



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Σύγχρονες Τεχνολογίες Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Κινδύνων»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων: μέθοδοι διαχείρισης,
περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προοπτικές επαναχρησιμοποίησης**

Τζηκούλας Γεώργιος

AM:00053

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Χρυσανίδης Θεόδωρος

Βόλος, Σεπτέμβριος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY

INTERDEPARTMENTAL POSTGRADUATE STUDIES PROGRAMME

“Advanced Technologies for Environmental Risk Management”

POSTGRADUATE MASTER’S THESIS

Excavation, construction, and demolition waste: management methods, environmental impacts, and prospects for reuse

Tzikoulas Georgios

PN:00053

Supervisor:

Dr. ChrysanidisTheodoros

Volos, September 2025

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Σύγχρονες Τεχνολογίες Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Κινδύνων»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων: μέθοδοι διαχείρισης, περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προοπτικές επαναχρησιμοποίησης

POSTGRADUATE MASTER'S THESIS (EN)

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ..., Μήνας Έτος.

****Επιβλέπων:**** Χρυσανίδης Θεόδωρος

Διδάκτωρ Α.Π.Θ.

Ον/μο Μέλους Δ.Ε.Π.

Ιδιότητα Μέλους Δ.Ε.Π.

****Μέλος****

Ον/μο Μέλους Δ.Ε.Π.

Ιδιότητα Μέλους Δ.Ε.Π.

****Μέλος****

Βόλος, Σεπτέμβριος 2025

Τζηκούλας Γεώργιος

Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Copyright © Τζηκούλας Γεώργιος(2025)

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικό ή ερευνητικό, χωρίς αλλαγή του περιεχομένου και με αναφορά στην πηγή προέλευσης και διατήρηση του παρόντος μηνύματος. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στο συγγραφέα.

Το περιεχόμενο της διπλωματικής εργασίας εκφράζει τις απόψεις του/της συγγραφέα και ουδεμία ευθύνη για το περιεχόμενο φέρουν ο/η επιβλέπων/ουσα, και η εξεταστική επιτροπή για αυτό.

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω υπογράφοντας ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κατέβαλα κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή.

Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, εικόνων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αποσπασμάτων, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης.

Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στη Διπλωματική μου Εργασία και κατά συνέπεια απώλεια απόκτησης του Μεταπτυχιακού Τίτλου του Μεταπτυχιακού Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων.

Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Μ.Δ.Ε. προτάθηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και ότι, αποδεδειγμένα πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαπιστωθεί, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Ονοματεπώνυμο Συγγραφέα:

Υπογραφή: Τζηκούλας Γεώργιος

Ημερομηνία: 14/09/2025

Στην οικογένειά μου ,και σε όλους αυτούς που με στηρίζανε σε αυτό το όμορφο ταξίδι.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, Δρ. Χρυσανίδη Θεόδωρο, για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αναπτύσσεται μέσα από τη μέθοδο της βιβλιογραφική ανασκόπησης και της μελέτης περίπτωσης και έχει ως στόχο της να αναλύσει το ζήτημα της διαχείρισης των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε δύο μελέτες περίπτωσης των εταιρειών ANAKEM ΑΕ και ΔΑΝΑΕΚΚ που δραστηριοποιούνται στο χώρο στην Ελλάδα. Από τη μελέτη τους αναδείχθηκε μία αυξανόμενη τάση όσον αφορά τη διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα, αλλά αναδείχθηκαν ταυτόχρονα και οι προκλήσεις οι οποίες προκύπτουν από τις ελλείψεις στο νομοθετικό πλαίσιο και στην ευαισθητοποίηση των αρμόδιων φορέων. Δεδομένης της σημαντικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκύπτει από το συγκεκριμένο είδος αποβλήτων, είναι σημαντικό να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την διαμόρφωση ενός θεσμικού και ολοκληρωμένου πλαισίου για την μετάβαση σε μία κυκλική οικονομία στο πεδίο των κατασκευών.

Λέξεις κλειδιά: ANAKEM, ΔΑΝΑΕΚΚ, απόβλητα, ΑΕΚΚ, κατασκευές, κυκλική οικονομία

ABSTRACT

The present study is developed through the method of literature review and case study and aims to analyse the issue of waste management from excavations, constructions and demolitions. Particular emphasis is given to two case studies of the companies ANAKEM and DANAEEKK that are active in the field in Greece. Their study revealed a growing trend regarding waste management in Greece, but at the same time highlighted the challenges that arise from the shortcomings in the legislative framework and in the awareness of the competent bodies. Given the significant environmental burden resulting from this type of waste, it is important to take appropriate measures to form an institutional and integrated framework for the transition to a circular economy in the field of construction.

Keywords: ANAKEM, DANAEEKK, waste, AEKK, constructions, circular economy

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
1.ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	17
1.1.Είδη δομικών υλικών (σκυρόδεμα, χάλυβας, τούβλα, ξυλεία, πλαστικά).....	17
1.1.1.Σκυρόδεμα.....	17
1.1.2.Χάλυβας.....	19
1.1.3.Τούβλα.....	24
1.1.4.Ξυλεία.....	26
1.1.5.Πλαστικά.....	33
1.2.Εξειδικευμένα υλικά για έργα υποδομής.....	34
2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΚΣΚΑΦΕΣ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ (ΑΕΚΚ).....	39
3.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ ΜΕ ΠΡΟΛΗΨΗ, ΑΝΑΚΤΗΣΗ, ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ.....	43
4.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΔΟΜΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	50
5.Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΕΚΚ.....	53
6.ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	57
6.1. Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Κεντρικής Μακεδονίας - ΑΝΑΚΕΜ ΑΕ.....	57

6.1.1.Παρουσίαση της ANAKEM ΑΕ και της δράσης της.....	57
6.1.2.Διακρίσεις και λειτουργία.....	60
6.1.3.Εγκρίσεις και άδειες.....	62
6.1.4.Πιστοποιητικά ISO.....	64
6.1.5.Διαχείριση αποβλήτων.....	67
6.1.6.Παρεχόμενες υπηρεσίες από την ANAKEM.....	69
6.1.7. Γεωγραφική Εμβέλεια του ΣΣΕΔ ANAKEM.....	73
6.2. ΔΑΝΑΕΚΚ (Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ).....	76
6.2.1.Προφίλ.....	77
6.2.2.Συμμόρφωση με τη νομοθεσία.....	80
6.2.3.Κατηγορίες αποβλήτων που διαχειρίζεται η εταιρεία.....	83
6.2.4.Κόστος διαχείρισης.....	89
6.2.5.Αναλυτική παρουσίαση διαδικασίας.....	93
6.2.6.Τεχνικά προβλήματα και δυσκολίες.....	95
7.Επίλογος.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	99

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Σκυρόδεμα (Εργοταξιακά Θέματα, 2023).....	9
Σχήμα 2.Χάλυβας (Πέπας, 2025).....	11
Σχήμα 3.Τούβλα (Nikousa, 2025).....	17
Σχήμα 4. Οι δακτύλιοι του δέντρου (ISTOCK, 2025).....	19
Σχήμα 5. Είδη ξυλείας (Domogroup, 2024).....	21
Σχήμα 6. Κλασματική Απόσταξη Πετρελαίου (Πανεπιστήμιο Πατρών, 2025).....	26
Σχήμα 7.Γεωυφάσματα (Argynet Innovative Building Materials, 2022).....	28
Σχήμα 8. Σωληνώσεις (PiscinaAzul, 2025).....	29
Σχήμα 9. Το πρώτο τρισδιάστατα εκτυπωμένο κτίριο από σκυρόδεμα στο πλαίσιο του ProjectMilestone στο Bosrijk (Rawmat, 2024).....	30
Σχήμα 10. Ίνες Κέναφ-Παράδειγμα μονωτικού υλικού (Μονώσεις Αβραμίδης, 2024).....	30
Σχήμα 11. ΑΕΚΚ (Typosthes, 2023).....	32
Σχήμα 12. Ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων (Texcycle, 2025).....	37
Σχήμα 13. Εναλλακτική διαχείριση ΑΕΚΚ (ΔΡΑΣΗ, 2025).....	42
Σχήμα 14. Υλικά κατεδάφισης (Πηγή εικόνας: Archetype, 2022).....	44
Εικόνα 15.Απόβλητα εκσκαφών - Διαχείριση από την ANAKEM (2025).....	53
Σχήμα 16. Διαχειριζόμενα ΑΕΚΚ από την ANAKEM ΑΕ (ANAKEM, 2025).....	60
Σχήμα 17. Διατιθέμενα Δευτερογενή προϊόντα (ANAKEM, 2025).....	61
Σχήμα 18.Συμβάσεις έργων (ANAKEM, 2025).....	62
Σχήμα 19.Παροχή συμβουλευτικής (ANAKEM, 2025).....	64
Σχήμα 20. Αποτύπωση εργασιών (ANAKEM, 2025).....	66
Σχήμα 21: Γεωγραφική εμβέλεια συνεργασίας (ANAKEM, 2025).....	69
Σχήμα 22. Διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών από τη ΔΑΝΑΕΚΚ (2025).....	71
Σχήμα 23. Παραδείγματα αποβλήτων εκσκαφών.....	76
Σχήμα 24. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).....	78
Σχήμα 25. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).....	79
Σχήμα 25. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).....	81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κάλυψη επικράτειας της Ελλάδας ως προς τη διαχείριση των ΑΕΚΚ (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).....	47
Πίνακας 2: Εισερχόμενες και εξερχόμενες ποσότητες ΑΕΚΚ στη χώρα (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).....	48
Πίνακας 3. Κόστος διαχείρισης (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).....	84

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ
ΑΕΚΚ	Απόβλητα από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις
ΔΑΝΑΕΚΚ	Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ
ΣΣΕΔ	Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης
ΑΝΑΚΕΜ	Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Κεντρικής Μακεδονίας
ΑΕ	Ανώνυμη Επιχείρηση
ΕΛΟΤ	Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
ΚΤΣ	Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

EN	ENGLISH
SBS	Στυρένιο-βουταδιένιο-στυρόλιο
PVC	Πολυβινυλοχλωρίδιο
ISO	Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα, τα ετήσια απορρίμματα τα οποία παράγονται από οικοδομικές υπολογίζονται σε 6-7 εκατομμύρια τόνους (Μελέτη Υπουργείου Περιβάλλοντος, Δημοσίων Έργων και Δημοσίων Έργων, 2006). Μέχρι πρόσφατα, η απουσία ενός δομημένου δικτύου για τη συλλογή και αξιοποίηση αυτών των υλικών είχε ως αποτέλεσμα μια κατακερματισμένη προσέγγιση διαχείρισης, που επιβάρυνε σημαντικά το περιβάλλον λόγω της μη ρυθμιζόμενης απόρριψής τους.

Η παρούσα μελέτη αναπτύσσεται μέσα από τη μέθοδο της βιβλιογραφική ανασκόπησης και της μελέτης περίπτωσης και δομείται γύρω από τα ακόλουθα ερωτήματα, τα οποία κατευθύνουν την αναζήτηση:

- Ποια είναι τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές έργων υποδομής και κτηριακών εγκαταστάσεων;
- Ποιοι είναι οι τύποι και οι ποσότητες αποβλήτων που προκύπτουν από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ);
- Ποιες μέθοδοι διαχείρισης των ΑΕΚΚ εφαρμόζονται, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης, της άμεσης ανάκτησης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης;
- Ποιες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών αποβλήτων και ποιες οι δυνατότητες για επαναχρησιμοποίηση των υλικών τους;
- Ποια είναι η τρέχουσα κατάσταση και οι προκλήσεις σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα;

Η σημασία της διερεύνησης των παραπάνω ερωτημάτων σχετίζεται με την διαρκώς και περισσότερο αναγνωρισμένη σημασία της ανακύκλωσης των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, τα οποία αποτελούν μία από τις βαρύτερες και πιο σημαντικές κατηγορίες αποβλήτων που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η έρευνα δομείται σε δύο μέρη εκ των οποίων το πρώτο περιλαμβάνει τα κεφάλαια ένα έως πέντε και είναι βιβλιογραφικό και το δεύτερο περιλαμβάνει δύο μελέτες περίπτωσης,

αυτή της εταιρείας ΑΝΑΚΕΜ και εκείνη της εταιρείας ΔΑΝΑΕΚΚ. Τέλος, η έρευνα κλείνει με τον επίλογο, όπου παρουσιάζονται σύντομα τα συμπεράσματα.

1.ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1.Είδη δομικών υλικών (σκυρόδεμα, χάλυβας, τούβλα, ξυλεία, πλαστικά)

Στα δομικά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στα έργα υποδομής και τις κτιριακές εγκαταστάσεις περιλαμβάνονται υλικά όπως σκυρόδεμα, ο χάλυβας, τα τούβλα, η ξυλεία και το πλαστικό. Στο παρόν κεφάλαιο, πρόκειται να παρουσιαστούν σύντομα ορισμένα παραδείγματα των υλικών αυτών καθώς και οι ιδιότητές τους.

1.1.1.Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα, όπως υποδηλώνει ο όρος, είναι ένα σύνθετο υλικό το οποίο διαμορφώνεται από: χαλίκι, άμμο, τσιμέντο και νερό. Το σκυρόδεμα χαρακτηρίζεται από την ικανότητά του να σκληραίνει μέσα σε λίγες ώρες και να επιτυγχάνει σημαντική αντοχή μέσα σε 24 ώρες. Ανάλογα με τις απαιτούμενες ιδιότητες του σκυροδέματος, κατά την ανάμειξη ενσωματώνονται διάφορα συμπληρωματικά υλικά, όπως χάλυβας ή σύνθετες ίνες για την αύξηση της αντοχής (Τεταγιώτη, 2011).



Σχήμα1:Σκυρόδεμα (Εργοταξιακά Θέματα, 2023)

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή σκυροδέματος πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα και η αντοχή του τελικού προϊόντος. Αυτά τα υλικά μπορεί να είναι φυσικά ή θραυστά, πάντα όμως καθαρά και να προέρχονται από ανθεκτικά και σκληρά πετρώματα. Είναι απαραίτητο να παρουσιάζουν επαρκή σταθερότητα απέναντι στη φθορά που προκαλείται από τον ατμοσφαιρικό αέρα, το νερό ή τον παγετό (Mather, 2004).

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι μια ειδική κατηγορία σκυροδέματος που περιλαμβάνει στο εσωτερικό του σιδερένιες ράβδους (οπλισμός), οι οποίες ενισχύουν την αντοχή του στο φαινόμενο του εφελκυσμού, κάτι που το απλό σκυρόδεμα δεν αντέχει από μόνο του (Neville, 1995).

Η δοσολογία είναι η ποσότητα τσιμέντου που περιέχεται σε ένα κυβικό μέτρο σκυροδέματος. Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-97), ορίζονται βασικές έννοιες που είναι απαραίτητες για τη σωστή εφαρμογή και κατανόηση των προδιαγραφών. Η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη, συμβολίζεται ως f_{ck} , ενώ ορίζονται επίσης η μέση αντοχή (f_m) και η απαιτούμενη αντοχή (f_a). Η συσχέτιση μεταξύ αυτών δίνεται με τη σχέση (Ψυχογιόπουλος, 2022):

$$f_a = f_{ck} + 2,01s$$

όπου s είναι η τυπική απόκλιση της αντοχής του σκυροδέματος σε MPa, σύμφωνα με τις προϋποθέσεις της §5.2.2 του ΚΤΣ-97. Το "περιθώριο αντοχής" $2,01s$ έχει στόχο να εξασφαλίσει ότι η πιθανότητα η πραγματική αντοχή να υπολείπεται της χαρακτηριστικής f_{ck} δεν θα υπερβαίνει το 5%, σύμφωνα με τον κανονισμό.

Το σκυρόδεμα κατατάσσεται σε κατηγορίες αντοχής (strength classes), οι οποίες προσδιορίζονται με βάση την αντοχή του υλικού σε θλίψη μετά από 28 ημέρες, την ανθεκτικότητά του στον χρόνο, αλλά και την έκθεσή του σε περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Οι κατηγορίες δηλώνονται με τη μορφή Cx/y, όπου (Τεταγιώτη, 2011):

- x είναι η χαρακτηριστική αντοχή σε MPa με δοκιμή σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 15 cm και ύψους 30 cm.
- y είναι η χαρακτηριστική αντοχή σε MPa με δοκιμή σε κυβικά δοκίμια ακμής 15 cm.

Αυτή η τυποποίηση επιτρέπει την ορθή επιλογή σκυροδέματος ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου και το περιβάλλον στο οποίο αυτό θα εκτεθεί (CEN, 2004).

1.1.2. Χάλυβας

Οι χάλυβες είναι κράματα σιδήρου (Fe) και άνθρακα (C) με λιγότερο από 1,8% άνθρακα. Στη σύνθεση του χάλυβα, πολλά συστατικά αναμειγνύονται με σίδηρο σε ποσότητες που συνήθως δεν ξεπερνούν το 5%. Τα κύρια συστατικά του χάλυβα είναι ο άνθρακας, που βρίσκεται συνήθως σε ποσοστά από 0,2% έως 0,7%, και το πυρίτιο (Si), που γενικά κυμαίνεται από 0,1% έως 0,7%, με ορισμένες εξαιρέσεις (Totten, 2006). Η περιεκτικότητα σε άνθρακα υπαγορεύει ουσιαστικά τα χαρακτηριστικά των διαφόρων χαλύβων. Καθώς η περιεκτικότητα σε άνθρακα στο κράμα αυξάνεται, η σκληρότητα και η αντοχή σε εφελκυσμό αυξάνονται, ενώ η πλαστικότητα και η ολκιμότητα μειώνονται. Αντίθετα, η μείωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα βελτιώνει την ικανότητα συγκόλλησης (Δεληγιάννης, 2013).



Σχήμα2:Χάλυβας(Πέπας, 2025)

Το μαγγάνιο (Mn) βρίσκεται σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,3% έως 0,8%, καθώς και έως 12% ή 15% σε χάλυβες που παρουσιάζουν εξαιρετική σκληρότητα και αντοχή στη φθορά. Η παρουσία του βελτιώνει την ικανότητα συγκόλλησης του σιδήρου, η οποία λείπει σε κράματα με επίπεδο άνθρακα άνω του 0,15%. Το χρώμιο (Cr), το νικέλιο (Ni), το μολυβδαίνιο (Mo) και άλλα στοιχεία περιλαμβάνονται στη σύνθεση διαφόρων ειδικών χαλύβων, προσδίδοντας έτσι στο τελικό προϊόν τις συγκεκριμένες ιδιότητες που είναι απαραίτητες για κάθε εφαρμογή (Cobb, 2010).

Ο φώσφορος (P), το θείο (S) και το οξυγόνο (O) είναι επιβλαβή συστατικά στη σύνθεση του χάλυβα, συμβάλλοντας σε αρνητικά χαρακτηριστικά όπως η ευθραυστότητα (φώσφορος), η χαμηλή αντοχή (θείο) και ο σχηματισμός ανεπιθύμητων ασυνεχειών – φυσαλίδων – κατά τη χύτευση (οξυγόνο). Κατά συνέπεια, οι συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων στον χάλυβα πρέπει να παραμένουν πολύ κάτω από 0,1% (Cobb, 2010).

Οι ιδιότητες του χάλυβα μπορούν να προσαρμοστούν για να ανταποκριθούν σε συγκεκριμένες εφαρμογές, χρησιμοποιώντας τις σωστές ποσότητες των συστατικών του σε συνδυασμό με κατάλληλη θερμική επεξεργασία.

Ο χάλυβας μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε πολλές ευρείες κατηγορίες (Burgan&Sansom, 2006):

- ΔομικόςΧάλυβας

- Οπλισμένος Χάλυβας
- Ανοξείδωτος Χάλυβας
- Χάλυβας Εργαλείων
- Χάλυβας Ανθεκτικός στη Θερμότητα (Πυρίμαχος)
- Χάλυβας Κοπής
- Χάλυβας Απότημησης
- Άκαμπτos Χάλυβας (Απαραμόρφωτος)
- και άλλοι εξειδικευμένοι χάλυβες

Οι χάλυβες που ορίζονται στο ΕΛΟΤ EN 10025 ως «προϊόντα μη κεκραμένων κατασκευαστικών χαλύβων θερμής έλασης» είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για οικοδομικούς σκοπούς, μαζί με τους ανοξείδωτους χάλυβες και τους ειδικούς χάλυβες για ήλους (ΕΛΟΤ EN 10025-2 Ε2, 2019).

Οι ανοξείδωτοι χάλυβες κατασκευάζονται από κράματα που περιέχουν τουλάχιστον 12% χρώμιο. Τα πρόσθετα νικελίου ή μολυβδαινίου ενισχύουν την αντοχή στη διάβρωση. Είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι κανένας χάλυβας δεν είναι πλήρως ανθεκτικός στη διάβρωση. Μόνο ορισμένοι χάλυβες παραμένουν ανοξείδωτοι υπό καθορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Συνεπώς, είναι σημαντικό να επιλέγεται ο κατάλληλος ανοξείδωτος χάλυβας για κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή (Baddoo, 2008).

Οι λεπτόκοκκοι χάλυβες κατασκευάζονται από κράματα χάλυβα χαμηλής περιεκτικότητας σε κράματα και υψηλής αντοχής. Αυτοί οι χάλυβες έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, γεγονός που τους προσδίδει ανώτερη συγκολλησιμότητα. Ο χάλυβας κατασκευάζεται με την ενανθράκωση χυτοσιδήρου. Ταυτόχρονα, το θείο και ο φώσφορος εξαλείφονται στο μέγιστο δυνατό βαθμό, καθώς αυτά τα συστατικά είναι επιβλαβή, ενώ τα επίπεδα μαγγανίου και πυριτίου, που υπάρχουν στον ακατέργαστο σίδηρο, ελέγχονται. Οι προαναφερθέντες ρύποι εξαλείφονται με καύση, με την ενσωμάτωση οξυγόνου. Η βέλτιστη χημική σύνθεση του χάλυβα επιτυγχάνεται με την αποξείδωση και την ενσωμάτωση ασβέστη για την απομόνωση του φωσφόρου (Thelning, 2013).

Για την πρόληψη του σχηματισμού φυσαλίδων κατά τη χύτευση υγρού χάλυβα, η οποία μπορεί να συμβεί λόγω υπολειμματικού οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, στο κράμα προστίθενται πυρίτιο, μαγγάνιο, ασβέστιο ή αλουμίνιο. Οι χάλυβες που υποβάλλονται σε αυτήν την επεξεργασία αναφέρονται ως "ήπιοι". Τα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνουν αντοχή στη γήρανση και εξαιρετικές ικανότητες συγκόλλησης (Burgan&Sansom, 2006).

Οι χάλυβες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την τεχνική παραγωγής τους ως εξής (Δεληγιάννης, 2013):

- Ησυχασμένος χάλυβας
- Αφρίζων χάλυβας
- Χάλυβας τήξης
- Χάλυβας Χωνευτηρίου
- Κονιομεταλλουργικός Χάλυβας

Υπάρχουν βασικά τρεις μηχανισμοί για τον σχηματισμό μετάλλων:

1. Χύτευση
2. Σχηματισμός με πλαστική παραμόρφωση
3. Διαμόρφωση με διαδικασίες αφαίρεσης υλικού (κατεργασία)

Η χύτευση βασίζεται στο χαμηλό σημείο τήξης ορισμένων μετάλλων και στην εγγενή τους ικανότητα να γεμίζουν με ακρίβεια όλες τις οπές ενός καλουπιού. Η χύτευση συχνά δεν παρέχει το σωστό φινίρισμα ενός αντικειμένου και απαιτεί περαιτέρω κατεργασία. Η κατεργασία επιτυγχάνει τη μορφή ενός αντικειμένου με την αφαίρεση υλικού. Παρά το γεγονός ότι είναι πλήρως αυτοματοποιημένη για ακριβή και σειριακή κατασκευή από τεχνολογικής άποψης, έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες μετάλλων και η σημασία της έχει μειωθεί. Παρ' όλα αυτά, διατηρεί τη σημασία της ως συμπληρωματική προσέγγιση (Baddoo, 2008).

Οι διεργασίες ψυχρής διαμόρφωσης παρέχουν προϊόντα με βελτιωμένη μηχανική αντοχή· ωστόσο, εμφανίζουν αυξημένη ευθραυστότητα. Επιπλέον, είναι πιο ευάλωτα στη διάβρωση και την καύση. Κατά συνέπεια, απαιτούνται πιο αποτελεσματικές στρατηγικές

για την πρόληψη της διάβρωσης και της πυρκαγιάς, όπως η κύλιση, η εξώθηση, η σφυρηλάτηση και η έλξη. Η κύλιση είναι μια διαδικασία κατά την οποία η διατομή ενός μεταλλικού εξαρτήματος μειώνεται με τη διέλευσή του μεταξύ δύο κυλίνδρων που περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις (Burgan&Sansom, 2006).

Η κύλιση είναι θερμικά μη υποβοηθούμενη διαδικασία. Η εξώθηση αξιοποιεί τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του μετάλλου, δηλαδή την ικανότητά του να λειτουργεί ως πλαστική μάζα εντός ενός ορισμένου εύρους θερμοκρασίας. Το μέταλλο αναγκάζεται, μέσω ενός εμβόλου, να διασχίσει ένα άνοιγμα συγκεκριμένης διαμόρφωσης, με αποτέλεσμα την επιθυμητή διατομή. Η έλξη είναι διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνονται σημαντικές μειώσεις στη διατομή με τη διέλευση υλικού μέσω μιας μήτρας, είτε σε θερμή είτε σε ψυχρή κατάσταση. Η σφυρηλάτηση είναι διαδικασία κατά την οποία δημιουργείται ένα αποτύπωμα με κρούση ή συμπίεση. Οι δυνάμεις που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της μεταλλικής μάζας είναι σποραδικές και όχι συνεχείς. Η σφυρηλάτηση μπορεί να πραγματοποιείται είτε σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος είτε σε υψηλές θερμοκρασίες (Thelning, 2013).

Το αρχικό σχήμα επιτυγχάνεται μόνο με έλαση σε μεγάλες μεταλλουργικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα ημιτελή προϊόντα που μπορούν να κατευθυνθούν άμεσα προς κατανάλωση. Παρ' όλα αυτά, τα περισσότερα ημιτελή προϊόντα υποβάλλονται σε δευτερογενή επεξεργασία διαμόρφωσης σε διάφορες εταιρείες που χρησιμοποιούν μεθόδους διαμόρφωσης, συμπεριλαμβανομένης της πλαστικής παραμόρφωσης, καθώς και θερμικές ή επιφανειακές διεργασίες (Baddoo, 2008).

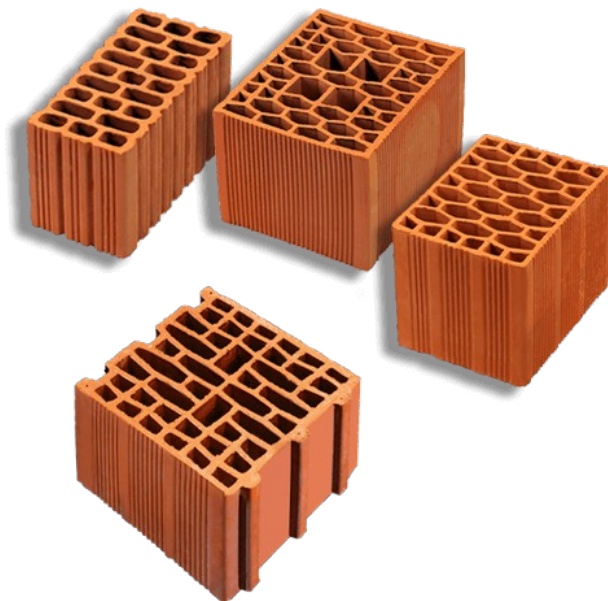
Η διαμόρφωση χάλυβα πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας όλες τις προηγουμένως περιγραφείσες μεθόδους. Ωστόσο, οι τεχνικές πλαστικής διαμόρφωσης είναι κυρίαρχες. Αυτό οφείλεται σε πολλά οφέλη, όπως η οικονομία υλικού, καθώς οι μέθοδοι πλαστικής διαμόρφωσης έχουν υψηλή απόδοση υλικού (Burgan&Sansom, 2006). Συγκεκριμένα, η θερμή σφυρηλάτηση λειτουργεί σχεδόν εξ ολοκλήρου χωρίς να παράγει απόβλητα. Ακόμη, οι μέθοδοι αυτές εξασφαλίζουν ανώτερο επίπεδο ασφάλειας, καθώς διατηρούν εσωτερική μεταλλική δομή απαλλαγμένη από ελαττώματα ή, τουλάχιστον, τα ελαττώματα είναι πιο ομοιόμορφα και λεπτά κατανεμημένα σε σύγκριση με τα χυτά προϊόντα (Μανδήτσιος, 2012).

Τα χαλύβδινα προϊόντα που χρησιμοποιούνται σε μεταλλικά κτίρια κάποτε παράγονταν με εξώθηση. Σήμερα, η κυρίαρχη μέθοδος για την παραγωγή μεταλλικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται σε φέρουσες κατασκευές παραμένει η εξώθηση. Η πρόοδος στην τεχνολογία των κτιρίων και οι βελτιώσεις στις τεχνικές προστασίας από τη διάβρωση και την πυροπροστασία έχουν οδηγήσει στη δημιουργία και χρήση λεπτών τοιχωμάτων ψυχρής έλασης. Το κύριο όφελος από τη χρήση λεπτών τοιχωμάτων ψυχρής έλασης είναι η αυξημένη αντοχή, που οδηγεί σε μείωση του βάρους. Τα λεπτά τοιχώματα ψυχρής έλασης χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ως βοηθητικά δομικά στοιχεία και ως επικαλύψεις (Δεληγιάννης, 2013).

1.1.3.Τούβλα

Τα τούβλα είναι από τα πιο συμβατικά και ανθεκτικά δομικά υλικά, αποτελούμενα από πηλό ή σκυρόδεμα. Χρησιμοποιούνται εκτενώς στις κατασκευές λόγω της ανθεκτικότητας, της ευκολίας χρήσης και της διαρκούς απόδοσής τους. Τα τούβλα χρησιμοποιούνται ευρέως για την κατασκευή τοίχων, φραγμάτων και πολλών άλλων δομικών στοιχείων (Shakiretal., 2013).

Τα τούβλα εντάσσονται σε πολλές διακριτές κατηγορίες, οι οποίες περιλαμβάνουν τα παραδοσιακά τούβλα από πηλό, ιδανικά τόσο για εσωτερικές όσο και για εξωτερικές κατασκευές, τους τσιμεντόλιθους, οι οποίοι είναι ανθεκτικοί και συμπαγείς, ιδανικοί για απαιτητικές οικοδομικές εργασίες, τα διακοσμητικά τούβλα, που χρησιμοποιούνται για αισθητικούς σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της επένδυσης τοίχων, τα διάτρητα τούβλα, που είναι ελαφρύτερα και έχουν εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες και τα πυρότουβλα, ιδανικά σε υψηλές θερμοκρασίες και κατάλληλα για τζάκια και φούρνους (Zhangetal., 2018).



Σχήμα3:Τούβλα (Nikousa, 2025)

Η κατασκευή τούβλων επηρεάζει σημαντικά το περιβάλλον, ιδιαίτερα λόγω της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διαδικασία καύσης. Ωστόσο, τα τούβλα έχουν πολλαπλές χρήσεις και χρησιμοποιούνται σε ποικιλία κατασκευών, όπως για την ανέγερση εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων, στην ανάπτυξη δαπέδων με ξεχωριστή εμφάνιση, για την αισθητική βελτίωση και ενίσχυση της ανθεκτικότητας προσόψεων κτιρίων, για την κατασκευή φούρνων και τζακιών λόγω της θερμικής τους ανθεκτικότητας και για εξωτερικές κατασκευές, όπως φράχτες, πέργκολες και επιφάνειες από τούβλα (Σκρεμούδαςetal., 2015). Τα τούβλα προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα. Διακρίνονται για τη μακροζωία τους, καθώς αντέχουν σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες και φυσική καταπόνηση. Επίσης, τα διάτρητα τούβλα βοηθούν στη θερμομόνωση των χώρων, καθώς ρυθμίζουν τη θερμοκρασία και προσφέρουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Ειδικά τα πυρότουβλα, λόγω της αντοχής τους σε υψηλές θερμοκρασίες, παρέχουν εξαιρετική πυροπροστασία. Επιπλέον, τα τούβλα είναι οικονομικά και διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία τύπων, καλύπτοντας διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις. Στο αισθητικό κομμάτι, τα διακοσμητικά τούβλα προσφέρουν μια κλασική και εκλεπτυσμένη εμφάνιση, κάνοντάς τα ιδανικά για διακοσμητικά έργα (Κόντης, 2013).

Για παράδειγμα, στην ανακαίνιση σπιτιών, τα διακοσμητικά τούβλα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εμφανών τοίχων με χαρακτηριστική υφή, προσδίδοντας ζωντάνια και στυλ στους χώρους. Στην κατασκευή φούρνων, τα πυρότουβλα χρησιμοποιούνται για τη μόνωση του εσωτερικού, εξασφαλίζοντας υψηλή απόδοση και ασφάλεια (Σκρεμούδας *et al.*, 2015). Στην κατασκευή φράχτων, τα τούβλα παρέχουν τόσο δομική ακεραιότητα όσο και οπτική ελκυστικότητα, ενώ οι προσόψεις κτιρίων μπορούν να διακοσμηθούν με τούβλα, προσφέροντας μια παραδοσιακή ή σύγχρονη αισθητική. Στα εσωτερικά χωρίσματα, τα ελαφριά τούβλα αποτελούν την ιδανική επιλογή για τη δημιουργία λειτουργικών και αποδοτικών διαχωριστικών που προσφέρουν καλή μόνωση και αντοχή (Zhan *et al.*, 2018).

Η ποιότητα του υλικού είναι καθοριστική, καθώς τα τούβλα πρέπει να είναι στιβαρά και χωρίς ρωγμές, ενώ οι διαστάσεις τους πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά για να μειωθούν οι σπατάλες. Επιπλέον, η ανθεκτικότητα των τούβλων στις περιβαλλοντικές συνθήκες ή τη μηχανική καταπόνηση είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν υπόψη, όπως και η αισθητική τους, ειδικά για διακοσμητικές εφαρμογές όπου η επιφάνεια και το φινίρισμα του τούβλου διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εμφάνιση του τελικού έργου (Shaki *et al.*, 2013).

1.1.4. Ξυλεία

Μέχρι τον προηγούμενο αιώνα, το ξύλο και η πέτρα ήταν τα βασικά δομικά στοιχεία, πριν από τη χρήση του σιδήρου και στη συνέχεια του οπλισμένου σκυροδέματος. Σε χώρες πλούσιες σε δάση, τα κτίρια κατασκευάζονταν κυρίως από ξύλο, αλλά σε χώρες όπως η Ελλάδα, το ξύλο χρησιμοποιούνταν κυρίως για δάπεδα, στέγες, κατασκευή γεφυρών και άλλες εφαρμογές που απαιτούσαν αντοχή σε δυνάμεις κάμψης (Αντωνίου, 2025).

Το ξύλο, σε αντίθεση με τα υλικά που αναλύθηκαν προηγουμένως, είναι μια οργανική ουσία. Προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς, και συγκεκριμένα από φυτά. Βοτανικά, αποτελείται από ίνες κυτταρίνης που διασυνδέονται με λινίνη. Αυτό εξηγεί τη σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ των διαφόρων ειδών ξύλου, τόσο στην εμφάνιση και το χρώμα, όσο και σε άλλα χαρακτηριστικά (Foliente *et al.*, 2022). Η διάρκεια ζωής τους περιορίζεται σημαντικά λόγω της ευαισθησίας στις ατμοσφαιρικές διακυμάνσεις και της θήρευσης από διάφορα βακτήρια, τα οποία χρησιμεύουν ως πηγή τροφής τους. Το ξύλο που

χρησιμοποιείται στην κατασκευή, που συχνά αναφέρεται ως ξυλεία, αποτελείται από τον κορμό και τα σημαντικά κλαδιά των δέντρων, που εξάγονται από ορισμένα τμήματα σε καθορισμένες περιόδους του έτους. Για να κατανοήσει κανείς τα χαρακτηριστικά και τη συνολική συμπεριφορά του ξύλου, είναι απαραίτητο να κατανοήσει την ανάπτυξη των δέντρων και την παραγωγή των ξυλωδών συστατικών τους (Wimmers, 2017).

Όταν ένας κορμός δέντρου κόβεται κάθετα στον άξονά του, το προκύπτον τμήμα παρουσιάζει ξεχωριστά χαρακτηριστικά όσον αφορά το χρώμα, τη σκληρότητα και την υφή, ανάλογα με το κάθε ένα από τα ακόλουθα τμήματα: ο κεντρικός πυρήνας, γνωστός ως ψίχα, το εσωτερικό στρώμα, γνωστό ως καρδιά του ξύλου, το οποίο είναι πιο σκούρο και πυκνότερο, και το εξωτερικό στρώμα, που αναφέρεται ως σομφός, το οποίο είναι πιο ανοιχτόχρωμο και λιγότερο πυκνό (Coulson, 2011). Ο εξωτερικός δακτύλιος, ο οποίος περιλαμβάνει τον φλοιό του δέντρου Αποτελείται από δύο συστατικά τον σομφό και τον ξηροφλοιό, που υποδηλώνει το νεκρό τμήμα του. Στην πλειονότητα των δέντρων, ο αποξηραμένος φλοιός είναι γεμάτος ρωγμές και σχισμές. Ανάμεσα στον φλοιό και το εξωτερικό στρώμα του σομφού βρίσκεται ένα λεπτό, εύθραυστο στρώμα γνωστό ως κάμβιο. Ο θρεπτικός χυμός του δέντρου κυκλοφορεί στο κάμβιο, το οποίο συντηρεί τα κύτταρα. Το κάμβιο παράγει αυτά τα κύτταρα τόσο στις πλευρές του σομφού όσο και του φλοιού (Μιτσάγγα, 2022).



Σχήμα 4: Οι δακτύλιοι του δέντρου (ISTOCK, 2025)

Η δημιουργία και η ανάπτυξη των κυττάρων δεν συνεχίζονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ξεκινά την άνοιξη και ολοκληρώνεται τον Οκτώβριο. Το χειμώνα, το δέντρο εισέρχεται σε κατάσταση λήθαργου, σταματώντας την κυκλοφορία του χυμού και την παραγωγή κυττάρων. Κάθε δακτύλιος υποδηλώνει τον συνολικό αριθμό κυττάρων που παράγονται κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ως εκ τούτου, αυτοί οι δακτύλιοι ονομάζονται ετήσιοι και η ποσότητά τους υποδηλώνει την ηλικία του δέντρου σε χρόνια. Κάθε χρόνο, σχηματίζεται ένας νέος δακτύλιος, συμπεριλαμβανομένων των κυττάρων που παράγονται κατά την εαρινή περίοδο (Folienteetal., 2022). Τα θερινά κύτταρα είναι συχνά πυκνότερα και είναι ευδιάκριτα αναγνωρίσιμα από το πιο σκούρο χρώμα τους (Pramreiteretal., 2023). Ταυτόχρονα, τα κύτταρα των παλαιότερων δακτυλίων υφίστανται απόπτωση, οδηγώντας σε αποκόλληση της μεμβράνης. Κατά συνέπεια, οι δακτύλιοι του εγκάρδιου ξύλου αποτελούνται εξ ολοκλήρου από μη ζωντανά κύτταρα, με αποτέλεσμα ξύλο που είναι πυκνότερο, έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία και είναι συνήθως ανώτερης ποιότητας σε σύγκριση με τους δακτυλίους του σομφού. Στους δακτυλίους του τελευταίου, δεν έχει ακόμη εμφανιστεί ολική κυτταρική νέκρωση, με αποτέλεσμα μαλακότερο ξύλο που διατηρεί επαρκή υγρασία. Ταυτόχρονα, είναι πιο ευάλωτο σε ταχεία υποβάθμιση από πολυάριθμες ασθένειες (Coulson, 2014).

Κατά την εξέταση του κορμού σε διαμήκη τομή, γίνεται φανερό ότι οι δομές που μοιάζουν με δακτυλίους στην εγκάρσια τομή είναι, στην πραγματικότητα, περίπου κυλινδρικά περιβλήματα που περικλείουν το ένα το άλλο. Κάθε περίβλημα περιλαμβάνει συνεχείς δέσμες ινών, που αντιστοιχούν σε μήκος με αυτό του κορμού (Coulson, 2011). Οι δέσμες συνδέονται σταθερά χρησιμοποιώντας ένα συγκολλητικό υλικό. Οι ίνες μπορούν να αποκολληθούν εύκολα, ωστόσο απαιτείται σημαντική δύναμη (είτε συμπιεστική είτε εφελκυστική) για να σπάσει μια δέσμη τους. Αυτή είναι η ακριβής εξήγηση για τη σημαντική διαφορά στην αντοχή του ξύλου όταν ασκούνται πιέσεις κάθετα ή παράλληλα με τις ίνες του.

Το δομικό ξύλο προέρχεται από δύο κύριες ομάδες δέντρων (Αντωνίου, 2025):

- Κωνοφόρα δέντρα (μαλακό ξύλο) και
- Φυλλοβόλα δέντρα (σκληρό ξύλο).

Η κυρίαρχη πηγή δομικής ξυλείας είναι τα κωνοφόρα δέντρα. Το ξύλο των πλατύφυλλων δέντρων χρησιμοποιείται κυρίως για εσωτερικές κατασκευές (όπως δάπεδα και σκάλες) και για την κατασκευή επίπλων. Τα κυρίαρχα είδη δέντρων από κάθε οικογένεια είναι τα εξής (Pramreiteretal., 2023):

α) Έλατο

β) Πεύκο

Η δασική πεύκη, γνωστή και ως βόρειο πεύκο, παράγει το γνωστό σουηδικό ξύλο, καθώς παλαιότερα εισαγόταν αποκλειστικά από τη Σουηδία. Το αυστριακό πεύκο, το οποίο ευδοκیمی κυρίως στις νότιες περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών, είναι επίσης εξαιρετικά δημοφιλές. Ευρέως αξιοποιείται η αγριόπευκη (*Larix*), που ευδοκیمی στην κεντρική και νότια Ευρώπη, καθώς και η *Pinus nigra*, που μοιάζει πολύ με την αγριόπευκη. Επίσης, υψηλής ποιότητας θεωρείται το πεύκο του Όρεγκον, που ευδοκیمی στις Ηνωμένες Πολιτείες, ιδιαίτερα στην περιοχή του ποταμού Όρεγκον και μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 80 μέτρα και σε διάμετρο κορμού τα 4 μέτρα (Μιτσάγγα, 2022).



Σχήμα 5. Είδη ξυλείας (Domogroup, 2024)

Ο δρυς αποτελεί ένα ακόμη δέντρο το οποίο χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό. Υπάρχουν πολλά είδη δρυός, αν και μόνο λίγα επιλεγμένα χρησιμοποιούνται για δομική ξυλεία. Επιπρόσθετα, το ξύλο της ελληνικής καστανιάς είναι υψηλής ποιότητας και παράγεται σε επαρκείς ποσότητες για να καλύψει την εγχώρια ζήτηση. Η υψηλότερη ποιότητα προέρχεται από τις καστανιές του Αγίου Όρους (Αντωνίου, 2025).

Το ξύλο είναι ένα υλικό που είναι πολύ ευαίσθητο σε περιβαλλοντικές και άλλες επιρροές. Κατά συνέπεια, πρέπει να υποβληθεί σε ορισμένες προστατευτικές διαδικασίες πριν από τη χρήση του στην κατασκευή. Αυτές οι προεπεξεργασίες, που ισχύουν για όλα είδη ξύλου, ενισχύουν την ανθεκτικότητα έναντι επιβλαβών στοιχείων και παρατείνουν τη μακροζωία (Coulson, 2014). Οι κύριες προεπεξεργασίες είναι η έκπλυση και το στέγνωμα. Στόχος της έκπλυσης είναι η εξάλειψη του φυσικού υγρού (χυμού) που υπάρχει στα ξύλινα κύτταρα, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα φθοράς που προκαλείται από μικρόβια που ευδοκιμούν στο χυμό, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η σκληρότητα και η μηχανική αντοχή του. Κατά την κοπή του δέντρου, το ξύλο εμφανίζει επίπεδο υγρασίας περίπου 40-50%. Μετά από μια περίοδο ξήρανσης 2-3 ετών, το επίπεδο υγρασίας μειώνεται σε 12-18%. Η ξήρανση επιτυγχάνεται μέσω δύο μεθόδων: φυσική ή ξήρανση στον αέρα και τεχνητή ξήρανση (Wimmers, 2017).

Υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις όχι μόνο μεταξύ του ξύλου που προέρχεται από διάφορα δέντρα, αλλά και μεταξύ ξύλου από το ίδιο είδος δέντρου, ακόμη και από τον ίδιο κορμό. Αυτό το φαινόμενο προκύπτει από το γεγονός ότι τα ξύλα αποτελούν ζωντανούς οργανισμούς. Η ανάπτυξή τους και η συνολική δομή τους εξαρτώνται από διάφορες συνθήκες, όπως το έδαφος, το κλίμα, το είδος, η ηλικία, η τοποθεσία του δάσους και ο προσανατολισμός (Pramreiteretal., 2023).

Η σκληρότητα συσχετίζεται στενά με την πυκνότητα του ξύλου και την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Το ξύλο που χαρακτηρίζεται από παχιές ίνες και μικρή περιεκτικότητα σε υγρασία παρουσιάζει αυξημένη σκληρότητα (Folienteetal., 2022). Η επιφάνεια που είναι κάθετη στην κατεύθυνση των ινών παρουσιάζει μεγαλύτερη σκληρότητα από την επιφάνεια που είναι παράλληλη προς αυτήν. Τα ξύλα που προέρχονται από διάφορα είδη δέντρων ή διαφορετικά τμήματα του ίδιου δέντρου παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις στη σκληρότητα. Κατηγοριοποιούνται ως εξής (Coulson, 2014):

- Δρυς, φτελιά, οξιά και καστανιά στην κατηγορία των σκληρών ξύλων
- Πεύκη, σκλήθρα στα ημί-σκληρά ξύλα
- Μαλακά ξύλα όπως έλατο, φλαμουριά και λεύκα.

Το χαρακτηριστικό της σκληρότητας αξιολογείται σε ξύλα που προορίζονται για δάπεδα ή άλλες κατασκευές που εκτίθενται σε τριβή ή σημαντικές εξωτερικές δυνάμεις. Γενικά, η αντίσταση τριβής του ξύλου είναι κατώτερη από αυτή των περισσότερων δομικών υλικών. Το ξύλο που επιλέγεται για κατασκευή πρέπει να εξετάζεται για την αντοχή του σε διάφορους τύπους καταπονήσεων, συμπεριλαμβανομένης της συμπίεσης, της εφελκυσμού, της κάμψης και της διάτμησης (Μιτσάγγα, 2022).

Η μοναδική δομή του ξύλου, που αποτελείται από δέσμες μικροσκοπικών ινών, έχει ως αποτέλεσμα ποικίλη αντίσταση όταν οι εξωτερικές πιέσεις λειτουργούν είτε αντίθετα είτε παράλληλα με αυτές τις δέσμες. Όταν μια δύναμη εφελκυσμού εφαρμόζεται παράλληλα στις ίνες, πρέπει να τις σπάσει για να ξεπεράσει την αντίσταση του ξύλου. Αντίθετα, εάν η δύναμη εφαρμόζεται κάθετα, αρκεί μόνο ο διαχωρισμός των ινών για να διαταράξει τη συνοχή του υλικού. Κατά συνέπεια, το ξύλο εμφανίζει μέγιστη αντίσταση στην εφελκυσμό και τη συμπίεση όταν οι εξωτερικές δυνάμεις εφαρμόζονται παράλληλα με τον προσανατολισμό των ινών. Η ελάχιστη αντίσταση παρατηρείται όταν οι τάσεις εφαρμόζονται σε γωνία 45 μοιρών ως προς τον προσανατολισμό των ακραίων ινών (Αντωνίου, 2025).

Αντίστροφα, για πιέσεις που προκαλούν κάμψη, το ξύλο εμφανίζει βέλτιστη αντοχή όταν το διάνυσμα δύναμης είναι κάθετο στις ίνες. Οι εφελκυστικές τάσεις εμφανίζονται στο κάτω μισό του ξύλου, ενώ οι συμπιεστικές τάσεις εμφανίζονται στο πάνω μισό, και οι δύο προσανατολισμένες κάθετα στις εξωτερικές πιέσεις. Έτσι, οι ίνες που είναι προσανατολισμένες κάθετα στα εξωτερικά φορτία και παράλληλες στις τάσεις μπορούν να αντέξουν πιο αποτελεσματικά την επίδραση αυτών των δυνάμεων. Η αντοχή σε διάτμηση του ξύλου είναι ανώτερη όταν οι εξωτερικές πιέσεις εφαρμόζονται κάθετα στις ίνες και όχι παράλληλα προς αυτές (Pramreiteretal., 2023). Η αντοχή του ξύλου επηρεάζεται όχι μόνο από την κατεύθυνση των εξωτερικών πιέσεων αλλά και από το είδος του δέντρου από το οποίο προέρχεται. Οι παρατηρήσεις δείχνουν ότι η πυκνότητα και η σκληρότητα του ξύλου συσχετίζονται θετικά με την αντοχή του σε διαφορετικούς παράγοντες καταπόνησης. Η

ξήρανση επηρεάζει επίσης τη μηχανική ακεραιότητα. Το υγρό ή άωρο ξύλο έχει λιγότερη μηχανική αντοχή σε σύγκριση με το ξηρό ξύλο. Ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την αντοχή του ξύλου είναι η παρουσία ελαττωμάτων. Ένας κακώς συνδεδεμένος κόμπος μπορεί να μειώσει την αντοχή ενός ξύλινου εξαρτήματος κατά πενήντα τοις εκατό ή περισσότερο. Παρόμοια φαινόμενα μπορεί να προκύψουν όταν ένα τμήμα αρχίζει να αποσυντίθεται ή όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία του ξύλου αλλάζει απότομα την τροχιά του (Wimmers, 2017).

Ακολούθως, η ελαστικότητα είναι η ικανότητα ενός υλικού να επανέρχεται άμεσα στην αρχική του μορφή μόλις εξαλειφθεί η δύναμη που προκαλεί την παραμόρφωσή του. Αυτό το χαρακτηριστικό εμφανίζεται σε πολλά είδη ξύλου. Το ξύλο παραμορφώνεται ελαστικά υπό εξωτερικές πιέσεις και επιστρέφει εύκολα στο αρχικό του σχήμα. Αυτό το χαρακτηριστικό του ξύλου είναι πλεονεκτικό σε αρκετές περιπτώσεις, καθώς διευκολύνει την πρώιμη ανίχνευση πιθανής θραύσης (Pramreiteretal., 2023). Παρ 'όλα αυτά, σε περιπτώσεις όπου πρέπει να διατηρηθεί η δομική ακεραιότητα, αυτό αποτελεί μειονέκτημα. Η ελαστικότητα ποικίλλει μεταξύ των πολλών ποικιλιών ξύλου. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από τη διαμόρφωση των ινών, τον προσανατολισμό της εφαρμοζόμενης δύναμης, το είδος του ξύλου, την περιεκτικότητά του σε υγρασία και άλλες μεταβλητές. Τα ξύλα με χαμηλό ειδικό βάρος εμφανίζουν μεγαλύτερη ελαστικότητα. Επιπλέον, τα πράσινα ή υγρά ξύλα εμφανίζουν μεγαλύτερη ελαστικότητα από τις ξηρές ποικιλίες και, τελικά, τα ξύλα χωρίς ρητίνη έχουν ανώτερη ελαστικότητα σε σύγκριση με τα ρητινώδη αντίστοιχα (Wimmers, 2017).

Η ευκαμψία, συγκρίσιμη με την ελαστικότητα, αναφέρεται στο χαρακτηριστικό του ξύλου που του επιτρέπει να υποβάλλεται σε φορτία πέρα από ένα ορισμένο όριο, γνωστό ως όριο ελαστικότητας, με αποτέλεσμα μόνιμη παραμόρφωση χωρίς θραύση (Μιτσάγγα, 2022).

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο αποτελεί η υγροσκοπικότητα, η οποία είναι η ικανότητα του ξύλου να απορροφά ή να απελευθερώνει υγρασία. Η υγροσκοπικότητα αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα, καθώς η υγρασία προκαλεί διάφορες ζημιές και καταστροφές. Τα μαλακά ξύλα έχουν μεγαλύτερη υγροσκοπικότητα από τα σκληρά ξύλα. Επομένως, η χρήση τους στην κατασκευή θα πρέπει συχνά να αποφεύγεται (Coulson, 2011). Τέλος, το ξύλο έχει το χαρακτηριστικό της συρρίκνωσης και της διαστολής ως απόκριση σε μεταβαλλόμενα επίπεδα υγρασίας εντός διακριτών παραμέτρων. Αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί

σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο εξαρτάται από το είδος του δέντρου και τη θέση του κορμού από τον οποίο προέρχεται το ξύλο (Αντωνίου, 2025).

1.1.5.Πλαστικά

Τα πλαστικά είναι ουσίες που αποτελούνται κυρίως από φυσική ή συνθετική ρητίνη (πολυμερές), οι οποίες μπορούν να χυτευθούν υπό ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας χωρίς να παραμορφώνονται μόλις εξαλειφθούν αυτές οι συνθήκες. Αποτελούν βιομηχανικά προϊόντα που περιλαμβάνουν μία ή, σπανιότερα, περισσότερες φυσικές ή συνθετικές ρητίνες, οι οποίες προσδίδουν διακριτές ιδιότητες στο υλικό(Οικονόμου etal., 2013). Συμπληρωματικά οργανικά ή ανόργανα συστατικά προστίθενται για να ενισχύσουν ή να μειώσουν την έκφραση των ιδιοτήτων της ρητίνης ή για να διευκολύνουν τη διαμόρφωση των υλικών σε σχήματα κατάλληλα για κατασκευές. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται υλικά όπως τα βερνίκια, οι κόλλες, τα χρώματα, τα ελαστομερή, τα ηχομονωτικά, τα αδιάβροχα ή στεγανωτικά, τα αδιαφανή στερεά υλικά, καθώς και υλικά που χαρακτηρίζονται από υψηλή πυκνότητα και πορώδες ή υλικά με βελτιωμένα χαρακτηριστικά σε συμπίεση, εφελκυσμό και σκληρότητα (Awoyera&Adesina, 2020).

Η φυσικοχημική σύνθεση των βασικών συστατικών των συνθετικών ρητινών βασίζεται στη δομή των μακρομορίων, τα οποία περιλαμβάνουν πολλά μικρότερα μόρια, τα μονομερή (Lambaetal., 2022). Οι πολυμερείς ρητίνες είναι ουσιαστικά υλικά που αποτελούνται από μακρομόρια γνωστά ως πολυμερή, τα οποία συνίστανται από επαναλαμβανόμενες μονάδες μονομερών. Οι τεχνητές ρητίνες συντίθενται από τη χημική βιομηχανία, ενώ οι φυσικές ρητίνες περιλαμβάνουν υλικά όπως η κυτταρίνη, το μετάξι και το καουτσούκ(Οικονόμου etal., 2013).

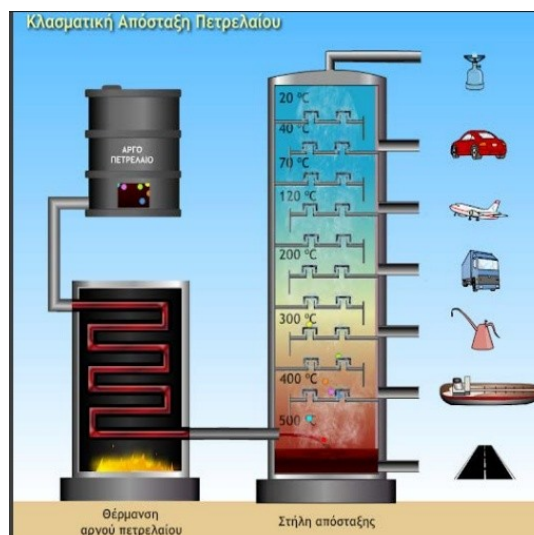
Η πλαστικότητα των υλικών αυτών εμφανίζεται σε ορισμένα στάδια της επεξεργασίας τους. Τα φυσικά ή τεχνητά αυτά υλικά αποτελούνται από μακρομόρια που προέρχονται από μονομερή και παρουσιάζουν την ικανότητα να στερεοποιούνται ως απόκριση σε εξωτερικές επιδράσεις, όπως οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, της πίεσης, της παρουσίας αέρα ή φωτός. Η παραγωγή τους γίνεται στον χημικό τομέα με την κατανάλωση σημαντικών ενεργειακών πόρων (Awoyera&Adesina, 2020).

Ενδεικτικά παραδείγματα περιλαμβάνουν το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το οποίο συντίθεται από αιθυλένιο και χλώριο, δημιουργώντας το μονομερές βινυλοχλωρίδιο, το οποίο πολυμερίζεται υπό συγκεκριμένες συνθήκες για την παραγωγή του μακρομορίου PVC. Αντίστοιχα, το πολυστυρένιο (PS) παράγεται από στυρένιο, ένα μονομερές που προκύπτει από την ένωση βενζολίου με αιθυλένιο, και στη συνέχεια πολυμερίζεται μέσω φυσικοχημικών διεργασιών για την παραγωγή του τελικού πολυμερούς PS (Οικονόμου et al., 2013).

1.2.Εξειδικευμένα υλικά για έργα υποδομής

Τα εξειδικευμένα υλικά για έργα υποδομής παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βιωσιμότητα, τη σταθερότητα και τη λειτουργικότητα των τεχνικών έργων. Σε αυτά εντάσσονται υλικά όπως η ασφαλτος, τα γεφυφάσματα και οι σωληνώσεις.

Η ασφαλτος είναι το τελικό κλάσμα που λαμβάνεται από τη διύλιση αργού πετρελαίου και περιλαμβάνει ένα σύνθετο αμάλγαμα διαφόρων οργανικών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένων μερικώς υδρογονωμένων πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ναφθαλίνιο), πολικών αρωματικών ενώσεων (όπως φαινόλες υψηλού μοριακού βάρους), κορεσμένων υδρογονανθράκων (παραφίνες) και ασφατενίων (ένα μείγμα φαινολών και ετεροκυκλικών ενώσεων). Χρησιμοποιείται ως κόλλα στη δημιουργία οδοστρωμάτων (Krishnan & Rajagopal, 2005).



Σχήμα 6. Κλασματική Απόσταξη Πετρελαίου (Πανεπιστήμιο Πατρών, 2025)

Πέραν της συμβατικής ασφάλτου, σε πολλά έργα υποδομής χρησιμοποιείται τροποποιημένη ασφαλτος, η οποία εμπλουτίζεται με ειδικά πρόσθετα, κυρίως πολυμερή, με στόχο τη βελτίωση των μηχανικών και φυσικών της ιδιοτήτων. Οι κυριότεροι τροποποιητές που χρησιμοποιούνται είναι τα ελαστομερή, όπως το SBS (στυρένιο-βουταδιένιο-στυρένιο), τα πλαστομερή όπως το EVA (αιθυλενο-οξικό βινύλιο), καθώς και διάφορα θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα υλικά. Η προσθήκη αυτών των τροποποιητών προσδίδει στην ασφαλτο αυξημένη ελαστικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης θερμικών ρηγματώσεων, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει τη σκληρότητά της σε υψηλές θερμοκρασίες, συμβάλλοντας στην αποφυγή τροχοαυλακώσεων (Spreight, 2015). Επιπλέον, βελτιώνεται η αντοχή της σε επαναλαμβανόμενες φορτίσεις, περιορίζοντας την κόπωση του υλικού, επιβραδύνεται η διαδικασία γήρανσης και ενισχύεται η συγκολλητική της ικανότητα, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και σταθερότητα των ασφαλτικών επιστρώσεων (Ηλιάδου, 2021).

Τα γεωυφάσματα είναι διαπερατά υλικά που, όταν χρησιμοποιούνται με έδαφος, μπορούν να διαχωρίσουν, να φιλτράρουν, να ενισχύσουν, να προστατεύσουν ή να αφυδατώσουν. Τα γεωυφάσματα και τα σχετικά προϊόντα έχουν πολυάριθμες εφαρμογές και διευκολύνουν διάφορα έργα πολιτικού μηχανικού, όπως αυτοκινητόδρομους, αεροδρόμια, σιδηροδρόμους, αναχώματα, δομές αντιστήριξης, δεξαμενές, κανάλια, φράγματα,

προστασία όχθων και παράκτια μηχανική για την αποκατάσταση μολυσμένων εδαφών, μεταξύ άλλων (Μπιρμπίλης, 2022).

Αυτά τα γεωυφάσματα ενισχύουν την αποτελεσματικότητα και τη λειτουργικότητα του σχεδιασμού σε κοκκώδη στρώματα προσφέροντας δυνατότητες φιλτραρίσματος και διαχωρισμού. Συνήθεις εφαρμογές αυτών των γεωυφασμάτων είναι η σταθεροποίηση του εδάφους και η περικύκλωση των υλικών αποστράγγισης (Γεωργίου, 2025).

Τα γεωυφάσματά παρέχουν μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για τη δημιουργία ενός συμπαγούς κοκκώδους στρώματος πάνω από μαλακά εδάφη θεμελίωσης. Όταν οι πέτρες τοποθετούνται απευθείας σε ένα εύκαμπτο υπόστρωμα, η εφαρμοζόμενη δύναμη συχνά οδηγεί στην ανάμειξη των δύο στρωμάτων. Αυτό οδηγεί στη μόλυνση του στρώματος πέτρας, με αποτέλεσμα τη μειωμένη φέρουσα ικανότητα και την παραμόρφωση μεταξύ των δύο στρωμάτων. Τα βασικά γεωυφάσματα είναι ιδανικά για την παρεμπόδιση της διείσδυσης λεπτών σωματιδίων, είτε χρησιμοποιούνται με κοκκώδη υλικά είτε με εναλλακτικά γεωσυνθετικά όπως μονάδες ανοιχτών γεωκυττάρων (Μπιρμπίλης, 2022).



Σχήμα7.Γεωυφάσματα (Argynet Innovative Building Materials, 2022)

Τέλος, στο πλαίσιο των εξειδικευμένων υλικών, σημαντικό είναι να αναφερθούν και οι σωληνώσεις. Οι σωληνώσεις αποτελούν βασικό στοιχείο των έργων υποδομής και χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μεταφορά υγρών και αερίων, όπως το νερό, τα λύματα, το φυσικό αέριο και τα πετρελαιοειδή. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου σωλήνα εξαρτάται

από τις απαιτήσεις του έργου, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις ιδιότητες του μεταφερόμενου υλικού. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι σωληνώσεων περιλαμβάνουν μεταλλικούς σωλήνες (π.χ. από χάλυβα ή χυτοσίδηρο), πλαστικούς σωλήνες (όπως PVC, PE, HDPE) και σύνθετους σωλήνες που συνδυάζουν περισσότερα υλικά.



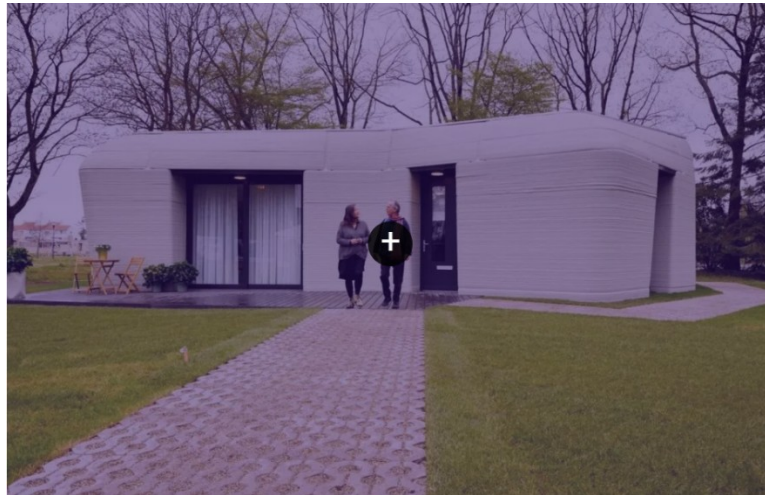
Σχήμα 8. Σωληνώσεις (PiscinaAzul, 2025)

Στα πιο σύγχρονα και οικολογικά υλικά, τα οποία είναι πλέον εξαιρετικά δημοφιλείς επιλογές περιλαμβάνεται το πράσινο σκυρόδεμα, καθώς και τα μονωτικά από φυσικές ίνες, μεταξύ άλλων (Liewetal., 2017). Η παγκόσμια κοινότητα, αντιμέτωπη με τις επιπτώσεις του περιβαλλοντικού προβλήματος καθημερινά, έχει ξεκινήσει την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων για τον τομέα των κατασκευών και της δόμησης (Suhendro, 2014).

Η κατασκευαστική βιομηχανία έχει χρησιμοποιήσει πολλά ανακυκλωμένα υλικά για την παραγωγή σκυροδέματος, όπως πηλό, τέφρα, υπολείμματα γυαλιού, τούβλα, κομμάτια από καουτσούκ, κεραμικά εξαρτήματα και πλαστικά. Επιπλέον, έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες για τη διερεύνηση της επίδρασης του γυαλιού και της κεραμικής στο προκύπτον σκυρόδεμα, εστιάζοντας κυρίως στην αντοχή και την απόδοση του υλικού (Sivakrishnaetal., 2020).

Το πράσινο σκυρόδεμα είναι ένας τύπος σκυροδέματος που σχεδιάζεται με γνώμονα τη βιωσιμότητα και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Σε αντίθεση με το συμβατικό σκυρόδεμα, το πράσινο σκυρόδεμα περιλαμβάνει εναλλακτικά υλικά, φυσικά ή

ανακυκλωμένα αδρανή, και συνδετικά που αντικαθιστούν εν μέρει ή πλήρως το τσιμέντο, το οποίο είναι υπεύθυνο για σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά την παραγωγή του(Liewetal., 2017).



Σχήμα 9. Το πρώτο τρισδιάστατα εκτυπωμένο κτίριο από σκυρόδεμα στο πλαίσιο του ProjectMilestone στο Bosrijk (Rawmat, 2024)

Στόχος είναι η διατήρηση ή και βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και φυσικών πόρων. Αντιστοίχως, τα μονωτικά από φυσικές ίνες αποτελούν μια οικολογική εναλλακτική λύση στα συμβατικά μονωτικά υλικά. Κατασκευάζονται από ανανεώσιμες πρώτες ύλες, όπως βαμβάκι, ξύλο, λινάρι, κάνναβη ή μαλλί, και προσφέρουν θερμομόνωση, ηχομόνωση και ικανότητα ρύθμισης της υγρασίας (Floreaetal., 2019).



Σχήμα 10. Ίνες Κέναφ-Παράδειγμα μονωτικού υλικού (Μονωσείς Αβραμίδης, 2024)

2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΚΣΚΑΦΕΣ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ (ΑΕΚΚ)

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν μία από τις βαρύτερες και πιο σημαντικές κατηγορίες αποβλήτων που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αποτελούν μεταξύ 25% - 30% του συνόλου των απορριμμάτων που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και περιλαμβάνουν υλικά όπως σκυρόδεμα, σίδηρο, τούβλα, γύψο, ξύλο, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, αμίαντο και χώμα, τα οποία είναι όλα ανακυκλώσιμα(Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).

Τα απόβλητα της συγκεκριμένης κατηγορίας προκύπτουν από εργασίες όπως η κατασκευή κτιρίων και δημόσιων υποδομών, η ολική ή μερική καταστροφή κατασκευών, η αποκατάσταση κτιρίων ή διαμερισμάτων και η κατασκευή και συντήρηση οδών. Οι διαφορετικοί ορισμοί που χρησιμοποιούνται εντός της ΕΕ για τα ΑΕΚΚ περιπλέκουν τις συγκρίσεις μεταξύ χωρών, ωστόσο, ως συλλογική οντότητα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει χαρακτηρίσει τα ΑΕΚΚ ως ένα σύνολο αποβλήτων που απαιτεί διαχείριση κατά προτεραιότητα(Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).



Σχήμα 11. ΑΕΚΚ (Typosthes, 2023)

Οι χώροι παραγωγής της ΑΕΚΚ περιλαμβάνουν τους ακόλουθους: α) ζώνη υπό κατεδάφιση χωρίς προγραμματισμένη μεταγενέστερη κατασκευή, β) ζώνη υπό κατεδάφιση με προγραμματισμένη μεταγενέστερη κατασκευή, γ) ζώνες υπό ανακαίνιση, δ) ζώνες χωρίς υφιστάμενες κατασκευές αλλά με προγραμματισμένη νέα κατασκευή, ε) ζώνες που έχουν οριστεί για κατασκευή και ανακατασκευή, ειδικά για τη συντήρηση δρόμων, στ) ζώνες που έχουν διατεθεί για την κατασκευή και επισκευή έργων υποδομών και δικτύων (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Στα ΑΕΚΚ περιλαμβάνονται υλικά όπως (ΕΟΑΝ, 2025):

Α.Ορυκτά απόβλητα

- Σκυρόδεμα (μπετόν)
- Τούβλα
- Κεραμικά υλικά
- Πλακίδια
- Άσφαλτος
- Πέτρες
- Χώματα και αδρανή υλικά από εκσκαφές
- Γύψος και παράγωγα (π.χ. γυψοσανίδες)

Β.Ξύλινα υλικά

- Καδρόνια, δοκάρια
- Ξυλότυποι
- Ξυλεία επενδύσεων, πατωμάτων, κουφωμάτων
- Κατεστραμμένα ή μεταχειρισμένα ξύλινα έπιπλα από κτίρια υπό ανακαίνιση
- Μεταλλικά υλικά

Γ.Σιδηρικά

- Χαλκός, αλουμίνιο
- Ανοξείδωτος χάλυβας

Δ.Πλαστικά

- PVC από σωληνώσεις
- Πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο από μονώσεις και συσκευασίες
- Συνθετικά πάνελ, κουφώματα

Ε.Υαλικά υλικά

- Τζάμια, παράθυρα
- Γυάλινες πόρτες
- Υαλοπίνακες διαχωριστικών

ΣΤ.Αμίαντος και επικίνδυνα υλικά

- Υλικά με αμίαντο (μονωτικά, στέγες)
- Μονωτικά με PCB ή άλλες τοξικές ουσίες
- Μπαταρίες, χρώματα, διαλύτες, κόλλες

Ζ.Δευτερεύοντα απόβλητα

- Συσκευασίες υλικών (χαρτόνια, σακούλες, δοχεία)
- Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός (καλώδια, φωτιστικά, πρίζες)

Η κατηγοριοποίηση των αποβλήτων ΑΕΚΚ όπως παραπάνω αποδεικνύει την πολυπλοκότητα και την ετερογένεια αυτών των υλικών, γεγονός που καθιστά τη διαχείρισή τους ένα σύνθετο ζήτημα τόσο τεχνικά όσο και οργανωτικά. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ΑΕΚΚ αποτελείται από αδρανή ορυκτά υλικά, όπως σκυρόδεμα, τούβλα και χώματα, τα

οποία εφόσον υποβληθούν σε κατάλληλη διαλογή και επεξεργασία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν σε νέο υλικό υπόβασης ή επίχωσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις κατασκευές οδοστρωμάτων ή για έργα υποδομής χαμηλής τεχνικής απαίτησης. Παράλληλα, η ανακύκλωση του μετάλλου και του ξύλου μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά οφέλη, τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά, αφού περιορίζει την ανάγκη εξόρυξης νέων πρώτων υλών και μειώνει τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (Σταθακόπουλος, 2011).

Ωστόσο, η διαχείριση των ΑΕΚΚ περιπλέκεται από την παρουσία επικίνδυνων υλικών, όπως ο αμιάντος, τα βαρέα μέταλλα ή οι χημικές ενώσεις που προέρχονται από παλαιά χρώματα και μονωτικά. Αυτά τα υλικά απαιτούν ειδικές διαδικασίες απορρύπανσης και εξειδικευμένη επεξεργασία σε αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις, ώστε να διασφαλιστεί η δημόσια υγεία και η προστασία του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται τα τελευταία χρόνια και στη διαχείριση του πλαστικού, το οποίο προέρχεται κυρίως από σύγχρονες κατασκευαστικές λύσεις, αλλά συχνά έχει μικρή διάρκεια ζωής και δυσκολία στην επεξεργασία λόγω της ποικιλίας των πολυμερών (Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων, 2025, ANAKEM, 2025).

3.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ ΜΕ ΠΡΟΛΗΨΗ, ΑΝΑΚΤΗΣΗ, ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση υλικών και η ανάκτηση ενέργειας είναι απαραίτητες για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Στοιχεία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή δείχνουν ότι ετησίως, περίπου 15 τόνοι υλικών χρησιμοποιούνται ανά άτομο στην ΕΕ, ενώ κάθε πολίτης της ΕΕ παράγει, κατά μέσο όρο, πάνω από 4,5 τόνους αποβλήτων ετησίως, με περισσότερα από τα μισά από αυτά τα απόβλητα να εναποτίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η γραμμική οικονομία, που βασίζεται μόνο στην εξόρυξη πόρων, δεν αποτελεί πλέον βιώσιμη επιλογή για τη βιωσιμότητα. Εικόνα που σχετίζεται με αυτό το στοιχείο(ANAKEM, 2025).

Η εναλλακτική διαχείριση περιλαμβάνει πτυχές όπως η συλλογή, η μεταφορά, η προσωρινή αποθήκευση, η επαναχρησιμοποίηση, η επεξεργασία και η ανάκτηση των ΑΕΚΚ, επιτρέποντας την επανένταξή τους στην αγορά ή την προώθησή τους για άλλες εφαρμογές. Αντίστοιχα, στην πρόληψη εντάσσονται στρατηγικές που έχουν σχεδιαστεί για την ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων από εκσκαφές, κατεδαφίσεις, οικοδομικές και μηχανικές δραστηριότητες, μαζί με τα υλικά και τις χημικές ουσίες που εμπλέκονται, μετριάζοντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές ανησυχίες που προκαλούν (Minunhoetal., 2022). Ως επαναχρησιμοποίηση ορίζεται κάθε δραστηριότητα που περιλαμβάνει τη χρήση υλικών που προέρχονται από κατεδαφίσεις, κατασκευές, φυσικές καταστροφές με ή χωρίς τη βοήθεια συμπληρωματικών ειδών που είναι διαθέσιμα στο εμπόριο. Ακολούθως, η ανακύκλωση μπορεί να οριστεί ως η επανεπεξεργασία ανακυκλώσιμων υλικών που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο τους όσον αφορά την αρχική τους χρήση και αξιοποιούνται για άλλες εφαρμογές, εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας (Rahlaetal., 2022).

Εν συνεχεία, η επεξεργασία αναφέρεται στη διαλογή και τη σύνθλιψη, μαζί με οποιεσδήποτε άλλες ενέργειες για την ανάκτηση ή/και τη διάθεση των ΑΕΚΚ, που πραγματοποιούνται μετά την παράδοσή τους σε εξουσιοδοτημένη εγκατάσταση. «Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης», η οργάνωση, είτε ατομική είτε κοινοτική, οποιασδήποτε νομικής μορφής που αφορά τη συλλογή, μεταφορά, προσωρινή

αποθήκευση, επαναχρησιμοποίηση, επεξεργασία και ανάκτηση αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) (Bertinoetal., 2021).

Τέλος, η αξιοποίηση αναφέρεται σε οποιαδήποτε δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της επίχωσης, της αποκατάστασης αδρανών λατομείων και ανεξέλεγκτων χώρων υγειονομικής ταφής, της κάλυψης χώρων υγειονομικής ταφής και της συνολικής αποκατάστασης κατεστραμμένων τοπίων ή της αναγέννησης περιοχών.



Σχήμα 12. Ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων (Texcycle, 2025)

Η σύγχρονη προσέγγιση στη διαχείριση των ΑΕΚΚ προωθεί την ιεράρχηση των πράξεων σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Προτεραιότητα δίνεται στην πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων, ακολουθεί η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η άλλου είδους ανάκτηση (π.χ. ενεργειακή αξιοποίηση) και τέλος η διάθεση ως έσχατη λύση. Σε αυτό το πλαίσιο, η επιλογή των υλικών κατά τον σχεδιασμό ενός νέου έργου, καθώς και η προσεκτική αποσυναρμολόγηση αντί για απλή κατεδάφιση σε υφιστάμενα κτίρια, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της ποσότητας αποβλήτων. Παράλληλα, η δημιουργία υποδομών και η λειτουργία πιστοποιημένων μονάδων επεξεργασίας και ανακύκλωσης ανά την επικράτεια, επιτρέπουν

την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των ΑΕΚΚ και ενισχύουν την τοπική κυκλική οικονομία (ΕΟΑΝ, 2025).

Πέρα από την πρόληψη, η ανάκτηση, η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων έχει σημαντικές δυνατότητες, καθώς ορισμένα υλικά έχουν σημαντική αξία. Στο πλαίσιο αυτό έχει αναδυθεί μια νέα βιομηχανία για τη χρήση αδρανών υλικών που προέρχονται από απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων σε διάφορα κατασκευαστικά έργα. Επιπλέον, η τεχνολογία για τον διαχωρισμό και την ανάκτηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι πλέον καθιερωμένη, άμεσα διαθέσιμη και οικονομικά αποδοτική. Η έκταση της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων διαφέρει σημαντικά εντός της ΕΕ, κυμαινόμενη από κάτω του 10% έως πάνω από 90%. Σε ορισμένα κράτη μέλη, αυτός ο τύπος αποβλήτων απορρίπτεται, καταλαμβάνοντας σημαντικό χώρο υγειονομικής ταφής. Επιπλέον, εάν τα ΑΕΚΚ δεν διαχωρίζονται στην πηγή, μπορεί να περιλαμβάνουν ίχνη επικίνδυνων αποβλήτων, θέτοντας συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς κινδύνους (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).

Τα ΑΕΚΚαν και κατά τη συνήθη αντίληψη δεν είναι πλέον χρήσιμα στον κάτοχό τους διατηρούν κάποια αξία, ενώ εξ αυτών μόνο ένα μικρό κλάσμα δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και αναπόφευκτα θα απορριφθεί σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η ανακύκλωση είναι η διαδικασία μετατροπής των αποβλήτων αυτών σε πόρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αρχική τους λειτουργία ή για άλλες εφαρμογές, εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας. Η ανακύκλωση αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της συστηματικής διαχείρισης των αποβλήτων (Rahlaetal., 2022).

Η αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων εξοικονομεί ενέργεια και φυσικούς πόρους. Έτσι, μέσα από την πρακτική αυτή, πολύτιμα υλικά για χρήση ανακτώνται από την αγορά. Επιπλέον, τα ανακυκλωμένα υλικά παράγονται με μειωμένο συνολικό κόστος σε σύγκριση με τα έξοδα που προκύπτουν για την παραγωγή τους από τις πρώτες ύλες που εξορύσσονται (Bertinoetal., 2022).

Επιπρόσθετα, η ανεξέλεγκτη διάθεση στο περιβάλλον δημιουργεί κινδύνους, συμπεριλαμβανομένων πυρκαγιών και πλημμυρών, μειώνει την αισθητική αξία και μολύνει το φυσικό περιβάλλον, επηρεάζοντας αρνητικά τον υδροφόρο ορίζοντα και το έδαφος. Τα

απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων των ΑΕΚΚ, συχνά περιλαμβάνουν επικίνδυνες ενώσεις, ενώ η ρυθμιζόμενη απόρριψη των απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής επιδεινώνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή λόγω των εκπομπών μεθανίου. Εκτός από την αποφυγή του φαινομένου αυτού, η παραγωγή δευτερογενών υλικών μέσω της ανακύκλωσης απαιτεί λιγότερη χρήση ενέργειας, με αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ANAKEM, 2025).

Η κυκλική οικονομία είναι ένα παράδειγμα παραγωγής και κατανάλωσης που βασίζεται στη βιώσιμη ανάπτυξη. Διευκολύνει την παρατεταμένη χρήση υλικών, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση φυσικών πόρων, ενώ παρέχει μια ευκαιρία για την έναρξη ενός νέου κύκλου ζωής για τα υλικά (Minunno et al., 2020). Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) αποτελούνται από πολλά στοιχεία, όπως σκυρόδεμα, οπλισμένο σκυρόδεμα, άσφαλτο, τούβλα, κεραμικά, πέτρες, χώμα, ξύλο, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά και γύψο. Συχνά περιλαμβάνουν ελάχιστες ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων διαλυτών και αμιάντου. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να διαχωρίζονται στην πηγή. Η διαλογή στην πηγή αναφέρεται στην κατηγοριοποίηση των αποβλήτων, όπως περιγράφεται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, στο σημείο παραγωγής τους, επιτρέποντας την κατανομή τους στο κατάλληλο σύστημα διαχείρισης (ANAKEM, 2025).

Η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις αποτελεί σήμερα έναν από τους βασικούς πυλώνες της περιβαλλοντικά υπεύθυνης διαχείρισης έργων στον τεχνικό και κατασκευαστικό τομέα (Χατζηγεωργιάδου, 2008). Η ανάγκη για περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την ανεξέλεγκτη απόρριψη ή τη μη αξιοποίηση των υλικών που προκύπτουν από τέτοιες δραστηριότητες οδήγησε στη θέσπιση ενός θεσμικού πλαισίου που προβλέπει συγκεκριμένα μέτρα και υποχρεώσεις. Στην Ελλάδα, κομβικής σημασίας υπήρξε η Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/1757/Ε103 (ΦΕΚ Β' 1312/24-8-2010), μέσω της οποίας θεσπίστηκε το πλαίσιο εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ, τόσο για ιδιωτικά όσο και για δημόσια έργα. Σκοπός αυτής της απόφασης είναι να διασφαλιστεί ότι τα απόβλητα δεν θα καταλήγουν ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον, αλλά θα επανεισάγονται στον κύκλο των πρώτων υλών μέσα από διαδικασίες επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης (Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων, 2025, ANAKEM, 2025).

Με βάση την εν λόγω Κ.Υ.Α., η «εναλλακτική διαχείριση» περιλαμβάνει ένα σύνολο ενεργειών όπως είναι η συλλογή, η μεταφορά, η προσωρινή αποθήκευση, η επεξεργασία, η αξιοποίηση και η επαναχρησιμοποίηση των ΑΕΚΚ, ώστε τα υλικά αυτά είτε να επανεισέρχονται στην αγορά ως δευτερογενείς πρώτες ύλες είτε να αξιοποιούνται με άλλους τρόπους (όπως, για παράδειγμα, ως δομικά υλικά για επιχώσεις ή οδοστρώσεις). Η εναλλακτική διαχείριση εποπτεύεται σε εθνικό επίπεδο από τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΠ), ο οποίος αποτελεί τον αρμόδιο ελεγκτικό φορέα που διασφαλίζει την εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου και την τήρηση των προδιαγραφών (Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων, 2025).

Για τα ιδιωτικά έργα, προβλέπεται ρητά η υποχρέωση υποβολής Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (Σ.Δ.Α.) από τον υπεύθυνο φορέα υλοποίησης του έργου (όπως εργολάβος, κατασκευαστής ή κύριος του έργου), καθώς και η κατάθεση εγγυητικής επιστολής. Η αξία της εγγυητικής εξαρτάται από τη φύση του έργου, αν πρόκειται για έργα εκσκαφής το ποσοστό είναι 0,2% επί του συνολικού προϋπολογισμού, ενώ για έργα κατασκευών ή κατεδαφίσεων το ποσοστό αυξάνεται σε 0,5%. Αυτή η εγγυητική λειτουργεί ως μηχανισμός διασφάλισης ότι ο φορέας υλοποίησης θα τηρήσει τις υποχρεώσεις του ως προς τη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων (Κόρδα, 2024).

Για τα δημόσια έργα, η εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ ενσωματώνεται είτε στην Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) είτε στη Σύμβαση Ανάθεσης του έργου, καθιστώντας την υποχρεωτική στο πλαίσιο της ευρύτερης περιβαλλοντικής συμμόρφωσης. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη έγγραφης σύμβασης μεταξύ του διαχειριστή των αποβλήτων και της μονάδας επεξεργασίας που θα αναλάβει την επεξεργασία ή την αξιοποίηση των ΑΕΚΚ. Η μονάδα αυτή πρέπει να είναι αδειοδοτημένη και να περιλαμβάνεται στον κατάλογο των συνεργαζόμενων μονάδων του κατά τόπους Φορέα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης (Σ.Ε.Δ.) με τον οποίο έχει συμβληθεί ο διαχειριστής (Χατζηγεωργιάδου, 2008).

Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ.), που αποτελεί επίσης έναν από τους βασικούς φορείς υλοποίησης της πολιτικής για την εναλλακτική διαχείριση, διατηρεί ενημερωμένους καταλόγους με όλους τους εγκεκριμένους φορείς διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Κάθε φορέας διαχείρισης έχει ορισμένο γεωγραφικό πεδίο ευθύνης και συνεργάζεται με πιστοποιημένες μονάδες επεξεργασίας στις οποίες καταλήγουν τα απόβλητα για περαιτέρω επεξεργασία, ανακύκλωση ή αξιοποίηση. Ο διαχειριστής του έργου είναι

υποχρεωμένος να επιλέξει μονάδα που να καλύπτει την περιοχή δραστηριότητάς του, διασφαλίζοντας έτσι ότι τα απόβλητα δεν θα διακινηθούν παράνομα ή ανεξέλεγκτα (ΕΟΑΝ, 2025).

Η υποχρεωτική συμμόρφωση με την Κ.Υ.Α. 36259/1757/Ε103 επιδιώκει την ορθολογική και οργανωμένη διαχείριση των αποβλήτων, κάτι που έχει πολλαπλά οφέλη. Καταρχάς, αποτρέπει την ανεξέλεγκτη ρίψη των αποβλήτων σε ρέματα, οικόπεδα ή άλλους φυσικούς χώρους, περιορίζοντας τη ρύπανση και την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, μειώνει την ανάγκη εξόρυξης νέων πρώτων υλών, καθώς τα επεξεργασμένα απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά, ενισχύοντας την κυκλική οικονομία. Τέλος, συμβάλλει στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του τεχνικού κόσμου και της κοινωνίας ευρύτερα, καλλιεργώντας νέες περιβαλλοντικές αξίες και πρότυπα στον τομέα των κατασκευών (Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων, 2025).

Η υλοποίηση της εναλλακτικής διαχείρισης στην πράξη απαιτεί, βέβαια, τη συνεργασία πολλών εμπλεκόμενων φορέων, όπως μηχανικών, εργοληπτών, τεχνικών συμβούλων, αλλά και των ίδιων των τοπικών αρχών. Ο σχεδιασμός του Σ.Δ.Α. δεν είναι μια τυπική διαδικασία, αλλά προϋποθέτει ουσιαστική καταγραφή των αναμενόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ, τον προσδιορισμό των τρόπων διαχείρισης και των τελικών αποδεκτών, καθώς και την παρακολούθηση της πορείας των αποβλήτων μέχρι την τελική τους αξιοποίηση (Κόρδα, 2024).

Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, η εφαρμογή της Κ.Υ.Α. συμβάλλει στην αναβάθμιση της περιβαλλοντικής στρατηγικής του κατασκευαστικού τομέα, καθώς τον ωθεί να υιοθετήσει πρακτικές λιγότερο ενεργοβόρες και περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον. Ταυτόχρονα, ανοίγει νέους δρόμους για την ανάπτυξη της πράσινης επιχειρηματικότητας, μέσω της δημιουργίας και λειτουργίας νέων μονάδων επεξεργασίας, δικτύων συλλογής, μεταφοράς και αξιοποίησης αποβλήτων. Οι μονάδες αυτές μπορούν να αποτελέσουν πηγή νέων θέσεων εργασίας, τεχνογνωσίας και οικονομικής δραστηριότητας, ειδικά σε περιοχές όπου μέχρι σήμερα δεν υπήρχε οργανωμένη διαχείριση των ΑΕΚΚ (Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων, 2025).



Σχήμα 13. Εναλλακτική διαχείριση ΑΕΚΚ (ΔΡΑΣΗ, 2025)

4.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΔΟΜΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η Παγκόσμια Έκθεση Κατάστασης για τα Κτίρια και τις Κατασκευές του 2021 από το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP, 2021) υπογραμμίζει την ανησυχητική κατάσταση του παγκόσμιου κατασκευαστικού κλάδου όσον αφορά τη διαχείριση των δομικών αποβλήτων και των αποβλήτων που προέρχονται από τις κατεδαφίσεις (Bertinet al., 2022). Το 2020, οι εκπομπές CO₂ έφτασαν τους 11,7 γιγατόνους, με τον κατασκευαστικό κλάδο να αντιπροσωπεύει περίπου το 36% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην κλιματική αλλαγή. Δεδομένου του τρέχοντος ρυθμού πληθυσμού και οικονομικής επέκτασης, οι εκπομπές CO₂ αναμένεται να συνεχίσουν να αυξάνονται έως ότου θεσπιστούν μέτρα για τον μετριασμό του αποτυπώματος άνθρακα των κτιρίων και των κατασκευών. Ο κατασκευαστικός κλάδος διαθέτει ποικίλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Brüttingetal., 2019), συμπεριλαμβανομένης της εξάντλησης των πόρων (UNEP, 2019), της κατανάλωσης ενέργειας και της παραγωγής αποβλήτων (Ibrahim, 2016).

Η βελτίωση της διαχείρισης και της επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων μπορεί να μετριάσει τις παγκόσμιες επιπτώσεις των κοινωνιών στην κλιματική αλλαγή. Επί του παρόντος, το 5–12% των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός κτιρίου παράγονται κατά την εξόρυξη πρώτων υλών, την κατασκευή δομικών προϊόντων και τις διαδικασίες κατασκευής, ανακαίνισης και κατεδάφισης (Röcketal., 2020).

Η ανακυκλοφορία των υλικών, ιδίως η επαναχρησιμοποίηση, είναι μία από τις τεχνικές που θεωρούνται απαραίτητες για την επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών οι οποίες συνδέονται με τον κατασκευαστικό κλάδο. Η επαναχρησιμοποίηση θεωρείται ως μέθοδος για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων, καθώς αποτρέπει τη δημιουργία αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων και αντικαθιστά πρωτογενή υλικά και προϊόντα, αποφέροντας δυνητικά οφέλη στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην ενεργειακή απόδοση (Cai&Waldmann, 2019).



Σχήμα 14. Υλικά κατεδάφισης (Πηγή εικόνας: Archetype, 2022)

Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις αποτελεί βασικό πυλώνα της κυκλικής οικονομίας στον κατασκευαστικό τομέα και συμβάλλει καθοριστικά στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Τα απόβλητα που προκύπτουν από τέτοιες δραστηριότητες περιλαμβάνουν υλικά όπως σκυρόδεμα, τούβλα, ξύλο, μέταλλα, γυαλί, γύψο, πλαστικά, αλλά και μόνωση και προϊόντα επιστρώσεων. Η σωστή διαχείρισή τους όχι μόνο περιορίζει τη χρήση φυσικών πόρων, αλλά προσφέρει και οικονομικά οφέλη μέσω της μείωσης του κόστους απόρριψης και της ανάκτησης χρήσιμων υλικών (Rakhshanetal., 2020).

Οι κύριοι τρόποι επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν την άμεση επανατοποθέτηση υλικών σε άλλα έργα, τη μετατροπή τους σε δευτερογενείς πρώτες ύλες, καθώς και την ενσωμάτωσή τους σε νέες κατασκευές. Για παράδειγμα, το θραυσμένο σκυρόδεμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αδρανές υλικό σε νέες σκυροδετήσεις ή ως υλικό επίχωσης. Τα τούβλα, εφόσον δεν έχουν υποστεί φθορά, μπορούν να καθαριστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά ή ακόμα και σε έργα αισθητικής διαμόρφωσης. Το ξύλο, ανάλογα με την κατάστασή του, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό, επένδυση ή ακόμη και ως βιοκαύσιμο. Τα μεταλλικά στοιχεία συλλέγονται, λιώνονται και χρησιμοποιούνται ξανά στη βιομηχανία, ενώ το γυαλί και τα πλαστικά μπορούν να υποβληθούν σε ανακύκλωση και να παραχθούν νέα προϊόντα (Condotta, 2021).

Οι προοπτικές επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων αυτών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ορθή διαλογή και αποσυναρμολόγηση κατά τη φάση της κατεδάφισης, κάτι που απαιτεί κατάλληλο σχεδιασμό και κατάρτιση. Η επιτυχής εφαρμογή μεθόδων «αποδόμησης» αντί απλής κατεδάφισης, επιτρέπει την ανάκτηση μεγαλύτερης ποσότητας υλικών σε καλή κατάσταση. Επιπλέον, η ανάπτυξη ειδικών μονάδων διαλογής και επεξεργασίας, καθώς και η δημιουργία αγορών για τα ανακτηθέντα προϊόντα, μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την κυκλική χρήση των υλικών (Nußholzetal., 2020).

Στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης, πολλές χώρες ενισχύουν τη νομοθεσία για την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων κατασκευών, ενώ παράλληλα προωθούν την καινοτομία στον τομέα των πράσινων υλικών. Οι σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η ψηφιακή απογραφή υλικών και η χρήση BIM (BuildingInformationModeling), βοηθούν στον καλύτερο σχεδιασμό για την ανάκτηση υλικών ήδη από τη φάση της μελέτης ενός έργου. Η ενίσχυση της ενημέρωσης και της εκπαίδευσης των επαγγελματιών του κλάδου, σε συνδυασμό με οικονομικά κίνητρα και κατάλληλες υποδομές, μπορεί να οδηγήσει στην ευρεία εφαρμογή πρακτικών επαναχρησιμοποίησης (Charef, 2022).

Σε αντίθεση με την ανακύκλωση, η οποία περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία των αποβλήτων για τη δημιουργία νέων υλικών, η επαναχρησιμοποίηση διατηρεί τη λειτουργικότητα του υλικού ή του εξαρτήματος μετά την επαναφορά του (Brüttingetal., 2019). Εκτός από τα αναμενόμενα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση επαναχρησιμοποίησης θα μπορούσε να προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη λόγω της σημαντικής ποσότητας αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων που μπορούν να αντικαταστήσουν νέα και κοστοβόρα υλικά. Συνεπώς, η επαναχρησιμοποίηση φέροντων στοιχείων θεωρείται ως μια βιώσιμη μέθοδος για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής (Bertinetal., 2022).

5.Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΕΚΚ

Η πρωτογενής εθνική νομοθεσία που διέπει την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ελλάδα είναι η Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312/Β/24-08-2010), με τίτλο «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)». Αυτό συμπληρώνεται από το άρθρο 181, «Μεταλλευτικές – Λατομικές εργασίες εντός δασών – δασικών εκτάσεων», του Ν. 4001/2011 (ΦΕΚ 179/Α/22-08-2011) και το άρθρο 40, «Θέματα σχετικά με απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις», του Ν. 4030/2011 (ΦΕΚ 249/Α/25-11-2011), το οποίο τροποποιήθηκε και αντικαταστάθηκε από το άρθρο 51 του Ν. 4280/2014 (ΦΕΚ 159/Α/08-08-2014), με τίτλο «Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση – Βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών Ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις», καθώς και το άρθρο 17 του Ν. 4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α/09-04-2012) «Νέος Οικοδομικός Κανονισμός» (Επίσημος Ιστότοπος Ελληνικής Κυβέρνησης, 2022).

Υπεύθυνοι για τη διαχείριση βάσει νόμου είναι οι εργολάβοι που εμπλέκονται σε δημόσια ή ιδιωτικά έργα, συμπεριλαμβανομένων των κατασκευαστών, των τεχνικών και κατασκευαστικών εργολάβων, των εταιρειών ενοικίασης εξοπλισμού και των προμηθευτών προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς των ΑΕΚΚ, ή ο κύριος του έργου εάν το έργο δεν έχει ανατεθεί σε εργολάβο (Σταθακόπουλος, 2011).

Τα μηχανήματα ανακύκλωσης της ΑΕΚΚ, με βάση τον τύπο των εισερχόμενων υλικών, ενσωματώνουν διαδικασίες διαλογής, σύνθλιψης, κοσκινίσματος και μαγνητικού διαχωρισμού για την παραγωγή υλικών σε ποικίλα τελικά μεγέθη και κοκκομετρία σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς (Σταθακόπουλος, 2011).

Το άρθρο 12 της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312/Β/24-08-2010) καθορίζει ποσοτικοποιημένους στόχους για την ανάκτηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, το οποίο αναθεωρείται και ενισχύεται από το άρθρο 27 του νόμου 4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-02-2012). Σε ευθυγράμμιση με τα προαναφερθέντα, καθορίζονται στόχοι για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση διαφόρων υλικών (συμπεριλαμβανομένων των εργασιών επίχωσης όπου τα

απόβλητα αντικαθιστούν άλλα υλικά) που αφορούν τα μη επικίνδυνα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, εξαιρουμένων των φυσικών υλικών που ταξινομούνται στην κατηγορία 17 05 04 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (Επίσημος Ιστότοπος Ελληνικής Κυβέρνησης, 2022).

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) κατηγοριοποιούνται ως «άλλα προϊόντα» από τον νόμο 2939/01 (ΦΕΚ 179 Α), και σύμφωνα με τα άρθρα 15 και 17 του ίδιου νόμου, είναι υποχρεωτική η εφαρμογή μέτρων για την επαναχρησιμοποίηση ή/και ανάκτηση αυτών των υλικών (Επίσημος Ιστότοπος Ελληνικής Κυβέρνησης, 2022). Οι διατάξεις της ΚΥΑ 36259/2010 σχετικά με την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ αφορούν απόβλητα που παράγονται τόσο από ιδιωτικά όσο και από δημόσια έργα, με στόχο την ελαχιστοποίηση της τελικής διάθεσης των ΑΕΚΚ. Αυτό επιτυγχάνεται με την ιεράρχηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και άλλων μεθόδων ανάκτησης υλικών για τη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενών πρώτων υλών και τη διευκόλυνση της ανάκτησης ενέργειας ως βιώσιμου μέσου αξιοποίησης πόρων. Η ΚΥΑ 36259/2010 ορίζει το πρόγραμμα εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Στην ίδια ΚΥΑ ορίζονται οι γενικές παράμετροι του Προγράμματος Εναλλακτικής Διαχείρισης, οι όροι και οι προϋποθέσεις διαχείρισης των ΑΕΚΚ, τα καθήκοντα των διαχειριστών και οι όροι και οι προϋποθέσεις για τη συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και χρήση τους. Τονίζεται η επιτακτική ανάγκη δημιουργίας και ενίσχυσης οργανωμένων δικτύων για τη συλλογή, κατηγοριοποίηση και αξιοποίηση των αποβλήτων που παράγονται από κατασκευές, κατεδαφίσεις και εκσκαφές, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 2939/01 και τους ειδικότερους όρους που περιγράφονται στην προαναφερθείσα Κοινή Υπουργική Απόφαση (Επίσημος Ιστότοπος Ελληνικής Κυβέρνησης, 2022).

Στην Ελλάδα, τα ετήσια απορρίμματα που παράγονται από οικοδομικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων τόσο των κατασκευών όσο και των κατεδαφίσεων, εκτιμώνται σε 6-7 εκατομμύρια τόνους (Μελέτη Υπουργείου Περιβάλλοντος, Δημοσίων Έργων και Δημοσίων Έργων, 2006), αλλά ο αριθμός αυτός μειώνεται συνεχώς λόγω της ύφεσης στον κατασκευαστικό κλάδο. Μέχρι πρόσφατα, η απουσία ενός δομημένου δικτύου για τη συλλογή και αξιοποίηση αυτών των υλικών είχε ως αποτέλεσμα μια κατακερματισμένη προσέγγιση διαχείρισης, η οποία οδήγησε σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της μη ρυθμιζόμενης απόρριψής τους. Από τις 24 Μαΐου 2024, λειτουργούν 13 φορείς

πιστοποιημένοι από τον ΕΟΑΝ ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ, επιτυγχάνοντας ποσοστό κάλυψης 92% σε όλη τη χώρα (βλ. Πίνακας 1) (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025).

Πίνακας 1: Κάλυψη επικράτειας της Ελλάδας ως προς τη διαχείριση των ΑΕΚΚ (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025)

ΣΣΕΔ	ΚΑΛΥΨΗ Π.Ε./ΣΣΕΔ	% κάλυψη Επικράτειας (74 Π.Ε.)		
ΑΝΑΚΕΜ Α.Ε.	66	89%		
Σ.ΑΝ.Κ.Ε. Ε.Π.Ε.	35	47%	ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ	13
ΠΕΔΜΕΔΕ ΕΟΟ	33	45%	Π.Ε που καλύπτονται	68
ΑΝΑΕΚΚ Α.Ε.	26	35%	Αριθμός Π.Ε. Ελλάδας	74
ΑΝ.Α.Β.Ε. Α.Ε.	24	32%	Ποσοστό κάλυψης	92%
ΣΑΝΕ Α.Ε.	23	31%		
Α.Α.Ν.ΕΛ.	11	15%		
Σ.Ε.Δ.Π.Ε.ΚΑΤ. Α.Ε.	14	19%		
ΑΝΑΚΤΗΣΗ Α.Ε.	14	19%		
ΨΑΡΡΑΣ ΑΜΚΕ	7	9%		
ΔΑΝΑΕΚΚ	1	1%		
ΕΣΑΝ ΑΜΚΕ	1	1%		

Σ.Α.Μ.Α.	1	1%		
ΜΟΝ. Ι.Κ.Ε.				

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης (2024) των ετήσιων απολογιστικών εκθέσεων των ΣΕΔ ΑΕΚΚ για τα έτη 2016, 2017 και 2018, διαπιστώθηκαν οι ακόλουθες τάσεις αναφορικά με την Ελλάδα (βλ. Πίνακας 2):

Πίνακας 2: Εισερχόμενες και εξερχόμενες ποσότητες ΑΕΚΚ στη χώρα (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2025)

Έτος	Εισερχόμενα ΑΕΚΚ (tn)			Εξερχόμενες ποσότητες προς ανάκτηση υλικών (tn)			Ενεργά ΣΕΔ ΑΕΚΚ	Γεωγραφική κάλυψη σε επίπεδο νομών (%)
	Απόβλητα Εκσκαφών	ΑΚΚ	Σύνολο ΑΕΚΚ	Ανακύκλωση	Επίχωση	Σύνολο		
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.ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Στο παρόν κεφάλαιο της μελέτης αναλύονται δύο μελέτες περίπτωσης οι οποίες αποσκοπούν στο να απαντήσουν στα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποια είναι τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές έργων υποδομής και κτηριακών εγκαταστάσεων;
- Ποιοι είναι οι τύποι και οι ποσότητες αποβλήτων που προκύπτουν από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ);
- Ποιες μέθοδοι διαχείρισης των ΑΕΚΚ εφαρμόζονται, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης, της άμεσης ανάκτησης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης;
- Ποιες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών αποβλήτων και ποιες οι δυνατότητες για επαναχρησιμοποίηση των υλικών τους;
- Ποια είναι η τρέχουσα κατάσταση και οι προκλήσεις σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα;

Για να μπορέσουν να αντληθούν τα απαραίτητα στοιχεία και να πραγματοποιηθούν επιτυχώς οι αναλύσεις επιλέχθηκαν δύο ελληνικές εταιρείες, οι οποίες διαχειρίζονται απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ).

6.1.Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Κεντρικής Μακεδονίας - ANAKEM ΑΕ

6.1.1.Παρουσίαση της ANAKEM ΑΕ και της δράσης της

Η ANAKEM Α.Ε. αποτελεί ένα από τα πρώτα εγκεκριμένα Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ελλάδα. Η εταιρεία έχει τη νομική μορφή ανώνυμης εταιρείας και οι μέτοχοί της είναι κυρίως τεχνικές κατασκευαστικές εταιρείες, γεγονός που της προσδίδει ισχυρή γνώση και εμπειρία στον τομέα των κατασκευών και της διαχείρισης αποβλήτων (ANAKEM, 2021). Η ANAKEM λειτουργεί ως συνδεδετικός κρίκος μεταξύ των διαφόρων φορέων που εμπλέκονται στη διαχείριση των ΑΕΚΚ, με στόχο την ορθή, βιώσιμη και αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων (ANAKEM, 2025).

Η εταιρεία συνεργάζεται στενά με διαχειριστές ΑΕΚΚ, δηλαδή εργολάβους που συμμετέχουν σε ιδιωτικά και δημόσια έργα, εξασφαλίζοντας ότι τα απόβλητα που προκύπτουν από τις κατασκευές συλλέγονται, μεταφέρονται και διαχειρίζονται σωστά. Επιπλέον, η ANAKEM συνεργάζεται με Μονάδες Επεξεργασίας καθώς και με Εταιρείες Συλλογής, Μεταφοράς και Προσωρινής Αποθήκευσης ΑΕΚΚ (GreenBusiness, 2025). Μέσω αυτών των συνεργασιών, διασφαλίζεται η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των υλικών, μειώνοντας την ανάγκη για πρώτες ύλες και περιορίζοντας την περιβαλλοντική επιβάρυνση (ANAKEM, 2025).

Η υποστήριξη των δημόσιων φορέων αποτελεί επίσης κρίσιμο κομμάτι της λειτουργίας της ANAKEM. Οι Περιφέρειες και οι Δήμοι ενημερώνονται και καθοδηγούνται για την πρόληψη παραγωγής αποβλήτων, τη σωστή διαχείρισή τους και την αποφυγή ανεξέλεγκτης διάθεσης μπαζών στην περιοχή τους. Η εταιρεία παρέχει αναλυτικές οδηγίες για τις διαδικασίες εναλλακτικής διαχείρισης, διασφαλίζοντας ότι οι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς ακολουθούν τις βέλτιστες πρακτικές στον τομέα της κυκλικής οικονομίας (ANAKEM, 2025).

Μία από τις βασικές δραστηριότητες της ANAKEM είναι η παρακολούθηση και καταγραφή των στοιχείων διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Μέσω αυτής της διαδικασίας, η εταιρεία συντάσσει απολογισμούς προς τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ., 2025), εξασφαλίζοντας διαφάνεια και υπευθυνότητα στις διαδικασίες εναλλακτικής διαχείρισης. Αυτά τα δεδομένα αποτελούν επίσης πολύτιμο εργαλείο για τη βελτίωση των πρακτικών και την ανάπτυξη νέων στρατηγικών στον τομέα των κατασκευών και της διαχείρισης αποβλήτων (ANAKEM, 2025).

Η ANAKEM συμμετέχει ενεργά σε δράσεις ευαισθητοποίησης και σε ερευνητικά προγράμματα που αφορούν την παραγωγή και αξιοποίηση υλικών από ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ, καθώς και τη βιωσιμότητα των κατασκευών. Συγκεκριμένα, η εταιρεία συμμετέχει σε έργα που χρηματοδοτούνται από το Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα (ΠΕΠ) Κεντρικής Μακεδονίας και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα HORIZON, τα οποία προωθούν την καινοτομία, την περιβαλλοντική υπευθυνότητα και τη βιώσιμη ανάπτυξη στον κατασκευαστικό τομέα (Schindler-Daniels, 2014). Μέσα από αυτές τις πρωτοβουλίες, η ANAKEM συμβάλλει στην αναβάθμιση των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων και στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης στην κοινωνία (ANAKEM, 2025).

Επιπλέον, η εταιρεία εφαρμόζει ένα ευρύ πρόγραμμα εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, πραγματοποιώντας επιδεικτικές δράσεις καθαρισμού ιστορικών αποθέσεων ΑΕΚΚ σε προστατευόμενες και ιδιαίτερα επιβαρυμένες περιοχές. Αυτές οι δράσεις συνδυάζουν περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση με πρακτικές λύσεις, προβάλλοντας την ANAKEM ως παράδειγμα υπεύθυνης και βιώσιμης εταιρικής λειτουργίας (ANAKEM, 2025).

Στην ANAKEM A.E. έχει δημιουργηθεί ένα πυκνό δίκτυο μεταφορέων και σημείων παραλαβής, καθώς και μονάδων επεξεργασίας, που καλύπτει όλη την Ηπειρωτική Ελλάδα και τα νησιά. Αυτό το εκτεταμένο δίκτυο επιτρέπει την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ σε εθνικό επίπεδο, μειώνοντας τους χρόνους μεταφοράς, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και ενισχύοντας την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων. Το δίκτυο εξασφαλίζει ότι ακόμα και τα πιο απομακρυσμένα έργα μπορούν να επωφεληθούν από τις υπηρεσίες εναλλακτικής διαχείρισης, συνεισφέροντας στην επίτευξη ενός πιο βιώσιμου κατασκευαστικού τομέα (ANAKEM, 2025).

Η ANAKEM A.E. διαθέτει επίσης πιστοποιήσεις που ενισχύουν την αξιοπιστία και την ποιότητα των υπηρεσιών της. Συγκεκριμένα, εφαρμόζει Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας κατά ISO 9001 (Sampaioetal., 2009) και Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης κατά ISO 14001 (Tarietal., 2012). Αυτές οι πιστοποιήσεις αποδεικνύουν τη δέσμευση της εταιρείας στην υψηλή ποιότητα υπηρεσιών, την τήρηση διεθνών προτύπων και την προστασία του περιβάλλοντος, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι διαδικασίες διαχείρισης ΑΕΚΚ είναι ασφαλείς, αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον (ANAKEM, 2025).

Γενικότερα, η ANAKEM A.E. αποτελεί πρότυπο εταιρείας που συνδυάζει τεχνική εξειδίκευση, περιβαλλοντική υπευθυνότητα και κοινωνική συνείδηση. Μέσω της στενής συνεργασίας με διαχειριστές έργων, Μονάδες Επεξεργασίας και δημόσιους φορείς, η εταιρεία διασφαλίζει την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών στον κατασκευαστικό τομέα. Με τη συνεχή παρακολούθηση των διαδικασιών, τη συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα και την υλοποίηση δράσεων εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, η ANAKEM A.E. προάγει ένα ολοκληρωμένο και υπεύθυνο μοντέλο διαχείρισης αποβλήτων, ενισχύοντας τη βιώσιμη ανάπτυξη σε εθνικό επίπεδο (ANAKEM, 2025).

6.1.2. Διακρίσεις και λειτουργία

Η ANAKEM A.E. αποτελεί έναν από τους πλέον αναγνωρισμένους φορείς στον χώρο της διαχείρισης αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ελλάδα, και η προσήλωσή της στην κυκλική οικονομία και την πράσινη ανάπτυξη έχει αναγνωριστεί μέσα από πλήθος βραβεύσεων και διακρίσεων. Η εταιρεία έχει λάβει βραβεία στα GreekGreenAwards κατά τη Διεθνή Έκθεση VerdeTec για τη συνολική συμβολή της στη διαχείριση στερεών αποβλήτων το 2019, ενώ τα έτη 2023 και 2024 διακρίθηκε για την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων, επιβεβαιώνοντας την δέσμευσή της στην περιβαλλοντική υπευθυνότητα και την καινοτομία στον τομέα της αποκατάστασης φυσικών περιοχών (VerdeTec, 2025). Παράλληλα, οι επιδόσεις της στην ανακύκλωση των ΑΕΚΚ αναγνωρίστηκαν το 2022 και το 2023, ενώ το 2025 απέσπασε το βραβείο «Καινοτομίας στην Ανακύκλωση» στην ίδια έκθεση, γεγονός που αναδεικνύει τη συνεχή προσπάθεια της εταιρείας να καινοτομεί και να προωθεί βιώσιμες λύσεις (ANAKEM, 2025).



Εικόνα 15. Απόβλητα εκσκαφών - Διαχείριση από την ANAKEM (2025)

Η ANAKEM έχει επίσης διακριθεί από το Ινστιτούτο Κυκλικής Οικονομίας και Κλιματικής Αλλαγής του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Δημοσίου Δικαίου (EPLO), λαμβάνοντας το 2024 το βραβείο CircularEconomyExcellence και το 2022 το βραβείο GreenGrowth, για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και της πράσινης ανάπτυξης αντίστοιχα (Souliotis, 2022). Επιπλέον, η εταιρεία τιμήθηκε για τη συμβολή της στην κυκλική οικονομία κατά την τελετή εγκαινίων της έκθεσης AtticaGreenExpo 2023 (AtticaGreenExpo, 2023) και για την εκπαιδευτική της προσφορά στην AtticaGreenExpo 2024 (AtticaGreenExpo, 2024), δείχνοντας τη δέσμευση της για διάχυση γνώσης και ευαισθητοποίηση της κοινωνίας (ANAKEM, 2025).

Η λειτουργία της ANAKEM Α.Ε. επεκτείνεται σε πολλούς τομείς που συνδέονται με τη διαχείριση ΑΕΚΚ και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών στον κατασκευαστικό τομέα. Πρώτιστο μέλημα της εταιρείας είναι η ενημέρωση ιδιωτών, δημόσιων και ιδιωτικών φορέων σχετικά με τις υποχρεώσεις τους στην ανακύκλωση των ΑΕΚΚ. Μέσα από συμβάσεις με τους υπόχρεους διαχειριστές, η ANAKEM διασφαλίζει ότι τα απόβλητα συλλέγονται και ανακυκλώνονται σωστά, ενώ παρέχει υποστήριξη και εποπτεία για την ορθή διαλογή των αποβλήτων στην πηγή, καθώς και για τις δυνατότητες προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας τους (ANAKEM, 2025).

Παράλληλα, η εταιρεία εποπτεύει τις συμβεβλημένες μονάδες επεξεργασίας, εξασφαλίζοντας ότι οι διαδικασίες ανακύκλωσης τηρούν υψηλά ποιοτικά πρότυπα και ότι τα ανακυκλωμένα προϊόντα πληρούν τις ποιοτικές παραμέτρους που επιτρέπουν την βέλτιστη αξιοποίησή τους. Μέσω αυτής της διαδικασίας, η ANAKEM συμβάλλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας και της βιωσιμότητας των έργων, προάγοντας την οικονομική και περιβαλλοντική υπευθυνότητα στον χώρο των κατασκευών (ANAKEM, 2025).

Η στήριξη των δημόσιων υπηρεσιών και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης αποτελεί επίσης κομβικό σημείο της δραστηριότητας της εταιρείας (Μάρκος, 2015). Η ANAKEM συνεργάζεται μαζί τους για την επίτευξη στόχων πρόληψης, επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών, ενώ τους βοηθά στη διαχείριση του περιβάλλοντος και στην καταπολέμηση της ανεξέλεγκτης διάθεσης μπαζών (ANAKEM, 2021). Μέσα από δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης, η εταιρεία προσεγγίζει τόσο τους φορείς όσο

και τους πολίτες, ενισχύοντας τη γνώση και την υπευθυνότητα σε θέματα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ (ANAKEM, 2025).

Επιπλέον, η ANAKEM συνεργάζεται με ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια και επιχειρήσεις για την προώθηση της έρευνας στον τομέα παραγωγής και αξιοποίησης υλικών από ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ. Μέσω αυτής της συνεργασίας, η εταιρεία συμμετέχει σε έργα που ενισχύουν την καινοτομία, προωθούν την αειφορία και αναδεικνύουν νέες μεθόδους επαναχρησιμοποίησης υλικών, συμβάλλοντας παράλληλα στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης στον χώρο των κατασκευών (ANAKEM, 2025).

Το 2019 η ANAKEM εισήλθε σε έναν νέο τομέα δραστηριότητας με τη μελέτη και υλοποίηση έργων αποκατάστασης ανενεργών λατομείων, σύμφωνα με το επικαιροποιημένο επιχειρησιακό της σχέδιο. Η δραστηριότητα αυτή ενισχύει την περιβαλλοντική αποκατάσταση περιοχών που έχουν υποστεί καταστροφή από εξορυκτικές δραστηριότητες, προσφέροντας βιώσιμες λύσεις και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (ANAKEM, 2025).

Η ANAKEM Α.Ε. συνδυάζει τη λειτουργική αποτελεσματικότητα με τη βιωσιμότητα και την κοινωνική υπευθυνότητα. Οι βραβεύσεις που έχει λάβει αναδεικνύουν την προσήλωση της στην κυκλική οικονομία, την καινοτομία στην ανακύκλωση και τη συμβολή της στην πράσινη ανάπτυξη. Μέσα από την υποστήριξη διαχειριστών, τη συνεργασία με δημόσιους φορείς, την έρευνα και την εκπαίδευση, η ANAKEM προάγει ολοκληρωμένες πρακτικές διαχείρισης ΑΕΚΚ, ενώ οι δράσεις της σε εθνικό επίπεδο και σε επίπεδο κοινοτήτων ενισχύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και την περιβαλλοντική συνείδηση στην ελληνική κοινωνία (ANAKEM, 2025).

6.1.3.Εγκρίσεις και άδειες

Η ANAKEM Α.Ε., ως πρωτοπόρο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), έχει θεσμική υπόσταση και λειτουργεί με πλήρη νομιμότητα βάσει των απαιτήσεων του ελληνικού νομικού πλαισίου. Το ΣΣΕΔ ANAKEM ιδρύθηκε σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/2010 (Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259, 2010) και από τότε έχει λάβει σειρά εγκρίσεων και

τροποποιήσεων από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), διασφαλίζοντας την επίσημη αναγνώρισή του και την ορθή λειτουργία του σε όλη την Ελλάδα (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Η πρώτη σημαντική έγκριση αφορούσε τη λειτουργία του ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας το 2012, θέτοντας τα θεμέλια για την αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ στην περιοχή. Το 2014 ακολούθησε τροποποίηση της τιμολογιακής πολιτικής και γεωγραφική επέκταση στους Νομούς Δράμας, Καβάλας, Ξάνθης και Χανίων, διευρύνοντας την εμβέλεια της δραστηριότητας της ΑΝΑΚΕΜ και βελτιώνοντας την οικονομική διαχείριση των υπηρεσιών της. Το 2016, το ΣΣΕΔ επεκτάθηκε περαιτέρω στους Νομούς Ροδόπης, Έβρου, Καστοριάς και Λέσβου, ενισχύοντας την παρουσία του σε βορειοανατολικές και δυτικές περιοχές της Ελλάδας (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Το 2018, η γεωγραφική κάλυψη επεκτάθηκε στους Νομούς Λαρίσης, Φλώρινας, Αχαΐας και Κεφαλληνίας, ενώ το 2019 σημειώθηκε η έγκριση κατά την παρ. 1 του άρθρου 23 του ν. 4496/2017 και η ανανέωση της έγκρισης του ΣΣΕΔ με παράλληλη γεωγραφική επέκταση σε νέους Νομούς, όπως Κοζάνης, Ιωαννίνων, Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας, Λασιθίου, Χίου, Ζακύνθου, και χορήγηση επάρκειας για την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων. Αυτή η επέκταση αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη του ΣΣΕΔ, ενισχύοντας τη δυνατότητα παρέμβασης της ΑΝΑΚΕΜ σε μεγαλύτερο γεωγραφικό εύρος και διαφοροποιημένες περιβαλλοντικές συνθήκες (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Στη συνέχεια, το 2020, το ΣΣΕΔ επεκτάθηκε στους Νομούς Αττικής, Ηρακλείου, Ρεθύμνου, Κέρκυρας, Μυκόνου και Γρεβενών, καθώς και στο Νομό Ευβοίας, ενώ συμπεριλήφθηκαν επίσης οι Π.Ε. Αργολίδας, Βοιωτίας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Κω, Ρόδου και Λήμνου, με προσθήκη προαιρετικής εφαρμογής εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων παραγωγής σκυροδέματος (ΑΝΑΚΕΜ, 2021). Το 2021, η γεωγραφική εμβέλεια επεκτάθηκε στις Π.Ε. Μαγνησίας, Ευρυτανίας, Ηλείας, Λακωνίας, Άνδρου, Θήρας, Κέας – Κύθνου, Μήλου, Νάξου, Πάρου, Σύρου και Τήνου. Μέσω αυτών των συνεχών επεκτάσεων, η ΑΝΑΚΕΜ έχει κατορθώσει να καλύψει την πλειονότητα των περιοχών της Ελλάδας, εξασφαλίζοντας την πλήρη και αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ σε εθνικό επίπεδο (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Στο πλαίσιο της νομοθετικής προσαρμογής στις απαιτήσεις του Ν.4819/2021, το ΣΣΕΔ υπέβαλε φάκελο επιχειρησιακού σχεδίου για αξιολόγηση της συμμόρφωσης, με τροποποίηση της γεωγραφικής εμβέλειας και των χρηματικών εισφορών, διασφαλίζοντας

ότι η λειτουργία του ΣΣΕΔ παραμένει σύμφωνη με τα ισχύοντα νομικά πρότυπα και τις σύγχρονες ανάγκες της αγοράς και του περιβάλλοντος (Ν.4819, 2021). Το 2024, ακολούθησε η τροποποίηση της απόφασης 210.2/29.03.2024 του ΔΣ του ΕΟΑΝ για την ακριβή αποτύπωση της γεωγραφικής εμβέλειας του ΣΣΕΔ, ενώ παράλληλα αξιολογήθηκαν στοιχεία σχετικά με την επέκταση της γεωγραφικής εμβέλειας σε περιοχές όπως η ΠΕ Πάρου και η προέγκριση στην ΠΕ Θεσπρωτίας, οδηγώντας σε επίσημη τροποποίηση των σχετικών αποφάσεων (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Συνεχίζοντας τις διοικητικές διαδικασίες, αξιολογήθηκαν οι προεγκρίσεις στις ΠΕ Θήρας, περιλαμβανομένων των νησιών Φολέγανδρος και Σίκινος, καθώς και στις ΠΕ Λήμνου και άλλες περιοχές όπως η ΠΕ Μαγνησίας, Μεσσηνίας, Νάξου (Ν. Αμοργός) και Καλύμνου. Κάθε αξιολόγηση οδήγησε σε μετατροπή των προεγκρίσεων σε πλήρη έγκριση, ενισχύοντας τη νομιμότητα και τη διαφάνεια της λειτουργίας του ΣΣΕΔ. Αυτές οι διαδικασίες διασφαλίζουν ότι η ΑΝΑΚΕΜ λειτουργεί με πλήρη συμμόρφωση προς τη νομοθεσία, προστατεύοντας το περιβάλλον και προάγοντας την αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Η συνεχής ανανέωση και τροποποίηση των αδειών και εγκρίσεων καταδεικνύει τη δέσμευση της ΑΝΑΚΕΜ να προσαρμόζεται στις αλλαγές της νομοθεσίας και στις ανάγκες των δημόσιων και ιδιωτικών φορέων που συνεργάζονται μαζί της. Μέσα από αυτήν τη διαδικασία, η εταιρεία ενισχύει την ικανότητά της να παρέχει υψηλής ποιότητας υπηρεσίες διαχείρισης ΑΕΚΚ σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια, καλύπτοντας διαφορετικές γεωγραφικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και διασφαλίζοντας την ορθή εφαρμογή των διαδικασιών ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υλικών (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

Οι πολυάριθμες εγκρίσεις και τροποποιήσεις, από την πρώτη έγκριση λειτουργίας το 2012 έως τις πρόσφατες αξιολογήσεις και τροποποιήσεις του 2024, καταδεικνύουν την ολοκληρωμένη και συστηματική προσέγγιση της ΑΝΑΚΕΜ στη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Η εταιρεία όχι μόνο λειτουργεί βάσει νομικού πλαισίου, αλλά προχωρά και σε συνεχείς βελτιώσεις, επεκτείνοντας την εμβέλειά της, προσαρμόζοντας τις χρηματικές εισφορές και ενσωματώνοντας νέες δραστηριότητες όπως η αποκατάσταση ανενεργών λατομείων (Παπουτσά, 2021), με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).

6.1.4.Πιστοποιητικά ISO

Η ANAKEM A.E. αποτελεί έναν από τους βασικούς φορείς στην Ελλάδα που έχουν αναπτύξει και λειτουργούν Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Στο πλαίσιο της συνεχούς βελτίωσης των υπηρεσιών της, της συμμόρφωσης με τις ευρωπαϊκές και εθνικές απαιτήσεις και της ενίσχυσης της αξιοπιστίας της απέναντι σε συνεργάτες, φορείς και κοινωνία, η εταιρεία έχει επενδύσει συστηματικά στην πιστοποίηση των διαδικασιών της. Η δέσμευση αυτή αποτυπώνεται με την κατοχή δύο πολύ σημαντικών διεθνών πιστοποιήσεων: του ISO 14001:2015 για το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και του ISO 9001:2015 για το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας (Tarietal., 2012). Οι πιστοποιήσεις αυτές εκδόθηκαν από τον διαπιστευμένο φορέα πιστοποίησης και ελέγχου EQAHellasA.E. (Μητσέα, 2015), γεγονός που προσδίδει ακόμη μεγαλύτερη αξιοπιστία και κύρος (ANAKEM, 2025).

Η πρώτη πιστοποίηση που απέκτησε η ANAKEM αφορά το ISO 14001:2015, το οποίο αποτελεί διεθνές πρότυπο για τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Το συγκεκριμένο πρότυπο καθορίζει τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ένας οργανισμός ώστε να εντοπίζει, να παρακολουθεί και να ελέγχει τις περιβαλλοντικές πτυχές της δραστηριότητάς του, με στόχο τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον (Camilleri, 2022). Για την ANAKEM, η εφαρμογή του ISO 14001:2015 έχει ιδιαίτερη αξία, δεδομένου ότι ο πυρήνας της δραστηριότητάς της είναι η διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, ένας τομέας που επηρεάζει άμεσα το φυσικό περιβάλλον. Μέσα από το σύστημα αυτό, η εταιρεία μπορεί να τεκμηριώσει τη συμμόρφωσή της με τη νομοθεσία, να αποδείξει ότι λειτουργεί με περιβαλλοντική υπευθυνότητα και να εφαρμόσει πρακτικές που περιορίζουν τη ρύπανση, ενισχύουν την ανακύκλωση και προάγουν τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το ISO 14001:2015 απαιτεί από τους οργανισμούς να αναλύουν συστηματικά τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και ευκαιρίες, να ορίζουν περιβαλλοντικούς στόχους και να εφαρμόζουν μηχανισμούς συνεχούς παρακολούθησης και βελτίωσης (Camilleri, 2022). Για την ANAKEM, αυτό σημαίνει ότι κάθε δραστηριότητα, από τη συλλογή και διαλογή των ΑΕΚΚ μέχρι την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων, διενεργείται με βάση αυστηρά

περιβαλλοντικά κριτήρια. Έτσι, η εταιρεία όχι μόνο συμμορφώνεται με την ισχύουσα νομοθεσία αλλά λειτουργεί ως παράδειγμα καλής πρακτικής για την ευρύτερη αγορά. Το γεγονός ότι η αρχική πιστοποίηση δόθηκε το 2020 και ανανεώθηκε το 2023 με ισχύ έως το 2026 καταδεικνύει τη συνέπεια και τη διαρκή δέσμευση της εταιρείας να διατηρεί υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα (ANAKEM, 2025).

Παράλληλα, η ANAKEM διαθέτει και την πιστοποίηση ISO 9001:2015, το διεθνές πρότυπο για τα Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας. Το ISO 9001 αποτελεί το πλέον αναγνωρισμένο και εφαρμοσμένο πρότυπο στον κόσμο, και εστιάζει στη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και στη συστηματική ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών (Sampaioetal., 2019). Για την ANAKEM, η κατοχή του συγκεκριμένου πιστοποιητικού σημαίνει ότι εφαρμόζει ένα πλαίσιο που διασφαλίζει τη διαρκή βελτίωση των διαδικασιών της, την ορθολογική διαχείριση των πόρων της και τη μεγιστοποίηση της αξίας που προσφέρει στους συνεργάτες και στην κοινωνία (ANAKEM, 2025).

Το ISO 9001:2015 βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές διοίκησης, όπως η πελατοκεντρική προσέγγιση, η ηγεσία, η ενεργός συμμετοχή του προσωπικού, η προσέγγιση που βασίζεται στις διαδικασίες, η συνεχής βελτίωση και η τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων (Natarajanetal., 2017). Μέσα από αυτές τις αρχές, η ANAKEM μπορεί να οργανώνει καλύτερα τις υπηρεσίες της, να εντοπίζει αδυναμίες και να υιοθετεί βέλτιστες πρακτικές (ANAKEM, 2021). Η εφαρμογή του ISO 9001 στην περίπτωση της ANAKEM αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς διαχειρίζεται πολύπλοκα έργα που περιλαμβάνουν πλήθος εμπλεκόμενων φορέων, από εργολάβους και ιδιώτες μέχρι δημόσιους οργανισμούς και μονάδες ανακύκλωσης. Ένα αξιόπιστο σύστημα ποιότητας εγγυάται ότι οι διαδικασίες είναι διαφανείς, ελεγχόμενες και προσανατολισμένες στην αποτελεσματικότητα (ANAKEM, 2025).

Ο συνδυασμός των δύο προτύπων δημιουργεί μια ισχυρή βάση για τη λειτουργία της ANAKEM. Από τη μια πλευρά, το περιβαλλοντικό πρότυπο εξασφαλίζει ότι οι δραστηριότητες της εταιρείας έχουν τον ελάχιστο δυνατό αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και συμβάλλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη. Από την άλλη, το πρότυπο διαχείρισης ποιότητας εγγυάται ότι οι υπηρεσίες παρέχονται με συνέπεια, αποτελεσματικότητα και υψηλά επίπεδα αξιοπιστίας. Αυτή η διπλή πιστοποίηση ενισχύει την εμπιστοσύνη των συνεργατών και των φορέων, αποδεικνύοντας ότι η ANAKEM δεν αντιμετωπίζει την

ανακύκλωση και τη διαχείριση αποβλήτων απλώς ως μια τυπική υποχρέωση, αλλά ως μια αποστολή με κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική διάσταση (ANAKEM, 2025).

Η χορήγηση και η διατήρηση των πιστοποιήσεων αυτών γίνεται μέσω τακτικών ελέγχων και αξιολογήσεων από τον φορέα πιστοποίησης EQAHellasA.E., ο οποίος είναι ένας αξιόπιστος οργανισμός πιστοποίησης με διεθνή αναγνώριση. Μέσα από τους ελέγχους αυτούς, επιβεβαιώνεται ότι η ANAKEM εφαρμόζει στην πράξη τις απαιτήσεις των προτύπων, διατηρεί την αποτελεσματικότητα των συστημάτων της και βελτιώνεται συνεχώς. Οι έλεγχοι δεν περιορίζονται μόνο σε τυπική εξέταση εγγράφων, αλλά περιλαμβάνουν και επιτόπιες αξιολογήσεις, συνεντεύξεις με το προσωπικό και έλεγχο πραγματικών διαδικασιών. Αυτό σημαίνει ότι η πιστοποίηση δεν είναι απλώς ένα τυπικό έγγραφο, αλλά μια ενεργή διαδικασία διαρκούς βελτίωσης (ANAKEM, 2025).

Επιπλέον, η ύπαρξη των ISO πιστοποιήσεων προσφέρει στην ANAKEM και σημαντικά στρατηγικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, ενισχύει την ανταγωνιστικότητα της εταιρείας στην ελληνική και ευρωπαϊκή αγορά, καθώς αποδεικνύει ότι μπορεί να σταθεί στο ίδιο επίπεδο με μεγάλους οργανισμούς που εφαρμόζουν διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα (ANAKEM, 2021). Δεύτερον, διευκολύνει τη συνεργασία με δημόσιους φορείς και οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, οι οποίοι συχνά απαιτούν από τους συνεργάτες τους να διαθέτουν πιστοποιημένα συστήματα ποιότητας και περιβαλλοντικής διαχείρισης. Τρίτον, ενισχύει τη διαφάνεια και τη λογοδοσία της εταιρείας προς την κοινωνία και τους πολίτες, οι οποίοι έχουν αυξημένη ευαισθησία σε θέματα περιβάλλοντος και βιώσιμης ανάπτυξης. Η ANAKEM, με την απόκτηση και διατήρηση των πιστοποιήσεων ISO 14001:2015 και ISO 9001:2015, αποδεικνύει ότι δεν περιορίζεται στην τυπική συμμόρφωση με τις νομικές απαιτήσεις, αλλά επιδιώκει να είναι πρωτοπόρος στον τομέα της εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων (ANAKEM, 2025).

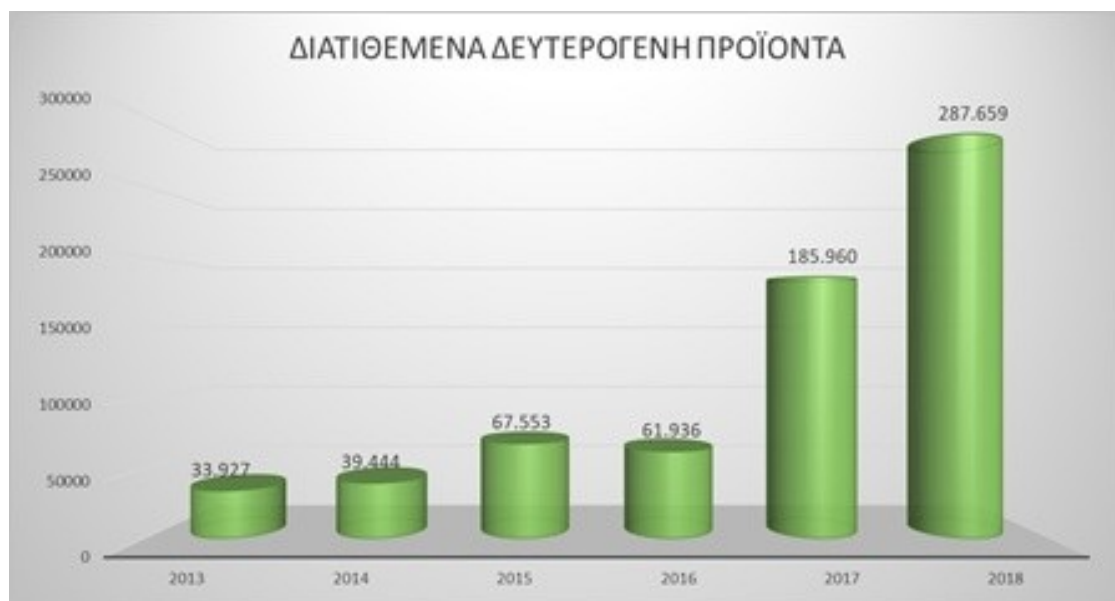
6.1.5. Διαχείριση αποβλήτων

Η ANAKEM ΑΕ παρέχει ενδεικτικά δεδομένα τα οποία αφορούν συγκεκριμένα τη δράση της κατά τα έτη 2013 έως 2018. Παρουσιάζονται τόσο τα διαχειριζόμενα ΑΕΚΚ, όσο και τα διατιθέμενα δευτερογενή προϊόντα (ANAKEM, 2025).



Σχήμα 16. Διαχειριζόμενα ΑΕΚΚ από την ΑΝΑΚΕΜ ΑΕ (ΑΝΑΚΕΜ, 2025)

Αν και τα διαθέσιμα δεδομένα είναι περιορισμένα, η μελέτη της συγκεκριμένης πενταετίας δείχνει μία εξαιρετικά εντυπωσιακή αύξηση του αριθμού των διαχειριζόμενων ΑΕΚΚ, γεγονός εξαιρετικά θετικό και ελπιδοφόρο (ΑΝΑΚΕΜ, 2025).



Σχήμα 17. Διατιθέμενα Δευτερογενή προϊόντα (ΑΝΑΚΕΜ, 2025)

Η εκθετική αυτή αύξηση αποτυπώνεται μάλιστα και στις συμβάσεις της εταιρείας με το δημόσιο αλλά και με τον ιδιωτικό τομέα, η οποία παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα (ΑΝΑΚΕΜ, 2025):



Σχήμα 18. Συμβάσεις έργων (ANAKEM, 2025)

6.1.6. Παρεχόμενες υπηρεσίες από την ANAKEM

Μέσα από το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης που έχει αναπτύξει, προσφέρει ένα ευρύ πλέγμα υπηρεσιών στους υπόχρεους διαχειριστές, στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, σε δημόσιους φορείς, σε οργανισμούς, σε εκπαιδευτικά ιδρύματα αλλά και σε ιδιώτες (Φλογεράς, 2022). Κεντρικός άξονας των δραστηριοτήτων της είναι η συμβουλευτική υποστήριξη, η οποία εξασφαλίζει την ορθή εφαρμογή της νομοθεσίας, την περιβαλλοντική συμμόρφωση και την προώθηση βέλτιστων πρακτικών στον τομέα της διαχείρισης ΑΕΚΚ (ANAKEM, 2021). Στόχος της είναι να προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις που εξασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία, την προστασία του περιβάλλοντος και την ορθολογική αξιοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων. Η συμβουλευτική υποστήριξη που παρέχει η εταιρεία αποτελεί έναν από τους κεντρικούς άξονες των δραστηριοτήτων της, καθώς μέσα από αυτήν ενισχύεται η σωστή εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών και δημιουργείται ένα πλαίσιο συνεργασίας ανάμεσα σε ιδιώτες, εργολάβους, δημόσιους φορείς, οργανισμούς και εκπαιδευτικά ιδρύματα (ANAKEM, 2025).

Η πρώτη και βασική υπηρεσία που προσφέρει η ANAKEM αφορά τη σύναψη συμβάσεων με τους υπόχρεους διαχειριστές, δηλαδή τους φορείς και τα πρόσωπα που παράγουν ή διαχειρίζονται ΑΕΚΚ κατά την εκτέλεση έργων. Σε αυτούς περιλαμβάνονται ιδιώτες που αναλαμβάνουν οικοδομικές εργασίες, εργολαβικές εταιρείες κάθε μορφής που εκτελούν

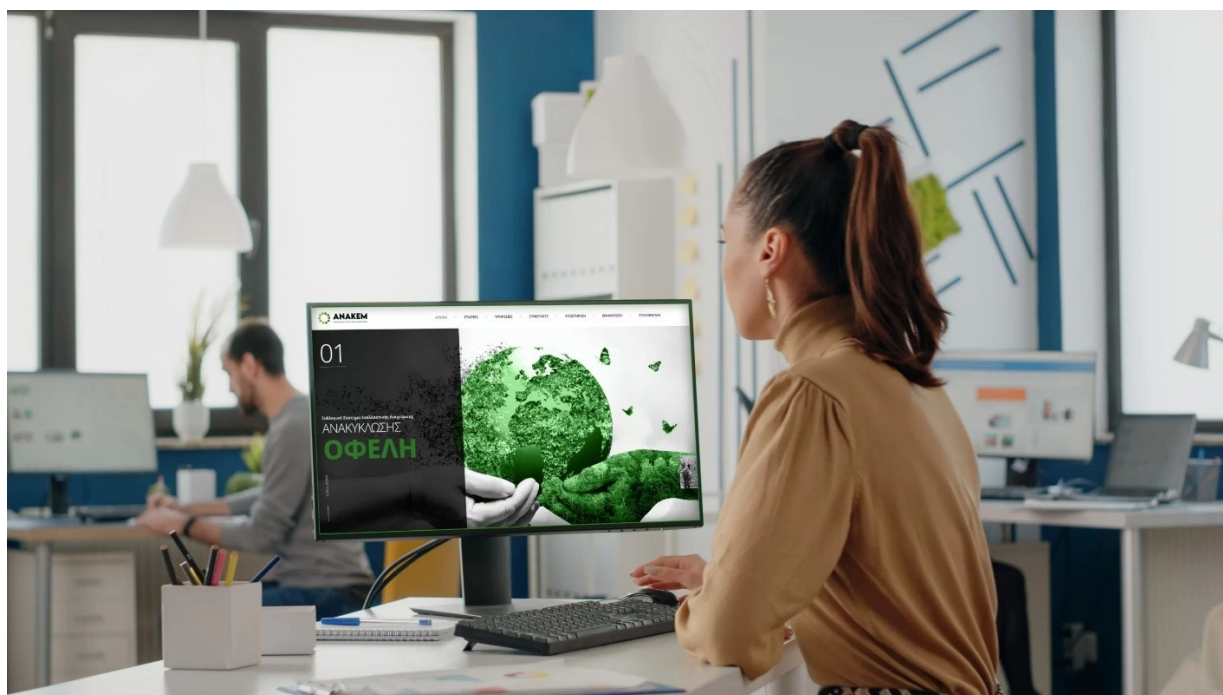
ιδιωτικά έργα ή αναλαμβάνουν δημόσια έργα, καθώς και δημόσιοι φορείς όπως Δήμοι και Οργανισμοί Κοινής Ωφέλειας οι οποίοι πραγματοποιούν έργα αυτεπιστασίας. Επιπλέον, στις κατηγορίες αυτές ανήκουν οι εταιρείες συλλογής και μεταφοράς ΑΕΚΚ, οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην ενοικίαση κάδων και containers, αλλά και οι μονάδες προσωρινής αποθήκευσης, επεξεργασίας, μεταφόρτωσης και αξιοποίησης αποβλήτων (ANAKEM, 2021). Η διαδικασία σύναψης συμβάσεων με την ANAKEM είναι απλή αλλά ιδιαίτερα σημαντική, καθώς παρέχει στον διαχειριστή τη δυνατότητα να αποδείξει τη συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές υποχρεώσεις που επιβάλλει η νομοθεσία και να λάβει τη σχετική βεβαίωση παραλαβής. Η εταιρεία έχει οργανώσει τη διαδικασία με τρόπο που διευκολύνει τον ενδιαφερόμενο να εισαγάγει τα στοιχεία και τα απαραίτητα δικαιολογητικά, ώστε να καταρτιστεί είτε σύμβαση ιδιωτικού έργου είτε σύμβαση δημοσίου έργου, ενώ υπάρχει επίσης η δυνατότητα υποβολής αιτήματος για νέα σύμβαση ή για βεβαίωση παραλαβής (ANAKEM, 2025).

Η βεβαίωση παραλαβής που εκδίδει η ANAKEM αποτελεί κρίσιμο αποδεικτικό έγγραφο, καθώς κατοχυρώνει τη νόμιμη παράδοση και διαχείριση των αποβλήτων και χρησιμοποιείται από τους διαχειριστές τόσο για διοικητικούς λόγους όσο και για την ολοκλήρωση των διαδικασιών που συνοδεύουν τα έργα τους. Με αυτόν τον τρόπο, ο υπόχρεος διαχειριστής αποδεικνύει ότι έχει εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του σε σχέση με την ορθή περιβαλλοντική διαχείριση, μειώνοντας ταυτόχρονα τον κίνδυνο επιβολής κυρώσεων από τις αρμόδιες αρχές (ANAKEM, 2025).

Πέρα από τις συμβάσεις, η ANAKEM προσφέρει εκτεταμένη συμβουλευτική υποστήριξη στους συνεργαζόμενους διαχειριστές. Το εξειδικευμένο προσωπικό της, μέσα από επιτόπιες επισκέψεις ή μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας helpdesk, παρέχει ενημέρωση και καθοδήγηση σχετικά με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές για την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαλογή των αποβλήτων στην πηγή, ώστε να διευκολύνεται η επεξεργασία και αξιοποίησή τους σε μεταγενέστερο στάδιο. Παράλληλα, παρέχονται κατευθύνσεις για την ασφαλή συλλογή και μεταφορά τους, αλλά και για την επιλογή των κατάλληλων τεχνικών επεξεργασίας και αξιοποίησης σε συνεργασία με τις αδειοδοτημένες μονάδες που συνεργάζονται με το συλλογικό σύστημα (ANAKEM, 2025).

Μια από τις καινοτόμες πτυχές της συμβουλευτικής υποστήριξης της ANAKEM είναι η σύνδεση της διαχείρισης αποβλήτων με την προμήθεια ανακυκλωμένων υλικών για τα ίδια

τα έργα (Φλογεράς, 2022). Μέσω αυτής της πρακτικής, ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να μειώσει το κόστος της εναλλακτικής διαχείρισης, αξιοποιώντας ανακυκλωμένα υλικά που επιστρέφουν στην παραγωγική διαδικασία ως πρώτες ύλες για νέα έργα. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται ταυτόχρονα η εξοικονόμηση πόρων και η ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας, καθώς τα ΑΕΚΚ παύουν να θεωρούνται απλώς απόβλητα και μετατρέπονται σε πολύτιμα υλικά με νέα χρήση (ANAKEM, 2025).



Σχήμα 19. Παροχή συμβουλευτικής (ANAKEM, 2025)

Η ANAKEM παρέχει επίσης ουσιαστική συμβουλευτική υποστήριξη σε δημόσιους φορείς, όπως Δήμους, Περιφέρειες και Οργανισμούς, οι οποίοι συχνά βρίσκονται αντιμέτωποι με μεγάλες ποσότητες αποβλήτων λόγω έργων αυτεπιστασίας ή λόγω της συλλογής ογκωδών αντικειμένων (ANAKEM, 2023). Η υποστήριξη αυτή περιλαμβάνει οδηγίες για την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ που παράγονται εντός των διοικητικών ορίων τους, καθώς και για τη διαδικασία αδειοδότησης χώρων προσωρινής αποθήκευσης (ANAKEM, 2021). Παράλληλα, η εταιρεία συμβάλλει στον έλεγχο της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων, η οποία αποτελεί σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα σε πολλές περιοχές της χώρας. Μέσα από τη συνεργασία με τους δημόσιους φορείς, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για καλύτερη

οργάνωση, μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης στις τοπικές κοινωνίες (ANAKEM, 2025).

Η συμβουλευτική υποστήριξη της ANAKEM δεν περιορίζεται μόνο στα τεχνικά ζητήματα της διαχείρισης ΑΕΚΚ, αλλά επεκτείνεται και σε θέματα στρατηγικού σχεδιασμού και εκπαίδευσης. Μέσα από ενημερωτικές δράσεις, εκπαιδευτικά σεμινάρια και συνεργασίες με ακαδημαϊκά ιδρύματα, η εταιρεία προωθεί τη διάδοση των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης και της κυκλικής οικονομίας, συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας νέας κουλτούρας διαχείρισης πόρων (ANAKEM, 2021). Η κοινωνική διάσταση αυτής της δραστηριότητας είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς ενισχύει τη διαφάνεια, ενδυναμώνει τη συνεργασία μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και δημιουργεί θετικά αποτελέσματα τόσο για το περιβάλλον όσο και για την οικονομία (ANAKEM, 2025).

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες συμβουλευτικής υποστήριξης της ANAKEM Α.Ε. αποτελούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο δράσης που απευθύνεται σε όλους τους εμπλεκόμενους στη διαχείριση ΑΕΚΚ. Μέσα από τη σύναψη συμβάσεων, την έκδοση βεβαιώσεων, την παροχή τεχνικών κατευθύνσεων, την εκπαίδευση και την υποστήριξη δημόσιων φορέων, η εταιρεία προσφέρει πολύτιμες λύσεις που διασφαλίζουν τη νομιμότητα, μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και προάγουν τη βιώσιμη ανάπτυξη (ANAKEM, 2021). Η έμφαση στην πρακτική εφαρμογή, στη μείωση του κόστους για τους διαχειριστές, στη χρήση ανακυκλωμένων υλικών και στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης καθιστούν την ANAKEM όχι απλώς έναν πάροχο υπηρεσιών, αλλά έναν στρατηγικό εταίρο για την κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον (ANAKEM, 2025).



Σχήμα 20. Αποτύπωση εργασιών (ANAKEM, 2025)

Η ANAKEM δεν περιορίζεται στην απλή διαχείριση αποβλήτων, αλλά δρα ως στρατηγικός εταίρος για το κράτος, τους εργολάβους, τους φορείς και τους πολίτες, προωθώντας ένα νέο μοντέλο περιβαλλοντικής υπευθυνότητας. Μέσα από ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο δράσεων (συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση) επιτυγχάνει να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις των ΑΕΚΚ και να μετατρέψει τα απόβλητα σε πολύτιμους πόρους (ANAKEM, 2025).

Η ορθολογική διαχείριση των ΑΕΚΚ, όπως εφαρμόζεται από την ANAKEM, αποτελεί μια από τις πιο ουσιαστικές απαντήσεις στις περιβαλλοντικές προκλήσεις της εποχής μας. Με την ανακύκλωση των μπαζών και την αξιοποίησή τους, προστατεύεται το περιβάλλον, ενισχύεται η οικονομία και προωθείται ένα βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης που στηρίζεται στις αρχές της κυκλικής οικονομίας (ANAKEM, 2025).

6.1.7. Γεωγραφική Εμβέλεια του ΣΣΕΔ ANAKEM

Η γεωγραφική εμβέλεια του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΕΚΚ (ΣΣΕΔ) της ANAKEM αποτελεί έναν από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της επιτυχίας και της αναγνώρισής του στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και

κατεδαφίσεων. Η δυνατότητα κάλυψης ενός τόσο μεγάλου μέρους της ελληνικής επικράτειας αποδεικνύει στην πράξη τον πανελλαδικό χαρακτήρα του συστήματος και τη στρατηγική του δέσμευση να προσφέρει οργανωμένες λύσεις σε κάθε περιοχή της χώρας (ANAKEM, 2025). Σήμερα, η γεωγραφική εμβέλεια του ΣΣΕΔ εκτείνεται σε δεκατρείς περιφέρειες και δεκάδες περιφερειακές ενότητες, εξυπηρετώντας τόσο τις μεγαλύτερες αστικές συγκεντρώσεις όσο και απομακρυσμένες ή νησιωτικές περιοχές. Με τον τρόπο αυτό, οι διαχειριστές έργων έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε ένα νόμιμο και οργανωμένο σύστημα, συμβάλλοντας στη μείωση των περιβαλλοντικών ανησυχιών και στην ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας (ANAKEM, 2025).

Στη Βόρεια Ελλάδα, η παρουσία της ANAKEM είναι ιδιαίτερα ισχυρή. Στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, το σύστημα καλύπτει όλες τις περιφερειακές ενότητες, δηλαδή Ημαθία, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Πέλλα, Πιερία, Σέρρες και Χαλκιδική. Πρόκειται για μια περιοχή με έντονη οικοδομική δραστηριότητα και μεγάλα έργα υποδομής, όπου η ανάγκη για σωστή διαχείριση των αποβλήτων είναι επιτακτική. Παράλληλα, στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, η γεωγραφική κάλυψη εκτείνεται στη Δράμα, στον Έβρο (πλην της Σαμοθράκης), στην Καβάλα, στη Θάσο, στην Ξάνθη και στη Ροδόπη. Η κάλυψη αυτή αποδεικνύει την πρόθεση του ΣΣΕΔ να υποστηρίξει και απομακρυσμένες ή νησιωτικές περιοχές, όπου διαφορετικά η διαχείριση των ΑΕΚΚ θα ήταν προβληματική. Στη Δυτική Μακεδονία, με τις ενότητες Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς και Γρεβενών, η συμβολή της ANAKEM είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς εκεί πραγματοποιούνται έργα που συνδέονται με την ενεργειακή μετάβαση και την απολιγνιτοποίηση (Σταμπούλης, 2022), γεγονός που δημιουργεί αυξημένες ανάγκες διαχείρισης δομικών αποβλήτων (ANAKEM, 2025).

Η κάλυψη συνεχίζεται στη Θεσσαλία, όπου το σύστημα δραστηριοποιείται σε Λάρισα, Καρδίτσα και Τρίκαλα, εξυπηρετώντας έναν γεωγραφικό χώρο με έντονη γεωργική και βιομηχανική δραστηριότητα, που συχνά απαιτεί εκτεταμένες παρεμβάσεις σε υποδομές και κτήρια (Δανιήλ, 2019). Παράλληλα, στην Ήπειρο, η οποία χαρακτηρίζεται από την ιδιαίτερη περιβαλλοντική της σημασία, η παρουσία της ANAKEM εκτείνεται σε Ιωάννινα, Πρέβεζα και Θεσπρωτία. Σε αυτές τις περιοχές, τα έργα αφορούν συχνά τον τουρισμό, τις αναπλάσεις και τη βελτίωση δημοσίων χώρων, με αποτέλεσμα η ανάγκη για υπεύθυνη διαχείριση αποβλήτων να είναι ακόμα πιο κρίσιμη (ANAKEM, 2025).

Η Στερεά Ελλάδα καλύπτεται επίσης σε μεγάλο βαθμό, με την ANAKEM να δραστηριοποιείται στη Βοιωτία, τη Φωκίδα, τη Νότια Εύβοια, την Ευρυτανία και τη Φθιώτιδα. Πρόκειται για μια περιφέρεια με έντονη βιομηχανική και ενεργειακή δραστηριότητα, αλλά και με ορεινές περιοχές όπου η πρόσβαση σε υποδομές διαχείρισης αποβλήτων είναι πιο δύσκολη (ANAKEM, 2021). Στην Αττική, που αποτελεί το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της χώρας και τον χώρο όπου παράγεται το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων εκσκαφών και κατασκευών, η δραστηριότητα της ANAKEM καλύπτει το σύνολο της περιφέρειας, εκτός από την Περιφερειακή Ενότητα Νήσων. Εδώ, η συμβολή του ΣΣΕΔ είναι καθοριστική, καθώς η πυκνότητα πληθυσμού και τα εκτεταμένα έργα δημιουργούν τεράστιες ποσότητες ΑΕΚΚ που χωρίς την ύπαρξη οργανωμένων λύσεων θα κατέληγαν ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον. Στη Δυτική Ελλάδα, στις ενότητες Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας και Ηλείας, η παρουσία της ANAKEM εξυπηρετεί τόσο έργα νέων υποδομών όσο και αναπλάσεις μετά από σεισμικά φαινόμενα, τα οποία δημιουργούν ιδιαίτερα αυξημένα ρεύματα αποβλήτων (ANAKEM, 2025).

Η γεωγραφική κάλυψη επεκτείνεται επίσης σε όλη την Πελοπόννησο, δηλαδή στις ενότητες Αργολίδας, Λακωνίας, Αρκαδίας, Κορινθίας και Μεσσηνίας. Εδώ, η τουριστική ανάπτυξη και τα έργα υποδομής συνδυάζονται με την ανάγκη διατήρησης ενός φυσικού περιβάλλοντος μεγάλης αξίας, όπου η σωστή διαχείριση των ΑΕΚΚ παίζει κρίσιμο ρόλο (Ρήγας & Λυκουρέντζος, 2023). Στα Ιόνια Νησιά, όπως η Κέρκυρα, η Κεφαλονιά και η Ζάκυνθος, η ANAKEM φροντίζει να ενσωματώσει στις διαδικασίες της περιοχές με ιδιαίτερες δυσκολίες λόγω νησιωτικότητας, εξασφαλίζοντας ότι ακόμα και οι πιο απομονωμένες κοινότητες έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες ανακύκλωσης και αξιοποίησης (ANAKEM, 2025). Σημαντική είναι επίσης η παρουσία στο Βόρειο Αιγαίο, όπου το σύστημα λειτουργεί στη Λέσβο, τη Λήμνο, τη Χίο και τη Σάμο, καλύπτοντας κρίσιμα νησιά με μεγάλη ιστορική και περιβαλλοντική σημασία. Αντίστοιχα, στο Νότιο Αιγαίο, η ANAKEM καλύπτει δεκάδες νησιά, όπως Μύκονο, Άνδρο, Θήρα, Κέα-Κύθνο, Μήλο, Νάξο, Πάρο, Σύρο, Τήνο, Ρόδο και Κω (ANAKEM, 2025). Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται ότι ακόμη και οι πιο δημοφιλείς τουριστικοί προορισμοί, που αντιμετωπίζουν αυξημένες πιέσεις λόγω εποχικής οικοδομικής δραστηριότητας, μπορούν να εφαρμόσουν ορθές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων. Τέλος, η Κρήτη, με τις ενότητες Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου και Λασιθίου, αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους χώρους δράσης του συστήματος, καθώς το νησί

βρίσκεται σε φάση συνεχούς ανάπτυξης τουριστικών, οικιστικών και ενεργειακών έργων (ANAKEM, 2025).



Σχήμα 1: Γεωγραφική εμβέλεια συνεργασίας (ANAKEM, 2025)

Η εκτεταμένη γεωγραφική εμβέλεια της ANAKEM αποδεικνύει ότι το ΣΣΕΔ δεν περιορίζεται σε τοπικό χαρακτήρα, αλλά λειτουργεί ως πανελλαδικό δίκτυο, καλύπτοντας ισότιμα τόσο τις μεγάλες αστικές συγκεντρώσεις όσο και τις απομακρυσμένες περιοχές. Η στρατηγική αυτή επιλογή εξασφαλίζει τη δίκαιη πρόσβαση όλων των υπόχρεων διαχειριστών σε οργανωμένες λύσεις, ενισχύει την περιφερειακή ανάπτυξη, συμβάλλει στη δημιουργία μιας ενιαίας κουλτούρας περιβαλλοντικής υπευθυνότητας και, τελικά, αναδεικνύει την προστιθέμενη αξία που μπορεί να έχει ένα σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης όταν λειτουργεί με συνέπεια και ευθύνη (ANAKEM, 2025).

6.2. ΔΑΝΑΕΚΚ (Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ)

6.2.1.Προφίλ

Η Αστική Μη Κερδοσκοπική Εταιρεία με την επωνυμία «Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ» (ΔΑΝΑΕΚΚ) αποτελεί τον πρώτο οργανωμένο φορέα που ανέλαβε την υλοποίηση ενός Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων στη Δωδεκάνησο, με έδρα τη Ρόδο (Δημοκρατική της Ρόδου, 2021). Η ίδρυσή της δεν υπήρξε τυχαία αλλά απάντηση σε μια αυξανόμενη ανάγκη για θεσμοθετημένες, αποτελεσματικές και περιβαλλοντικά υπεύθυνες λύσεις στη διαχείριση των δομικών αποβλήτων σε μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από έντονη τουριστική, οικιστική και αναπτυξιακή δραστηριότητα. Το προφίλ της ΔΑΝΑΕΚΚ συνδυάζει τα στοιχεία μιας ευέλικτης τοπικής πρωτοβουλίας με τον θεσμικό ρόλο ενός συστήματος που υπηρετεί το δημόσιο συμφέρον, υπαγόμενο στην εποπτεία του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ)(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η ΔΑΝΑΕΚΚ λειτουργεί με τη νομική μορφή της Αστικής Μη Κερδοσκοπικής Εταιρείας, γεγονός που σημαίνει ότι δεν στοχεύει στο επιχειρηματικό κέρδος, αλλά στην επίτευξη κοινωνικά και περιβαλλοντικά χρήσιμων αποτελεσμάτων (Δημοκρατική της Ρόδου, 2021). Αυτό το χαρακτηριστικό τη διαφοροποιεί από άλλες εμπορικές δραστηριότητες και ενισχύει την αξιοπιστία της απέναντι στην κοινωνία, στους φορείς και στους συμμετέχοντες διαχειριστές. Ο βασικός της στόχος είναι να οργανώσει και να συντονίσει την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ στη Δωδεκάνησο, ενσωματώνοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και της βιώσιμης ανάπτυξης στις τοπικές πρακτικές(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Το σύστημα που αναπτύσσει η ΔΑΝΑΕΚΚ βασίζεται σε ένα δίκτυο συνεργασιών με διαχειριστές ΑΕΚΚ, εργολαβικές εταιρείες, μηχανικούς, μονάδες ανακύκλωσης, εταιρείες συλλογής αποβλήτων, αλλά και με ιδιωτικούς και δημόσιους ερευνητικούς φορείς. Η συμμετοχή αυτών των διαφορετικών παραγόντων δημιουργεί μια συλλογικότητα που λειτουργεί με βάση την υπευθυνότητα και την κοινή δέσμευση για προστασία του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, οι συνεργασίες με τις μονάδες επεξεργασίας ΑΕΚΚ επιτρέπουν την προώθηση της ανάκτησης υλικών, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης, μειώνοντας δραστικά την ποσότητα των αποβλήτων που θα κατέληγαν σε ανεξέλεγκτες αποθέσεις(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).



Σχήμα 22. Διαχείριση αποβλήτων εκσφαφών από τη ΔΑΝΑΕΚΚ (2025)

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ΣΣΕΔ που οργανώνει η ΔΑΝΑΕΚΚ είναι ο δημόσιος χαρακτήρας του σκοπού του. Η λειτουργία του δεν περιορίζεται στην κάλυψη των αναγκών των εργολάβων και των μηχανικών, αλλά επεκτείνεται στη θωράκιση του φυσικού περιβάλλοντος των νησιών, το οποίο αποτελεί τον σημαντικότερο πόρο της τοπικής κοινωνίας και της οικονομίας (Δημοκρατική της Ρόδου, 2021). Ο τουρισμός, που στηρίζει την οικονομική ανάπτυξη της Δωδεκανήσου, είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την ποιότητα του περιβάλλοντος, και για τον λόγο αυτό η υπεύθυνη διαχείριση των αποβλήτων αποκτά κρίσιμη σημασία (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Στο προφίλ της ΔΑΝΑΕΚΚ περιλαμβάνεται επίσης η διάσταση της κοινωνικής συμμετοχής. Η εταιρεία οργανώνει δράσεις ευαισθητοποίησης των τοπικών κοινωνιών με στόχο την ενημέρωση πολιτών, επαγγελματιών και τοπικών φορέων για τη σημασία της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης (Καλοπήτας, 2021). Οι δράσεις αυτές ενισχύουν την περιβαλλοντική συνείδηση, συμβάλλουν στη δημιουργία κουλτούρας συνεργασίας και διευρύνουν τη συμμετοχή στο σύστημα. Μέσα από σεμινάρια, εκδηλώσεις και συνεργασίες με συλλόγους και συλλογικότητες, η ΔΑΝΑΕΚΚ ενδυναμώνει τον κοινωνικό της

ρόλο, εδραιώνοντας την εικόνα της ως οργανισμού που δεν περιορίζεται στη διαχείριση τεχνικών ζητημάτων, αλλά λειτουργεί ως φορέας αλλαγής νοοτροπίας(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η λειτουργία του ΣΣΕΔ στη Ρόδο και στα υπόλοιπα νησιά της Δωδεκανήσου αντιμετωπίζει ιδιαίτερες προκλήσεις που σχετίζονται με τη νησιωτικότητα. Η περιορισμένη χωρητικότητα των χώρων, το αυξημένο κόστος μεταφοράς και η έντονη εποχικότητα της οικοδομικής δραστηριότητας, κυρίως λόγω του τουρισμού, απαιτούν προσαρμοσμένες λύσεις (Καλοπήτας, 2021). Η ΔΑΝΑΕΚΚ καλείται να αναπτύξει μεθόδους που λαμβάνουν υπόψη αυτές τις ιδιαιτερότητες, προσφέροντας ευέλικτα μοντέλα διαχείρισης που μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά σε ένα νησιωτικό πλαίσιο. Η καινοτομία και η ευρηματικότητα αποτελούν απαραίτητα στοιχεία για την επιτυχία αυτής της προσπάθειας(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η ΔΑΝΑΕΚΚ δεν περιορίζεται μόνο στη διαχείριση των ΑΕΚΚ ως ρεύματος αποβλήτων, αλλά διερευνά και τις δυνατότητες αξιοποίησης των υλικών που προκύπτουν. Μέσα από διαδικασίες επεξεργασίας, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης, τα αδρανή υλικά μετατρέπονται σε δευτερογενείς πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε νέα έργα, μειώνοντας την ανάγκη εξόρυξης φυσικών πόρων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται διπλό όφελος, αφενός μειώνονται οι περιβαλλοντικές πιέσεις και αφετέρου ενισχύεται η τοπική οικονομία μέσα από την ανάπτυξη μιας νέας αγοράς υλικών(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η εταιρεία επιδιώκει επίσης τη διαρκή συνεργασία με πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και τεχνικούς φορείς, ώστε να παρακολουθεί τις εξελίξεις στον τομέα της ανακύκλωσης και να ενσωματώνει καινοτόμες πρακτικές στη λειτουργία της. Η γνώση και η τεχνολογία αποτελούν θεμελιώδη εργαλεία για την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων, και η ΔΑΝΑΕΚΚ φιλοδοξεί να αναδειχθεί σε κόμβο μεταφοράς τεχνογνωσίας στη Δωδεκάνησο(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Στο πλαίσιο της λειτουργίας της, η ΔΑΝΑΕΚΚ δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στη διαφάνεια και στη λογοδοσία. Η εποπτεία από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης διασφαλίζει ότι όλες οι διαδικασίες συμμορφώνονται με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, ενώ η ίδια η εταιρεία φροντίζει να παρέχει αξιόπιστα στοιχεία και αναφορές για τις επιδόσεις της. Αυτό ενισχύει την εμπιστοσύνη των συνεργατών και της κοινωνίας και συμβάλλει στη μακροχρόνια βιωσιμότητα του συστήματος(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Το προφίλ της ΔΑΝΑΕΚΚ αποτυπώνει μια πρωτοβουλία που δεν περιορίζεται σε τυπικές υποχρεώσεις, αλλά λειτουργεί με όραμα και στρατηγική. Ως πρώτο ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ με έδρα τη Ρόδο, η ΔΑΝΑΕΚΚ ανοίγει τον δρόμο για την οργάνωση αντίστοιχων συστημάτων σε άλλες νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας, προσφέροντας ένα μοντέλο που συνδυάζει την τοπική ιδιαιτερότητα με τον εθνικό σχεδιασμό (Καλοπήτας, 2021). Η συμβολή της στην προστασία του περιβάλλοντος, στην ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας, στη στήριξη της τοπικής κοινωνίας και στη διαμόρφωση νέων προτύπων συνεργασίας αποδεικνύει ότι η διαχείριση των ΑΕΚΚ μπορεί να αποτελέσει μοχλό αειφορίας. Μέσα από το έργο της, η ΔΑΝΑΕΚΚ δείχνει ότι ακόμα και σε περιοχές με ιδιαίτερες γεωγραφικές και οικονομικές προκλήσεις είναι εφικτή η ανάπτυξη ολοκληρωμένων και αποτελεσματικών συστημάτων ανακύκλωσης και διαχείρισης, που υπηρετούν όχι μόνο το περιβάλλον αλλά και το κοινωνικό σύνολο(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

6.2.2.Συμμόρφωση με τη νομοθεσία

Η Αστική Μη Κερδοσκοπική Εταιρεία με την επωνυμία «Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ» (ΔΑΝΑΕΚΚ), με έδρα τη Ρόδο, αποτελεί το πρώτο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στη Δωδεκάνησο. Η δημιουργία και λειτουργία της ΔΑΝΑΕΚΚ συνδέεται άμεσα με την ανάγκη διαχείρισης των ΑΕΚΚ με τρόπο που να είναι νόμιμος, ασφαλής για το περιβάλλον, κοινωνικά υπεύθυνος και οικονομικά βιώσιμος (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025). Η εταιρεία λειτουργεί αποκλειστικά για σκοπούς δημοσίου συμφέροντος και εποπτεύεται από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης, γεγονός που διασφαλίζει ότι όλες οι δραστηριότητές της ακολουθούν τις υποχρεώσεις που ορίζει η εθνική νομοθεσία, ενώ παράλληλα ευθυγραμμίζονται με τις ευρωπαϊκές κατευθύνσεις για βιώσιμη ανάπτυξη και κυκλική οικονομία. Η συμμόρφωση με τη νομοθεσία είναι θεμέλιος λίθος για τη ΔΑΝΑΕΚΚ και καθορίζει κάθε πτυχή της καθημερινής της λειτουργίας, από τη συλλογή των αποβλήτων μέχρι την επεξεργασία, ανακύκλωση και τελική αξιοποίηση των υλικών(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η ελληνική νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση ΑΕΚΚ αποτελείται από διάφορα θεσμικά εργαλεία που έχουν καθιερωθεί με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων. Κεντρικό ρόλο στον σύγχρονο σχεδιασμό κατέχει ο

Νόμος 4819/2021, ο οποίος ενσωματώνει βασικές ευρωπαϊκές οδηγίες, θέτει υποχρεώσεις σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και καθορίζει σαφείς ποσοτικούς στόχους για τη μείωση της ταφής αποβλήτων και την προώθηση της ανάκτησης υλικών (Νόμος 4819, 2021). Η ΔΑΝΑΕΚΚ, ως Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης, εφαρμόζει πλήρως τις διατάξεις του νόμου αυτού, οργανώνοντας ένα δίκτυο συνεργασιών με διαχειριστές ΑΕΚΚ, εργολάβους, μηχανικούς και μονάδες επεξεργασίας, ώστε όλα τα απόβλητα να οδηγούνται σε αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025). Η εταιρεία εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα των παραγόμενων και μεταφερόμενων ποσοτήτων αποβλήτων, τηρώντας συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής που ενισχύουν τη διαφάνεια και διευκολύνουν την υποβολή εκθέσεων προς τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ., 2025). Επιπλέον, η ΔΑΝΑΕΚΚ συμμετέχει ενεργά στην επίτευξη των εθνικών στόχων ανακύκλωσης, προσαρμόζοντας τις δράσεις της ώστε να ανταποκρίνεται στις ποσοτικές απαιτήσεις και να συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας τοπικής οικονομίας που βασίζεται στην κυκλική χρήση των υλικών, εξοικονομώντας φυσικούς πόρους και μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Παράλληλα, η εταιρεία οργανώνει προγράμματα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για τους εργολάβους, τους ιδιώτες και τις δημόσιες υπηρεσίες, με στόχο την κατανόηση των υποχρεώσεων που επιβάλλει ο νόμος και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης στην κοινωνία (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Σημαντική είναι επίσης η συμμόρφωση της ΔΑΝΑΕΚΚ με τον Νόμο 1650/1986, ο οποίος αποτελεί το θεμέλιο για την προστασία του περιβάλλοντος στην Ελλάδα. Ο νόμος αυτός εισήγαγε βασικές αρχές, όπως η πρόληψη, η αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας, η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και η βιώσιμη ανάπτυξη. Η ΔΑΝΑΕΚΚ ενσωματώνει αυτές τις αρχές σε κάθε στάδιο της λειτουργίας της (Ν.1650, 1986). Ειδικότερα, μεριμνά ώστε τα ΑΕΚΚ να συλλέγονται, να μεταφέρονται και να επεξεργάζονται με τρόπο που αποτρέπει την ανεξέλεγκτη απόρριψη και τη ρύπανση του περιβάλλοντος, μειώνοντας τον κίνδυνο υποβάθμισης του τοπίου, ρύπανσης υδροφορέων και κινδύνων πυρκαγιών. Η εταιρεία εφαρμόζει πρακτικές που διασφαλίζουν ότι το κόστος διαχείρισης βαρύνει αποκλειστικά τους υπεύθυνους για την παραγωγή των αποβλήτων και όχι την κοινωνία, προάγοντας έτσι την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Παράλληλα, η ΔΑΝΑΕΚΚ συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, εξοικονομώντας πρώτες ύλες και ενέργεια μέσω της επαναχρησιμοποίησης και

ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ, και μειώνοντας την πίεση στους χώρους υγειονομικής ταφής(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/1757/Ε103/2010 αποτελεί επίσης κρίσιμο εργαλείο για τη λειτουργία της ΔΑΝΑΕΚΚ, καθορίζοντας συγκεκριμένα μέτρα, όρους και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ (Κοινή Υπουργική Απόφαση, 2010). Η ΔΑΝΑΕΚΚ έχει ενσωματώσει πλήρως τις διατάξεις αυτής της ΚΥΑ, οργανώνοντας υποδομές για τη συλλογή, μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση, επεξεργασία και τελική αξιοποίηση των ΑΕΚΚ, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα απόβλητα κατευθύνονται σε νόμιμες εγκαταστάσεις. Η εταιρεία καθορίζει σαφείς υποχρεώσεις για τους συνεργαζόμενους διαχειριστές, διασφαλίζοντας ότι τα ΑΕΚΚ παραδίδονται στις κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας και ότι τηρούνται όλες οι προβλεπόμενες διαδικασίες ιχνηλασιμότητας και αναφοράς στον ΕΟΑΝ. Επιπλέον, η ΔΑΝΑΕΚΚ υλοποιεί προγράμματα ενημέρωσης και εκπαίδευσης για τους συνεργάτες της, συμβάλλοντας στην κατανόηση των υποχρεώσεων και στη διάχυση της γνώσης για τις ορθές πρακτικές διαχείρισης των ΑΕΚΚ(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η ΔΑΝΑΕΚΚ έχει αναπτύξει επίσης σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης που επιτρέπει την τακτική αξιολόγηση της συμμόρφωσης με το θεσμικό πλαίσιο. Μέσω της συνεχούς επαφής με τους συνεργαζόμενους φορείς και της εφαρμογής εσωτερικών διαδικασιών διασφάλισης ποιότητας και περιβαλλοντικής διαχείρισης, η εταιρεία εξασφαλίζει ότι οι πρακτικές της παραμένουν εντός των ορίων της νομιμότητας, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Οι συνεργαζόμενοι εργολάβοι, μηχανικοί και μονάδες ανακύκλωσης ενημερώνονται συνεχώς για τις απαιτήσεις των νόμων και της ΚΥΑ και υποστηρίζονται ώστε να εφαρμόζουν τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές διαχείρισης των αποβλήτων. Αυτή η συνεχής συμβουλευτική υποστήριξη καθιστά τη συμμόρφωση μια ζωντανή διαδικασία, που ενισχύει τη διαφάνεια, την αποδοτικότητα και την ασφάλεια(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η συμμόρφωση της ΔΑΝΑΕΚΚ με τη νομοθεσία έχει πολλαπλά οφέλη για την κοινωνία και το περιβάλλον. Με την εφαρμογή του Ν. 4819/2021, του Ν. 1650/1986 και της ΚΥΑ 36259/2010, η εταιρεία μειώνει τον κίνδυνο ρύπανσης, προστατεύει το τοπίο και το φυσικό περιβάλλον, προάγει τη βιώσιμη χρήση των πρώτων υλών και περιορίζει την εξάρτηση από τους χώρους υγειονομικής ταφής (Κοινή Υπουργική Απόφαση, 2010). Ταυτόχρονα, ενισχύεται η οικονομική αποδοτικότητα, καθώς τα ανακυκλωμένα υλικά έχουν αξία στην

αγορά και μειώνουν το κόστος κατασκευής νέων έργων. Επίσης, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας σε όλα τα στάδια της συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ, ενισχύοντας την τοπική οικονομία και την κοινωνική συνοχή. Η συμμόρφωση με τη νομοθεσία ενισχύει επίσης την εμπιστοσύνη των πολιτών, των δημόσιων υπηρεσιών και των συνεργαζόμενων φορέων, δημιουργώντας ένα θετικό παράδειγμα υπεύθυνης περιβαλλοντικής διαχείρισης(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

6.2.3.Κατηγορίες αποβλήτων που διαχειρίζεται η εταιρεία

Στα έργα κατασκευής, εκσκαφών και κατεδαφίσεων παράγεται μεγάλος όγκος αποβλήτων, τα οποία καταγράφονται με βάση τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ) (Πόγκα, 2024). Τα υλικά αυτά προέρχονται από διάφορες φάσεις των τεχνικών έργων και παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα με τη σύνθεσή τους (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).



Σχήμα23. Παραδείγματα αποβλήτων εκσκαφών

Στα πιο συνηθισμένα ρεύματα περιλαμβάνονται τα χώματα και οι πέτρες που προκύπτουν από εκσκαφές. Αυτά καταγράφονται με τον κωδικό ΕΚΑ 17 05 04 και περιλαμβάνουν φυσικά αδρανή υλικά, όπως χώμα, πέτρες και βράχια, τα οποία δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες. Η σημασία της διαχείρισής τους είναι διπλή, αφενός διότι καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο και αφετέρου διότι μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε έργα επιχωματώσεων, σε

αποκαταστάσεις τοπίων ή ακόμα και σε τεχνικά έργα ανάπλασης, μειώνοντας έτσι την ανάγκη εξόρυξης νέων φυσικών πόρων (Πόγκα, 2024). Αντίστοιχα, σημαντική είναι και η κατηγορία με κωδικό ΕΚΑ 17 03 02, η οποία αφορά μείγματα ορυκτής ασφάλτου που προκύπτουν από έργα οδοποιίας και γενικά από ασφαλτοστρώσεις. Πρόκειται για υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί σε δρόμους, χώρους στάθμευσης και άλλες υποδομές, τα οποία δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες. Η ανακύκλωσή τους δίνει τη δυνατότητα να επαναχρησιμοποιηθούν στην παραγωγή νέων ασφαλικών μειγμάτων, περιορίζοντας τόσο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα όσο και το κόστος νέων έργων(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Ένα άλλο σημαντικό ρεύμα αποβλήτων αφορά το σκυρόδεμα, με κωδικό ΕΚΑ 17 01 02. Το σκυρόδεμα αποτελεί το πιο διαδεδομένο οικοδομικό υλικό, και συνεπώς τα απόβλητα που προκύπτουν από αυτό είναι ιδιαιτέρως μεγάλα σε ποσότητα. Μέσω κατάλληλης επεξεργασίας, όπως η θραύση και η κοσκίνιση, το σκυρόδεμα μπορεί να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί ξανά ως αδρανές υλικό σε νέες κατασκευές. Αυτό μειώνει την ανάγκη για εξόρυξη χαλικιών και άλλων φυσικών αδρανών, προστατεύοντας παράλληλα τα οικοσυστήματα. Συναφής είναι και η κατηγορία με κωδικό ΕΚΑ 17 01 01, η οποία περιλαμβάνει μείγματα σκυροδέματος, τούβλων, πλακιδίων και κεραμικών. Πρόκειται για απόβλητα που συναντώνται συχνά σε κατεδαφίσεις, καθώς προέρχονται από τοίχους, δάπεδα και επενδύσεις. Το μειονέκτημά τους είναι ότι συνήθως πρόκειται για μίγμα διαφορετικών υλικών, κάτι που καθιστά πιο δύσκολη την αξιοποίησή τους. Ωστόσο, με τον κατάλληλο διαχωρισμό και επεξεργασία, μπορούν να αξιοποιηθούν, προσφέροντας έτσι μια εναλλακτική λύση στη διάθεση(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Κωδικός ΕΚΑ	Περιγραφή	Επεξήγηση / Παράδειγμα	Φωτογραφία
17 05 04	Χώματα και πέτρες εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	Παράγονται από εκσκαφές αδρανών υλικών (Φυσικά Υλικά που περιλαμβάνουν χώμα, πέτρες και βράχια - όχι μπάζα)	
17 03 02	Μείγματα ορυκτής ασφάλτου εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	Παράγονται από κατασκευές με βάση την ασφάλτο που χτίζονται ή κατεδαφίζονται (π.χ. δρόμοι, χώροι στάθμευσης, κλπ.) Σημείωση: Επειδή οι περισσότερες ασφαλτοστρώσεις γίνονται με χρήση υλικών που εμπίπτουν στις κατηγορίες 17 03 01* και 17 03 03*, συνιστάται ο διαχωρισμός κατά την εκσκαφή και η παράδοση του κλάσματος αυτού στις μονάδες παραγωγής ασφαλτομίγματος προς επαναχρησιμοποίηση.	
17 01 01	Σκυρόδεμα	Παράγονται από κατασκευές με βάση το σκυρόδεμα που χτίζονται ή κατεδαφίζονται (π.χ. κλιμακοστάσιο, γέφυρα κλπ.)	

Σχήμα 24. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025)

Μία ακόμη χαρακτηριστική κατηγορία είναι τα απόβλητα με κωδικό ΕΚΑ 17 08 02, τα οποία προέρχονται από υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο. Οι γυψοσανίδες και οι ψευδοροφές, που χρησιμοποιούνται ευρέως σε σύγχρονα κτίρια, καταλήγουν μετά την κατεδάφιση ή την ανακαίνιση να αποτελούν σημαντική ποσότητα αποβλήτων (Πόγκα, 2024). Ο γύψος, αν και αδρανές υλικό, μπορεί σε συνθήκες ανεξέλεγκτης απόθεσης να δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η παραγωγή αερίων. Γι' αυτό απαιτείται εξειδικευμένη διαχείριση, ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί ή να οδηγηθεί σε ασφαλή επεξεργασία(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Συχνά επίσης συναντώνται τα μείγματα αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων με κωδικό ΕΚΑ 17 09 04. Πρόκειται για μίγματα από σκυρόδεμα, ξύλο, πλαστικό, γυαλί,

μέταλλα και άλλα υλικά που συγκεντρώνονται χωρίς διαλογή. Είναι ίσως η πιο διαδεδομένη κατηγορία αποβλήτων, ιδιαίτερα σε μικρά εργοτάξια, καθώς συχνά όλα τα υλικά απορρίπτονται μαζί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η δυνατότητα ανακύκλωσης και να αυξάνεται το κόστος διαχείρισης. Για τον λόγο αυτό, το σύστημα της ΔΑΝΑΕΚΚ προωθεί τη διαλογή στην πηγή, ενθαρρύνοντας τους διαχειριστές να χωρίζουν τα υλικά ανά κατηγορία, ώστε να διασφαλίζεται η καθαρότητα των ροών και να διευκολύνεται η αξιοποίησή τους (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Κωδικός ΕΚΑ	Περιγραφή	Επεξήγηση / Παράδειγμα	Φωτογραφία
17 01 07	Μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακακιών και κεραμικών εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	Παράγονται από κατασκευές που περιέχουν ταυτόχρονα υλικά από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά οι οποίες χτίζονται ή κατεδαφίζονται (π.χ. είδη υγιεινής, κουζίνα, τοίχος, δάπεδο κλπ.)	
17 08 02	Υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	Παράγονται από κατασκευές με βάση το γύψο που χτίζονται ή κατεδαφίζονται (π.χ. γυψοσανίδα, εσωτερικοί τοίχοι, οροφές, κλπ.)	
17 09 04	Μείγματα αποβλήτων δοκιμών κατασκευών και κατεδαφίσεων εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	Απόβλητα κατασκευών, ανακαινίσεων, προσηκών και κατεδαφίσεων τα οποία βρίσκονται μεμιγμένα μεταξύ τους και παράγονται από γενικές κατασκευές που χτίζονται ή κατεδαφίζονται (Απόβλητα που παράγονται από διαφορετικές επιμέρους εργασίες σε κτίρια και άλλες κατασκευές και τα οποία συγκεντρώνονται (μίγονται) σε ενιαίο δοχείο)	

Σχήμα 25. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025)

Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στα μπάζα εκσκαφών που καταγράφονται με τον κωδικό ΕΚΑ 17 05 06. Η κατηγορία αυτή αφορά κυρίως απόβλητα που προέρχονται από βυθοκορήσεις, δηλαδή από έργα καθαρισμού και εμβάθυνσης θαλάσσιων ή λιμενικών περιοχών (Πόγκα, 2024). Αν και δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, η διαχείρισή τους απαιτεί προσοχή, καθώς η ανεξέλεγκτη απόθεση τους μπορεί να έχει άμεσες επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, χρειάζεται συστηματικός έλεγχος και κατάλληλη αξιοποίηση, ώστε να μην επηρεάζονται τα θαλάσσια οικοσυστήματα(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Παράλληλα με τις παραπάνω κατηγορίες, υπάρχουν και οι καθαρές ροές ανακυκλώσιμων υλικών που προκύπτουν μέσω διαλογής στην πηγή. Πρόκειται για υλικά όπως το ξύλο, το γυαλί, το πλαστικό, το αλουμίνιο, ο σίδηρος και ο χάλυβας. Αυτά τα υλικά, όταν συλλέγονται ξεχωριστά, μπορούν να οδηγηθούν απευθείας σε ανακύκλωση, χωρίς να απαιτείται περίπλοκη επεξεργασία. Το ξύλο, με κωδικό ΕΚΑ 17 02 01, προέρχεται συνήθως από ξύλινες κατασκευές, παλέτες ή κουφώματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως πρώτη ύλη για την παραγωγή μοριοσανίδων είτε ως καύσιμο σε ενεργειακές εφαρμογές (Πόγκα, 2024). Το γυαλί, με κωδικό ΕΚΑ 17 02 02, αφορά υλικά όπως τζάμια και παράθυρα που μπορούν να λιώσουν και να αναχρησιμοποιηθούν στην παραγωγή νέων προϊόντων, μειώνοντας την εξόρυξη άμμου. Το πλαστικό, με κωδικό ΕΚΑ 17 02 03, προέρχεται από σωλήνες, επικαλύψεις και άλλα κατασκευαστικά στοιχεία και έχει σημαντικές δυνατότητες ανακύκλωσης σε νέες πλαστικές ύλες. Το αλουμίνιο, με κωδικό ΕΚΑ 17 04 02, είναι από τα πιο πολύτιμα υλικά καθώς μπορεί να ανακυκλωθεί απεριόριστες φορές χωρίς να χάνει τις ιδιότητές του, ενώ ο σίδηρος και ο χάλυβας, με κωδικούς ΕΚΑ 17 04 05 και 17 04 07, προέρχονται κυρίως από οπλισμούς και μεταλλικές κατασκευές και επιστρέφουν στη βιομηχανία χάλυβα για νέα χρήση(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η συλλογή αυτών των καθαρών ροών είναι ίσως η σημαντικότερη πρόκληση στη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Όταν η διαλογή γίνεται σωστά, τα υλικά αποκτούν αξία και μπορούν να επανενταχθούν στην παραγωγική διαδικασία, στηρίζοντας την κυκλική οικονομία. Αντίθετα, όταν όλα απορρίπτονται αναμειγμένα, η ανάκτησή τους γίνεται δύσκολη, δαπανηρή και πολλές φορές αδύνατη. Γι' αυτό και η ΔΑΝΑΕΚΚ δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην ενημέρωση και την εκπαίδευση των διαχειριστών και των πολιτών, ώστε να ενισχυθεί η

κουλτούρα της διαλογής και να μειωθεί η άσκοπη επιβάρυνση των χώρων ταφής(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Κωδικός ΕΚΑ	Περιγραφή	Επεξήγηση / Παράδειγμα	Φωτογραφία
17 05 06	Μπάζα εκσκαφών εκτός εκείνων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (απόβλητα βυθοκορήσεων)	Αφορά απόβλητα που παράγονται από βυθοκορήσεις	
17 02 01 / 17 04 07 κ.λπ.	Καθαρές ροές ανακυκλώσιμων	Υλικά που έχουν συλλεχθεί μέσω διαλογής στην πηγή και αφορούν εργασίες εκσκαφής, κατασκευής και κατεδάφισης και τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν. Τα υλικά αυτά ενδεικτικά μπορεί να είναι: • Ξύλο • Γυαλί • Πλαστικό • Αλουμίνιο • Σίδηρος και χάλυβας Επιπλέον τέτοια υλικά μπορούν να προκύψουν από κατεδάφιση κατασκευών με βάση ένα από τα παραπάνω στοιχεία (π.χ. κατεδάφιση ξύλινης, πλαστικής, μεταλλικής κλπ. κατασκευής). Να σημειωθεί πως αφορούν αποκλειστικά ξεχωριστά ένα από τα παραπάνω απόβλητα.	Παραδείγματα: <u>Ξύλο:</u>  <u>Γυαλί:</u> 

Σχήμα 26. Κατάλογος διαχειριζόμενων αποβλήτων (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025)

Η εφαρμογή του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων και η σωστή ταξινόμηση των ΑΕΚΚ αποτελεί θεμέλιο για την ορθολογική διαχείρισή τους. Κάθε κωδικός δεν είναι απλώς μια γραφειοκρατική τυποποίηση, αλλά ένα εργαλείο που βοηθά να καθοριστούν οι κατάλληλες

μέθοδοι επεξεργασίας, αξιοποίησης και ανακύκλωσης (Πόγκα, 2024). Μέσα από αυτή τη διαδικασία διασφαλίζεται ότι τα υλικά δεν αντιμετωπίζονται ως άχρηστα, αλλά ως πόροι που μπορούν να επιστρέψουν στην παραγωγή, περιορίζοντας τις περιβαλλοντικές πιέσεις και ενισχύοντας τη βιωσιμότητα της οικονομίας. Η Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση ΑΕΚΚ, εφαρμόζοντας στην πράξη τις αρχές αυτές, δείχνει τον δρόμο για το πώς η συμμόρφωση με τη νομοθεσία και η υπεύθυνη περιβαλλοντική στάση μπορούν να μετατραπούν σε όφελος τόσο για τις τοπικές κοινωνίες όσο και για το φυσικό περιβάλλον(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

6.2.4.Κόστος διαχείρισης

Η ανάλυση των οικονομικών στοιχείων που σχετίζονται με τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, όπως αυτά καταγράφονται με βάση τους κωδικούς ΕΚΑ, προσφέρει μια ιδιαίτερα χρήσιμη εικόνα για τον τρόπο με τον οποίο αποτιμάται η διαχείριση των διαφορετικών ρευμάτων αποβλήτων. Οι τιμές ανά τόνο, χωρίς ΦΠΑ, αντανακλούν όχι μόνο την αξία και την επεξεργασιμότητα των υλικών αλλά και το κόστος που συνδέεται με τη συλλογή, τη μεταφορά και την περαιτέρω αξιοποίηση ή διάθεση τους. Κάθε κατηγορία αποβλήτων έχει τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία καθορίζουν το οικονομικό βάρος που επιβαρύνει τον παραγωγό, αλλά και τις δυνατότητες αξιοποίησης μέσα από την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Αρχικά, τα μείγματα ορυκτής ασφάλτου, με κωδικό ΕΚΑ 17 03 02, κοστολογούνται στα 8,93 ευρώ ανά τόνο. Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά μίγματα που προκύπτουν από κατασκευές με βάση την ασφάλτο, όπως δρόμοι και χώροι στάθμευσης, και που δεν περιλαμβάνουν επικίνδυνες ουσίες. Το σχετικά χαμηλό κόστος τους σε σχέση με άλλα ρεύματα αποβλήτων εξηγείται από τη δυνατότητα αξιοποίησης της ασφάλτου μέσα από διαδικασίες ανακύκλωσης, καθώς η ασφαλτος μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί ως αδρανές υλικό ή να ενσωματωθεί σε νέες ασφατικές μίξεις. Η ύπαρξη εξειδικευμένων υποδομών για την ανάκτηση τέτοιων υλικών συμβάλλει ώστε το οικονομικό βάρος να παραμένει περιορισμένο(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Στη συνέχεια, οι καθαρές ροές ανακυκλώσιμων, οι οποίες περιλαμβάνουν υλικά όπως ξύλο, γυαλί, πλαστικό, αλουμίνιο, σίδηρο και χάλυβα, καταγράφονται με την ιδιαίτερα χαμηλή τιμή των 4,95 ευρώ ανά τόνο. Ο λόγος που η συγκεκριμένη κατηγορία παρουσιάζει τόσο

χαμηλή κοστολόγηση είναι η υψηλή αξία που έχουν αυτά τα υλικά στην αγορά της ανακύκλωσης. Καθώς πρόκειται για καθαρές ροές, δηλαδή υλικά διαχωρισμένα στην πηγή, δεν απαιτείται πολύπλοκη επεξεργασία για τον διαχωρισμό τους, γεγονός που μειώνει το συνολικό κόστος. Η δυνατότητα πώλησης αυτών των υλικών σε δευτερογενείς αγορές ανακυκλωμένων πρώτων υλών ενισχύει περαιτέρω την οικονομική βιωσιμότητα της συγκεκριμένης κατηγορίας(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Αντίθετα, τα χώματα και οι πέτρες που εμπίπτουν στον κωδικό ΕΚΑ 17 05 04 και προέρχονται κυρίως από εκσκαφές, αποτιμώνται στα 3,88 ευρώ ανά τόνο, καθιστώντας τα την οικονομικότερη κατηγορία. Το χαμηλό αυτό κόστος σχετίζεται με το γεγονός ότι πρόκειται για αδρανή φυσικά υλικά, τα οποία συχνά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε έργα αποκατάστασης εδαφών, σε επιχώσεις ή σε τεχνικά έργα που απαιτούν τέτοια υλικά. Ωστόσο, η χαμηλή αξία τους στην αγορά περιορίζει το όφελος που μπορεί να προκύψει, με αποτέλεσμα να υπάρχει μόνο ένα μικρό τέλος διαχείρισης που αντιστακλά περισσότερο το κόστος συλλογής και μεταφοράς παρά επεξεργασίας(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Σημαντικά υψηλότερη είναι η τιμή που καταγράφεται για τα μείγματα αποβλήτων δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων, με κωδικό ΕΚΑ 17 09 04, τα οποία κοστολογούνται στα 24,29 ευρώ ανά τόνο. Η κατηγορία αυτή είναι η πιο δαπανηρή, καθώς περιλαμβάνει ετερογενή μείγματα από ποικίλες εργασίες κατασκευής, ανακαίνισης και κατεδάφισης, τα οποία είναι δύσκολο να διαχωριστούν σε καθαρές ροές. Ο συνδυασμός υλικών διαφορετικής φύσης, όπως ξύλο, σκυρόδεμα, μέταλλο και πλαστικό, αυξάνει την πολυπλοκότητα της επεξεργασίας, απαιτεί εξειδικευμένα μηχανήματα διαλογής και συνεπάγεται αυξημένο κόστος. Η κατηγορία αυτή αντικατοπτρίζει και την πρόκληση που αντιμετωπίζει ο κλάδος στη μετάβαση σε πιο κυκλικές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Παρόμοια υψηλή τιμή παρουσιάζουν και τα υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο, που εμπίπτουν στον κωδικό ΕΚΑ 17 08 02 και κοστολογούνται στα 21,94 ευρώ ανά τόνο. Ο γύψος, παρά την ευρεία χρήση του σε κατασκευές όπως χωρίσματα και ψευδοροφές, δεν έχει την ίδια ανακυκλωσιμότητα με άλλα υλικά, ενώ μπορεί να παρουσιάσει και δυσκολίες στη διαχείριση λόγω της σύνθεσής του. Το υψηλό κόστος αντιστακλά τις δυσκολίες στην αποθήκευση, μεταφορά και αξιοποίηση τέτοιων υλικών, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις

καταλήγουν σε ταφή. Παρ' όλα αυτά, γίνονται προσπάθειες ανάπτυξης τεχνολογιών που θα επιτρέπουν την καλύτερη αξιοποίηση του γύψου μέσω ανακύκλωσης(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Στη συνέχεια, τα μείγματα από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά, με κωδικό ΕΚΑ 17 01 07, αποτιμώνται στα 19,80 ευρώ ανά τόνο. Πρόκειται για μια ενδιάμεση κατηγορία, η οποία συγκεντρώνει υλικά με μεγάλη αντοχή και βάρος, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε έργα ως δευτερογενή αδρανή μετά από κατάλληλη επεξεργασία. Το κόστος τους είναι υψηλότερο από το καθαρό σκυρόδεμα, καθώς απαιτείται πρόσθετος διαχωρισμός και θραύση για να παραχθεί υλικό κατάλληλο για νέα χρήση. Ωστόσο, η ύπαρξη αγοράς για τα δευτερογενή αδρανή διατηρεί το κόστος σε διαχειρίσιμα επίπεδα(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Το σκυρόδεμα, ως ξεχωριστή κατηγορία με κωδικό ΕΚΑ 17 01 01, αποτιμάται στα 13,27 ευρώ ανά τόνο. Η τιμή αυτή αντικατοπτρίζει την ευρεία δυνατότητα ανακύκλωσης του σκυροδέματος, το οποίο μπορεί να θραυσθεί και να χρησιμοποιηθεί ξανά σε νέες κατασκευές, κυρίως ως υλικό για βάσεις οδοποιίας ή για άλλα έργα πολιτικού μηχανικού. Η ύπαρξη εξειδικευμένων υποδομών για την επεξεργασία σκυροδέματος μειώνει το συνολικό κόστος και το καθιστά οικονομικά πιο προσιτό σε σύγκριση με πιο σύνθετα μίγματα(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Τέλος, τα μπάζα εκσκαφών, τα οποία εντάσσονται στον κωδικό ΕΚΑ 17 05 06 και αναφέρονται στα απόβλητα βυθοκορήσεων, κοστολογούνται επίσης στα 13,27 ευρώ ανά τόνο. Αν και η κατηγορία αυτή δεν αφορά συνήθεις εκσκαφές, αλλά πιο εξειδικευμένες εργασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση υλικών από θαλάσσιες ή λιμενικές παρεμβάσεις, η τιμή τους βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το σκυρόδεμα. Αυτό υποδηλώνει ότι η διαχείρισή τους παρουσιάζει αντίστοιχες απαιτήσεις σε επίπεδο συλλογής και μεταφοράς, ενώ οι δυνατότητες αξιοποίησής τους παραμένουν περιορισμένες(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η ανάλυση των παραπάνω στοιχείων αναδεικνύει πως οι τιμές ανά τόνο διαφοροποιούνται ανάλογα με τον βαθμό ετερογένειας των υλικών, τις δυνατότητες ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης, αλλά και την ύπαρξη ή όχι αγορών για τα δευτερογενή υλικά (Βόγλη, 2019). Οι καθαρές ροές ανακυκλώσιμων και τα φυσικά αδρανή, όπως τα χώματα και οι πέτρες, εμφανίζουν το χαμηλότερο κόστος λόγω της εύκολης αξιοποίησής τους. Αντίθετα, τα ετερογενή μίγματα και τα ειδικά υλικά, όπως ο γύψος, έχουν σημαντικά

υψηλότερο κόστος λόγω των προκλήσεων που ενέχει η διαχείρισή τους. Η εικόνα αυτή επιβεβαιώνει τη σημασία που έχει η διαλογή στην πηγή και η ανάπτυξη αγορών για δευτερογενή υλικά, ώστε να μειώνεται το συνολικό οικονομικό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα της διαχείρισης των ΑΕΚΚ(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Πίνακας 3. Κόστος διαχείρισης (ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025)

ΕΚΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΕΚΑ (€/t) χωρίς ΦΠΑ
17 03 02	Μείγματα ορυκτής ασφάλτου εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 17 03 01	8,93
17 02 01 / 17 04 07 κ.λπ.	Καθαρέςροές ανακυκλώσιμων	4,95
17 05 04	Χώματα και πέτρες άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 17 05 03	3,88
17 09 04	Μείγματα αποβλήτων δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στα σημεία 17 09 01, 17 09 02 και 17 09 03.	24,29
17 08 02	Υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 17 08 01	21,94
17 01 07	Μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακακίων και κεραμικών εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 17 01 06	19,80
17 01 01	Σκυρόδεμα	13,27
17 05 06	Μπάζα εκσκαφών άλλα απο τα αναφερόμενα στο σημείο 17 05 05 (απόβλητα βυθοκορήσεων)	13,27

6.2.5.Αναλυτική παρουσίαση διαδικασίας

Η διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, γνωστών ως ΑΕΚΚ, αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους στη σύγχρονη πρακτική των τεχνικών έργων, καθώς συνδέεται άμεσα με την περιβαλλοντική προστασία, τη συμμόρφωση με το θεσμικό πλαίσιο και την ορθή λειτουργία της αγοράς δευτερογενών υλικών (Nuβholzetal., 2020). Η εταιρεία που αναλαμβάνει τη διαχείριση αυτών των ροών αποβλήτων καλείται να εφαρμόσει μια ολοκληρωμένη στρατηγική που ξεκινά από την αρχική φάση της αναγγελίας του έργου και την υποβολή ή μη Σχεδίου Διαχείρισης, συνεχίζει με τον υπολογισμό της παραγωγής, την κατηγοριοποίηση των υλικών και καταλήγει στην ενοποίηση των αποτελεσμάτων και την τελική παραγωγή του Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων(Nuβholzetal., 2020). Το σύνολο της διαδικασίας δεν είναι τυπικό γραφειοκρατικό βήμα αλλά ένα ουσιαστικό εργαλείο που διασφαλίζει την ορθή αξιοποίηση των πόρων και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των έργων(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Στην πρώτη φάση, που αφορά τη διαδικασία αναγγελίας και την υποβολή Σχεδίου Διαχείρισης ΑΕΚΚ, η εταιρεία διαχειριστής οφείλει να αξιολογήσει το είδος του έργου και να καθορίσει αν απαιτείται ή όχι η εκπόνηση ΣΔΑ. Σε περίπτωση έργου όπου υποβάλλεται Σχέδιο Διαχείρισης ΑΕΚΚ, η διαδικασία ξεκινά με την αναλυτική περιγραφή του έργου, τον προσδιορισμό της διάρκειας και της κλίμακας των εργασιών και την εκτίμηση των ποσοτήτων των παραγόμενων αποβλήτων (Καλαϊτζόγλου, 2018). Ο εργολάβος ή ο υπεύθυνος μηχανικός συντάσσει ένα λεπτομερές σχέδιο στο οποίο καθορίζονται οι πηγές παραγωγής αποβλήτων, οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης, τα μέσα μεταφοράς και οι τελικοί αδειοδοτημένοι αποδέκτες. Το σχέδιο αυτό υποβάλλεται στις αρμόδιες αρχές, οι οποίες αξιολογούν τη συμμόρφωση με τις εθνικές και ευρωπαϊκές απαιτήσεις, και εγκρίνεται πριν από την έναρξη των εργασιών. Η ύπαρξη ΣΔΑ αποτελεί εγγύηση ότι η διαχείριση των αποβλήτων θα γίνει με τρόπο συστηματικό, με προτεραιότητα στην ανακύκλωση και την αξιοποίηση έναντι της διάθεσης(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Αντίθετα, σε περίπτωση έργου όπου δεν υποβάλλεται Σχέδιο Διαχείρισης ΑΕΚΚ, δηλαδή σε μικρής κλίμακας παρεμβάσεις ή έργα που εξαιρούνται από την υποχρέωση αυτή, η

διαδικασία είναι απλούστερη αλλά όχι ανύπαρκτη. Η εταιρεία εξακολουθεί να έχει την ευθύνη για την ορθή διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων και οφείλει να συνεργαστεί με εγκεκριμένα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας, να τηρεί βασικά αρχεία παράδοσης και παραλαβής και να αποδεικνύει σε περίπτωση ελέγχου ότι ακολούθησε τις θεμελιώδεις αρχές της νομοθεσίας. Η απουσία ΣΔΑ δεν σημαίνει απαλλαγή από την ευθύνη, αλλά προσαρμογή της διαδικασίας στις ανάγκες μικρότερων έργων, με βασικό στόχο πάντα τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής προστασίας(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Αφού ολοκληρωθεί η αρχική φάση της αναγγελίας, ακολουθεί η ουσία της διαδικασίας που αποτυπώνεται στον οδηγό ανάπτυξης Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων. Το πρώτο βήμα αφορά τον υπολογισμό της παραγωγής. Σε αυτή τη φάση, η εταιρεία προβαίνει σε αναλυτική εκτίμηση των ποσοτήτων των αποβλήτων που αναμένεται να προκύψουν σε κάθε στάδιο του έργου. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται σε μεθοδολογίες που συνδυάζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου, όπως η επιφάνεια και ο όγκος των εκσκαφών, ο τύπος των οικοδομικών στοιχείων που θα κατεδαφιστούν και η φύση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Μέσα από υπολογιστικά πρότυπα και αναγωγές σε τυπικούς δείκτες παραγωγής, η εταιρεία μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια τις αναμενόμενες ποσότητες, γεγονός που επιτρέπει τον προγραμματισμό της συλλογής και της μεταφοράς, την επιλογή των κατάλληλων συνεργατών και την αποφυγή υπερβάσεων κόστους(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Το δεύτερο βήμα συνίσταται στην κατηγοριοποίηση των υλικών. Τα παραγόμενα απόβλητα δεν είναι ομοιογενή αλλά περιλαμβάνουν μια ποικιλία από ρεύματα όπως σκυρόδεμα, τούβλα, κεραμικά, ασφαλτο, γύψο, ξύλο, μέταλλα, γυαλί, πλαστικά και χώματα. Η σωστή κατηγοριοποίηση επιτρέπει τον διαχωρισμό σε καθαρές ροές ανακυκλώσιμων, σε μίγματα που απαιτούν περαιτέρω επεξεργασία και σε ειδικά υλικά που έχουν υψηλότερες απαιτήσεις διαχείρισης. Σε αυτό το στάδιο η εταιρεία εφαρμόζει κανόνες της ευρωπαϊκής κατάταξης ΕΚΑ, που εξασφαλίζουν ότι κάθε υλικό θα οδηγηθεί στην κατάλληλη μονάδα επεξεργασίας ή αξιοποίησης. Ο διαχωρισμός στην πηγή, δηλαδή ήδη κατά τη φάση εκσκαφής ή κατεδάφισης, αποτελεί την πιο αποδοτική πρακτική, καθώς μειώνει το κόστος και αυξάνει την πιθανότητα ανάκτησης υλικών(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Ακολουθεί η ενοποίηση των αποτελεσμάτων και η παραγωγή του τελικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων. Σε αυτό το στάδιο, όλα τα δεδομένα από τον υπολογισμό παραγωγής και την κατηγοριοποίηση συγκεντρώνονται σε ένα ενιαίο έγγραφο που

περιγράφει με σαφήνεια το πλάνο διαχείρισης. Το σχέδιο περιλαμβάνει ποσοτικά στοιχεία για κάθε κατηγορία υλικού, χρονοδιάγραμμα συλλογής και μεταφοράς, αναφορά στις συνεργαζόμενες μονάδες ανακύκλωσης και διάθεσης, καθώς και προβλέψεις για το ποσοστό ανάκτησης σε σχέση με το σύνολο των παραγόμενων αποβλήτων. Επιπλέον, προβλέπει μηχανισμούς παρακολούθησης και καταγραφής, ώστε να διασφαλίζεται ότι η εφαρμογή του σχεδίου συμμορφώνεται με τα όσα έχουν δηλωθεί και εγκριθεί. Η ύπαρξη λεπτομερούς ΣΔΑ επιτρέπει τόσο την ορθή περιβαλλοντική διαχείριση όσο και την οικονομική αποδοτικότητα του έργου, αφού μειώνει τον κίνδυνο προστίμων και εξασφαλίζει τη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Η συνολική διαδικασία που εφαρμόζει η εταιρεία για τη διαχείριση ΑΕΚΚ αναδεικνύει την αναγκαιότητα μιας συστηματικής και οργανωμένης προσέγγισης. Από τη μια πλευρά, το θεσμικό πλαίσιο επιβάλλει σαφείς υποχρεώσεις που δεν αφήνουν περιθώρια για αυθαιρεσίες. Από την άλλη, η αγορά προσφέρει ευκαιρίες μέσω της ανακύκλωσης και της διάθεσης σε νόμιμες μονάδες, οι οποίες μπορούν να μειώσουν το οικονομικό βάρος και να ενισχύσουν την κυκλική οικονομία (Τσαρπάλης, 2021). Η εταιρεία λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος μεταξύ του εργολάβου, των αρχών και των τελικών αποδεκτών, εξασφαλίζοντας ότι κάθε βήμα από την παραγωγή μέχρι την τελική αξιοποίηση θα γίνει με τρόπο που να υπηρετεί την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και την αποδοτικότητα του έργου(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

Μέσα από την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας, καθίσταται σαφές ότι η διαχείριση των ΑΕΚΚ δεν μπορεί να θεωρηθεί δευτερεύον ζήτημα αλλά αναπόσπαστο μέρος της κατασκευαστικής δραστηριότητας. Η αναγγελία του έργου και η επιλογή για εκπόνηση ΣΔΑ, ο υπολογισμός της παραγωγής, η κατηγοριοποίηση των υλικών και η ενοποίηση των στοιχείων σε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο αποτελούν κρίσιμα στάδια μιας αλυσίδας που οδηγεί σε υπεύθυνη και αποτελεσματική διαχείριση. Η προσέγγιση αυτή δεν υπηρετεί μόνο τη συμμόρφωση με τις νομικές υποχρεώσεις αλλά και την επίτευξη ενός σύγχρονου μοντέλου ανάπτυξης, όπου τα απόβλητα μετατρέπονται σε πόρο και η προστασία του περιβάλλοντος συνδυάζεται με την οικονομική βιωσιμότητα(ΔΑΝΑΕΚΚ, 2025).

6.2.6.Τεχνικά προβλήματα και δυσκολίες

Η διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στη χώρα αντιμετωπίζει μια σειρά από σημαντικές προκλήσεις που καθιστούν δύσκολη την πλήρη εφαρμογή των ευρωπαϊκών και εθνικών στόχων (Bertinet al., 2022). Ένα από τα βασικά προβλήματα είναι η αδυναμία ακριβούς προσδιορισμού τόσο της ποσότητας όσο και της σύνθεσης των παραγόμενων ΑΕΚΚ, γεγονός που δυσχεραίνει τον στρατηγικό σχεδιασμό και τον καθορισμό πολιτικών. Η έλλειψη συστηματικής πληροφόρησης και εξειδικευμένης γνώσης εκ μέρους των παραγωγών αποβλήτων οδηγεί συχνά σε λανθασμένες πρακτικές και ελλιπή τήρηση των διαδικασιών που απαιτούνται για την ορθή περιβαλλοντική διαχείριση (ΑΝΑΚΕΜ, 2021).

Παράλληλα, η γενικότερη απουσία κουλτούρας περιβαλλοντικής συνείδησης από τους εμπλεκόμενους φορείς, τόσο δημόσιους όσο και ιδιωτικούς, αποτελεί έναν ακόμη ανασταλτικό παράγοντα (Τσαρπαλής, 2021). Στην πλευρά της διοίκησης, οι αρμόδιες υπηρεσίες συχνά παρουσιάζουν καθυστέρηση στην προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της νομοθεσίας, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την έλλειψη ελέγχου των Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων (ΣΔΑ) από τις κατά τόπους Υπηρεσίες Δόμησης. Η κατάσταση επιβαρύνεται από το γεγονός ότι το κόστος διαχείρισης των ΑΕΚΚ δεν προβλέπεται επαρκώς στις μελέτες και τις συμβάσεις των δημοσίων έργων, με αποτέλεσμα να μην ενσωματώνεται ως βασικός όρος ούτε στις Αποφάσεις Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ούτε στα τεύχη ανάθεσης (ΑΝΑΚΕΜ, 2021).

Επιπλέον, δεν έχουν καθοριστεί λεπτομερείς διαδικασίες για την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων, γεγονός που αφήνει κενά στη βιώσιμη αξιοποίηση τέτοιων χώρων. Η αγορά δείχνει περιορισμένο ενδιαφέρον για την απορρόφηση των προϊόντων που προέρχονται από την επεξεργασία των ΑΕΚΚ, με αποτέλεσμα να υπονομεύεται η ανάπτυξη μιας κυκλικής οικονομίας. Ταυτόχρονα, ορισμένα από τα εγκεκριμένα συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης (ΣΕΔ) παραμένουν σε πρώιμο στάδιο λειτουργίας, ενώ σε αρκετές γεωγραφικές περιφέρειες απουσιάζουν πλήρως, δημιουργώντας ανισότητες και τοπικές δυσκολίες (ΑΝΑΚΕΜ, 2021).

Οι διαδικασίες επιβολής προστίμων σε περιπτώσεις παραβάσεων της νομοθεσίας είναι ιδιαίτερα περίπλοκες, γεγονός που μειώνει την αποτελεσματικότητα των ελέγχων. Επίσης,

η εκτεταμένη χρήση αδρανών για «ανάκτηση» γης συχνά οδηγεί σε πρακτικές που δεν συνεισφέρουν στην επίτευξη του στόχου ανακύκλωσης 70% και αποπροσανατολίζουν από τη λογική της κυκλικής οικονομίας. Ο όρος «επίχωση» εμφανίζεται ασαφής και προβληματικός, καθώς χρησιμοποιείται διαφορετικά από χώρα σε χώρα, δημιουργώντας εμπόδια στη σύγκριση των στοιχείων και στην αξιολόγηση της προόδου (ANAKEM, 2021).

Παράλληλα, δεν υπάρχει θεσμοθετημένη υποχρέωση για την ενσωμάτωση δευτερογενών υλικών από ΑΕΚΚ στις δημόσιες συμβάσεις, κάτι που θα ενίσχυε την πράσινη δημόσια προμήθεια. Οι Υπηρεσίες Δόμησης, αν και κρίσιμοι φορείς, στερούνται της απαιτούμενης εξειδίκευσης για να ελέγξουν αποτελεσματικά τα ΣΔΑ, τους κωδικούς ΕΚΑ και τις ποσότητες που αναφέρονται, ενώ δεν υπάρχει κεντρική βάση δεδομένων που θα διευκόλυνε την παρακολούθηση (Τσαρπαλής, 2021). Σε όλα αυτά προστίθεται η έλλειψη επαρκών ανθρώπινων πόρων για την επιβολή της νομοθεσίας, καθώς οι επιθεωρητές περιβάλλοντος είναι υποστελεχωμένοι, έχουν πολλαπλά καθήκοντα και καλούνται να καλύψουν ολόκληρη την επικράτεια. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται είναι συχνά αναποτελεσματικοί και ακόμη και σε περιπτώσεις διαπιστωμένων παραβάσεων σπανίως επιβάλλονται κυρώσεις ή υιοθετούνται διορθωτικά μέτρα (ANAKEM, 2021).

Τέλος, επιπρόσθετες αδυναμίες εντοπίζονται στην απουσία υποχρεωτικών μελετών παραγωγής και διαχείρισης πριν από τις κατεδαφίσεις, στην ανεπαρκή επιτήρηση των containers που τοποθετούνται σε δημόσιους χώρους, καθώς και στη γενικότερη χαμηλή εφαρμογή των υφιστάμενων κανόνων (Τσαρπαλής, 2021). Όλα τα παραπάνω σκιαγραφούν ένα πλαίσιο στο οποίο η διαχείριση των ΑΕΚΚ παραμένει προβληματική και αναποτελεσματική, καθιστώντας αναγκαία την ενίσχυση της θεσμικής επάρκειας, την καλλιέργεια περιβαλλοντικής κουλτούρας, την υιοθέτηση καινοτόμων εργαλείων και τη συστηματική εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας (ANAKEM, 2021).

7.Επίλογος

Από την ανάλυση των δύο μελετών περίπτωσης προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στην Ελλάδα. Τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές έργων υποδομής και κτηριακών εγκαταστάσεων είναι το σκυρόδεμα, ο χάλυβας, τα τούβλα, η ξυλεία και τα πλαστικά, ενώ εξειδικευμένα υλικά χρησιμοποιούνται σε έργα με ιδιαίτερες τεχνικές απαιτήσεις. Από τις κατασκευαστικές διαδικασίες προκύπτουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, κυρίως από σκυρόδεμα, τούβλα, ξυλεία και μέταλλα, με τη σύνθεση και τον όγκο τους να εξαρτώνται από τον τύπο και την κλίμακα του έργου.

Η διαχείριση των ΑΕΚΚ περιλαμβάνει πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων, άμεση ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση, με στόχο τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και την αξιοποίηση των υλικών σε νέες κατασκευές. Οι μελετώμενες εταιρείες, ANAKEM ΑΕ και ΔΑΝΑΕΚΚ, εφαρμόζουν συστήματα που επιτρέπουν τη διαλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση των ΑΕΚΚ, ενισχύοντας την κυκλική οικονομία στον κατασκευαστικό τομέα.

Παρά τις προόδους, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δομικών αποβλήτων παραμένουν σημαντικές, ενώ η πλήρης αξιοποίηση των ΑΕΚΚ αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως η συμμόρφωση με τη νομοθεσία, η τεχνική επάρκεια των υποδομών και το κόστος διαχείρισης. Οι μελέτες δείχνουν ότι η αποτελεσματική διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα μπορεί να επιτευχθεί μέσω συντονισμένων δράσεων, τεχνικών καινοτομιών και αυστηρής εφαρμογής των κανονισμών, προωθώντας ταυτόχρονα την αειφορία και την προστασία του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ANAKEM (2025).Διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών κατασκευών & κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ).<https://anakem.gr/diacheirisi-apovliton-ekskafon-kataskevon-katedafiseon-aekk/>

ANAKEM (2025).Συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης.<https://anakem.gr/syllogiko-systema-enallaksiktikis-diaxeirisis/>

ANAKEM (2023).Χώρος εκπαίδευσης, ενημέρωσης και συναντήσεων, το περίπτερο της ANAKEM στην ATTICAGREEN. <https://anakem.gr/choros-ekpaidefsis-enimerosis-kai-syn/>

ANAKEM A.E. (2021, 29 Ιουνίου). Παρουσίαση – ΑΕΚΚ, Διαδικτυακή Ημερίδα ANAKEM A.E. 29.6.2021. Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης. https://www.eoan.gr/wp-content/uploads/2021/06/%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%9F%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%97-%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%9A-29.6.2021_%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9A%CE%95%CE%9C_updated.pdf

Αντώνιου, Δ. (2025). Ξύλο και προϊόντα από ξυλεία. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Πανεπιστημίου Πατρών.<https://eclass.upatras.gr>

Attica Green Expo (2023) Αρχική Σελίδα. <https://atticagreenexpo.gr/2023/>

Attica Green Expo (2024) Αρχική Σελίδα. <https://atticagreenexpo.gr/category/attica-green-expo/2024/>

Awoyera, P. O., & Adesina, A. (2020). Plastic wastes to construction products: Status, limitations and future perspective. *Case Studies in Construction Materials*, 12, e00330.

Baddoo, N. R. (2008). Stainless steel in construction: A review of research, applications, challenges and opportunities. *Journal of constructional steel research*, 64(11), 1199-1206.

Bertin, I., Saadé, M., Le Roy, R., Jaeger, J. M., & Feraille, A. (2022). Environmental impacts of Design for Reuse practices in the building sector. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131228.

Bertino, G., Kisser, J., Zeilinger, J., Langergraber, G., Fischer, T., & Österreicher, D. (2021). Fundamentals of building deconstruction as a circular economy strategy for the reuse of construction materials. *Applied sciences*, 11(3), 939.

Βόγλη, Ν. (2019). Διαχείριση Αποβλήτων Εκσκαφών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Μελέτη λειτουργίας χώρου εναπόθεσης ΑΕΚΚ και προοπτικές ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Brütting, J., Desruelle, J., Senatore, G., & Fivet, C. (2019, April). Design of truss structures through reuse. In *Structures* (Vol. 18, pp. 128-137). Elsevier.

Burgan, B. A., & Sansom, M. R. (2006). Sustainable steel construction. *Journal of constructional steel research*, 62(11), 1178-1183.

Cai, G., & Waldmann, D. (2019). A material and component bank to facilitate material recycling and component reuse for a sustainable construction: concept and preliminary study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(10), 2015-2032.

Camilleri, M. A. (2022). The rationale for ISO 14001 certification: A systematic review and a cost-benefit analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(4), 1067-1083.

CEN. (2004). Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1 : General rules and rules for buildings. European Union

Charef, R. (2022). The use of Building Information Modelling in the circular economy context: Several models and a new dimension of BIM (8D). *Cleaner Engineering and Technology*, 7, 100414.

Γεωργίου, Ν. (2025). Γεωσυνθετικά Υλικά με Ανάλυση στα Γεωυφάσματα και Εφαρμογές, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Cobb, H. M. (2010). *The history of stainless steel*. ASM International.

Condotta, M., & Zatta, E. (2021). Reuse of building elements in the architectural practice and the European regulatory context: Inconsistencies and possible improvements. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128413.

Coulson, J. (2011). *Wood in construction: how to avoid costly mistakes*. John Wiley & Sons.

Coulson, J. (2014). *Sustainable use of wood in construction*. John Wiley & Sons.

ΔΑΝΑΕΚΚ (2025). ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΙΑΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Α.Ε.Κ.Κ., Εναλλακτική Διαχείριση Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών & Κατεδαφίσεων. <https://danaekk.gr/>

Δανιήλ, Α. (2019). Οι οικονομικές εξελίξεις στον κλάδο της γαλακτοβιομηχανίας στην περιφέρεια Θεσσαλίας.

Δεληγιάννης, Σ. Φ. (2013). *Μελέτη ιδιοτήτων χάλυβα τύπου SAE 1010 συναρτήσει της θερμοκρασίας και του βαθμού πλαστικής παραμόρφωσης*, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Δημοκρατική της Ρόδου (2021). ΔΑΝΑΕΚΚ: «Η Δωδεκανησιακή Ανακύκλωση Α.Ε.Κ.Κ. (ΔΑΝΑΕΚΚ) γνωστοποιεί την λειτουργία της. <https://www.dimokratiki.gr/10-02-2021/danaekk-i-dodekanisiaki-anakyklosi-a-e-k-k-danaekk-gnostopoiei-tin-leitoyrgia-tis/>

Δράση-Μονάδα Ανακύκλωσης Μπάζων (2025). Ανάκτηση υλικών από εκσκαφές και κατεδαφίσεις κατασκευών (Α.Ε.Κ.Κ.). <https://actionrecycling.gr/recycle/>

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (2025). Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). <https://www.eoan.gr>

ΕΛΟΤ EN 10025-2 E2. (2019). Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών - Μέρος 2: Τεχνικοί όροι παράδοσης για μη κεκραμένους χάλυβες κατασκευών. <https://eshop.elot.gr/product/99851>

Ε.Ο.ΑΝ. (2025). Ελληνικός Οργανισμός ανακύκλωσης. <https://www.eoan.gr/>

Επίσημος Ιστότοπος Ελληνικής Κυβέρνησης (2022). Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων. <https://www.gov.gr>

GreemBusiness (2025). Η ΑΝΑΚΕΜ βάζει τα... μπάζα στη θέση τους. <https://greenbusiness.gr/news/50677/i-anakem-vazei-ta-baza-sti-thesi-tous/>

Ηλιάδου, Έ. (2011). *Η ασφαλτος στην οδοποιία*, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας, CyprusUniversityofTechnology.

Ibrahim, M. I. M. (2016). Estimating the sustainability returns of recycling construction waste from building projects. *Sustainable Cities and Society*, 23, 78-93.

Lamba, P., Kaur, D. P., Raj, S., & Sorout, J. (2022). Recycling/reuse of plastic waste as construction material for sustainable development: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(57), 86156-86179.

Καλαϊτζόγλου, Α. (2018). Διαχείριση μη επικίνδυνων οικοδομικών αποβλήτων Νομοθεσία Ευρωπαϊκή–Ελληνική Χαρακτηρισμός ΑΕΚΚ (αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων) Υπηρεσίες Δόμησης–Διαδικασίες ελέγχου Μονάδες ανακύκλωσης. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Καλοπήτας, Β. (2021). ΔΑΝΑΕΚΚ: Σημαντικό βήμα για την Ανακύκλωση Αποβλήτων στην Ρόδο. <https://plusrodos.gr/%CE%B4%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B5%CE%BA%CE%BA-%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B2%CE%AE%CE%BC%CE%B1-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%8D%CE%BA/>

Κοινή Υπουργική Απόφαση 36259/1757/Ε103/2010. Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ). ΦΕΚ 1312/Β/24-8-2010.

Κόντης, Χ. Π. (2013). *Σημασία των υλικών στον βιοκλιματικό σχεδιασμό*, Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Κόρδα, Ε. (2024). *Επιχειρηματικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων: ένα εμπειρικό παράδειγμα*, Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Krishnan, J. M., & Rajagopal, K. R. (2005). On the mechanical behavior of asphalt. *Mechanics of materials*, 37(11), 1085-1100.

Κ. Τ. Σ. (1997). Αιτιολογική Έκθεση ΚΤΣ–97, Εγκύκλιος Ε7. Υ. ΠΕ. ΧΩ. ΔΕ, Αθήνα.

ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312/Β/24-08-2010) «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)». <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/apobleta/koine-upourgike-apophase-36259-1757-e103-2010.html>

Liew, K. M., Sojobi, A. O., & Zhang, L. W. (2017). Green concrete: Prospects and challenges. *Construction and building materials*, 156, 1063-1095.

Foliente, G. C., Leicester, R. H., Wang, C. H., Mackenzie, C., & Cole, I. (2002). Durability design for wood construction. *Forest products journal*, 52(1), 10-19.

Gardner, L. (2019). Stability and design of stainless steel structures—Review and outlook. *Thin-Walled Structures*, 141, 208-216.

Μανδήτσιος, Γ. Ν. (2012). *Προστασία χάλυβα & σύνθετων υλικών σε τεχνητό θαλάσσιο περιβάλλον*, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μάρκος, Σ. (2015). Η περιβαλλοντική πολιτική των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ). Οι περιπτώσεις των δήμων Ίλιου και Αμαρουσίου στους τομείς της καθαριότητας και του πράσινου. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Mather, B. (2004). Concrete durability. *Cement and Concrete Composites*, 26(1), 3-4.

Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M., & Gruner, R. L. (2020). Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104855.

Μιτσάγγα, Α. Δ. (2022). *Σύγχρονη δομική ξυλεία*, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μητσέα, Χ. (2015). Ανάλυση και εφαρμογή του συστήματος HACCP (ανάλυση επικινδυνότητας και σημεία ελέγχου) σε ζαχαροπλαστείο με παράδειγμα εφαρμογής σε γαλακτομπούρεκο. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Μπιρμπίλης, Γ. Κ. (2012). *Φίλτρα γεωφραγμάτων: σχεδιασμός και συμπεριφορά υλικών*, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Natarajan, D. (2017). *ISO 9001 Quality management systems* (pp. 1-250). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete* (Vol. 4, p. 1995). London: Longman.

Ν. 4001/2011 (ΦΕΚ 179/Α/22-08-2011). Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις.
https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/121622/nomos-4001-2011#google_vignette

N.1650/1986 (ΦΕΚ Α-160/16-10-1986). Για την προστασία του περιβάλλοντος.
https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/n-1650-1986.html#google_vignette

N.4819/2021 (ΦΕΚ Α 129/23.7.2021). ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4819.
<https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/735799/nomos-4819-2021>

Nußholz, J. L., Rasmussen, F. N., Whalen, K., &Plepy, A. (2020). Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118546.

Οικονόμου, Ν., Στεφανίδου, Μ. &Μαυρίδου, Σ. (2013). Ειδικά θέματα δομικών υλικών. Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Παπουτσά, Α. (2021). *Εγχειρίδιο αρχιτεκτονικής, με τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας «Ανενεργά Λατομεία»* (Master'sthesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).

Πόγκα, Κ. (2024). *Η διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων στο στρατό ξηράς* (Master'sthesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).

Pramreiter, M., Nenning, T., Malzl, L., &Konnerth, J. (2023). A plea for the efficient use of wood in construction. *Nature Reviews Materials*, 8(4), 217-218.

Rahla, K. M., Mateus, R., & Bragança, L. (2021). Implementing circular economy strategies in buildings—from theory to practice. *Applied System Innovation*, 4(2), 26.

Rakhshan, K., Morel, J. C., Alaka, H., & Charef, R. (2020). Components reuse in the building sector—A systematic review. *WasteManagement&Research*, 38(4), 347-370.

Ρήγας, Θ.&Λυκουρέντζος, Α. (2023). *Ανακύκλωση οικοδομικών–κατασκευαστικών υλικών και επαναχρησιμοποίησή τους στις κατασκευές: Μαθηματικό μοντέλο αξιολόγησης επένδυσης/χρήσης* (Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας).

Röck, M., Saade, M. R. M., Balouktsi, M., Rasmussen, F. N., Birgisdottir, H., Frischknecht, R., ... & Passer, A. (2020). Embodied GHG emissions of buildings—The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied energy*, 258, 114107.

Sampaio, P., Saraiva, P., & Guimarães Rodrigues, A. (2009). ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. *International journal of quality & reliability management*, 26(1), 38-58.

Schindler-Daniels, A. (2014). Shaping the Horizon: social sciences and humanities in the EU framework programme "Horizon 2020". *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17(Suppl 6), 179-194.

Shakir, A. A., & Mohammed, A. A. (2013). Manufacturing of Bricks in the Past, in the Present and in the Future: A state of the Art Review. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 2(3), 145-156.

Sivakrishna, A., Adesina, A., Awoyera, P. O., & Kumar, K. R. (2020). Green concrete: A review of recent developments. *Materials Today: Proceedings*, 27, 54-58.

Souliotis, D. (2022). Assessment of the Media Relations Performance of the EPLOs. In *The European Parliament in the News: A Critical Analysis of the Coverage in the United Kingdom and Greece* (pp. 129-143). Cham: Springer International Publishing.

Speight, J. G. (2015). *Asphalt materials science and technology*. Butterworth-Heinemann.

Σκρεμύδας, Ά. Α., Παπαρίδης, Α. Ν. Α., & Φούτση, Ε. Α. (2015). Μελέτη τοιχοποιίας με οπτόπλινθους χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Φέδρα-Ευρωκώδικας# 6 (κατασκευές απο οπλισμένο σκυρόδεμα), Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας.

Σταθακόπουλος, Α. (2011). *Μοντέλο διαχείρισης των αποβλήτων από εσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ): πεδίο εφαρμογής η ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης*, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), Σχολή Πολυτεχνική.

Σταμπουλής, Γ. Α. (2022). *Χωρικός Σχεδιασμός και Ενεργειακή Μετάβαση* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Suhendro, B. (2014). Toward green concrete for better sustainable environment. *Procedia Engineering*, 95, 305-320.

Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., & Heras, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 5(2), 297-322.

Τεταγιώτη, Δ. (2011). *Μελέτη του χρόνου ζωής κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα υπό εναλλασσόμενες δεικνυτικές συνθήκες*, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Χημικών Μηχανικών. Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών.

Thelning, K. E. (2013). *Steel and its heat treatment*. Butterworth-heinemann.

Totten, G. E. (Ed.). (2006). *Steel heat treatment: metallurgy and technologies*. CRC press.

Τσαρπαλής, Δ. (2021). Διαχείριση αποβλήτων με έμφαση την κυκλική οικονομία. Ανοικτό Παρτιστήριο.

Φλογεράς, Ν. Ανακύκλωση, Επαναχρησιμοποίηση και Αξιολόγηση Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων. Ελληνικό Ανοικτό Παρτιστήριο.

Χατζηγεωργιάδου, Μ. (2008). *Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις*, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Ψυχογιόπουλος, Χ. (2022). Ανθεκτικότητα σκυροδέματος μόνιμης επένδυσης σιδηράγων σε διάρκεια, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

VerdeTec (2025). Greek Green Awards. <https://verde-tec.gr/greek-green-awards-2025/>

Wimmers, G. (2017). Wood: a construction material for tall buildings. *Nature Reviews Materials*, 2(12), 1-2.

Zhang, Z., Wong, Y. C., Arulrajah, A., & Horpibulsuk, S. (2018). A review of studies on bricks using alternative materials and approaches. *Construction and Building Materials*, 188, 1101-1118.