



**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ»**

Διπλωματική Εργασία

**«Διαχείριση αποβλήτων σε οδικά έργα στην Ελλάδα:
Περιβαλλοντική διάσταση και συγκριτική προσέγγιση με
την ευρωπαϊκή ένωση»**

Ιωάννης Παπάκος

Επιβλέπων καθηγητής: Φωτεινή Κεχαγιά

Πάτρα, Ιούλιος 2026

© Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2017

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματα αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του ΕΑΠ και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του ΕΑΠ όπου εκπονήθηκε.

**« Διαχείριση αποβλήτων σε οδικά έργα στην Ελλάδα:
Περιβαλλοντική διάσταση και συγκριτική προσέγγιση με την
ευρωπαϊκή ένωση »**

«ΠΑΠΑΚΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ»

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

«Φωτεινή Κεχαγιά»

Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών
Μηχανικών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

«Αικατερίνη Σταματελάτου»

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα
Μηχανικών Περιβάλλοντος
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Πάτρα, Ιούλιος 2026

«Ευχαριστίες ή Αφιέρωση»

Περίληψη

Η διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους άξονες περιβαλλοντικής πολιτικής στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς ο κατασκευαστικός τομέας ευθύνεται για περίπου το 35–40% των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν τα οδικά έργα, τα οποία παράγουν μεγάλες ποσότητες αδρανών υλικών, ασφαλικών μειγμάτων, προϊόντων εκσκαφών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, επικίνδυνων αποβλήτων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει το θεσμικό πλαίσιο, τις πρακτικές διαχείρισης και το επίπεδο εφαρμογής πολιτικών διαχείρισης αποβλήτων σε οδικά έργα στην Ελλάδα, συγκρίνοντάς τα με το ευρωπαϊκό πλαίσιο και τις βέλτιστες πρακτικές κρατών-μελών. Αναλύονται οι περιβαλλοντικές, τεχνικές και οικονομικές διαστάσεις του ζητήματος, ενώ παρουσιάζονται μελέτες περίπτωσης και προτείνονται μέτρα βελτίωσης με βάση τις αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Η έρευνα βασίζεται σε ανάλυση νομοθεσίας (εθνικής και ενωσιακής), σε δεδομένα της Eurostat και του European Environment Agency, καθώς και σε επιστημονική βιβλιογραφία διεθνών περιοδικών. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι, παρά τη θεσμική εναρμόνιση της Ελλάδας με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ, παρατηρούνται σημαντικά κενά στην εφαρμογή, στον έλεγχο και στην ενσωμάτωση κυκλικών πρακτικών στα δημόσια έργα. Η ενίσχυση των μηχανισμών εποπτείας, η υποχρεωτική χρήση ανακυκλωμένων υλικών και η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών δεικτών στις δημόσιες συμβάσεις αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις για τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης.

Λέξεις – Κλειδιά

ΑΕΚΚ, οδικά έργα, κυκλική οικονομία, περιβαλλοντική πολιτική, Ελλάδα, Ευρωπαϊκή Ένωση, ανακύκλωση αδρανών, βιώσιμη ανάπτυξη

Abstract

Construction and demolition waste (CDW) management is one of the most important environmental policy axes in the European Union, as the construction sector is responsible for approximately 35–40% of the total waste generated. Of particular importance are road projects, which produce large quantities of aggregates, asphalt mixtures, excavation products and, in some cases, hazardous waste.

This thesis examines the institutional framework, management practices and the level of implementation of waste management policies in road projects in Greece, comparing them with the European framework and the best practices of member states. The environmental, technical and economic dimensions of the issue are analyzed, while case studies are presented and improvement measures are proposed based on the principles of the circular economy.

The research is based on an analysis of legislation (national and EU), on data from Eurostat and the European Environment Agency, as well as on scientific bibliography from international journals. The results show that, despite the institutional harmonisation of Greece with Directive 2008/98/EC, significant gaps are observed in the implementation, control and integration of circular practices in public works. Strengthening supervision mechanisms, the mandatory use of recycled materials and the integration of environmental indicators in public procurement are critical conditions for the transition to a sustainable development model.

Keywords

CDW, road projects, circular economy, environmental policy, Greece, European Union, aggregates recycling, sustainable development

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	ix
Κατάλογος Πινάκων	x
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xi
1 Εισαγωγή.....	1
2 Θεωρητικό Πλαίσιο και Βασικές Έννοιες	4
2.1 Ορισμός.....	4
2.2 Σύσταση των ΑΕΚΚ	4
2.3 Ταξινόμηση απορριμμάτων	7
2.4 Υπολογισμός παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ	11
2.5 Επικινδυνότητα των ΑΕΚΚ	14
2.6 ΑΕΚΚ και Ορθή Διαχείριση	17
3 Νομοθετικό και Θεσμικό Πλαίσιο	20
3.1 Εισαγωγή.....	20
3.2 Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο	20
3.2.1 Ποινική Προστασία.....	24
3.2.2 Επικίνδυνα Απόβλητα	24
3.2.3 Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ) ΑΕΚΚ.....	25
3.3 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο	25
3.3.1 Εθνικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ)	27
3.3.2 Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία	27
3.3.3 Πρωτόκολλα και Κατευθυντήριες Οδηγίες.....	27
4 Διαχείριση Αποβλήτων σε Οδικά Έργα στην Ελλάδα.....	30
4.1 Ο κύκλος ζωής των οδικών έργων και παραγωγή αποβλήτων	30
4.2 Είδη και ποσότητες αποβλήτων σε οδικά έργα.....	30
4.3 Υφιστάμενες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα	31
4.4 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών οδικών έργων.....	32
4.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της υφιστάμενης πρακτικής.....	33
4.6 Οικονομικές και τεχνικές παράμετροι	33
4.7 Μελέτες περίπτωσης ελληνικών έργων	34
5 Πολιτική και Πρακτικές Διαχείρισης Αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	35
5.1 Εισαγωγή.....	35
5.2 Κρίσιμοι Δείκτες — Ποσοστά Ανάκτησης/Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ	35
5.2.1 Ευρωπαϊκή Ένωση	35
5.2.2 Ελλάδα	36
5.3 Σύγκριση Πρακτικών και Τεχνολογικών Επιπέδων.....	36
5.3.1 Ολλανδία	36
5.3.2 Γερμανία.....	37

5.3.3	Σουηδία	37
6	Συγκριτική Ανάλυση Ελλάδας – Ευρωπαϊκής Ένωσης	38
6.1	Σύγκριση θεσμικού πλαισίου	38
6.2	Σύγκριση επιπέδου εφαρμογής και ελέγχου	38
6.3	Τεχνολογικές και οργανωτικές διαφορές	40
6.4	Περιβαλλοντικά αποτελέσματα	40
6.5	Κενά, αδυναμίες και δυνατότητες σύγκλισης	41
7	Προτάσεις Βελτίωσης και Μελλοντικές Προοπτικές	43
7.1	Ενίσχυση του θεσμικού και ελεγκτικού μηχανισμού.....	43
7.2	Δημιουργία εθνικού μηχανισμού πιστοποίησης δευτερογενών υλικών	43
7.3	Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κριτηρίων στα δημόσια έργα	44
7.4	Προώθηση της κυκλικής οικονομίας στα οδικά έργα.....	44
7.5	Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση εμπλεκόμενων φορέων	45
7.6	Μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις	45
8	Συμπεράσματα	47
	Βιβλιογραφία.....	49

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής υλικών στη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός κτιρίου (Μουσιόπουλος, et al., 2009)	18
---	----

Δεν βρέθηκαν καταχωρήσεις πίνακα εικόνων.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Βασικά υλικά που αποτελούν τα ΑΕΚΚ, για διάφορους τύπους έργων	4
Πίνακας 2: Σύσταση ΑΕΚΚ σε διάφορες έρευνες.....	5
Πίνακας 3: Σύσταση αποβλήτων κατεδαφίσεων και αποβλήτων κατασκευών (Κακλόπουλος, 2015).....	6
Πίνακας 4: Ταξινόμηση ΑΕΚΚ σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Κεφάλαιο 17).....	8
Πίνακας 5: Παράμετροι υπολογισμού των παραγόμενων ΑΕΚΚ στην Ελλάδα	13
Πίνακας 6: Επικίνδυνα συστατικά στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους.....	15
Πίνακας 7: Σύγκριση θεσμικού πλαισίου	38

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΑΕΚΚ	Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων
ΑΚΖ	Ανάλυση Κύκλου Ζωής
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚΑ	Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
ΕΣΔΑ	Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΣΕΔ	Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης
CDW	Construction and Demolition Waste
LCA	Life Cycle Assessment
RAP	Reclaimed Asphalt Pavement

1 Εισαγωγή

Η παραγωγή και διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν από οδικά και γενικότερα κατασκευαστικά έργα αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα της σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής και τεχνολογίας. Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (Construction and Demolition Waste - CDW) περιλαμβάνουν υλικά όπως σκυρόδεμα, τούβλα, μέταλλα, ξύλο και άλλα υλικά που παράγονται κατά την κατασκευή, συντήρηση ή κατεδάφιση υποδομών συμπεριλαμβανομένων των οδικών έργων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα απόβλητα αυτά θεωρούνται από τα μεγαλύτερα ρεύματα αποβλήτων, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 40 % του συνολικού όγκου αποβλήτων στην Ε.Ε., υπερβαίνοντας τους 800 εκατομμύρια τόνους ετησίως, γεγονός που αποτυπώνει τη μεγάλη τους περιβαλλοντική και οικονομική σημασία (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2024b).

Τα οδικά έργα αποτελούν ένα ειδικό υποσύνολο της ευρύτερης κατηγορίας των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και συνδέονται με την παραγωγή σημαντικής ποσότητας αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευή, συντήρηση και κατεδάφιση υποδομών. Τα απόβλητα που σχετίζονται με οδικά έργα είναι κυρίως αδρανή (π.χ. χώμα, αδρανή υλικά, άσφαλτος), καθώς και υλικά που ενδέχεται να περιέχουν επικίνδυνα συστατικά. Η ποσοτική εκτίμηση και κατηγοριοποίηση αυτών των αποβλήτων θεωρείται απαραίτητη για την προγραμματισμένη διαχείρισή τους, τόσο σε επίπεδο έργου όσο και σε εθνικό/περιφερειακό επίπεδο (Wu et al., 2014).

Επιπλέον, η συντήρηση και ανακατασκευή οδικών αξόνων οδηγεί σε σημαντικές ποσότητες αποξηλωμένης ασφάλτου (Reclaimed Asphalt Pavement – RAP). Η επαναχρησιμοποίηση του RAP μπορεί να μειώσει σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των έργων (Huang et al., 2009).

Παρά το γεγονός ότι η επιστημονική βάση για την εκτίμηση παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ στην Ελλάδα είναι περιορισμένη, μια από τις πρώτες συστηματικές μελέτες έχει δείξει ότι η παραγωγή αυτού του τύπου αποβλήτων αποτελεί σημαντική περιβαλλοντική πρόκληση, επισημαίνοντας την ανάγκη για συστηματική συλλογή δεδομένων και βελτιωμένες πρακτικές διαχείρισης (Banias et al., 2022; Fatta et al., 2003).

Επιπλέον, η ανάπτυξη μεγάλων αυτοκινητοδρόμων τις τελευταίες δύο δεκαετίες αύξησε κατακόρυφα τις ποσότητες ΑΕΚΚ, αναδεικνύοντας την ανάγκη θεσμικής οργάνωσης της διαχείρισης.

Η μη ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων από κατασκευαστικές δραστηριότητες μπορεί να έχει πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ανεξέλεγκτη απόθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής ή η έλλειψη διαχωρισμού των υλικών οδηγεί σε αύξηση της αποθέσεως πόρων στο περιβάλλον, ενδεχόμενη ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων υδάτων, καθώς και σε σημαντικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Ghisellini et al., 2016). Επιπλέον, η απώλεια πολύτιμων πρώτων υλών αντί της επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης αντιβαίνει στις αρχές της κυκλικής οικονομίας (European Commission, 2026).

Η παρούσα εργασία έχει ως βασικό σκοπό να διερευνήσει τη διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται σε οδικά έργα στην Ελλάδα, με έμφαση στην περιβαλλοντική τους διάσταση και τη σύγκριση με αντίστοιχες πολιτικές και πρακτικές στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται η ανάλυση του ισχύοντος θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου στην Ελλάδα, η περιγραφή των τρεχουσών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων σε οδικά έργα, η σύγκριση με βέλτιστες πρακτικές και κατευθύνσεις που προκύπτουν από τα ευρωπαϊκά πρωτόκολλα και οδηγίες και η εξαγωγή συμπερασμάτων και η διατύπωση προτάσεων για περιβαλλοντικά ορθότερη διαχείριση με προοπτική σύγκλισης προς ευρωπαϊκά πρότυπα.

Η σημασία της έρευνας προκύπτει από την ανάγκη για περιβαλλοντικά ορθολογική διαχείριση αυτών των αποβλήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο έδαφος, στους υδάτινους πόρους και στην ατμόσφαιρα, καθώς και για να ενισχυθούν οι πρακτικές της κυκλικής οικονομίας, όπου τα υλικά επαναχρησιμοποιούνται ή ανακυκλώνονται αντί να καταλήγουν σε υγειονομικές ταφές.

Η μεθοδολογία της εργασίας βασίζεται σε συνδυασμό ποιοτικής και ποσοτικής προσέγγισης, περιλαμβάνοντας ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σε ελληνικά και διεθνή επιστημονικά άρθρα, τεχνικές εκθέσεις και μελέτες περιπτώσεων σχετικά με τα ΑΕΚΚ και πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων, νομοθετική και θεσμική ανάλυση των εγχώριων και ευρωπαϊκών κανονισμών για τα απόβλητα και συγκριτική προσέγγιση μεταξύ ελληνικών

και ευρωπαϊκών πρακτικών με βάση επίσημες εκθέσεις και δημόσια προσβάσιμα πρωτόκολλα και οδηγίες διαχείρισης.

2 Θεωρητικό Πλαίσιο και Βασικές Έννοιες

2.1 Ορισμός

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία - Πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/ΕΚ, με τον όρο «απόβλητα» ορίζει «κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει».

Ειδικότερα όσον αφορά τα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) αυτά συνιστούν ιδιαίτερη ομάδα αποβλήτων η οποία αποτελείται από συντρίμμια τα οποία δημιουργούνται κατά τις φάσεις κατασκευής, ανακαίνισης και κατεδάφισης κτιρίων, δρόμων και άλλων τεχνικών έργων .

Ειδικότερα, βάσει του ελληνικού νομοθετικού πλαισίου, ως Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), ορίζεται «κάθε υλικό ή αντικείμενο από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις που θεωρείται ως απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 2 (στοιχείο α) της υπ. αριθ. 50910/2003 ΚΥΑ σε συνδυασμό με την παρ. 4 του άρθρ. 2 του Ν. 2939/2001 και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι του άρθρ. 17 του Διατάγματος ΦΕΚ Β'1312/24/08/2010».

2.2 Σύσταση των ΑΕΚΚ

Η ποσοτική σύσταση των ΑΕΚΚ διαφοροποιείται και επηρεάζεται από το είδος της κατασκευής, το στάδιο στο οποίο βρίσκεται το έργο, καθώς και από τη χώρα όπου υλοποιείται.

Σε σχέση με τον τύπο του έργου αλλά και τη φάση του κύκλου ζωής του, τα υλικά που περιλαμβάνονται στη ροή των ΑΕΚΚ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Paralika & Karachaliou, 2019):

Πίνακας 1: Βασικά υλικά που αποτελούν τα ΑΕΚΚ, για διάφορους τύπους έργων

Τύπος Έργου	Υλικά
Κατασκευή κτιρίων/ αστικά δημόσια έργα	Σκυρόδεμα, τσιμέντο, τούβλα, πλακάκια, πέτρες, μέταλλα, ξύλο
Κατεδάφιση/ ανακαίνιση/ συντήρηση κτιρίων/ αστικών δημοσίων έργων	Σκυρόδεμα, χαρτί, κεραμικά, πέτρες, ξύλο, πλαστικά, αμίαντος, γυαλί
Κατασκευή/ συντήρηση οδοστρωμάτων	Χώμα, άσφαλτος, σκυρόδεμα, μέταλλα, ξύλο, πλαστικά
Εκσκαφές	Ξύλο, χώμα

Πιο συγκεκριμένα, τα κύρια δομικά υλικά, όπως για παράδειγμα τα τούβλα, το κονίαμα, το κλίνκερ, τα πλακίδια, το τσιμέντο, ο χάλυβας, το οπλισμένο σκυρόδεμα, οι σωληνώσεις, τα καλώδια και τα χρώματα, αποτελούνται από τα ακόλουθα συστατικά (Κακλόπουλος, 2015):

- βασικές πρώτες ύλες, όπως ορυκτά και πετρώματα, άργιλος, καολίνη, ασβεστόλιθος, γύψος, πηλός και άμμος,
- δευτερεύοντα υλικά, όπως σκωρία, τέφρα και ρινίσματα, και
- βοηθητικά υλικά, όπως πίσσα, οξείδια μετάλλων, γυαλί, πλαστικά, αμίαντος, τσιμέντο, άσβεστος, γύψος, σκυρόδεμα, ίνες ξύλου, φυτικές ίνες, υαλώδεις ίνες, διαλύτες, μεταλλικές ταινίες κ.ά.

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Παρακολούθησης Περιβάλλοντος (EIONET), μια ενδεικτική μέση σύσταση των ΑΕΚΚ στις ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα (Paralika & Karachaliou, 2019):



Γράφημα 1: Ποσοστά ρευμάτων στα ΑΕΚΚ

Μια αναλυτικότερη σύσταση των ΑΕΚΚ, με βάση έναν αριθμό ερευνών, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Chandrakanthi et al., 2002):

Πίνακας 2: Σύσταση ΑΕΚΚ σε διάφορες έρευνες

Τύπος	% w/w
-------	-------

	Spencer	Bosink & Brouwers	AEP	CH2M Hill
Άσφαλτος	46	-	-	-
Τσιμέντο	14	13	-	70
Μέταλλα	5	-	7	6
Ξύλο	26	-	35	13
Σκυρόδεμα & Ξύλο	-	17	-	-
Τούβλα	-	14	-	6
Κεραμίδια	-	10	-	-
Αργιλικά είδη υγιεινής	-	29	-	-
Σοβάς, Επιχρίσματα	-	8	-	-
Υλικά συσκευασίας από χαρτί, χαρτόνι	-	7	8	-
Σκυρόδεμα, τοιχοδομές, κεραμικά, χαλίκια	-	-	24	-
Γύψος	-	-	17	2
Γυαλί	-	-	3	-
Πλαστικά	-	-	2	-
Λοιπά	9	2	4	3

Ειδικότερα για την Ελλάδα και την Κύπρο, οι ροές των ΑΕΚΚ, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (Κακλόπουλος, 2015):

Πίνακας 3: Σύσταση αποβλήτων κατεδαφίσεων και αποβλήτων κατασκευών (Κακλόπουλος, 2015)

Συστατικό	Ποσοστό %	Ποσοστό %
	Απόβλητα κατεδαφίσεων	Απόβλητα κατασκευών
Άσφαλτος	1,61	0,13
Σκυρόδεμα	19,99	9,27
Οπλισμένο σκυρόδεμα	33,11	8,25
Ακαθαρσίες, χώμα, λάσπη	11,91	30,55
Πέτρες	6,83	9,74
Χαλίκια	4,95	14,13
Ξύλο	7,46	10,95

Τούβλο από σκυρόδεμα	1,11	0,90
Τούβλο	6,33	5,00
Γυαλί	0,20	0,56
Άλλα οργανικά	1,30	3,05
Πλαστικοί σωλήνες	0,61	1,13
Άμμος	1,44	1,70
Εντοιχισμένα έπιπλα	0,04	0,03
Άχρηστα αντικείμενα	0,07	0,24
Μέταλλα	3,41	4,36
Σύνολο	100,00	100,00

2.3 Ταξινόμηση απορριμμάτων

Στο πλαίσιο της διαμόρφωσης μιας ενιαίας στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε, μέσω της Απόφασης 94/3/EK, τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) (Σταθακόπουλος, 2011; Τσιρογιάννης, 2018).

Ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.), μετά και την αναθεώρησή του με την Απόφαση 2000/532/EK, αποτελείται από κεφάλαια (chapters), τα οποία αντιπροσωπεύονται από τα πρώτα δύο ψηφία ενός εξαψήφιου κωδικού, και τα οποία δηλώνουν την πηγή προέλευσης των αποβλήτων ή τον βιομηχανικό κλάδο/δραστηριότητα από την οποία παράγονται.

Ο Ε.Κ.Α. συνιστά έναν εναρμονισμένο αλλά μη πλήρη κατάλογο αποβλήτων, ο οποίος αναθεωρείται περιοδικά όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Ο εν λόγω κατάλογος έχει καθιερώσει μια κοινή ορολογία για όλα τα κράτη-μέλη της Ε.Ε., με σκοπό τη βελτίωση και την αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων. Τα απόβλητα που χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα επισημαίνονται με αστερίσκο (*) (Τσιρογιάννης, 2018).

Ειδικότερα τα απόβλητα που προέρχονται από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) εντάσσονται στο Κεφάλαιο 17 του Ε.Κ.Α. και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Σταθακόπουλος, 2011):

- I. αδρανή κοκκώδη υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα, ασφαλτος, γυαλί, κλπ.,
- II. απορρίμματα ξυλείας,
- III. χάλυβας, σίδηρος και μη σιδηρούχα μέταλλα,
- IV. λοιπά υλικά όπως χαρτί, αλουμίνιο, πλαστικά κλπ.

Η αναλυτική τους ταξινόμηση, βάσει της νομοθεσίας, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Σταθακόπουλος, 2011; Τσιρογιάννης, 2018):

Πίνακας 4: Ταξινόμηση ΑΕΚΚ σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Κεφάλαιο 17)

17	Απόβλητα Από Κατασκευές Και Κατεδαφίσεις (Περιλαμβάνεται Χώμα Εκσκαφής Από Μολυσμένες Τοποθεσίες)
17 01	Σκυρόδεμα, Τούβλα, Πλακάκια και Κεραμικά
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
17 02	Ξύλο, Γυαλί και Πλαστικό
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

17 03	Μείγματα Ασφάλτου και Ορυκτής Πίσσας, Λιθανθρακόπισσα και Προϊόντα Πίσσας
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
17 04	Μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους)
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
17 05	Χώματα (συμπεριλαμβανομένων των χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), Πέτρες και Μπάζα Εκσκαφών
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
17 06	Μονωτικά Υλικά και Υλικά Δομικών Κατασκευών που περιέχουν Αμιάντο
17 06 01*	Μονωτικά υλικά που περιέχουν αμιάντο
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
17 08	Υλικά δομικών κατασκευών με βάση τον γύψο
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
17 09	Άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων
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.

2.4 Υπολογισμός παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ

Για τον υπολογισμό των παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, καθεμία από τις οποίες βασίζεται σε διαφορετικές παραδοχές και χρησιμοποιεί διαφορετικές παραμέτρους (ΑΑΝΕΛ, 2016).

Στην Ελλάδα, η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται συχνότερα για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ΑΕΚΚ είναι αυτή που αναπτύχθηκε από τη «Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας» της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, στο πλαίσιο του έργου LIFE 03/TCY/CY/018 (Τσιρογιάννης, 2018).

Η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται στον συνδυασμό δεδομένων από οικοδομικές άδειες (όπως η επιφάνεια νέων κτιρίων ή προσθηκών και ο αριθμός κατεδαφίσεων) με στατιστικούς δείκτες (π.χ. από την ΕΛΣΤΑΤ ή τη EUROSTAT). Οι δείκτες αυτοί διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της κατασκευαστικής δραστηριότητας και περιλαμβάνουν παραμέτρους όπως ο μέσος όγκος ΑΕΚΚ ανά τετραγωνικό μέτρο κτιρίου ή η πυκνότητα των παραγόμενων αποβλήτων (Enviterra, 2020). Λόγω της πληρότητας και της αξιοπιστίας της, η συγκεκριμένη μεθοδολογία έχει πλέον υιοθετηθεί ευρέως και σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Τσιρογιάννης, 2018).

Αξίζει να επισημανθεί ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία εφαρμόζεται για την εκτίμηση της παραγωγής ΑΕΚΚ σε ευρύτερες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας) και δεν αφορά τον υπολογισμό των αποβλήτων που προκύπτουν από ένα μεμονωμένο έργο ή μια συγκεκριμένη κατασκευή (ΑΑΝΕΛ, 2016).

Οι παράμετροι που εξετάζονται για την εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ είναι οι εξής (Enviterra, 2020):

- Η επιφάνεια νέων κατασκευών και προσθηκών / επεκτάσεων
- Η εκτίμηση του όγκου των παραγόμενων ΑΕΚΚ ανά 100 m²
- Η πυκνότητα των αποβλήτων (σχέση όγκου / βάρους).

Η παραγομένη ποσότητα των αποβλήτων κατασκευής δίνεται από τον τύπο:

$$CW = [NC + EX] * VW * D$$

όπου:

CW = Τα απόβλητα κτιριακών κατασκευών (tns)

NC = Το εμβαδόν των νέων κατασκευών (m²)

EX = Οι προσθήκες σε υφιστάμενες οικοδομές (m²)

VW = Ο όγκος του παραγόμενου αποβλήτου ανά εμβαδόν νέας οικοδομής (m³)

D = Η πυκνότητα του αποβλήτου (tns/m³)

Η παραγομένη ποσότητα των αποβλήτων κατεδαφίσεων, γίνεται από τον τύπο:

$$DW = ND * SD * WD * D$$

όπου:

DW = Τα απόβλητα κατεδαφίσεων (tns)

ND = Ο αριθμός των κατεδαφίσεων

SD = Το μέσο εμβαδόν των κτιρίων (m²)

WD = Το παραγόμενο απόβλητο για κάθε κατεδάφιση (m^3/m^2)

D = Η πυκνότητα του παραγόμενου αποβλήτου (tns/m^3)

Η παραγομένη ποσότητα των αποβλήτων εκσκαφών, δίνεται από τον τύπο:

$$EW = ND * ES * ED * D$$

όπου:

EW = Τα απόβλητα των εκσκαφών (tns)

ND = Ο αριθμός αδειών νέων κατασκευών

ES = Η μέση επιφάνεια εκσκαφής (m^2)

ED = Το μέσο βάθος εκσκαφής (m)

D = Η πυκνότητα του παραγόμενου αποβλήτου (tns/m^3)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες παράμετροι για την Ελλάδα, όπως προέκυψαν από τη μελέτη του ΕΜΠ. Πέρα από αυτές, για τον υπολογισμό των ποσοτήτων των παραγόμενων αποβλήτων είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη και στοιχεία που σχετίζονται με τον αριθμό των κατεδαφίσεων που πραγματοποιήθηκαν, καθώς και με την ανέγερση νέων οικοδομών ή την υλοποίηση νέων έργων. (Fatta et al., 2003).

Πίνακας 5: Παράμετροι υπολογισμού των παραγόμενων ΑΕΚΚ στην Ελλάδα

Παράμετρος	Ελλάδα
Όγκος Αποβλήτων Κατασκευών / εμβαδόν νέας οικοδομής	0,06 m^3/m^2
Πυκνότητα Αποβλήτων Κατασκευών	1,6 tn/m^3
Μέσο Εμβαδόν Κτιρίων	260 m^2
Μέσος Αριθμός Ορόφων/ Κτίριο	2
Όγκος Αποβλήτων Κατεδαφίσεων / Εμβαδόν Οικοδομής	0,8 m^3/m^2
Πυκνότητα Αποβλήτων Κατεδαφίσεων	1,6 tn/m^3

Μέση Επιφάνεια Εκσκαφής	130 m ²
Μέσο Βάθος Εκσκαφής	3 m
Πυκνότητα Αποβλήτου Εκσκαφών	1,4 tn/m ³

2.5 Επικινδυνότητα των ΑΕΚΚ

Στα ΑΕΚΚ ενδέχεται να περιλαμβάνονται μικρές, ακόμη και ελάχιστες, ποσότητες επικίνδυνων ή τοξικών υλικών. Μεταξύ των πιο επικίνδυνων ουσιών που μπορεί να συναντώνται σε αυτά τα απόβλητα συγκαταλέγονται ο αμίαντος, ο οποίος στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν κυρίως για την επικάλυψη στεγών, καθώς και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (Polychlorinated Biphenyls – PCBs). Οι συγκεκριμένες ουσίες απαντώνται κυρίως σε παλαιότερα κτίρια και θεωρούνται ιδιαίτερα επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία. (Κατατζικάκη, 2025).

Πέρα από τα προαναφερθέντα, υπάρχουν και ορισμένα υλικά τα οποία, παρότι δεν χαρακτηρίζονται γενικά ως επικίνδυνα, μπορούν υπό συγκεκριμένες συνθήκες να καταστούν εύφλεκτα ή ακόμη και τοξικά. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ορισμένες κόλλες και βαφές, οι οποίες, όταν αντιδράσουν με άλλα υλικά, ενδέχεται να αποκτήσουν επικίνδυνες ιδιότητες. Για τον λόγο αυτό, τέτοια υλικά θα πρέπει να διαχωρίζονται και να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία. Μερικά από τα υλικά που θεωρούνται επικίνδυνα είναι τα εξής (Κακλόπουλος, 2015):

- Βαφές και στρώματα επικάλυψης
- Γαλακτώματα με βάση την πίσσα
- Γυψοσανίδες
- Επεξεργασμένη ξυλεία
- Ίνες ορυκτών (μόνωση)
- Κόλλες
- Πρόσθετα σκυροδέματος με βάση διαλύτες
- Ρητίνες
- Υλικά με βάση τον αμίαντο
- Χημικές ουσίες για προστασία από την υγρασία

Επιπλέον, στους χώρους κατεδάφισης ενδέχεται να απαντώνται εν δυνάμει επικίνδυνα υλικά, όπως αμιάντος ή λάμπες ατμού νατρίου/υδραργύρου, τα οποία πρέπει να αφαιρούνται προτού ξεκινήσει η διαδικασία κατεδάφισης (Τσιρογιάννης, 2018).

Μερικά από τα δυνητικά επικίνδυνα υλικά είναι τα εξής:

- Επεξεργασμένη ξυλεία
- Ηλεκτρικός εξοπλισμός που πιθανόν να περιέχει τοξικές ουσίες
- Ορυκτές ίνες
- Ραδιονουκλεοτίδια
- Συστήματα πυροπροστασίας που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες
- Υλικά με ιδιότητες που μπορεί να προκαλέσουν βιολογικούς κινδύνους
- Υλικά που περιέχουν αμιάντο
- Ψυκτικές μηχανές που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες

Μερικά εν δυνάμει επικίνδυνα στοιχεία των ΑΕΚΚ, αλλά και οι βέλτιστες διαχειριστικές πρακτικές τους, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (Κακλόπουλος, 2015).

Πίνακας 6: Επικίνδυνα συστατικά στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους

Προϊόν/ υλικό	Πιθανά επικίνδυνα συστατικά	Πιθανές επικίνδυνες ιδιότητες	Πρακτικές διαχείρισης
Πρόσθετα σκυροδέματος	H/C διαλύτες	Εύφλεκτο	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Υλικά ανθεκτικά στην υγρασία	Διαλύτες, Βιτουμένιο	Εύφλεκτα, Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση
Κόλλες	Διαλύτες, ισοκυανιούχες ενώσεις	Εύφλεκτα, Τοξικά, Διεγερτικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση, αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο επικίνδυνων προϊόντων
Προστατευτικές επικαλύψεις, υλικά στεγανοποίησης	Διαλύτες,	Εύφλεκτα, τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση, Αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο

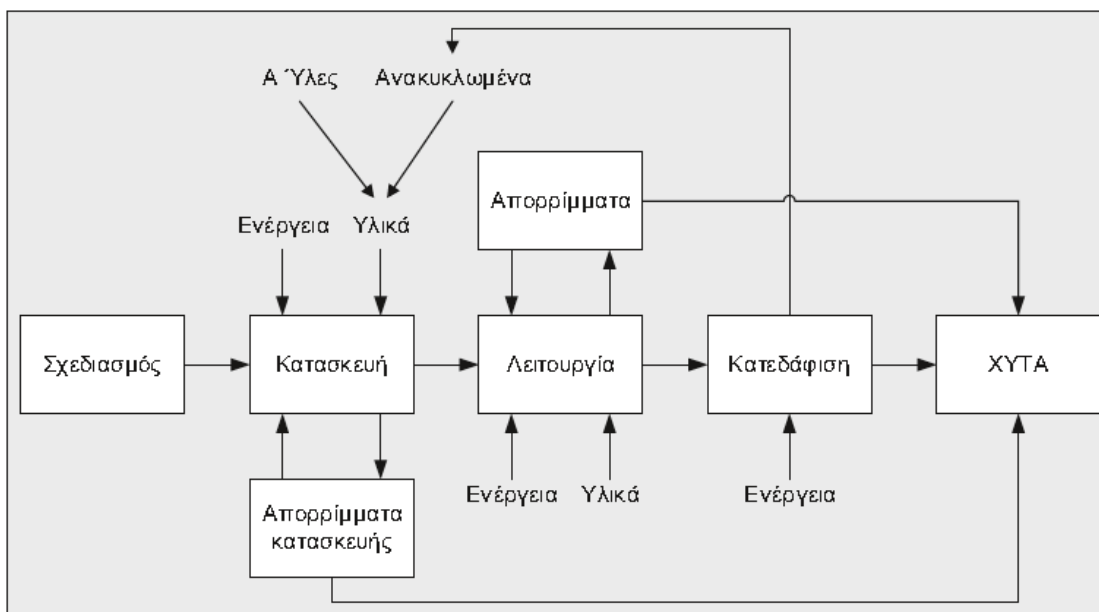
			επικίνδυνων προϊόντων, χρήση νερού
Υλικά επικάλυψης δρόμων	Γαλακτώματα με βάση την πίσσα	Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Αμίαντος	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Τοξικά, καρκινογόνα	Απομάκρυνση κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό την εξειδικευμένη διαχείριση
Ορυκτές Ίνες	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Δερματικές και πνευμονικές ενοχλήσεις	Απομάκρυνση για ξεχωριστή διάθεση
Επεξεργασμένο ξύλο	Χαλκός, αρσενικό, χρώμιο, πίσσα, μικροβιοκτόνα, μυκητοκτόνο	Τοξικό, Οικοτοξικό, Εύφλεκτο	Ανακύκλωση, τα επικίνδυνα υλικά είναι δεσμευμένα στο ξύλο, μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων κατά την απόθεση, αναθυμιάσεις τοξικής αιθάλης και υπολείμματα παράγονται κατά την καύση
Μπογιές και στρώματα επικάλυψης	Διαλύτες μόλυβδου, χρωμίου, βαναδίου	Τοξικό εύφλεκτο	Μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αν είναι δεσμευμένο στο υπόστρωμα, πιθανή τοξική αιθάλη κατά την καύση
Εξοπλισμός μεταφοράς ενέργειας	PCB	Οικοτοξικό	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που πρέπει να απομακρυνθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες
Πηγή φωτός	CB, Υδράργυρος, νάτριο	Τοξικό, Οικοτοξικό	Ανακύκλωση/ απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Συστήματα εξαερισμού	CFCs	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Σύστημα πυροπροστασίας	CFCs	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Ρυπασμένες υφάνσιμες ίνες που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές	Ραδιονουκλίδια	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Βαρέα μέταλλα (Cd, Hg)	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση

Ζωικά προϊόντα	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Φιάλες γκαζιού	Προπάνιο, βουτάνιο, ακετυλένιο	Εύφλεκτα	Επιστροφή στον προμηθευτή
Πληρωτικές ίνες	Ισοκυανιούχες ενώσεις, φθαλικός ανυδρίτης	Τοξικό, Διεγερτικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Έλαια και καύσιμα	H/C	Εύφλεκτο, Οικοτοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυψοσανίδες	Πιθανή πηγή H ₂ S στο χώρο διάθεσης	Εύφλεκτο, Τοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυαλί			Παρουσιάζει δυσκολίες στη συλλογή και μεταφορά προς επεξεργασία
Δρόμοι	Πίσσα, διαλύτες	Εύφλεκτο Τοξικό	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη
Υπόστρωμα τέφρας/ κλίνκερ	Βαρέα μέταλλα περιλαμβανομένου του υδραργύρου και του χαλκού.	Τοξικά	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη

2.6 ΑΕΚΚ και Ορθή Διαχείριση

Σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός κτιρίου παράγονται απόβλητα, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία τόσο στη σύστασή τους όσο και στις ποσότητες που τελικά οδηγούνται προς τελική διάθεση. Αξιοσημείωτο είναι ότι η μεγαλύτερη ποσότητα απορριμμάτων (χωρίς να υπολογίζονται τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια της χρήσης του κτιρίου από τους κατοίκους) προέρχεται από τις φάσεις κατασκευής και κατεδάφισης (Σταθακόπουλος, 2011).

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει αναλυτικά την παραγωγή αποβλήτων κατά τον κτιριακό κύκλο ζωής (Σταθακόπουλος, 2011).



Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής υλικών στη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός κτιρίου (Μουσιόπουλος et al., 2009)

Τα ΑΕΚΚ συνήθως συγκαταλέγονται, όπως προαναφέρθηκε, σε μία κοινή κατηγορία,. Ωστόσο, αυτές οι ροές προκύπτουν από διαφορετικές διαδικασίες και παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά τους, όπως οι ποσότητες, η σύσταση και οι δυνατότητες ανάκτησης. Τα απορρίμματα από νέες κατασκευές είναι συνήθως λιγότερο αναμεμιγμένα και λιγότερο μολυσμένα, ενώ το δυναμικό ανάκτησής τους είναι υψηλότερο σε σχέση με τα απορρίμματα κατεδάφισης. Ωστόσο, το ποσοστό τους στο σύνολο των ΑΕΚΚ παραμένει σχετικά μικρό. Αντίθετα, τα απορρίμματα κατεδάφισης, που αποτελούν το υψηλότερο ποσοστό ΑΕΚΚ, τείνουν να είναι περισσότερο μολυσμένα και αναμεμιγμένα, γεγονός που δυσχεραίνει την ανάκτησή τους (Mavridou, et al., 2015).

Ο όγκος των παραγόμενων ΑΕΚΚ επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Οι βασικότεροι είναι η πληθυσμιακή αύξηση, ο πολεοδομικός και περιφερειακός σχεδιασμός, η κατάσταση της κατασκευαστικής βιομηχανίας και το τέλος ταφής. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και άλλοι παράγοντες, όπως (Bio Intelligence Service, 2011; Mavridou, et al., 2015):

1. **Οικονομικοί παράγοντες:** οι ποσότητες ΑΕΚΚ που παράγονται εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το ρυθμό ανέγερσης νέων κατασκευών, ο οποίος συνδέεται άμεσα με την οικονομική ανάπτυξη της χώρας.

2. **Πολιτιστικά ζητήματα:** σε ορισμένες χώρες, όπως η Γαλλία, η κατεδάφιση θεωρείται αποτυχία, ενώ σε άλλες χώρες αντιμετωπίζεται πιο θετικά.
3. **Τεχνικά ζητήματα:** η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν σε παλαιότερες κατασκευές επηρεάζει το ρυθμό κατεδάφισης.
4. **Τύποι υλικών κατασκευής:** η χρήση διαφορετικών υλικών παρουσιάζει σημαντικές περιφερειακές διακυμάνσεις. Για παράδειγμα, σε κάποιες περιοχές το τούβλο αποτελεί το κύριο δομικό υλικό, ενώ σε άλλες κυριαρχεί το σκυρόδεμα, ενώ σε βόρειες χώρες, το ξύλο είναι ένα σημαντικό δομικό στοιχείο.

Μία από τις σημαντικότερες υφιστάμενες προκλήσεις είναι η ελάττωση των ΑΕΚΚ που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ ή σε ανεξέλεγκτους χώρους διάθεσης. Αυτή η πρακτική οφείλεται σε ορισμένες προβληματικές διαδικασίες, που εμποδίζουν την σωστή τελική διάθεση, την επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωση των υλικών, καθώς και στις ίδιες τις τεχνικές κατασκευής και κατεδάφισης, οι οποίες συχνά οδηγούν στην παραγωγή υπερβολικά μεγάλων ποσοτήτων ΑΕΚΚ (Μουσιόπουλος et al., 2009; Σταθακόπουλος, 2011).

3 Νομοθετικό και Θεσμικό Πλαίσιο

3.1 Εισαγωγή

Το θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα αποτελεί μια σύνθεση εθνικών νόμων και κανονισμών που ενσωματώνουν τις αντίστοιχες ευρωπαϊκές υποχρεώσεις και κατευθύνσεις. Ο πυρήνας της νομοθεσίας αποσκοπεί στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών, στην προστασία του περιβάλλοντος και στην επίτευξη των στόχων κυκλικής οικονομίας που έχουν θεσπιστεί σε επίπεδο Ε.Ε..

3.2 Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

Αν και η βασική ελληνική νομοθεσία που αφορά τη διαχείριση των ΑΕΚΚ εκδόθηκε μόλις το 2010, ήδη από το 1999, πιθανόν λόγω της ανάγκης για τη διάθεση των υλικών από την κατάρρευση ή και κατεδάφιση κτιρίων εξαιτίας του καταστροφικού σεισμού της Αθήνας στις 7 Σεπτεμβρίου 1999, αλλά και των μεγάλων κατασκευαστικών έργων που βρίσκονταν σε εξέλιξη με αφορμή τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, ψηφίστηκε ο **Νόμος 2742/1999** (ΦΕΚ 207/Α/07-10-1999) *«Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις»*. Στο άρθρο 25 υπήρχε πρόβλεψη για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος των ανενεργών λατομείων που βρίσκονται σε δημόσιες, δημοτικές, κοινοτικές ή ιδιωτικές δασικές ή χορτολιβαδικές εκτάσεις της Περιφερειακής Ενότητας Αττικής από το Δημόσιο, σύμφωνα με ειδικές μελέτες αποκατάστασης, που εγκρίνονται από τον Οργανισμό Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος της Αθήνας. Στην παραπάνω διαδικασία μπορεί να γίνει χρήση και υλικών που προέκυψαν από την κατάρρευση ή την κατεδάφιση κτιρίων που επλήγησαν από το σεισμό της 7ης Σεπτεμβρίου 1999. Αξίζει να σημειωθεί πως τα ανενεργά λατομεία της συγκεκριμένης Π.Ε., πριν από την αποκατάσταση του περιβάλλοντός τους, καθορίζονταν ως χώροι υποδοχής υλικών εκσκαφών και στείρων υλικών από καθαιρέσεις κτιρίων.

Πιο αναλυτικά τα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων ανήκουν στην κατηγορία «Άλλα προϊόντα» του άρθρου 2 του **Ν. 2939/2001** *«Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις»*, σύμφωνα με τον οποίο (άρθρα 15 και 17) είναι επιβεβλημένη η θέσπιση μέτρων που έχουν ως στόχο την επαναχρησιμοποίηση ή/και αξιοποίηση των παραπάνω υλικών.

Ο παραπάνω Νόμος τροποποιήθηκε από τον **N. 3854/2010** (Φ.Ε.Κ. 94Α/23.06.2010): *«Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις».*

Για την καλύτερη και πληρέστερη εφαρμογή του Ν. 2939/2001, και ειδικότερα του άρθρου 17, το 2010 εκδόθηκε η **Κ.Υ.Α. 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 την βασική νομοθεσία αναφορικά με την διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα.

Στόχος της παραπάνω Κ.Υ.Α. είναι η μείωση της ποσότητας καθώς και της επικινδυνότητας των αποβλήτων που προέρχονται από οικοδομικές εργασίες, έργα τεχνικών υποδομών, εκσκαφές, φυσικές και πάσης φύσεως καταστροφές μέσα από διεργασίες όπως η επαναχρησιμοποίηση ή η ανακύκλωση. Αυτό έχει σαν σκοπό να συμβάλει επιπλέον στην βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης του συνόλου των οικονομικών παραγόντων που συμμετέχουν σε οικοδομικά και τεχνικά έργα και κυρίως των φορέων που εμπλέκονται με την διαχείριση των αποβλήτων αυτών.

Η παραπάνω Κ.Υ.Α. περιέχει τις βασικές κατευθύνσεις, τους όρους, τις προϋποθέσεις και τις υποχρεώσεις των διαχειριστών για το σύνολο της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής, της μεταφοράς, της επεξεργασίας και της αξιοποίησης των ΑΕΚΚ.

Στην παρούσα Κ.Υ.Α. επίσης δίνεται έμφαση στην ανάγκη για την οργάνωση και την ανάπτυξη οργανωμένων δικτύων συλλογής, διαλογής και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ με βάση τα προβλεπόμενα της υφιστάμενης νομοθεσίας. Στην νομοθεσία αυτή περιλαμβάνονται ακόμη οι προδιαγραφές για τη χορήγηση αδειών ατομικών και συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, και γίνεται προσδιορισμός των προϋποθέσεων χορήγησης του Πιστοποιητικού Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΠΕΔ).

Κάποιες διατάξεις σχετικά με τα εν λόγω απορρίμματα, υπάρχουν και στον **N. 4042/2012** (Φ.Ε.Κ. 24Α/13.2.2012): *«Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την*

Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (Ν. 4042/2012, 2012).

Στο άρθρο 51 παρ. 11 και στο άρθρο 52 παρ. 4 του **Ν. 4280/14** (ΦΕΚ 159/Α/08-08-2014), υπάρχουν ρυθμίσεις για την αξιοποίηση των λατομείων και των μεταλλείων που δεν βρίσκονται πλέον σε λειτουργία, για την υποδοχή ΑΕΚΚ. Ειδικότερα τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης στερεών αποβλήτων, δύνανται να προβαίνουν σε εναπόθεση, επεξεργασία και αξιοποίηση αποβλήτων που προέρχονται από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) σε μεταλλεία και λατομεία, των οποίων η λειτουργία τερματίστηκε για οποιονδήποτε λόγο χωρίς να απαιτείται η αποκατάστασή τους.

Τροποποίηση του Ν. 2939/2001, αποτελεί ο **Νόμος 4496/2017** «*Τροποποίηση του Ν. 2939/2001 για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, προσαρμογή στην Οδηγία 2015/720/ΕΕ, ρύθμιση θεμάτων του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης και άλλες διατάξεις*». Ειδικότερα ο νόμος αυτός τροποποίησε το άρθρο 4, με την προσθήκη της αρχής της «εκτεταμένης ευθύνης του παραγωγού» (EPR). Η αρχή αυτή μπορεί να οριστεί ως μια «προσέγγιση περιβαλλοντικής πολιτικής στην οποία η ευθύνη ενός παραγωγού για ένα προϊόν επεκτείνεται στο στάδιο μετά την κατανάλωση του συνολικού κύκλου ζωής ενός προϊόντος» (Paralika & Karachaliou, 2019). Η αρχή επιδιώκει να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, καθιστώντας τους παραγωγούς υπεύθυνους για το κόστος της διαχείρισης προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Η αρχή αυτή πρέπει να θεωρείται ως ένα σημαντικό μέσο για την υποστήριξη της εφαρμογής της ιεράρχησης στη διαχείριση αποβλήτων, και ως εκ τούτου για την μεγιστοποίηση, κατά προτεραιότητα της πρόληψης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης (Deloitte, 2014).

Διατάξεις αναφορικά με τα ΑΕΚΚ, περιέχει και ο **Νόμος 4685/2020** (Φ.Ε.Κ. 92/Α/7-5-2020): «*Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις*». Ειδικότερα το άρθρο 89 τροποποίησε τα άρθρα 29, 40, 41, 43 και 47 του Ν. 4595/2017, αποσαφηνίζοντας τις διαδικασίες ελέγχου της διαχείρισης ΑΕΚΚ κατά την εκτέλεση οικοδομικών εργασιών, καθώς και το άρθρο 40 του Ν. 4030/2011 για την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων .

Ο Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ 129/Α'/23-7-2021) αποτελεί σήμερα το πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα, ενσωματώνοντας τις Οδηγίες 2018/851 και 2018/852 της ΕΕ, που τροποποιούν την Οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα και εκείνη για τα απορρίμματα συσκευασιών. Στόχος του νόμου είναι η διαχείριση αποβλήτων με έμφαση στην πρόληψη, την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, καθώς και η μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία. Περιλαμβάνει επίσης διατάξεις για την οργάνωση και λειτουργία του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ.) και ρυθμίσεις για πλαστικά προϊόντα και προστασία του περιβάλλοντος γενικότερα, καθώς και μέτρα για την ιεράρχηση των αποβλήτων (πρόληψη–ανακύκλωση–διάθεση) σε συμφωνία με το ευρωπαϊκό πλαίσιο.

Παράλληλα, σε λειτουργία βρίσκεται και το **Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων (ΗΜΑ)**, το οποίο θεσπίστηκε για τη συστηματική καταγραφή των ρευμάτων αποβλήτων και τη διαφάνεια στις ροές τους, συμβάλλοντας στην εποπτεία και εφαρμογή του νομοθετικού πλαισίου.

Επιπλέον, και σε συμφωνία με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, υπάρχουν διατάξεις αναφορικά με τους ποσοτικούς στόχους για την ανακύκλωση και την αξιοποίηση των ΑΕΚΚ, την ενημέρωση του κοινού, τους ελέγχους για την τήρηση των διατάξεων και την επιβολή κυρώσεων σε οποιαδήποτε φυσικά ή νομικά πρόσωπα πραγματοποιούν εργασίες διαχείρισης ΑΕΚΚ κατά παράβαση της ΚΥΑ.

Αναφορικά με τους ποσοτικούς στόχους για την αξιοποίηση των ΑΕΚΚ, με εξαίρεση τις κατηγορίες 17 05 04 και 17 05 06 του ΕΚΑ, και σύμφωνα με την Απόφαση **2001/118/ΕΚ** αυτοί είναι (Σταθακόπουλος, 2011):

- έως την **1^η Ιανουαρίου 2012**, η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών από τα απόβλητα και η αξιοποίησή τους πρέπει να ανέλθει, κατ' ελάχιστον στο 30% της συνολικής ποσότητας των ΑΕΚΚ
- έως την **1^η Ιανουαρίου 2015**, η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών από τα απόβλητα και η αξιοποίησή τους πρέπει να ανέλθει, κατ' ελάχιστον στο 50% της συνολικής ποσότητας των ΑΕΚΚ

- έως την **1^η Ιανουαρίου 2020**, η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών από τα απόβλητα και η αξιοποίησή τους πρέπει να ανέλθει, κατ' ελάχιστον στο 70% της συνολικής ποσότητας των ΑΕΚΚ

3.2.1 Ποινική Προστασία

Η νομοθεσία για τα απόβλητα στην Ελλάδα επηρεάζεται επίσης από ρυθμίσεις όπως η ποινική προστασία του περιβάλλοντος, η οποία περιλαμβάνεται στον **Ν. 4042/2012** στο πλαίσιο της συμμόρφωσης με την **Οδηγία 2008/99/ΕΚ** για την προστασία του περιβάλλοντος μέσω του ποινικού δικαίου.

3.2.2 Επικίνδυνα Απόβλητα

Η βασική νομοθεσία, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, που διέπει τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων είναι η **Οδηγία 91/689/ΕΟΚ** για τα επικίνδυνα απόβλητα. Ειδικότερα, αναφορικά με τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας των αποβλήτων, τα βασικά κριτήρια περιέχονται στη λίστα της **Απόφασης 2001/118/ΕΚ**.

Στην Ελλάδα δημοσιεύτηκαν η **ΚΥΑ 13588/725/2006** «Μέτρα όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ, η **ΚΥΑ 24944/1159/2006** «Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» και εν συνεχεία η **ΚΥΑ 8668/2007** «Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ)». Η τελευταία καταργήθηκε με την **Κ.Υ.Α. οικ. 62952/5384/2016**, (ΦΕΚ 4326/Β/30.12.2016) «Έγκριση εθνικού σχεδίου διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ), σύμφωνα με το άρθρο 31 του ν. 4342/2015».

Οι πιο πρόσφατες διατάξεις για το ζήτημα των επικίνδυνων αποβλήτων, περιέχονται στον **Νόμο 4685/2020** «Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

3.2.3 Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ) ΑΕΚΚ

Το ελληνικό νομικό πλαίσιο προβλέπει τη σύσταση Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ) για τα ΑΕΚΚ, τα οποία λειτουργούν υπό κανόνες που καθορίζονται από τη νομοθεσία.

Τα ΣΕΔ αποτελούν τον βασικό μηχανισμό εφαρμογής της εναλλακτικής διαχείρισης. Εγκρίνονται και εποπτεύονται από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), ο οποίος λειτουργεί ως αρμόδια εθνική αρχή. Τα ΣΕΔ υποχρεώνουν τους παραγωγούς να συμμετέχουν σε οργανωμένα προγράμματα συλλογικής διαχείρισης αποβλήτων, με στόχο την πρόληψη και την ανακύκλωση αντί της τελικής απόθεσης

Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης έχει την ευθύνη έγκρισης, παρακολούθησης και ελέγχου των ΣΕΔ, καθώς και της συλλογής στοιχείων για την επίτευξη των εθνικών στόχων ανακύκλωσης.

Στον τομέα των ΑΕΚΚ δραστηριοποιούνται συλλογικά συστήματα που οργανώνουν δίκτυα μονάδων ανακύκλωσης αδρανών υλικών. Ωστόσο, η γεωγραφική κατανομή τους δεν είναι ομοιόμορφη, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα πρόσβασης σε απομακρυσμένες περιοχές (ΕΟΑΝ, 2026).

3.3 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ αποτελεί το θεμέλιο πλαίσιο για τη διαχείριση αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Καθορίζει βασικές αρχές όπως η ιεράρχηση αποβλήτων (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση, τελική διάθεση) και εισάγει την έννοια της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού. Επίσης θέτει στόχους για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, όπως τουλάχιστον 70 % ανάκτησης/ανακύκλωσης κατά βάρος μέχρι το 2020.

Βασικό σημείο της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ είναι η νομική κατοχύρωση της σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Σύμφωνα με αυτή το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων επιβαρύνει τον αρχικό παραγωγό και τον υφιστάμενο ή τους προηγούμενους κατόχους απορριμμάτων, ενώ τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για την εξασφάλιση ότι οι αρχικοί παραγωγοί ή άλλοι κάτοχοι απορριμμάτων, πραγματοποιούν οι ίδιοι την επεξεργασία τους ή την αναθέτουν σε οργανισμούς ή σε επιχειρήσεις που εκτελούν

εργασίες επεξεργασίας απορριμμάτων, ή μέσω διακανονισμού με δημόσιο ή ιδιωτικό οργανισμό συλλογής απορριμμάτων.

Επιπλέον η παραπάνω Οδηγία κάνει λόγο για τη θέσπιση ποσοτικών στόχων αναφορικά με την πρόληψη της παραγωγής απορριμμάτων από τα κράτη μέλη. Ειδικότερα για την αξιοποίηση των απορριμμάτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις, με εξαίρεση τα υλικά που απαντώνται στη φύση και τα οποία ορίζονται στην κατηγορία 17 05 04 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων, προβλέπει ότι πρέπει να αυξηθεί η ποσότητά τους κατά 70 % τουλάχιστον ως προς το βάρος μέχρι το 2020.

Για τον υπολογισμό του παραπάνω στόχου, στην **Απόφαση 2011/753/ΕΕ**, έχει δημοσιευτεί ο ακόλουθος τύπος:

$$\text{Ποσοστό (\%) AEKK} = \frac{\text{Ποσότητα AEKK που υποβλήθηκαν σε ανάκτηση υλικών}}{\text{Συνολική ποσότητα παραγόμενων AEKK}}$$

Αξίζει να σημειωθεί πως η ποσότητα των αποβλήτων που χρησιμοποιήθηκαν σε εργασίες επίχωσης, στις εκθέσεις εφαρμογής των κρατών μελών για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, αναφέρεται ξεχωριστά από την ποσότητα των αποβλήτων που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση ή ανακυκλώνονται ή χρησιμοποιούνται σε άλλες εργασίες ανάκτησης υλικών.

Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 1.γ της Οδηγίας, από την έννοια του αποβλήτου εξαιρείται η μη μολυσμένη γη καθώς και άλλα φυσικά υλικά που έχουν εκσκαφθεί κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων κατασκευής, μόνο εφόσον είναι σίγουρο ότι τα παραπάνω υλικά θα χρησιμοποιηθούν χωρίς αλλοιώσεις στην φυσική τους κατάσταση, για την κατασκευή που θα πραγματοποιηθεί, στον χώρο εκσκαφής.

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ τροποποιήθηκε περαιτέρω με την **Οδηγία (ΕΕ) 2018/851**, που ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία μέσω του Ν. 4819/2021. Η τροποποίηση αυτή ενισχύει τον ρόλο της πρόληψης, αυξάνει τα ποσοτικοποιημένα ποσοστά ανακύκλωσης στα αστικά απόβλητα και περιλαμβάνει νέες απαιτήσεις για χωριστή συλλογή και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ κρατών μελών.

Πέραν της Οδηγίας 2008/98/EK, σημαντικές ρυθμίσεις που επηρεάζουν τη διαχείριση ΑΕΚΚ περιλαμβάνουν τον Κανονισμό (ΕΕ) 305/2011 για τα δομικά προϊόντα (Construction Products Regulation – CPR)

3.3.1 Εθνικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ)

Στο πλαίσιο της Οδηγίας - πλαισίου, τα κράτη μέλη της ΕΕ οφείλουν να καταρτίζουν Εθνικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), που καθορίζουν τη στρατηγική, τους στόχους και τα μέσα για την επίτευξη των εθνικών και κοινοτικών δεσμεύσεων. Η επίτευξη των στόχων αυτών παρακολουθείται σε ετήσια βάση και αποτελεί βασικό στοιχείο του περιβαλλοντικού σχεδιασμού της Ένωσης (ΥΠΕΝ, 2021).

3.3.2 Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία

Το 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε το νέο **Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία** (Circular Economy Action Plan), στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Στο νέο αυτό Σχέδιο Δράσης, ο κατασκευαστικός τομέας αναγνωρίζεται ως στρατηγικός τομέας υψηλής προτεραιότητας, καθώς (European Commission, 2020):

- Καταναλώνει περίπου το 50% των εξορυσσόμενων πρώτων υλών στην Ευρώπη
- Παράγει πάνω από το 35% των συνολικών αποβλήτων
- Συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, αρκετά κράτη - μέλη έχουν ήδη υπερβεί τον στόχο 70% ανάκτησης ΑΕΚΚ, ενώ ο μέσος όρος της ΕΕ προσεγγίζει τον στόχο (European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019).

3.3.3 Πρωτόκολλα και Κατευθυντήριες Οδηγίες

Σε επίπεδο ΕΕ, η Επιτροπή έχει εκδώσει Πρωτόκολλα και κατευθυντήριες οδηγίες για την βέλτιστη διαχείριση των ΑΕΚΚ.

3.3.3.1 EU Construction & Demolition Waste Management Protocol

Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία πολιτικής είναι το «**EU Construction & Demolition Waste Management Protocol**», ένα μη δεσμευτικό αλλά σημαντικό έγγραφο καθοδήγησης για την προ-κατεδάφιση/προ-ανακαίνιση οικοδομικών έργων, που στοχεύει στην ενίσχυση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης ΑΕΚΚ στην

Ε.Ε., σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Η ενημερωμένη έκδοση του 2024 ενσωματώνει βελτιώσεις που εστιάζουν σε (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2024b):

- Έρευνες κατά την προ-αποκατάσταση και προ-ανακαίνιση για τον εντοπισμό υλικών κατάλληλων για επαναχρησιμοποίηση.
- Επιλεκτική κατεδάφιση και διαχωρισμό ρευμάτων αποβλήτων, που διευκολύνει τη χωριστή συλλογή και βελτιώνει την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών.
- Ενισχυμένη ιχνηλασιμότητα αποβλήτων και υποστήριξη ποιοτικών συστημάτων διαχείρισης για αξιοπιστία στην επαναχρησιμοποίηση.
- Στρατηγικές για την τόνωση της ζήτησης ανακυκλωμένων προϊόντων και την προώθηση επιχειρηματικών μοντέλων κυκλικής οικονομίας .

3.3.3.2 Κατευθυντήριες Οδηγίες για την Αξιολόγηση Αποβλήτων πριν από την Κατεδάφιση

Ένα άλλο κεντρικό εργαλείο είναι οι **Κατευθυντήριες Οδηγίες για την Αξιολόγηση Αποβλήτων πριν από την Κατεδάφιση** (Guidelines for waste audits before demolition and renovation works), που έχουν εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και υποστηρίζουν (European Commission, 2025):

- Τον προγραμματισμό λεπτομερών ελέγχων υλικών πριν από κατεδάφιση ή ανακαίνιση για να εντοπιστούν ευκαιρίες για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.
- Την ασφαλή απομάκρυνση επικίνδυνων υλικών, όπως ο αμιάντος, και την οργάνωση του διαχωρισμού στις πηγές.
- Την ενσωμάτωση τοπικών αγορών ανακύκλωσης και ευθυγράμμιση με τους στόχους της κυκλικής οικονομίας στις τοπικές υποδομές.

Αυτές οι κατευθύνσεις προωθούν την προληπτική προσέγγιση αντί της απλής διαχείρισης αποβλήτων μετά τη δημιουργία τους, κάτι ιδιαίτερα κρίσιμο σε οδικά και τεχνικά έργα μεγάλης κλίμακας.

3.3.3.3 Κριτήρια «Τέλους Ζωής»

Υπάρχουν επίσης προσπάθειες ανάπτυξης κοινών κριτηρίων «Τέλους Ζωής» ("End-of-Waste") για τα ΑΕΚΚ, ώστε υλικά, όπως το σκυρόδεμα και τα κεραμικά, να μπορούν να χαρακτηρίζονται ως προϊόντα και όχι απόβλητα υπό συγκεκριμένες συνθήκες (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2024a).

Αυτές οι κατευθύνσεις βοηθούν τα κράτη μέλη να υιοθετήσουν πρακτικές που υπερβαίνουν την απλή ταφή ή τη χαμηλής ποιότητας ανακύκλωση, ενθαρρύνοντας διαδικασίες υψηλότερης προστιθέμενης αξίας υλικών (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2024b).

4 Διαχείριση Αποβλήτων σε Οδικά Έργα στην Ελλάδα

4.1 Ο κύκλος ζωής των οδικών έργων και παραγωγή αποβλήτων

Τα οδικά έργα περιλαμβάνουν διακριτά στάδια, όπως ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία, η συντήρηση και η αναβάθμιση ή αποξήλωση. Σε κάθε ένα από αυτά τα στάδια παράγονται διαφορετικά είδη και ποσότητες αποβλήτων. Η διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία επισημαίνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων παράγεται κατά τα στάδια της κατασκευής και της συντήρησης, κυρίως λόγω εκσκαφών, αποξηλώσεων υφιστάμενων οδοστρωμάτων και αντικατάστασης τεχνικών έργων (Banias et al., 2022; European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019; Pavlides et al., 2023).

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν τα έργα αναβάθμισης και συντήρησης υφιστάμενων οδικών υποδομών, καθώς παράγουν σημαντικές ποσότητες ασφαλικών αποβλήτων, τα οποία θεωρούνται υλικά υψηλού δυναμικού ανακύκλωσης.

4.2 Είδη και ποσότητες αποβλήτων σε οδικά έργα

Στην ελληνική πραγματικότητα, τα απόβλητα που παράγονται σε οδικά έργα μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής βασικές κατηγορίες (European Environment Agency, 2019):

- **Απόβλητα εκσκαφών**, που περιλαμβάνουν εδάφη και βραχώδη υλικά
- **Ασφαλτικά απόβλητα**, προερχόμενα από φθαρμένα ή αποξηλωμένα οδοστρώματα
- **Αδρανή απόβλητα σκυροδέματος**, κυρίως από τεχνικά έργα
- **Δευτερεύοντα απόβλητα**, όπως μέταλλα, ξύλο και πλαστικά

Κατά τη φάση συντήρησης, σημαντικό ρεύμα αποτελεί η αποξηλωμένη άσφαλτος (RAP) (Enieb et al., 2021), καθώς και τμήματα φθαρμένων βάσεων και υποβάσεων.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, τα ορυκτά απόβλητα από έργα υποδομής αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία αποβλήτων στην Ευρώπη, κυρίως λόγω εκτεταμένων εκσκαφών. Η ορθολογική διαχείριση ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού μπορεί να μειώσει σημαντικά τις τελικές ποσότητες προς διάθεση (European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019).

Η εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) σε οδοποιία έχει αποδείξει ότι η φάση παραγωγής υλικών και μεταφοράς συμβάλλει σημαντικά στις συνολικές εκπομπές CO₂ (Huang et al., 2009). Συνεπώς, η επαναχρησιμοποίηση υλικών εντός του έργου μειώνει τόσο τα απόβλητα όσο και το ενεργειακό αποτύπωμα.

Μελέτες για την Ελλάδα έχουν δείξει ότι τα αδρανή και τα υλικά εκσκαφών αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό κατά βάρος, ενώ τα επικίνδυνα απόβλητα εμφανίζονται σε περιορισμένη κλίμακα, κυρίως σε παλαιότερα έργα όπου χρησιμοποιήθηκαν υλικά με πίσσα ή σε περιπτώσεις ρυπασμένων εδαφών (Banias et al., 2022; Pavlides et al., 2023).

4.3 Υφιστάμενες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η διαχείριση των μη επικίνδυνων αποβλήτων καθορίζεται από το νομοθετικό πλαίσιο, συμπεριλαμβανομένου του Ν.4042/2012 για τη συνολική διαχείριση αποβλήτων και ειδικών αποφάσεων για εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ (εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων) (EOAN, 2026).

Σε δημόσια έργα, η υποχρέωση εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων από εκσκαφές και κατασκευές (συμπεριλαμβανομένων των οδοστρωμάτων) υπόκειται σε Κ.Υ.Α. και ειδικές διαχειριστικές ρυθμίσεις που επιβάλλουν συλλογή, προσωρινή αποθήκευση και αξιοποίηση, όπου αυτό είναι εφικτό (Enviterra, 2020).

Η διαχείριση αποβλήτων σε οδικά έργα στην Ελλάδα πραγματοποιείται κυρίως μέσω των Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΕΚΚ, τα οποία είναι θεσμοθετημένα και λειτουργούν υπό την εποπτεία του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης.

Τα αδρανή υλικά οδηγούνται σε μονάδες ανακύκλωσης, όπου υφίστανται θραύση και κοσκίνιση ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν ως δευτερογενή υλικά.

Οι ανάδοχοι των έργων υποχρεούνται να συμβάλλονται με εγκεκριμένα συστήματα και να τηρούν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων (EOAN, 2026).

Ωστόσο, η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η εφαρμογή αυτών των πρακτικών δεν είναι ομοιόμορφη. Σε μεγάλα έργα εθνικής εμβέλειας παρατηρείται υψηλότερο επίπεδο

συμμόρφωσης, ενώ σε μικρότερης κλίμακας έργα ή σε απομακρυσμένες περιοχές καταγράφονται ελλείψεις στον έλεγχο και στη συστηματική καταγραφή των ρευμάτων αποβλήτων (Banias et al., 2022; Palanta et al., 2018).

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία, το ποσοστό ανάκτησης ΑΕΚΚ στην Ελλάδα έχει αυξηθεί τα τελευταία έτη, ωστόσο μέρος των ποσοτήτων αφορά επίχωση και όχι υψηλής ποιότητας ανακύκλωση (downcycling) (Enviterra, 2020).

Γενικά αν και υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο που θεσπίζει την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ, στην πράξη η εφαρμογή παρουσιάζει σημαντικές ανεπάρκειες: η συλλογή δεδομένων είναι ατελής, η ανακύκλωση παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, και μεγάλος όγκος αποβλήτων οδηγείται σε τελικούς αποδέκτες (π.χ. χώρους υγειονομικής ταφής). (Deloitte, 2015; Enviterra, 2020).

4.4 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών οδικών έργων

Η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών αποτελεί βασικό πυλώνα της βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων στα οδικά έργα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανακύκλωση ασφαλικών υλικών, γνωστή διεθνώς ως Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). Μελέτες έχουν δείξει ότι η ενσωμάτωση ανακυκλωμένης ασφάλτου σε νέα μίγματα μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση πρώτων υλών και την ενεργειακή απαίτηση, χωρίς να υποβαθμίζεται η τεχνική απόδοση του οδοστρώματος (Enieb et al., 2021).

Επιπλέον τα ανακυκλωμένα αδρανή χρησιμοποιούνται κυρίως σε υποβάσεις και επιχώσεις. Έρευνες έχουν καταδείξει ότι, υπό κατάλληλες προδιαγραφές, μπορούν να υποκαταστήσουν τα φυσικά αδρανή χωρίς σημαντική απώλεια μηχανικών ιδιοτήτων (Blengini & Garbarino, 2010).

Στην Ελλάδα, η αξιοποίηση τέτοιων πρακτικών παραμένει περιορισμένη, κυρίως λόγω τεχνικών προδιαγραφών, έλλειψης εξοπλισμού και επιφυλάξεων σχετικά με την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών. Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στην επαναχρησιμοποίηση αδρανών υλικών εκσκαφών, τα οποία συχνά οδηγούνται σε απόθεση αντί να αξιοποιούνται εντός του ίδιου έργου, κυρίως λόγω έλλειψης υποχρεωτικών ποσοστώσεων χρήσης σε δημόσια έργα (Deloitte, 2015; Νικήτα, 2016).

4.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της υφιστάμενης πρακτικής

Η περιορισμένη αξιοποίηση ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης στα ελληνικά οδικά έργα έχει άμεσες περιβαλλοντικές συνέπειες. Η αυξημένη εξάρτηση από πρωτογενή αδρανή υλικά συμβάλλει στην εξάντληση φυσικών πόρων και στην υποβάθμιση λατομικών περιοχών, ενώ η διάθεση αποβλήτων σε χώρους ταφής αυξάνει την περιβαλλοντική επιβάρυνση (Enviterra, 2020).

Επιπλέον, η μη βέλτιστη διαχείριση αποβλήτων σχετίζεται με αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τόσο λόγω μεταφορών όσο και λόγω της ενεργειακής έντασης της παραγωγής νέων δομικών υλικών. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η υιοθέτηση πρακτικών κυκλικής οικονομίας στα οδικά έργα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος (European Environment Agency, 2019).

4.6 Οικονομικές και τεχνικές παράμετροι

Η διαχείριση αποβλήτων σε οδικά έργα δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντικό ζήτημα αλλά και οικονομικό.

Η οικονομική βιωσιμότητα της ανακύκλωσης εξαρτάται από (European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019):

- Το κόστος μεταφοράς
- Τη διαθεσιμότητα μονάδων επεξεργασίας
- Την τιμή φυσικών αδρανών
- Τις δημόσιες προδιαγραφές

Αν και η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση απαιτούν αρχικά επενδύσεις σε εξοπλισμό και οργάνωση, μεσοπρόθεσμα μπορούν να μειώσουν το κόστος προμήθειας υλικών και διάθεσης αποβλήτων (European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019).

Σε περιόδους χαμηλής τιμής φυσικών αδρανών, τα ανακυκλωμένα υλικά δυσκολεύονται να ανταγωνιστούν. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τονίζει ότι η ενσωμάτωση πράσινων δημοσίων συμβάσεων (Green Public Procurement) μπορεί να ενισχύσει τη ζήτηση δευτερογενών υλικών (European Commission, 2020).

Τεχνικά, η ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών εξαρτάται από τον διαχωρισμό στην πηγή και την καθαρότητα των ρευμάτων. Η ανάμειξη διαφορετικών υλικών μειώνει την αξία τους και περιορίζει τις δυνατότητες αξιοποίησης. Η χρήση ανακυκλωμένων υλικών απαιτεί συμμόρφωση με ευρωπαϊκά πρότυπα (EN 13108 για ασφαλτομίγματα) (European Commission. Joint Research Centre., 2023; European Environment Agency, 2019).

Στην ελληνική περίπτωση, η βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι η έλλειψη κινήτρων, η ασάφεια τεχνικών προδιαγραφών και η περιορισμένη εμπειρία των εμπλεκόμενων φορέων λειτουργούν ανασταλτικά στην ευρύτερη εφαρμογή τέτοιων πρακτικών (Deloitte, 2015; Enviterra, 2020).

4.7 Μελέτες περίπτωσης ελληνικών έργων

Παρά τις γενικές προσεγγίσεις στην Ελλάδα, υπάρχουν αναφορές εφαρμογής μελετών περίπτωσης, ιδίως σε ερευνητικό επίπεδο, που εξετάζουν την επαναχρησιμοποίηση αδρανών από κατεδαφίσεις για οδικά και κατασκευαστικά έργα (π.χ. μελέτες για παραγωγή ανακυκλωμένων αδρανών στην Ελλάδα και πιθανές εφαρμογές σε υποδομές). Αυτές οι μελέτες αναδεικνύουν τα τεχνικά οφέλη αλλά και τις προκλήσεις στην πράξη: ανάγκη κατάλληλων υποδομών επεξεργασίας, ρύθμιση ποιότητας υλικών και ενσωμάτωση στην κατασκευαστική αλυσίδα (Nomikou et al., 2024; Papatzani & Paine, 2017).

Ωστόσο, δεν υφίσταται ακόμη ενιαίο εθνικό σύστημα καταγραφής ποσοτών επαναχρησιμοποίησης ειδικά για οδικά έργα, γεγονός που δυσχεραίνει την αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης.

Η συστηματική συλλογή δεδομένων μέσω του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων μπορεί να βελτιώσει τη διαφάνεια και την παρακολούθηση της απόδοσης του κλάδου (Deloitte, 2015; Enviterra, 2020).

5 Πολιτική και Πρακτικές Διαχείρισης Αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

5.1 Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετωπίζει τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) ως δέσμευση περιβαλλοντικής και οικονομικής σημασίας, στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας και της περιβαλλοντικά ορθής διαχείρισης αποβλήτων (European Commission, 2026). Η Ελλάδα, από την άλλη πλευρά, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στην εφαρμογή πρακτικών διαχείρισης, ποσοστών ανάκτησης και αποτελεσματικότητας των συστημάτων, σε σύγκριση με κράτη - μέλη της ΕΕ (Banias et al., 2022; Deloitte, 2015; Enviterra, 2020). Η σύγκριση αυτή είναι κρίσιμη για την ανάδειξη κενών, καλών πρακτικών και κατευθύνσεων βελτίωσης.

5.2 Κρίσιμοι Δείκτες — Ποσοστά Ανάκτησης/Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ

5.2.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

Σε επίπεδο Ε.Ε., τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αντιπροσωπεύουν περίπου το 35–40 % της συνολικής παραγωγής αποβλήτων, γεγονός που καθιστά τα CDW την κύρια πηγή αποβλήτων σε περιβαλλοντικό και διαχειριστικό επίπεδο. Η ανακύκλωση και ανάκτηση των ΑΕΚΚ διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των κρατών - μελών, κυμαινόμενες από λιγότερο από 10 % έως πάνω από 90 % ανάκτηση, ανάλογα με τα εθνικά συστήματα και τις τεχνολογίες που εφαρμόζουν οι χώρες (European Commission, 2026).

Σύμφωνα με στοιχεία που βασίζονται στην Eurostat και σε ερευνητικές πηγές, χώρες όπως η Ολλανδία, η Ιταλία, η Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο και η Ουγγαρία έχουν ιστορικά αναφέρει πολύ υψηλά ποσοστά ανάκτησης ΑΕΚΚ (>90 %) (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2024b; Pereira & Vieira, 2022), ενώ άλλες παρουσιάζουν μέτρια ή χαμηλότερα ποσοστά λόγω διαφορών στη ρύθμιση και πρακτική εφαρμογή. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι οι υψηλές τιμές ανάκτησης μπορεί να περιλαμβάνουν backfilling (τεχνική χαμηλής ποιότητας ανάκτησης) ως μέρος της ανάκτησης, πράγμα που δυσκολεύει τη σύγκριση με την ποιοτική ανακύκλωση (Pereira & Vieira, 2022).

5.2.2 Ελλάδα

Στην Ελλάδα, παρά την ύπαρξη νομοθετικού πλαισίου και υποχρεώσεων για συλλογή και επεξεργασία ΑΕΚΚ μέσω Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης, τα στοιχεία για επίσημα ποσοστά ανάκτησης/ανακύκλωσης είναι περιορισμένα και ανασφαλή. Η χώρα εμφανίζει λιγότερο ολοκληρωμένα δεδομένα σε εθνικό επίπεδο και σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχουν συγκρίσιμα επίπεδα με αυτά των κορυφαίων κρατών - μελών όσον αφορά την ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση σε υψηλής ποιότητας εφαρμογές.

Παρότι υπήρξαν πρωτοβουλίες (π.χ. εκθέσεις ευρωπαϊκών φορέων αναφέρουν γενικά υψηλό δυναμικό ανάκτησης για την Ελλάδα), πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα εθνικά στατιστικά περιλαμβάνουν και backfilling (όπως και στις άλλες χώρες) και όχι αποκλειστικά ποιοτική ανακύκλωση (Pereira & Vieira, 2022).

Στην πράξη, η χρήση ανακυκλωμένων υλικών στην Ελλάδα παραμένει περιορισμένη λόγω τεχνικών, οικονομικών και θεσμικών εμποδίων, π.χ. έλλειψης εκτεταμένων υποδομών επεξεργασίας και στήριξης αγοράς για δευτερογενή προϊόντα (Banias et al., 2022; Enviterra, 2020; Pereira & Vieira, 2022).

5.3 Σύγκριση Πρακτικών και Τεχνολογικών Επιπέδων

5.3.1 Ολλανδία

Η Ολλανδία παρουσιάζει από τα υψηλότερα ποσοστά ανάκτησης ΑΕΚΚ στην Ε.Ε., φθάνοντας συστηματικά υψηλά επίπεδα ανάκτησης κοντά στο 100 %, σύμφωνα με στατιστικά που αντλούνται από ευρωπαϊκές και ερευνητικές βάσεις (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

Αυτό οφείλεται σε συνδυασμό πρακτικών, όπως :

- Οι εξειδικευμένες εγκαταστάσεις διαλογής και επεξεργασίας ΑΕΚΚ
- Η ισχυρότατη ζήτηση για δευτερογενή υλικά
- Το ισχυρό ρυθμιστικό πλαίσιο και ο έλεγχος ποιότητας

Τα δεδομένα δείχνουν ότι, ενώ η Ελλάδα έχει θεσμικά εργαλεία, η εφαρμογή τους απέχει από τέτοια πρακτικά αποτελέσματα, με περιορισμένη συμμετοχή της αγοράς σε υψηλής αξίας ανακυκλωμένα προϊόντα.

5.3.2 Γερμανία

Η Γερμανία είναι επίσης γνωστή για την προώθηση κυκλικών πρακτικών στον κατασκευαστικό τομέα και την ανακύκλωση ΑΕΚΚ σε υψηλά επίπεδα με τεχνολογικά προηγμένες μονάδες επεξεργασίας και ισχυρές πρακτικές δημόσιων συμβάσεων που ευνοούν την χρήση ανακυκλωμένων υλικών σε νέα έργα (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

Σε αντίθεση, στην Ελλάδα η εφαρμογή πράσινων δημόσιων συμβάσεων με σχετικές απαιτήσεις για χρήση ανακυκλωμένων υλικών είναι ακόμη σε πρώιμο στάδιο.

5.3.3 Σουηδία

Η Σουηδία εφαρμόζει υποχρεωτική διαλογή αποβλήτων στην πηγή, υψηλή φορολογία ταφής και οικονομικά κίνητρα για ανακύκλωση. Αυτά τα μέτρα έχουν οδηγήσει σε υψηλότερη απόδοση σε ανακύκλωση/ανάκτηση ΑΕΚΚ συγκριτικά με πολλές χώρες της Νότιας Ευρώπης (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

Σε σύγκριση, το ελληνικό σύστημα δεν περιλαμβάνει ακόμη πλήρως τέτοιου είδους οικονομικά και ρυθμιστικά εργαλεία που θα οδηγούσαν σε υψηλότερη επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.

6 Συγκριτική Ανάλυση Ελλάδας – Ευρωπαϊκής Ένωσης

6.1 Σύγκριση θεσμικού πλαισίου

Η Ελλάδα έχει ενσωματώσει πλήρως το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα απόβλητα μέσω του Ν. 4042/2012, ο οποίος μεταφέρει στο εθνικό δίκαιο την Οδηγία 2008/98/ΕΚ . Επιπλέον, η ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 εξειδικεύει τις διατάξεις για τα ΑΕΚΚ.

Σε επίπεδο θεσμικής διάρθρωσης, το ελληνικό πλαίσιο είναι σε μεγάλο βαθμό εναρμονισμένο με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Ειδικότερα έχει ήδη υιοθετήσει νομικές υποχρεώσεις όπως η ιεράρχηση της διαχείρισης αποβλήτων, η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» αλλά και τη διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού καθώς επίσης και την υποχρέωση επίτευξης του 70% ως στόχου ανάκτησης των ΑΕΚΚ.

Ωστόσο, σε σύγκριση με χώρες, όπως η Γερμανία και η Ολλανδία, η ελληνική νομοθεσία παρουσιάζει περιορισμένη ενσωμάτωση δεσμευτικών ποσοστώσεων χρήσης ανακυκλωμένων υλικών στα δημόσια έργα. Αντίθετα, σε κράτη-μέλη με υψηλές επιδόσεις, οι τεχνικές προδιαγραφές υποχρεώνουν τη χρήση δευτερογενών υλικών υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

Πίνακας 7: Σύγκριση θεσμικού πλαισίου

Παράμετρος	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ελλάδα
Στόχος ανάκτησης CDW	≥70%	Θεσμοθετημένος
Σύστημα παρακολούθησης	Εναρμονισμένο μέσω Eurostat	Περιορισμένη πληρότητα δεδομένων
Αγορές δευτερογενών υλικών	Ανάπτυξη σε Β. Ευρώπη	Περιορισμένη διείσδυση

Συνεπώς, το πρόβλημα στην ελληνική περίπτωση δεν εντοπίζεται κυρίως στη νομική εναρμόνιση, αλλά στον βαθμό εφαρμογής και ελέγχου.

6.2 Σύγκριση επιπέδου εφαρμογής και ελέγχου

Σύμφωνα με επίσημα δεδομένα, αρκετά κράτη-μέλη της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης υπερβαίνουν το 85–90% της ανάκτησης των ΑΕΚΚ, με χώρες όπως η Ολλανδία, το Βέλγιο

και η Γερμανία να ξεπερνούν το 90% (Caro et al., 2024; Recycling Europe, 2026). Αντίθετα, η Ελλάδα παρουσιάζει βελτίωση τα τελευταία έτη, αλλά εξακολουθεί να εμφανίζει διαφοροποιήσεις ανά περιφέρεια (Deloitte, 2015; Enviterra, 2020).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Ολλανδία, όπου η φορολογία ταφής και η αυστηρή απαγόρευση διάθεσης ανακυκλώσιμων υλικών οδήγησαν σε σχεδόν πλήρη αξιοποίηση των ΑΕΚΚ (European Environment Agency, 2019).

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος επισημαίνει ότι η αποτελεσματικότητα της πολιτικής εξαρτάται από (European Environment Agency, 2019):

- Τη συχνότητα και αυστηρότητα ελέγχων
- Την ακρίβεια των στατιστικών δεδομένων
- Τη λειτουργικότητα των ηλεκτρονικών μητρώων
- Την επιβολή κυρώσεων

Στην Ελλάδα, αν και ο στόχος του 70% θεωρείται τυπικά επιτευχθείς σε ορισμένες περιόδους, η αξιοπιστία των δεδομένων έχει αμφισβητηθεί σε εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Deloitte, 2015).

Κύρια προβλήματα για το παραπάνω αποτελούν τα ακόλουθα:

- Ανεπαρκής έλεγχος εργοταξίων.
- Παράνομες αποθέσεις.
- Ελλιπής ιχνηλασιμότητα ρευμάτων αποβλήτων.
- Περιορισμένη χρήση ηλεκτρονικών μητρώων.

Η εφαρμογή του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων βελτίωσε τη διαφάνεια, αλλά η πλήρης συμμόρφωση παραμένει ζητούμενο, καθώς η επάρκεια ελεγκτικών μηχανισμών παραμένει περιορισμένη λόγω διοικητικών και οικονομικών δυσκολιών (Enviterra, 2020). Σε αντίθεση, άλλες ευρωπαϊκές χώρες διαθέτουν ολοκληρωμένα ψηφιακά συστήματα ιχνηλασιμότητας και υψηλή διαφάνεια δεδομένων.

Αναφορικά με τους μηχανισμούς ελέγχου, σε επίπεδο Ε.Ε., αυτοί περιλαμβάνουν:

- Τακτικές επιθεωρήσεις.

- Οικονομικά αντικίνητρα (τέλος ταφής).
- Περιβαλλοντική πιστοποίηση έργων.

Στην Ελλάδα, οι ελεγκτικοί μηχανισμοί είναι περισσότερο διοικητικοί και λιγότερο τεχνοκρατικοί, με περιορισμένους πόρους και ανθρώπινο δυναμικό.

6.3 Τεχνολογικές και οργανωτικές διαφορές

Οι τεχνολογικές διαφοροποιήσεις αποτελούν κρίσιμο παράγοντα απόκλισης. Στην Κεντρική Ευρώπη, η ανακύκλωση ασφαλικών μειγμάτων με υψηλό ποσοστό RAP είναι καθιερωμένη πρακτική. Επιπλέον, η χρήση τεχνικών in situ ανακύκλωσης είναι ευρέως διαδεδομένη, ενώ σε λειτουργία βρίσκεται και η ψηφιακή ιχνηλασιμότητα υλικών (BIM – Building Information Modelling).

Στην Ελλάδα, η τεχνολογία είναι διαθέσιμη, αλλά η εφαρμογή της εξαρτάται από τις προδιαγραφές των έργων και τη βούληση των αναθετουσών αρχών.

Οργανωτικά, τα κράτη με υψηλές επιδόσεις χαρακτηρίζονται από:

- Ισχυρή συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα
- Σαφή τεχνικά πρότυπα
- Ανάπτυξη αγοράς δευτερογενών υλικών

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υπογραμμίζει ότι η ενσωμάτωση πράσινων δημοσίων συμβάσεων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επιτυχίας.

6.4 Περιβαλλοντικά αποτελέσματα

Η σύγκριση περιβαλλοντικών αποτελεσμάτων δείχνει ότι τα κράτη-μέλη με υψηλή αξιοποίηση ανακυκλωμένων υλικών επιτυγχάνουν:

- Μείωση εξόρυξης φυσικών αδρανών
- Χαμηλότερες εκπομπές CO₂
- Περιορισμό ταφής

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, η εκτεταμένη χρήση ανακυκλωμένων αδρανών μπορεί να μειώσει σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του

κατασκευαστικού τομέα (European Environment Agency, 2019), καθώς σύμφωνα με τον IPCC , ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί σημαντική πηγή έμμεσων εκπομπών (Pachauri et al., 2015).

Η Ελλάδα έχει σημειώσει πρόοδο, ωστόσο το περιβαλλοντικό όφελος περιορίζεται όταν η ανάκτηση αφορά κυρίως επίχωση χαμηλής ποιότητας (downcycling) και όχι υψηλής αξίας ανακύκλωση.

6.5 Κενά, αδυναμίες και δυνατότητες σύγκλισης

Η συγκριτική ανάλυση αναδεικνύει τα ακόλουθα κενά στην ελληνική περίπτωση (Banias et al., 2022; Enviterra, 2020):

- Περιορισμένη ενσωμάτωση υποχρεωτικών ποσοστώσεων χρήσης ανακυκλωμένων υλικών.
- Ανεπαρκής ελεγκτική ικανότητα.
- Μη ομοιόμορφη γεωγραφική κατανομή μονάδων ανακύκλωσης.
- Περιορισμένη αγορά δευτερογενών προϊόντων.
- Γραφειοκρατικά εμπόδια.
- Περιορισμένη εμπιστοσύνη στην ποιότητα ανακυκλωμένων υλικών.
- Ανεπαρκής οικονομική ενθάρρυνση

Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες σύγκλισης (Banias et al., 2022; Enviterra, 2020):

- Υιοθέτηση πράσινων δημοσίων συμβάσεων.
- Ενσωμάτωση δεικτών κύκλου ζωής σε τεχνικές προδιαγραφές.
- Ψηφιοποίηση της ιχνηλασιμότητας υλικών.
- Οικονομικά κίνητρα για χρήση δευτερογενών υλικών.
- Ενίσχυσης τέλους ταφής.
- Υποχρεωτικής χρήσης ανακυκλωμένων υλικών σε δημόσια έργα.
- Ανάπτυξης πιστοποιημένων αγορών δευτερογενών υλικών.
- Εκπαίδευσης μηχανικών και φορέων.
- Η αξιοποίηση ευρωπαϊκών χρηματοδοτικών εργαλείων (π.χ. Ταμείο Ανάκαμψης) μπορεί να επιταχύνει την τεχνολογική αναβάθμιση.

Η εμπειρία άλλων χωρών αποδεικνύει ότι ο συνδυασμός αυστηρού ελέγχου και οικονομικών αντικινήτρων για ταφή οδηγεί σε ταχεία μετάβαση σε κυκλικό μοντέλο.

Συμπερασματικά, η Ελλάδα βρίσκεται σε φάση θεσμικής ωρίμανσης, αλλά απαιτείται ενίσχυση της εφαρμογής και των τεχνικών προδιαγραφών ώστε να επιτευχθεί ουσιαστική σύγκλιση με τα πλέον προηγμένα κράτη - μέλη.

7 Προτάσεις Βελτίωσης και Μελλοντικές Προοπτικές

7.1 Ενίσχυση του θεσμικού και ελεγκτικού μηχανισμού

Παρά τη θεσμική εναρμόνιση της Ελλάδας με το ευρωπαϊκό δίκαιο, η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης ΑΕΚΚ εξαρτάται από την εφαρμογή και τον έλεγχο. Η ενίσχυση των ελεγκτικών μηχανισμών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποτροπή παράνομων αποθέσεων και τη διασφάλιση αξιοπιστίας των δηλούμενων στοιχείων.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος υπογραμμίζει ότι η αποτελεσματική επιτήρηση και η διαφάνεια δεδομένων αυξάνουν σημαντικά τα ποσοστά συμμόρφωσης (European Environment Agency, 2019). Στην ελληνική περίπτωση προτείνονται:

- Αύξηση στελέχωσης επιθεωρητών περιβάλλοντος σε εργοτάξια οδικών έργων.
- Διασύνδεση του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων με τα πληροφοριακά συστήματα δημοσίων έργων
- Υποχρεωτικοί επιτόπιοι έλεγχοι σε έργα μεγάλης κλίμακας
- Αυστηρότερες κυρώσεις για παραβάσεις
- Ενίσχυση του τέλους ταφής, ώστε να λειτουργεί ως ουσιαστικό οικονομικό αντிகίνητρο διάθεσης.
- Ψηφιακή ιχνηλασιμότητα φορτίων αποβλήτων (GPS tracking και ψηφιακά δελτία αποστολής).

Η ενίσχυση της εποπτείας του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της αξιοπιστίας των Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης.

7.2 Δημιουργία εθνικού μηχανισμού πιστοποίησης δευτερογενών υλικών

Η έλλειψη εμπιστοσύνης στην ποιότητα ανακυκλωμένων αδρανών αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα. Για την εξάλειψη των παραπάνω, θα μπορούσε να προταθεί η δημιουργία μηχανισμού πιστοποίησης δευτερογενών υλικών, ο οποίος θα μπορεί να προχωρήσει στην:

- Ανάπτυξη εθνικού μητρώου πιστοποιημένων μονάδων.

- Υποχρεωτική συμμόρφωση με τα πρότυπα EN 12620 και EN 13108.
- Δημιουργία σήματος ποιότητας για ανακυκλωμένα υλικά.

7.3 Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κριτηρίων στα δημόσια έργα

Η χρήση Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων (Green Public Procurement – GPP) αποτελεί βασικό εργαλείο πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2020). Η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κριτηρίων στα τεύχη δημοπράτησης μπορεί να ενισχύσει τη ζήτηση ανακυκλωμένων υλικών .

Για το λόγο αυτό προτείνονται:

- Υποχρεωτικό ελάχιστο ποσοστό χρήσης ανακυκλωμένων αδρανών σε δημόσια οδικά έργα
- Βαθμολόγηση προσφορών βάσει του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος μέσω της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA)
- Προδιαγραφές για ενσωμάτωση RAP σε ασφατικά μίγματα
- Κίνητρα για in situ ανακύκλωση

Η εμπειρία της Ολλανδία δείχνει ότι η ενσωμάτωση κριτηρίων κύκλου ζωής στις συμβάσεις επιταχύνει την ανάπτυξη της κυκλικής αγοράς.

7.4 Προώθηση της κυκλικής οικονομίας στα οδικά έργα

Η μετάβαση σε κυκλικό μοντέλο απαιτεί μετασχηματισμό του τρόπου σχεδιασμού και υλοποίησης οδικών έργων. Καθώς η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζει τον κατασκευαστικό τομέα ως κομβικό για την κυκλική οικονομία, θα μπορούσαν να προταθούν τα εξής:

- Σχεδιασμός για αποδόμηση/ αποσυναρμολόγηση (design for deconstruction)
- Δημιουργία «διαβατηρίων υλικών» (material passports)
- Ψηφιακή καταγραφή ροών υλικών μέσω BIM
- Ανάπτυξη τοπικών αγορών δευτερογενών υλικών

Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων μπορεί να ενισχύσει την ιχνηλασιμότητα και να μειώσει την αβεβαιότητα σχετικά με την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών.

7.5 Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση εμπλεκόμενων φορέων

Η αποτελεσματική εφαρμογή πολιτικών εξαρτάται από την τεχνική κατάρτιση και την περιβαλλοντική συνείδηση των εμπλεκόμενων φορέων, δηλαδή των μηχανικών, των αναδόχων, των δημόσιων υπαλλήλων και των τοπικών αρχών.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, η επιτυχία των πολιτικών κυκλικής οικονομίας απαιτεί αλλαγή κουλτούρας στον κατασκευαστικό τομέα (European Environment Agency, 2019).

Για το λόγο αυτό προτείνονται:

- Σεμινάρια πιστοποίησης για την ανακύκλωση των οδοστρωμάτων
- Ενσωμάτωση θεμάτων κυκλικής οικονομίας στα πανεπιστημιακά προγράμματα (π.χ. Περιβαλλοντικής διαχείρισης έργων, Ανάλυση Κύκλου Ζωής – LCA)
- Εκπαίδευση των υπαλλήλων των δημόσιων αρχών σε ζητήματα σχετικά με την αξιολόγηση περιβαλλοντικών προσφορών, την παρακολούθηση Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων και άλλων καινοτομιών
- Δημόσιες καμπάνιες ενημέρωσης προς τους πολίτες αναφορικά με τη δυνατότητα μείωσης της εξόρυξης φυσικών πόρων, των περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη δημιουργία νέων πράσινων θέσεων εργασίας

7.6 Μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις

Παρά τη σημαντική πρόοδο, υπάρχουν ερευνητικά κενά που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση, όπως :

- Η ποσοτική αποτίμηση του περιβαλλοντικού οφέλους από υψηλά ποσοστά RAP στην Ελλάδα.
- Η ανάλυση κόστους–οφέλους των πράσινων δημοσίων συμβάσεων.
- Η ανάπτυξη εθνικών δεικτών κυκλικότητας στον τομέα της οδοποιίας (π.χ. kg CO₂ ανά km οδού, ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών κ.ά.)
- Η αξιολόγηση της κοινωνικής αποδοχής ανακυκλωμένων υλικών.

- Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στη διαχείριση αποβλήτων (π.χ. πρόβλεψη φθοράς οδοστρωμάτων, βελτιστοποιεί υπολογισμού χρόνου συντήρησης κ.ά.)

Η συστηματική εφαρμογή Ανάλυσης Κύκλου Ζωής σε ελληνικά έργα θα μπορούσε να παράσχει αξιόπιστα συγκριτικά δεδομένα.

Η εμπειρία χωρών όπως η Σουηδία αποδεικνύει ότι η σύνδεση έρευνας, τεχνολογίας και πολιτικής αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας.

8 Συμπεράσματα

Η διαχείριση αποβλήτων από οδικά έργα αποτελεί κρίσιμο πεδίο περιβαλλοντικής πολιτικής, καθώς ο τομέας των κατασκευών είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat (2023), τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αντιπροσωπεύουν άνω του 35% της συνολικής παραγωγής αποβλήτων, γεγονός που καθιστά την αποτελεσματική διαχείρισή τους απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας.

Η παρούσα εργασία ανέδειξε ότι η Ελλάδα έχει επιτύχει θεσμική εναρμόνιση με το ενωσιακό δίκαιο μέσω του Ν. 4042/2012 και της ειδικής ρύθμισης για τα ΑΕΚΚ. Το νομικό πλαίσιο ενσωματώνει τις βασικές αρχές της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, συμπεριλαμβανομένης της ιεράρχησης διαχείρισης και του στόχου 70% ανάκτησης ΑΕΚΚ.

Ωστόσο, η συγκριτική ανάλυση με άλλα κράτη-μέλη κατέδειξε ότι η αποτελεσματικότητα δεν εξαρτάται μόνο από την ύπαρξη νομοθεσίας, αλλά από τον βαθμό εφαρμογής, τον έλεγχο, τα οικονομικά κίνητρα και την ανάπτυξη αγοράς δευτερογενών υλικών. Χώρες όπως η Γερμανία και η Ολλανδία επιτυγχάνουν υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης λόγω του αυστηρού ελεγκτικού μηχανισμού, του υψηλού κόστους ταφής, των υποχρεωτικών προδιαγραφών χρήσης ανακυκλωμένων υλικών και της ενσωμάτωσης πράσινων κριτηρίων στις δημόσιες συμβάσεις.

Στην Ελλάδα, παρά τη βελτίωση των ποσοστών ανάκτησης, ακόμη παρατηρούνται στοιχεία όπως η ανεπαρκής ελεγκτική ικανότητα, οι περιφερειακές ανισότητες σε υποδομές, η περιορισμένη ενσωμάτωση κυκλικών κριτηρίων σε δημόσια έργα και η επικράτηση πρακτικών χαμηλής προστιθέμενης αξίας (downcycling).

Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στα οδικά έργα συνιστά στρατηγική επιλογή για τη μείωση εξόρυξης φυσικών πόρων, τον περιορισμό εκπομπών CO₂ και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Όπως επισημαίνει η ευρωπαϊκή Επιτροπή, ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί βασικό πυλώνα της μετάβασης σε μια πιο βιώσιμη οικονομία.

Η αξιοποίηση εργαλείων όπως η Ανάλυση Κύκλου Ζωής, η ψηφιακή ιχνηλασιμότητα υλικών και οι πράσινες δημόσιες συμβάσεις μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης στον

μετασχηματισμό του κλάδου. Παράλληλα, η ενίσχυση του ρόλου του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης και των ελεγκτικών μηχανισμών είναι καθοριστικής σημασίας.

Συμπερασματικά, η Ελλάδα βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο. Διαθέτει το αναγκαίο θεσμικό υπόβαθρο, αλλά απαιτείται συστηματική εφαρμογή, ενίσχυση του ελέγχου και διαρθρωτικές παρεμβάσεις για ουσιαστική σύγκλιση με τις πλέον προηγμένες ευρωπαϊκές πρακτικές.

Η επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας στα οδικά έργα δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντική υποχρέωση, αλλά και αναπτυξιακή ευκαιρία για τη δημιουργία νέων αγορών, τεχνολογικής καινοτομίας και ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας του κατασκευαστικού τομέα.

Βιβλιογραφία

- Banias, G. F., Karkanias, C., Batsioulas, M., Melas, L. D., Malamakis, A. E., Geroliolios, D., Skoutida, S., & Spiliotis, X. (2022). Environmental Assessment of Alternative Strategies for the Management of Construction and Demolition Waste: A Life Cycle Approach. *Sustainability*, 14(15), 9674. <https://doi.org/10.3390/su14159674>
- Bio Intelligence Service. (2011). *Tudy on the management of construction and demolition waste in the EU*. https://www.btbab.com/wp-content/uploads/documentos/legislacion/UE-BIO_Construction_and_demolition_waste_final_report_09022011.pdf
- Blengini, G. A., & Garbarino, E. (2010). Resources and waste management in Turin (Italy): The role of recycled aggregates in the sustainable supply mix. *Journal of Cleaner Production*, 18(10–11), 1021–1030. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.027>
- Caro, D., Lodato, C., Damgaard, A., Cristóbal, J., Foster, G., Flachenecker, F., & Tonini, D. (2024). Environmental and socio-economic effects of construction and demolition waste recycling in the European Union. *Science of The Total Environment*, 908, 168295. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168295>
- Chandrakanthi, M., Hettiaratchi, P., Prado, B., & Ruwanpura, J. Y. (2002). Optimization of the waste management for construction projects using simulation. *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, 2, 1771–1777. <https://doi.org/10.1109/WSC.2002.1166464>
- Deloitte. (2014). *Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR)*. https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/target_review/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf
- Deloitte. (2015). *Construction and Demolition Waste management in Greece—V2*. https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/deliverables/CDW_Greece_Factsheet_Final.pdf
- Enieb, M., Hasan Al-Jumaili, M. A., Eedan Al-Jameel, H. A., & Eltwati, A. S. (2021). Sustainability of using reclaimed asphalt pavement: Based-reviewed evidence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1973(1), 012242. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012242>
- Enviterra. (2020). *Improved Management of Construction and Demolition Waste (CDW) in Greece*.

<https://www.giz.de/en/downloads/Final%20Report%20CDW%20management%20EN.pdf>

- European Commission. (2020). *A new Circular Economy Action Plan*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098>
- European Commission. (2025). *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings*. <https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/support-materials/eu-regulations-legislation/guidelines-waste-audits-demolition-and-renovation>
- European Commission. (2026). *Construction and demolition waste*. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en?
- European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. (2024a). *Background data collection for future EU end-of-waste criteria of construction and demolition waste: Final report*. Publications Office. <https://doi.org/10.2873/213625>
- European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. (2024b). *EU construction & demolition waste management protocol including guidelines for pre-demolition and pre-renovation audits of construction works: Updated edition 2024*. Publications Office. <https://doi.org/10.2873/77980>
- European Commission. Joint Research Centre. (2023). *Techno-economic and environmental assessment of construction and demolition waste management in the European Union: Status quo and prospective potential*. Publications Office. <https://doi.org/10.2760/721895>
- European Environment Agency. (2019). *Construction and demolition waste: Challenges and opportunities in a circular economy*. Publications Office of the European Union.
- Fatta, D., Papadopoulos, A., Avramikos, E., Sgourou, E., Moustakas, K., Kourmoussis, F., Mentzis, A., & Loizidou, M. (2003). Generation and management of construction and demolition waste in Greece—An existing challenge. *Resources, Conservation and Recycling*, 40(1), 81–91. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00035-1](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00035-1)
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

- Huang, Y., Bird, R., & Heidrich, O. (2009). Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 283–296. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.06.005>
- Mavridou, S., Kaisidou, E., Kazdaglis, M., & Alaveras, P. (2015). *Construction and Demolition (C&D) Waste: Potential uses and current situation in Greece and Cyprus*. International Conference IWWATV, 21-23 May. http://uest.ntua.gr/iwwatv/proceedings/pdf/Mavridou-Kaisidou-Kazdaglis_Alaveras.pdf
- Nomikou, M., Kouris, C., Karkaletsis, T., Kaloidas, V., & Badogiannis, E. (2024). A Proposal for the Use of Recycled Aggregates in Concrete in Greece. *The 2nd International Conference on Raw Materials and Circular Economy “RawMat2023”*, 92. <https://doi.org/10.3390/materproc2023015092>
- Pachauri, R. K., Mayer, L., & Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds.). (2015). *Climate change 2014: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Palanta, I., Aretoulis, G., & Palantas, P. (2018). Facilitating decision making on construction and demolition waste management in Greece through dynamic system modelling. *International Journal of Management and Decision Making*, 17(2), 199. <https://doi.org/10.1504/IJMDM.2018.092566>
- Papatzani, S., & Paine, K. (2017). Construction, demolition and excavation waste management in EU/Greece and its potential use in concrete. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26, 5572–5580.
- Paralika, M., & Karachaliou, T. (2019). Progress and Challenges in C&D Waste Management in Greece. *International Journal of Environmental Planning and Management*, 5, 32–41.
- Pavlidis, T., Vardopoulos, I., Papamichael, I., Voukkali, I., Stylianos, M., & Zorpas, A. A. (2023). Environmental sustainability assessment of excavation, construction, and demolition waste conditions and practices across Greece and Cyprus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1196(1), 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1196/1/012037>
- Pereira, P. M., & Vieira, C. S. (2022). A Literature Review on the Use of Recycled Construction and Demolition Materials in Unbound Pavement Applications. *Sustainability*, 14(21), 13918. <https://doi.org/10.3390/su142113918>
- Recycling Europe. (2026). *Construction and demolition*. <https://euric.org/what-we-recycle/construction-demolition>

- Wu, Z., Yu, A. T. W., Shen, L., & Liu, G. (2014). Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. *Waste Management*, 34(9), 1683–1692. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.010>
- ΑΑΝΕΛ. (2016). *Εναλλακτική Διαχείριση (Ανακύκλωση) Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Κ.Κ.) – Ενημερωτικό Σημείωμα προς Μελετητές Μηχανικούς*. https://teekerk.gr/wp-content/uploads/2016/11/Enimerotiko_Simioma.pdf
- ΕΟΑΝ. (2026). *Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)*. <https://www.eoan.gr/%CE%B5%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CE%B5%CE%BA%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CF%8E%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CF%8E%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B5%CE%B4%CE%B1/>
- Κακλόπουλος, Σ. (2015). *Ανακύκλωση και διαχείριση αδρανών υλικών*. Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Κατατζικάκη, Σ. (2025). *Διαδικασίες και μέθοδοι διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Κ.Κ.) – Η υφιστάμενη κατάσταση στον ελλαδικό χώρο* [Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας]. <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/85650/31027.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Μουσιόπουλος, Ν., Ιακώβου, Ε., Παπαδόπουλος, Α., Αχίλλας, Χ., Αηδόνης, Δ., Αναστασέλος, Δ., & Μπανιάς, Γ. (2009). *Αξιοποίηση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων*. 413–423. https://old.topo.auth.gr/wp-content/uploads/sites/111/2021/12/Mousiopolos_etal.pdf
- Ν. 4042/2012. (2012). *Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*.
- Νικίτα, Ε. (2016). *Χρήση Ανακυκλωμένης Ασφάλτου στη Κατασκευή Οδικών Έργων*. ΕΑΠ.
- Σταθακόπουλος, Α. (2011). *Μοντέλο διαχείρισης των αποβλήτων από εσκαφές κατασκευές και κατεδαφίσεις (Α.Ε.Κ.Κ.)* [Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)]. <https://doi.org/10.12681/eadd/26816>

- Τσιρογιάννης, Α. (2018). *Διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Εθνικό και Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο. Διεθνής πρακτική. Μελέτη Περίπτωσης: Πρόταση διαχείρισης ΑΕΚΚ στον Δήμο Αγρινίου σε περίπτωση καταστροφικού γεγονότος* [Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ)]. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2673041/file.pdf>
- ΥΠΕΝ. (2021). *Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων*. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/02/%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%95%CE%A3%CE%94%CE%91.pdf>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.