστε να φορτώνονται μόνο μη επικίνδυνα υλικά φορτηγά με προορισμό τον ΧΥΤΑ μη επικίνδυνων αποβλήτων (Luther, 2006).



**Εικόνα 10:** Νότιες ακτές των ΗΠΑ, μετά το πέρασμα του τυφώνα

**Πίνακας 13:** Τύποι συντριμμίων καταστροφών και επιλεγμένα ζητήματα/ανησυχίες λόγω του τυφώνα Katrina.

<b>Τύποι αποβλήτων</b>	<b>Παραδείγματα</b>	<b>Επιλεγμένα θέματα/προβληματισμοί</b>
Αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ)	Προσωπικά αντικείμενα και γενικά οικιακά απορρίμματα	Συνήθως, τα ΑΣΑ είναι μη επικίνδυνα απόβλητα που αποστέλλεται σε ΧΥΤΑ που επιτρέπεται να δέχονται τέτοια απόβλητα. Μετά από βύθιση σε πλημμυρικά νερά, τέτοια απόβλητα μπορεί να έχουν μολυνθεί με επικίνδυνα συστατικά που είναι ουσιαστικά αδύνατο να διαχωριστούν ή να αφαιρεθούν.
Λευκές οικιακές συσκευές	καταψύκτες, κλιματιστικά, στεγνωτήρια, σόμπες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια πιάτων	Μετά τον τυφώνα Κατρίνα, τα λευκά είδη όπως τα ψυγεία και οι καταψύκτες περιείχαν σάπια τρόφιμα που έπρεπε να αφαιρεθούν πριν από την ανακύκλωση ή τη διάθεση των συσκευών. Τα λευκά είδη που περιέχουν φρέον (π.χ. ψυγεία, καταψύκτες και κλιματιστικά) πρέπει να αποστραγγίζονται σωστά από φρέον πριν από την ανακύκλωση ή τη διάθεση.
Επικίνδυνα οικιακά απόβλητα	Λάδι, φυτοφάρμακα, χρώματα, καθαριστικά	Στις περιοχές όπου οι ιδιοκτήτες σπιτιών δεν είχαν επιστρέψει, υπήρχε κίνδυνος ανάμιξης των οικιακών αποβλήτων και των απορριμμάτων κατεδάφισης.

Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)	Άσφαλτος, γυψοσανίδα, γύψος, τούβλο, μέταλλο, σκυρόδεμα, υλικά στέγης και ξυλεία χωρίς επεξεργασία	Τα τοξικά υλικά από τα απόβλητα ΑΕΚΚ δεν αποτελούν πρόβλημα. Ωστόσο, στα ΑΕΚΚ που δημιουργήθηκαν σε πλημμυρισμένες περιοχές της Νέας Ορλεάνης υπήρχε ο κίνδυνος ανάμιξης με τοξικές ουσίες όπως μόλυβδος, αμίαντο, αρσενικό, πετρελαϊκά προϊόντα, επικίνδυνα οικιακά απόβλητα, με τόσο εκτεταμένη καταστροφή μπορεί που ο διαχωρισμός των τοξικών ουσιών να ήταν ουσιαστικά αδύνατος.
Φυτικά υπολείμματα	Δέντρα, κλαδιά, θάμνοι και κορμοί	Προτιμάται η κοπή και η πολτοποίηση φυτικών υπολειμμάτων για επαναχρησιμοποίηση ή κομποστοποίηση με μεθόδους διαχείρισης φυτικών αποβλήτων. Ωστόσο, σε μεγάλους όγκους αποβλήτων, η καύση μπορεί να είναι η κύρια βιώσιμη επιλογή διαχείρισης
Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού. Εξοπλισμού – ΑΗΗΕ	Υπολογιστές, τηλεοράσεις, εκτυπωτές, στερεοφωνικά, DVD players, τηλέφωνα	Τα ΑΗΗΕ μπορούν συνήθως να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν. Ωστόσο, αυτό δεν είναι εφικτό εάν τα προϊόντα έχουν μολυνθεί με λύματα ή πλημμύρες του νερού. Τέτοια απόβλητα μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορα επικίνδυνα συστατικά, όπως μόλυβδος και υδράργυρος.

\* Ο παραπάνω πίνακας ετοιμάστηκε από την Υπηρεσία Έρευνας του Κογκρέσου (CRS) με βάση την ανασκόπηση των Σχεδίων διαχείρισης καταστροφών των Τμημάτων Ποιότητας Περιβάλλοντος του Μισισιπή και της Λουιζιάνα.

### 6.3.2. Σεισμός L' Aquila, Ιταλία, 6 Απριλίου 2009

Στις 6 Απριλίου 2009, ένας σεισμός μεγέθους 6,3 MW και υποκεντρικό βάθος 10 χιλιομέτρων έπληξε την ιταλική πόλη L' Aquila (πληθυσμός 72.800). Το επίκεντρο ήταν το Roggio del Roio, 3,4 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του κέντρου της πόλης L' Aquila. Η L' Aquila και οι γύρω περιοχές υπέστησαν μεγάλες ζημιές, και συγκεκριμένα 67.500 άνθρωποι έμειναν άστεγοι, 1500 άτομα τραυματίστηκαν και 309 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Περίπου 10.000 κτίρια υπέστησαν ζημιές και δημιουργήθηκαν μεταξύ 1,5 και 3 εκατομμυρίων τόνων απορρίμματα (Brown et al., 2011).



**Εικόνα 11:** ΑΕΚΚ από τον Σεισμό L' Aquila στην Ιταλία (Jones, 2016).

Λόγω των εκτεταμένων ζημιών, το κέντρο της πόλης της L' Aquila αποκλείστηκε και κηρύχθηκε ως απαγορευμένη ζώνη μέχρι το 2014. Ωστόσο, επτά χρόνια μετά τον σεισμό, η περιορισμένη χρήση εξακολουθεί να επιβάλλεται σε πολλά κτίρια και ορισμένοι δρόμοι παρέμειναν κλειστοί λόγω εργασιών ανακατασκευής. Μετά τον σεισμό, ο αποκλεισμός του κέντρου της πόλης δικαιολογήθηκε με την ανάγκη να υποστηριχθούν τα κατεστραμμένα κτίρια για την ασφάλεια των πεζών και να αποφευχθούν οι βλαβερές συνέπειες των απορριμμάτων κατασκευής και κατεδάφισης (ΑΕΚΚ) στον πληθυσμό και το περιβάλλον (Contreras et al., 2018).

Υπολογίζεται ότι δημιουργήθηκαν 1,5-3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα συντριμμιών που προέκυψαν τόσο άμεσα από το σεισμό όσο και από εργασίες κατεδάφισης και επισκευής, με σχεδόν το 70-80% αυτών να εκτιμάται ότι αποτελείται από αδρανή, υλικά τοιχοποιίας, και σκυρόδεμα.

Στόχος των μέτρων που ελήφθησαν ήταν η περιβαλλοντική βιωσιμότητα των διαδικασιών φυσικής ανακατασκευής κτιρίων και των αστικών κέντρων που είχαν υποστεί ζημιά από τον σεισμό. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός ήταν η μείωση των εκπομπών από τη μεταφορά υλικών προς και από τους χώρους, η μείωση των αποβλήτων που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής, η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των ΑΕΚΚ, η μείωση της εξόρυξης νέων πρώτων υλών.

Ειδικότερα, δημιουργήθηκε ένα σύστημα διαχείρισης ΑΕΚΚ, με τις ακόλουθες φάσεις:

- άμεση επαναχρησιμοποίηση στα ίδια κτίρια ή δομικά στοιχεία μη μολυσμένου εδάφους και βράχων
- άμεση επαναχρησιμοποίηση στα ίδια κτίρια ή δομικά στοιχεία ανακτημένων στοιχείων με ιστορικό και αρχιτεκτονική αξία
- επαναχρησιμοποίηση πιστοποιημένων ανακυκλωμένων αδρανών σε δημόσια έργα, στο σχεδιασμό και την κατασκευή δημόσιων υποδομών και περιβαλλόντων για δημιουργία υπόγειων υπηρεσιών, ανακαίνιση δημόσιων χώρων, αποκατάσταση περιβάλλοντος, χωματερές, και αναχώματα
- Επαναχρησιμοποίηση πιστοποιημένων ανακυκλωμένων αδρανών σε ιδιωτικά κατασκευαστικά έργα για αποστράγγιση, συμπλήρωση, στήριξη και μη δομικά έργα σκυροδέματος (Basti, 2017).

### **6.3.3. Τσουνάμι Σρι Λάνκα, Ινδικός Ωκεανός, 26 Δεκεμβρίου 2004**

Αυτό έγινε φανερό όταν η Σρι Λάνκα υπέφερε πολύ από το τσουνάμι του Ινδικού Ωκεανού το 2004. Η Σρι Λάνκα, ένα νησί του Ινδικού Ωκεανού με 20 εκατομμύρια ανθρώπους, βίωσε μια κρίση διαχείρισης απορριμμάτων μετά το τσουνάμι του Ινδικού Ωκεανού του 2004. Περίπου 5-6 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έχουν δαπανηθεί για τη διαχείριση των συντριμμίων από τσουνάμι στη Σρι Λάνκα (Basnayake et al, 2005, UNEP, 2005). Το κόστος για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον λόγω παρατεταμένης έκθεσης στα απόβλητα θα μπορούσε να αυξήσει σημαντικά την παραπάνω εκτίμηση (Srinivas & Nakagawa, 2008).

Η πόλη Galle που βρίσκεται στη νότια ακτή επηρεάστηκε σοβαρά από αυτό το γεγονός, προκαλώντας περίπου 4000 νεκρούς και καταστρέφοντας πάνω από 15000 σπίτια. Το έργο Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών (COWAM) που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2005-2009 εξέτασε τους πιο βιώσιμους τρόπους αντιμετώπισης των απορριμμάτων Κατασκευών & Κατεδαφίσεων μετά από μια καταστροφή και επινόησε ένα πιλοτικό εργοστάσιο ανακύκλωσης ΑΕΚΚ (Κέντρο COWAM) στο Galle, για να ανακυκλώσει τα περισσότερα από αυτά τα υπολείμματα αποβλήτων.

Η μελέτη περίπτωσης COWAM παρέχει ορισμένα μαθήματα για μελλοντική διαχείριση αποβλήτων ΑΕΚΚ καταστροφών σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης. Τα κυριότερα ζητήματα που αντιμετωπίστηκαν ήταν η έλλειψη ικανότητας διαχείρισης μιας τεράστιας ποσότητας αποβλήτων, η δυσκολία στην εκτίμηση της ποσότητας και της σύνθεσης των αποβλήτων, η δυσκολία στον εντοπισμό των θέσεων προσωρινής απόρριψης και ο συντονισμός μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων μερών. Προκειμένου να ξεπεραστούν αυτά τα ζητήματα, προτάθηκε η συγκριτική αξιολόγηση των αποβλήτων και η δημοσίευση αυτών των αποτελεσμάτων. Η

συλλογή και η επεξεργασία των αποβλήτων πρέπει να γίνεται σε δύο στάδια, με τους προσωρινούς χώρους υγειονομικής ταφής να χρησιμεύουν ως ενδιάμεση λύση.

Ωστόσο, περιορισμένοι πόροι μπορεί να αναγκάσουν μια τοπική αρχή να πραγματοποιήσει ανάμειξη συλλογής με μικτούς χώρους υγειονομικής ταφής. Η ενθάρρυνση της συμμετοχής των τοπικών εταιρειών ανακύκλωσης θα ενισχύσει την τοπική αγορά ανακύκλωσης.



**Εικόνα 12:** Ένα κατεστραμμένο ψαροχώρι μετά το τσουνάμι του 2005 στη Σρι Λάνκα (Seiji et al., 2006).

## 7. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΕΚΚ

Όπως έχει αναφερθεί ξανά, ο ρυθμός παραγωγής των ανακυκλωμένων από ΑΕΚΚ αδρανών υλικών, παρουσιάζει μια αυξητική στάση στις δυτικές χώρες της Ευρώπης, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την Ολλανδία, όπου αποτελεί χώρα πρότυπο μιας και ανακυκλώνεται το 100% των παραγόμενων από ΑΕΚΚ αδρανών υλικών της.

Στόχος της Ε.Ε. με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα, ήταν μέχρι το 2020, το 70% των παραγόμενων μη επικίνδυνων ΑΕΚΚ να προορίζεται για επεξεργασία, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή κάποιου άλλου είδους ανάκτηση (Παπαδάκη, 2013).

Τα κόστη παραγωγής και διάθεσης των αποβλήτων, αποτελούν ιδιαιτέρως σημαντικούς παράγοντες ως προς την βιωσιμότητα μιας μονάδας ανακύκλωσης ΑΕΚΚ. Όσον αφορά στα παράγωγα αδρανή από την επεξεργασία αποβλήτων σκυροδέματος που ανακυκλώνονται, τα εύρη τιμών στην Ευρώπη ποικίλλουν. Πιο συγκεκριμένα, για την παραγωγή τους το κόστος κυμαίνεται από 2,5 έως 10 €/τόνο, ενώ για την πώληση τους από 3 έως 12 €/τόνο. Επιπλέον, τα κόστη τόσο για την παραγωγή όσο και για τη διάθεση, αλλάζουν ανάλογα τη χώρα και μεταβάλλονται με βάση κάποια συγκεκριμένα κριτήρια (αφθονία φυσικών αδρανών, καταναλωτική ζήτηση, εφαρμογή νομοθεσίας).

Παρά την μελλοντική αγοραστική αξία των ανακυκλωμένων υλικών, που είναι υψηλή, χρειάζεται ένα ορισμένο διάστημα μέχρι να την αποκτήσουν, μέχρι να εξασφαλιστεί δηλαδή η ποιότητα τους από τον ενδιαφερόμενο αγοραστή. Ωστόσο σε κάθε περίπτωση, το κόστος αγοράς των παραγόμενων από ΑΕΚΚ αδρανών υλικών, πρέπει να είναι χαμηλότερο από το κόστος αγοράς αντίστοιχων λατομικών



προϊόντων, προκειμένου να είναι ανταγωνιστικά και να προτιμώνται από το αγοραστικό κοινό (Οικονόμου & Ζυγούρας, 2006).

## **7.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΕΚΚ**

Τα οικονομικά χαρακτηριστικά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ αφορούν (α) στην εξόρυξη πρωτογενών υλικών και στις τιμές τους (β) στην προσωρινή αποθήκευση (γ) στη μεταφορά, και (δ) στην παραλαβή ή/και στην είσοδο τους.

### **7.1.1. Εξόρυξη - Τιμή πρωτογενών υλικών**

Η ποικιλομορφία του φυσικού τοπίου της χώρας μας, εξασφαλίζει την παραγωγή πλήθους πρωτογενών υλικών. Η αφθονία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα το μικρό κόστος των πρωτογενών υλικών, συγκριτικά με άλλες χώρες της Ευρώπης, όπου λόγω έλλειψης τους, τα κόστη μπορεί να γίνουν πολύ πιο υψηλά. Επιπλέον, κρίσιμος παράγοντας είναι το κόστος των δευτερογενών υλικών, το οποίο επιβάλλεται να είναι μικρότερο από εκείνο των πρωτογενών, προκειμένου να είναι δυνατή η ύπαρξη μιας αγοράς δευτερογενών υλικών στην Ελλάδα.

### **7.1.2. Προσωρινή αποθήκευση**

Το κόστος της προσωρινής αποθήκευσης αναφέρεται και εξαρτάται από την ενοικίαση containers, όπου γίνεται η απόρριψη των ΑΕΚΚ κατά την παραμονή στους χώρους παραγωγής τους, και ανέρχεται στα 2-3 ευρώ / ημέρα.

### **7.1.3. Μεταφορά**

Τα ΑΕΚΚ μεταφέρονται από τον εκάστοτε χώρο παραγωγής τους στην αντίστοιχη μονάδα διαχείρισης, με κατάλληλα εξουσιοδοτημένα οχήματα. Το κόστος για τη μεταφορά τους κυμαίνεται από 100 έως 150 ευρώ ανά δρομολόγιο σε αποστάσεις ακτίνας 50-100 χιλιομέτρων.

#### **7.1.4. Παραλαβή ή/και είσοδος**

Κάθε μονάδα διαχείρισης ΑΕΚΚ, σε περιπτώσεις που τα απόβλητα υπόκεινται σε υποχρεωτική επεξεργασία, χρεώνει τον παραγωγό για την παραλαβή ή /και είσοδο του αποβλήτου στην μονάδα 10-15 ευρώ/τόνο, σε αντίθεση με όσα υλικά δεν χρήζουν επεξεργασίας πριν την αξιοποίηση τους, αφού δεν περιέχουν προσμίξεις, τα οποία παραλαμβάνονται δωρεάν. Στο κόστος αυτό συμπεριλαμβάνονται τόσο τα κόστη λειτουργίας της μονάδας, όσο και οι ανάλογες αποσβέσεις για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού, και είναι υποχρεωτικό με σκοπό την εξασφάλιση της βιωσιμότητας των μονάδων διαχείρισης ΑΕΚΚ (Srouf et al, 2013).

Η Ελλάδα ωστόσο, δεν μπορεί οικονομικά να υποστηρίξει πολύ μεγάλες μονάδες διαχείρισης, εκτός των Νομών Αττικής και Θεσσαλονίκης, λόγω του υψηλού κόστους μεταφοράς, σε σύγκριση με το χαμηλό κόστος των νέων πρωτογενών υλικών.

Συνεπώς, ο παράγοντας χωροθέτησης κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός, και οι αποστάσεις των μονάδων διαχείρισης ΑΕΚΚ της χώρας μας δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τα 100 χλμ, προκειμένου να εξασφαλίζεται η διαφύλαξη της βιωσιμότητας τους. Για τον λόγο αυτό, πιο βιώσιμη λύση φαίνεται να είναι η εγκατάσταση και λειτουργία πολλών μονάδων μικρού – μεσαίου μεγέθους ανά Νομούς (Παπαδάκη, 2013).

## **8. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ**

Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, παρουσιάζει σημαντικά οφέλη, αφού μέσα από αυτή παράγονται δευτερογενή προϊόντα χρήσιμα για μελλοντική αξιοποίηση, αφού ένα μικρό μέρος των συνολικών κατασκευαστικών υλικών κάθε χώρας είναι ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ. Στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων επισημαίνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις για πρόοδο σε υποδομές και δίκτυα διαχείρισης:

- Ανάπτυξη νέων μονάδων επεξεργασίας σε Διοικητικές Περιφέρειες που δεν εξυπηρετούνται ακόμη από τις τρέχουσες εγκαταστάσεις (με προτεραιότητα τις κινητές μονάδες για τα ελληνικά νησιά) και επέκταση του δικτύου συστημάτων διαχείρισης ECDW σε ολόκληρη την Ελλάδα.
- Δημιουργία δημόσιου μητρώου ανενεργών ή εγκαταλελειμμένων λατομείων που θα μπορούσαν να συμπληρωθούν με ανενεργά υλικά ΑΕΚΚ για λόγους αποκατάστασης.
- Κατασκευή τουλάχιστον ενός ΧΥΤΑ για ανενεργά υπολείμματα διαχείρισης ΑΕΚΚ σε κάθε Διοικητική Περιφέρεια, ιδιαίτερα στα ελληνικά νησιά.
- Όσον αφορά τα επικίνδυνα απόβλητα, υλοποίηση επιλεκτικής κατεδάφισης κτιρίων προκειμένου να διασφαλιστεί η χωριστή συλλογή αμιάντου που περιέχει απορρίμματα κατεδάφισης και ειδική επεξεργασία από πιστοποιημένες εγκαταστάσεις. Τροποποίηση των περιβαλλοντικών συνθηκών των υφιστάμενων ή προγραμματισμένων ιδιωτικών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων, για να συμπεριλάβει τη διάθεση αποβλήτων που περιέχουν αμιάντο (Paralika & Karachaliou, 2019).

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας θα πρέπει επίσης να εξεταστούν τα ακόλουθα μέτρα:

- Υπάρχει ανάγκη για εκστρατεία ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης, για όλους τους παράγοντες της αλυσίδας ΑΕΚΚ και το κοινό, προκειμένου να αντιληφθούν τη σημασία της εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων και να κατανοήσουν τις νομικές τους υποχρεώσεις. Η ενημέρωση και η διάδοση σχετικά με ορθές πρακτικές σε άλλες χώρες θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων.
- Ορισμένες τροποποιήσεις και αποσαφήνιση του νόμου, ιδίως όσον αφορά δημόσια έργα, καθώς και δραστηριότητες κατάρτισης για τα εμπλεκόμενα μέρη θα βελτιώσουν τις επιδόσεις στο δημόσιο τομέα.
- Απαιτείται ένας αποτελεσματικός μηχανισμός ελέγχου για την επίβλεψη της αδειοδότησης, της προόδου και της ολοκλήρωσης όλων των τεχνικών έργων όσον αφορά την εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων, ελέγχοντας, για παράδειγμα, τη συμμόρφωση των ποσοτήτων αποβλήτων στα "Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων" με τις συμβάσεις που σχετίζονται με το ΑΕΚΚ Συστήματα Διαχείρισης, σύγκριση του αριθμού των αδειών δόμησης με συμβάσεις διαχείρισης ΑΕΚΚ και χρήση τεχνικών GIS και αεροφωτογραφιών για τον εντοπισμό παράνομων χώρων απόρριψης.
- Ο ρόλος των μηχανικών είναι καθοριστικός όσον αφορά τις πολιτικές πρόληψης για την ελαχιστοποίηση της παραγωγής ΑΕΚΚ. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, η χρήση συγκεκριμένων τεχνικών κατασκευής και η επιλογή δομικών υλικών θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα απόβλητα που παράγονται από τις εργασίες κατασκευής ή κατεδάφισης στο μέλλον.
- Η χρήση ανακυκλωμένων προϊόντων σε τεχνικά έργα αναμένεται να προσφέρει σημαντική ώθηση στην εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Η χρήση ανακυκλωμένων αδρανών, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την εναλλακτική

διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα, απαιτεί επίσης την πλήρη εναρμόνιση των ελληνικών τεχνικών προδιαγραφών με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές πρέπει να αναθεωρηθούν από τον Ελληνικό Φορέα Τυποποίησης, προκειμένου τα ανακυκλωμένα υλικά ΑΕΚΚ να επιστρέψουν στην αγορά.

- Ο δημόσιος τομέας έχει σημαντική συνεισφορά στην κατανάλωση δομικών υλικών και στην παραγωγή ΑΕΚΚ, επομένως κατέχει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των εθνικών στόχων βιωσιμότητας. Η χρήση ανακυκλωμένων σε δημόσια έργα, που θα βελτίωνε τις εθνικές επιδόσεις, μπορεί να επιταχυνθεί μέσω των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων (GPP). Το GPP ορίζεται ως "μια διαδικασία κατά την οποία οι δημόσιες αρχές επιδιώκουν να προμηθευτούν αγαθά, υπηρεσίες και έργα με μειωμένο περιβαλλοντικό αντίκτυπο καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους σε σύγκριση με αγαθά, υπηρεσίες και έργα με την ίδια κύρια λειτουργία που θα μπορούσαν να προμηθευτούν" (Commission of the European Communities, 2008). Είναι ένα εθελοντικό μέσο που χρησιμοποιούν πολλές δημόσιες αρχές στην Ευρώπη για να ενσωματώσουν περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια στις αποφάσεις αγοράς και στις διαδικασίες υποβολής προσφορών (Paralika & Karachaliou, 2019).

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η εντατικοποίηση της διαδικασίας αστικοποίησης έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή αποβλήτων καθώς και την προσθήκη ολοένα περισσότερων ειδών απορριμμάτων προς διαχείριση. Η ποικιλομορφία απορριμμάτων δημιουργεί ρεύματα αποβλήτων, όπως απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, γεγονός που αυξάνει την πολυπλοκότητα της διαχείρισής του και απαιτεί προσπάθειες από τον δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος (Zambrana-Vasquez et al., 2016). Τα ΑΕΚΚ δημιουργούνται από δραστηριότητες κατασκευής ή κατεδάφισης και αποτελούνται από μη βιοδιασπώμενα υλικά όπως τσιμεντοκονία, τούβλα, γύψος, χάλυβας, μπάζα, ξύλα, πλαστικά κλπ. (Maurya & Malviya, 2021).

Ο κατασκευαστικός κλάδος της Ινδίας αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό 7-8% την επόμενη δεκαετία (NitiAyog, 2018). Η παραγωγή τεράστιας ποσότητας αποβλήτων ΑΕΚΚ είναι ιδιαίτερα αναμενόμενο σε παλαιότερες πόλεις, λόγω κατεδάφισης υφιστάμενων παλαιών κτιρίων. Η διαχείριση τέτοιων τεράστιων απορριμμάτων αποτελεί πρόκληση για κάθε χώρα (Wahlström, et al., 2019).

Ωστόσο, ορισμένες χώρες όπως το Χονγκ Κονγκ, η Ταϊβάν, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το Βέλγιο, η Δανία, η Γερμανία, οι Κάτω Χώρες, η Γερμανία, η Γαλλία, η Ιαπωνία έχουν αρχίσει να επαναχρησιμοποιούν τα ΑΕΚΚ σε κάποιο βαθμό (Asprone et al. 2015). Για την ευρεία εφαρμογή των ανακτώμενων ΑΕΚΚ ένα υγιές πλαίσιο χρειάζεται για να καθιερωθεί. Αρκετοί ερευνητές (Elhakam et al. 2012).

Η παράνομη απόθεση ωστόσο, εξακολουθεί να αποτελεί συνήθη πρακτική σε πολλές περιπτώσεις, λόγω της έλλειψης ελέγχου από τις δημόσιες αρχές και των ανεπαρκών διαδικασιών ελέγχου. Ορισμένες από τις υπηρεσίες συλλογής/

μεταφοράς, που δεν συνδέονται με κανένα σύστημα διαχείρισης ΑΕΚΚ, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παράνομη απόρριψη, λαμβάνοντας και απορρίπτοντας μη επεξεργασμένα απόβλητα σε χαμηλές τιμές, σε ιδιωτικές ιδιοκτησίες, δύσκολες στον εντοπισμό τοποθεσιών όπως ρυάκια, υδάτινες ροές και τάφροι ή εγκαταλελειμμένα ορυχεία και λατομεία. Γενικά, το ΑΕΚΚ συχνά δεν εκλαμβάνεται ως απόβλητο και οι άνθρωποι φαίνεται να υποτιμούν το περιβαλλοντικό του βάρος λόγω της αδρανούς φύσης του. Επιπλέον, το επιβαρυνόμενο κόστος για την ασφαλή για το περιβάλλον διακίνηση των ΑΕΚΚ και η έλλειψη κινήτρων, αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες για την κοινωνία και τα ενδιαφερόμενα μέρη όσον αφορά στην εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ (Paralika & Karachaliou, 2019).

Υπάρχει ήδη ένα ισχυρό νομοθετικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων στην Ελλάδα (βελτιωμένο με το Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α` 23.7.2021), αν και υπάρχουν ορισμένα σημεία που αφήνουν περιθώρια για κακές πρακτικές και χρειάζονται διευκρίνιση, ειδικά στην περίπτωση δημοσίων έργων. Το πρόβλημα έγκειται στη μη συμμόρφωση όλων των εμπλεκόμενων μερών λόγω της έλλειψης πληροφοριών και ελέγχου. Το υπάρχον δίκτυο Συστημάτων Διαχείρισης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας, στις περισσότερες περιπτώσεις, διαθέτει την απαραίτητη τεχνογνωσία και υποδομή και επιτυγχάνει υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης, αλλά πρέπει να επεκταθεί ακόμα περισσότερο για να καλύψει ολόκληρη τη χώρα. Ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο στην επίτευξη των εθνικών στόχων είναι η αποτυχία επαναφοράς των υλικών που ανακτώνται από ΑΕΚΚ στην αγορά, ιδίως όσον αφορά την ύφεση της ιδιωτικής οικοδομικής δραστηριότητας και την αφθονία των φυσικών πόρων σε χαμηλές τιμές.

Ειδικά μέτρα όπως η αναθεώρηση των τεχνικών προδιαγραφών για την παροχή ανακυκλωμένων προϊόντων και οι πράσινες δημόσιες προμήθειες θα μπορούσαν να βελτιώσουν δραστικά το δυναμικό εμπορίας τους. Εκτός από τις κυρώσεις για παραβάσεις, οικονομικά κίνητρα όπως φοροαπαλλαγές μπορούν να ενισχύσουν την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ. Επιπλέον, αυτό που χρειάζεται κυρίως να αλλάξει, ειδικά σε περιόδους οικονομικής ύφεσης, είναι η στάση των ανθρώπων απέναντι στην αντίληψη των απορριμμάτων ως χρήσιμου προϊόντος και η συνειδητοποίηση των οφελών που προκύπτουν από την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ, όπως η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη πολιτικών που αφορούν στην πρόληψη (χρήση εναλλακτικών δομικών υλικών, ακολουθούμενες κατασκευαστικές πρακτικές, κ.α.), η θεσμοθέτηση αυστηρών σχεδίων σχετικών με την ανακύκλωση ΑΕΚΚ, η βελτίωση του τρόπου διαχείρισης των αποβλήτων, η συνεχής και διαυγής παρακολούθηση και καταγραφή της πορείας των ΑΕΚΚ, αποτελούν ορισμένες από αυτές, που η τήρηση τους μπορεί να επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις (Paralika & Karachaliou, 2019).

Επιπλέον, Βασική μέριμνα αποτελεί η ευαισθητοποίηση των εμπλεκόμενων μερών σε θέματα επαναχρησιμοποίησης υλικών κατά την επισκευή, ανακαίνιση και κατασκευή καθώς και σχετικά με την πρόληψη – μείωση παραγόμενων αποβλήτων. Για να γίνει σωστή ενημέρωση στους ενδιαφερόμενους και στο σύνολο του κόσμου θα πρέπει να πραγματοποιηθούν διαφημίσεις και δραστηριότητες προβολής στο διαδίκτυο και στα τοπικά κανάλια, ενημερωτικές δράσεις και εκδηλώσεις σε συνεργασία με τεχνικά και εμπορο-βιομηχανικά επιμελητήρια, ημερίδες / συνέδρια ανά νομό, καθώς και υποτροφίες συμμετοχής σε προγράμματα επιμορφωτικών σεμιναρίων σχετικά με την ανακύκλωση.



Τέλος, σημαντική θα είναι η παρότρυνση των Τμημάτων Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης ανά Περιφερειακή Ενότητα, για την δημιουργία κοινών ενημερωτικών δράσεων σε τοπικές κοινωνίες και επιχειρήσεις, καθώς και η επικοινωνία με εκπροσώπους επαγγελμάτων που σχετίζονται με τα ΑΕΚΚ (κατασκευαστικές εταιρείες, εργολάβοι, προμηθευτές οικοδομικών υλικών, κα.). (Wahlström, et al., 2019).

## 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρεαδάκης, Α., Πανταζίδου, Μ., Σταθόπουλος, Α. (2008). Περιβαλλοντική Τεχνολογία. Εκδόσεις Συμμετρία.
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, (2021). Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)
- Οικονόμου Ν., Ζυγούρας Μ. (2006). Πρόταση για τη διαχείριση των δομικών απορριμμάτων σε πολεοδομικά συγκροτήματα. 15<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη
- Κεφαλάκης, Α. (2020). Επεξεργασία-Ανακύκλωση-Αξιοποίηση Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ). Μελέτη Περίπτωσης στην Περιφέρεια Κρήτης. Πάτρα.
- Παπαδάκη Μ, (2013). Βιώσιμη διαχείριση αδρανών υλικών. Μελέτη περίπτωσης: Κρήτη. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση Αποβλήτων. Πάτρα
- ΥΠΕΚΑ, (2018). Μεταλλευτική και λατομική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Ετήσια Έκθεση.
- Adhikari, S., Nam, H., Chakraborty, J.P., (2018). Conversion of Solid Wastes to Fuels and Chemicals Through Pyrolysis. In T. Bhaskar, A. Pandey, S.V. Mohan, D. Lee, S.K. Khanal, (Eds.), Waste Biorefinery (pp. 239-263). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63992-9.00008-2>.
- Asprone, D., Bilotta, E., Capasso, I., Caputo, D., Flora, A., Liguori, B., Lirer, S. 2015. Re use of construction and demolition waste for geotechnical applications. Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development, 2589-2594. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/ecsmge.60678.vol5.399>

- Basti, A., (2017). Environmental assessment of Earthquake debris management Strategies: the case of l'aquila Earthquake. Proceedings Sardinia, Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium., S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- Brown, C. Milke, M., & Seville, E. (2011). Disaster waste management: a review article. *Waste Manag.*, 31 (6), 1085-1098.
- Cárcel-Carrasco, J., Peñalvo-López, E., PascualGuillamón, M., Salas-Vicente, F. (2021). An Overview about the Current Situation on C&D Waste Management in Italy: Achievements and Challenges. *Buildings* 2021, 11, 284. <https://doi.org/10.3390/buildings11070284>
- Commission of the European Communities, (2008). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Public procurement for a better environment.
- Contreras, D., Forino, G., Blaschke, T., (2018). Measuring the progress of a recovery process after an earthquake: The case of L'aquila, Italy, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 450-464. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.09.048>.
- Córdoba, R.E., Marques Neto, J. C., Santiago, C., D., Pugliesi, E., & Schalch, V., (2019). Alternative construction and demolition (C&D) waste characterization method proposal. *Eng Sanit Ambient* 24(1), 199-212. <http://10.1590/S1413-41522019179720>.
- European Commission (2000). Directive on end-of-life. [https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_en)
- European Commission, (2015). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social

Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU Action Plan for the Circular Economy, COM/2015/0614 Final

EEA, (2021). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges/construction-and-demolition-waste-challenges>

Elhakam, A. A., Mohamed, A., E., Awad, E. 2012. Influence of self-healing, mixing method and adding silica fume on mechanical properties of recycled aggregates concrete. *Construction and Building Materials*, Vol. 35, 421-427. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.013>

EPA, (2005). Introduction to United States Environmental Protection Agency Hazardous Waste Identification. Solid Waste and Emergency Response (5305W) EPA530-K-05-012.

EPA, (2008). Planning for Natural Disaster Waste. <http://www.epa.gov/CDmaterials/pubs/pnidd.pdf>

Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2007). Public Assistance: Waste Management Guide. <http://www.fema.gov/government/grant/pa/demagdes.html>

EPA, (2015). Introduction to Hazardous Waste Identification, United States Environmental Protection Agency

EPA, (n.d.). About the UvA. Retrieved October 11, 2021, from <https://www.epa.gov/hw/learn-basics-hazardous-wastehttps>

EPA, (2020). Construction and Demolition Debris: Material-Specific Data. <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/construction-and-demolition-debris-material>

- European Commission, (2016). EU Construction & Demolition Waste Management Protocol.
- Farooq, A., Haputta, P., Silalertruksa, T. and Gheewala, S.H., (2021). A Framework for the Selection of Suitable Waste to Energy Technologies for a Sustainable Municipal Solid Waste Management System. *Front. Sustain.* 2, 681690. <https://doi.org/10.103389/frsus.2021.681690>
- Feldman M, (2013). Recycling, energy conservation and community beautification. <http://www.epa.gov/region03/beyondtranslation/2013BTF/SessionBBeautification/MichelleFeldman.pdf>
- Funk, K., Milford, J., Simpkins, T. (2020). Waste not, want not: analyzing the economic and environmental viability of waste-to-energy technology for site-specific optimization of renewable energy options, Anju Dahiya (ed.), Academic Press, *Bioenergy* (2), 385-423. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815497-7.00019-1>.
- Johansson, P. et al. (2017). Kvalitet hos byggnadsmaterial i cirkulära flöden. RISE report 2017:55.
- Jones, G., (2016). L'Aquila is grim reminder of struggle facing Italy's quake-hit towns. REUTERS.
- Karunasena, G., Rameezdeen, R., & Amarathunga, D., (2012). Post-disaster C&D waste management: The case of COWAM project in Sri Lanka. *Australasian Journal of Construction Economics and Building, Conference Series*, 1 (2) 60-71
- Kaza, S., Yao, L., Bhad-Tata, P., & Woerden, F. V. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste 2050*. Washington, DC: The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

- Klang, A., Vikman, P., & Brattebo, H. 2003, Sustainable management of demolition waste an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects, *Resources, Conservation and Recycling* 38, 317-334
- Luther, L., (2006). Disaster Debris Removal After Hurricane Katrina: Status and Associated Issues. CRS Report for Congress. RL33477.
- Maged, Y. & Bashir. A. (2017). Revival of forgotten rivers through recreating the cultural promenade: a case study of the revival of Beirut river, Lebanon. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 226. 725-737. 10.2495/SDP170631.
- Maurya M.C., Malviya D.K. 2021. Recycled C & D waste- an energy efficient and sustainable construction material. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 119-124. doi: 10.4314/ijest.v13i1.18S
- Mayer, F., Bhandari, R., & Gäth, S. (2019). Critical review on life cycle assessment of conventional and innovative waste-to-energy technologies. *Sci. Tot. Environ.* 672, 708–721. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.449>
- Ministry of the Environment and Climate Change (2016). Municipal Solid Waste. Environment and Climate Change Canada. <https://www.ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=En&n=EF0FC6A9-1>.
- Moya, D., Aldás, C., López, G., and Kaparaju, P. (2017b). Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using waste-to-energy technologies. *Energy Proc.* 134, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.618>

- Ng, S, Engelsen, C., J. 2018. Construction and Demolition wastes. *Water and Supplementary Cementitious materials in Concrete*, 229-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102156-9.00008-0>
- Paralika, M., & KarachaliouInternationa, T., (2019). *Journal of Environmental Planning and Management* 5 (2), 32-41. <http://www.aiscience.org/journal/ijepm>
- Poon C.S., & Chan D., (2007). The use of recycled aggregate in concrete in Hong Kong, *Resources Conservation and Recycling* 50, 293-305.
- Rameezdeen, R. 2009, *Construction waste management: Current status and challenges in Sri Lanka*, COWAM publication, Colombo.
- Russell, G. (2006)., Chef Menteur landfill testing called a farce, Critics say debris proposal ‘would be a useless waste of time. *The Times-Picayune*.
- Seiji, Y., Ravindu, G., Timur, R., Sarath, G., Thushara, F, & Lalan, F. (2006). *The Sri Lanka Tsunami Experience. Disaster management & response : DMR : an official publication of the Emergency Nurses Association*. 4. 38-48.
- Solberg, K.E. (2009). Trade in medical waste causes deaths in India. *World Report* 373 (9669), 1067. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60632-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60632-2)
- Solis - Guzman, J., Leiva, C., Martinez –Rocamora, A., Vilches, L.F., Alba – Rodriguez, D., Arenas, C.G., Marrero, M., (2015). Recycling of wastes into construction materials. In: SS Muthu, *Environmental implications of Recycling and Recycled Products*. Singapore: Springer Science & Business Media, 51-78
- Srouf IM, Chehab GR, El-Fadel M, Tamraz S, (2013). Pilot – based assessment of the economics of recycling construction demolition waste. *Waste Management & Research*, 31(11), 1170-1179

- Shibata, T., Solo-Gabriele, H., Hata, T. 2012, Disaster waste characteristics and radiation distribution as a result of the Great East Japan Earthquake, *Environmental Science & Technology*, 46, 3618–3624.
- Soliman, N.K., Moustafa, A.F. (2020). Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges; a review. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 10235-10253. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.07.045>.
- Tam, V.W.Y. and Tam C.M. 2006, Evaluation of existing waste recycling methods: A Hong Kong study, *Building and Environment*, 41, 1649-1660.
- Tiess G, Χαλκιοπούλου Φ, (2011). Βιώσιμη Διαχείριση για την Παραγωγή Αδρανών και Βιώσιμη Προμήθεια Αδρανών από διάφορες πηγές σε Περιφερειακό, Εθνικό και Διακρατικό επίπεδο. Εγχειρίδιο.
- Thummarukudy, M. 2012, Disaster waste Management: An overview, in Shaw, R. and Tran, P. (eds.), *Environment disaster linkages*, Emerald Group Publishing limited.
- Tsui, T., and Wong, J. W. C. (2019). A critical review: emerging bioeconomy and waste-to-energy technologies for sustainable municipal solid waste management. *Waste Disposal Sustain. Energy*. 1, 151–167. <https://doi.org/10.1007/s42768-019-00013-z>
- Tsirogiannis, A. (2018). Construction, Demolition and Excavation Waste Management. National and European legislative framework. International practices. Case study: Disaster debris management - proposal for the Municipality of Agrinio in case of a catastrophic event. Master Thesis, National and Kapodistrian University of Athens.



- Valavanidis, A., & Vlachogianni, T., (2015). Municipal Solid Waste and Environmental Pollution Trends of Municipal Waste Management in European Countries and in Greece. University of Athens.
- Wahlström, M., zu Castell-Rüdenhausen, M., Hradil, P., Hauge Smith, K., Oberender, A., Ahlm, M., Götbring, J., & and Bjerre Hansen, J., (2019). Improving quality of construction & demolition waste- Requirements for pre-demolition audit. Nordic Council of Ministers
- Zambrana-Vasquez, D., Zabalza-Bribián, I., Jáñez, A., Aranda-Usón, A., (2016). Analysis of the environmental performance of life-cycle building waste management strategies in tertiary buildings. *Journal of Cleaner Production*, v. 130, p. 143-154. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.048>
- [https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/deliverables/CDW\\_Greece\\_Factsheet\\_Final.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/deliverables/CDW_Greece_Factsheet_Final.pdf)