

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



**ΘΕΜΑ:**

**«Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών κατασκευών και  
κατεδαφίσεων»**

**Όνοματεπώνυμο φοιτητών**

**ΠΟΘΑ ΔΙΑΣΙΝΙΩ (ΑΜ 29881)**

**ΠΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (ΑΜ 30618)**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μαρία Παραλίκα**

**Αθήνα, 2019**

**Περιεχόμενα****Contents**

<b>Ευχαριστίες .....</b>	<b>4</b>
<b>Περίληψη.....</b>	<b>5</b>
<b>Συντομογραφίες .....</b>	<b>5</b>
<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Κεφάλαιο Α: Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων .....</b>	<b>7</b>
1.1 Εισαγωγή - ορισμός .....	7
1.2 Από τι αποτελούνται –κατηγοριοποίηση στον Ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων.....	8
1.3 Πηγές προέλευσης .....	17
1.4 Χαρακτηριστικά, σύσταση και παραγόμενες ποσότητες .....	17
1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τα παραγόμενα ΑΕΚΚ .....	26
1.6 Υπολογισμός παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ.....	27
<b>2 Κεφάλαιο Β: Η διαχείριση των ΑΕΚΚ .....</b>	<b>30</b>
2.1 Επιπτώσεις την ανεξέλεγκτη απόρριψη των Α.Ε.Κ.Κ. ....	30
2.2 Αρχές διαχείρισης ΑΕΚΚ .....	33
2.3 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης ΑΕΚΚ .....	34
2.4 Η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων.....	36
2.5 Συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης.....	37
2.6 Επιλογές διαχείρισης αποβλήτων .....	39
2.7 Πρόληψη της δημιουργίας ΑΕΚΚ.....	41
2.8 Επανάχρηση των ΑΕΚΚ.....	43
2.9 Ανακύκλωση των ΑΕΚΚ .....	44
2.10 Ανάκτηση των ΑΕΚΚ .....	44
2.11 Απόρριψη των ΑΕΚΚ.....	45
2.12 Η διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα .....	46
2.13 Ανακύκλωση και εναλλακτική διαχείριση ρευμάτων ΑΕΚΚ .....	49
2.13.1 Διαχείριση αποβλήτων από κατεδαφίσεις.....	49

2.13.2	Διαχείριση αποβλήτων από κατασκευές .....	51
2.13.3	Διαχείριση αποβλήτων από τσιμέντο/ σκυρόδεμα.....	53
2.13.4	Διαχείριση αποβλήτων από μέταλλο .....	54
2.13.5	Διαχείριση αποβλήτων από γυαλί .....	54
2.13.6	Διαχείριση αποβλήτων από ξύλο .....	55
2.13.7	Διαχείριση αποβλήτων από γύψο.....	58
2.13.8	Εναλλακτική διαχείριση κεραμικών υλικών.....	60
2.13.9	Διαχείριση αποβλήτων οδοποιίας .....	61
2.14	Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.....	66
<b>3</b>	<b>Κεφάλαιο Γ: Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ.....</b>	<b>70</b>
3.1	Εισαγωγή .....	70
3.2	Οφέλη της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ.....	72
3.3	Μειονεκτήματα / εμπόδια προώθησης της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ .....	76
3.4	Μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ.....	78
3.4.1	Εισαγωγή- γενικά στοιχεία .....	78
3.4.2	Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός .....	81
<b>4</b>	<b>Κεφάλαιο Δ: Οικονομικά στοιχεία της εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ.....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>Συμπεράσματα – προτάσεις μελλοντικής έρευνας .....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία – Πηγές .....</b>	<b>98</b>
6.1	Βιβλία, εργασίες, μελέτες κλπ (με αλφαβητική σειρά).....	98
6.2	Πηγές από το διαδίκτυο.....	101

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστούμε κάθε μέλος της οικογένειά μας ξεχωριστά για την πολύτιμη και ουσιαστική στήριξη που μας έδωσε.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μαρία Παραλίκα για την άψογη συνεργασία

Επίσης ευχαριστούμε τον μηχανικό Αλέξανδρο Μήτσικα για τις καίριες παρατηρήσεις του πάνω στην εργασία

**ΠΟΘΑ ΔΙΑΣΙΝΙΩ**

**ΠΑΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

## Περίληψη

Τα Α.Ε.Κ.Κ. αποτελούν για την Ευρωπαϊκή Ένωση ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας. Ο μεγάλος παραγόμενος όγκος σε συνδυασμό με ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που περιέχουν, αποτελούν επιβάλλον την ορθολογική διαχείρισή τους. Μερικές επιπτώσεις που προκαλούνται από την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους είναι η αλλοίωση του φυσικού τοπίου, η μείωση της αξίας γης, η ρύπανση του εδάφους, των υδάτων αλλά και του αέρα, ο κίνδυνος πυρκαγιάς και ο κίνδυνος ακόμα και σοβαρών επιπτώσεων στους έμβιους οργανισμούς και τον άνθρωπο, ανάλογα το ρεύμα

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε μία αποτύπωση της διαχείρισης των ΑΕΚΚ στην χώρα μας αλλά και διεθνώς. Συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν οι παραγόμενες ποσότητες, τα προβλήματα που δημιουργούνται από την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους και οι μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισης των εν λόγω αποβλήτων. Από τις μεθόδους αυτές αναλύθηκε περισσότερο η ανακύκλωση ως προς τις διάφορες παραμέτρους της, όπως τις μονάδες ανακύκλωσης, το την προστασία του περιβάλλοντος τα οικονομικά στοιχεία που αφορούν την ανακύκλωση κλπ. Επίσης παρουσιάστηκε το νομικό και θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση των ΑΕΚΚ.

## Συνομογραφίες

Α.Ε.Κ.Κ/ΑΕΚΚ: απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

ΑΚΚ: Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων

Ε.Κ.Α.: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων

ΟΤΑ: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΣΕΔ: Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης

ΣΣΕΔ: Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης

ΧΥΤΑ/ Χ.Υ.Τ.Α Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

## Εισαγωγή

Η τεχνολογική πρόοδος επηρεάζει σημαντικά την κοινωνία. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και η αύξηση του πληθυσμού της γης, οδηγούν στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, πολλά από τα οποία είναι και επικίνδυνα. Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν σημαντικό ποσοστό των παραγόμενων αποβλήτων. Προκύπτουν από την οικοδομική δραστηριότητα και από την κατασκευή έργων τεχνικών υποδομών. Η παρούσα εργασία στοχεύει σε μια παρουσίαση της εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων που προκύπτουν από τις κατασκευές έργων, κτιρίων, υποδομών κλπ, καθώς και την κατεδάφιση υφιστάμενων κατασκευών. Η αειφόρος διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι ένα σημαντικό ζήτημα, τόσο λόγω της παραγόμενης ποσότητας αλλά και λόγω των επικίνδυνων υλικών τα οποία περιέχονται, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στο περιβάλλον αλλά και τον άνθρωπο.

Τα προβλήματα προκαλούνται τόσο από την απόθεση των ΑΕΚΚ σε χώρους ταφής (καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο και μειώνουν τη χωρητικότητα του ΧΥΤΑ) όσο και από την ανεξέλεγκτη απόθεση στο φυσικό περιβάλλον, (υποβάθμιση του αστικού τοπίου, κίνδυνος πυρκαγιάς, κίνδυνος διαρροής επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον, περιορισμός στις δυνατές χρήσεις της γης, μείωση αξίας της γης.

Μέχρι σήμερα, σε πολλές χώρες δεν υπήρχε ένα οργανωμένο δίκτυο συλλογής και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ. Έτσι η διαχείρισή τους γίνεται αποσπασματικά, δημιουργώντας μεγάλα προβλήματα στο περιβάλλον. Η συνήθης πρακτική διαχείρισης που είναι απόθεσή τους σε χώρους ταφής χρήζει σημαντικής βελτίωσης.

Η εναλλακτική διαχείριση για τα συγκεκριμένα απόβλητα περιλαμβάνει κυρίως την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση. Η εναλλακτική διαχείριση εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως η βιώσιμη διαχείριση των πόρων μιας περιοχής και ο κύκλος ζωής των οικοδομικών υλικών και συνολικά των κατασκευών. Αυτές οι παράμετροι καθορίζουν τη σωστή αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης και του αποτελεσματικού σχεδιασμού διαχείρισης. Σημειώνεται ότι η ανάκτηση υλικών αποτελεί στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η εναλλακτική διαχείριση συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Παράλληλα μπορεί να έχει και οικονομικά οφέλη, αλλά και κοινωνικά, μέσω της δημιουργίας θέσεων εργασίας.

## 1 Κεφάλαιο Α: Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων

### 1.1 Εισαγωγή - ορισμός

Στερεά απόβλητα είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία, δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους, ώστε αυτός να συνεχίσει να τα διατηρεί. Δηλαδή, το κόστος απόρριψης είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησής τους. Από τον ορισμό φαίνεται ότι ο χαρακτηρισμός ενός υλικού ως απόβλητου εξαρτάται από τις συνθήκες πχ το κόστος απόρριψης (Παναγιωτακόπουλος, 2002, Μήτσικας, 2015).

Μία συνοπτική κατηγοριοποίηση των στερεών αποβλήτων, με τις παραγόμενες ποσότητες και το ποσοστό κάθε κατηγορίας παρατίθεται στον ακόλουθο πίνακα. Οι ποσότητες του πίνακα αναφέρονται την Ελλάδα και τα στοιχεία αφορούν έτος 2011. Λεπτομέρειες παρουσιάζονται και στη συνέχεια της εργασίας.

Κατηγορία αποβλήτων	Σύνολο αποβλήτων (χιλιάδες τόνοι)	Ποσοστό (%)
ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΣΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ	5749.5	16.29
[1] Αστικά στερεά απόβλητα	5.575	
[2] Ϊλύς αστικού τύπου	174	
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΛΟΙΠΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	17458	49.46
[1] Βιομηχανικά απόβλητα	17.171	
[2] Απόβλητα εγκαταστάσεων κοινής ωφέλειας, κοινού κ.λπ.	19	
[3] Απόβλητα έλαια	56	
[4] Απόβλητα συσσωρευτών οχημάτων και βιομηχανίας	47	
[5] Οχήματα τέλους κύκλου ζωής	105	
[6] Μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων	38	
[7] Απόβλητα ηλεκτρικού ηλεκτρονικού εξοπλισμού βιομηχανικής προέλευσης	7.4	
[8] Απόβλητα υγειονομικών μονάδων	16	
ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ	1306.6	3.70
ΓΕΩΡΓΟΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	10781	30.55

Πίνακας 1-1: Κατηγορίες και ποσότητες στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα (ΕΣΔΑ, 2015)

Τα απόβλητα ή απορρίμματα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (Construction and Demolition Waste αποτελούν μία κατηγορία των στερεών αποβλήτων. Είναι από τα πιο βαριά και

ογκώδη απόβλητα που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ονομάζονται επίσης οικοδομικά απόβλητα και μπάζα. Δεν αποτελούν ενιαίο ρεύμα αποβλήτων, αλλά είναι μια ομάδα διαφόρων κατηγοριών αποβλήτων, που περιλαμβάνουν πολλά διαφορετικά είδη υλικών. ([http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com\\_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en](http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en), Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Τσιρογιάννης, 2018)

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με έναν ορισμό, *Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις*(ΑΕΚΚ), *κάθε υλικό ή αντικείμενο από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις που θεωρείται ως απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 2 (στοιχείο α) της υπ. αριθ. 50910/2003 ΚΥΑ σε συνδυασμό με την παρ. 4 του άρθρ. 2 του Ν. 2939/2001 και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι του άρθρ. 17 του Διατάγματος ΦΕΚ Β'1312/24/08/2010.* (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Τα οικοδομικά απόβλητα είναι απόβλητα που παράγονται από δραστηριότητες όπως η κατασκευή ή η κατεδάφιση (μερική ή ολική) των κτιρίων και των δημοσίων υποδομών και η συντήρηση των οδών. Σε ορισμένες χώρες, μεταξύ των οποίων και η χώρα μας, υλικά από την εκσκαφή του εδάφους κατηγοριοποιούνται μαζί με τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων και ονομάζονται απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων- ΑΕΚΚ (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012). Σημειώνεται ότι στα ΑΕΚΚ περιλαμβάνονται και απόβλητα εκσκαφών αλλά όχι απόβλητα από εξορυκτικές δραστηριότητες.

Σημειώνεται ότι ορισμένα από τα ΑΕΚΚ χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα. Αυτό σημαίνει ότι λόγω της ποιότητάς τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες και να οδηγήσουν μέχρι και σε θάνατο και να μολύνουν το περιβάλλον (έδαφος, γη, νερό). Απαιτούν ειδική επεξεργασία και πρακτικές διάθεσης. Παράδειγμα τέτοιων αποβλήτων είναι οι μιογιές, τα εντομοκτόνα και τα συντηρητικά ξύλου. (ENVITECH LTD, 2013, Μήτσικας, 2015, Επικαιροποίηση ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας, 2016).

## **1.2 Από τι αποτελούνται –κατηγοριοποίηση στον Ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων**

Τα ΑΕΚΚ αποτελούνται από μεγάλο φάσμα υλικών. Αναλυτικότερα, τα υλικά που περιέχονται στα απόβλητα παρουσιάζονται στη συνέχεια, μαζί με την ταξινόμησή τους, ωστόσο εισαγωγικά αναφέρεται ότι περιέχουν:

- Αδρανή υλικά, όπως τσιμέντα, σκυρόδεμα, άμμος, σοβάδες, πέτρες, χαλίκια, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά. Τα υλικά αυτά δεν υφίστανται σημαντική χημική ή βιολογική μετατροπή, δεν μπορούν να διασπαστούν βιολογικά, δεν διαλύονται, δεν καίγονται, ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις. Δεν αντιδρούν ούτε επιδρούν σε



άλλα υλικά. Επίσης δεν πρέπει να περιέχουν ουσίες που μπορούν να γίνουν επικίνδυνες για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον. Έτσι δεν χαρακτηρίζονται επικίνδυνα.

- Ξύλο, γυαλί (πχ τζάμια), πλαστικό
- Μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας (πχ υλικά ασφαλτόστρωσης)
- Μέταλλα (προϊόντα σιδήρου, χαλκού, χάλυβα, αλουμινίου κ.α. και τα κράματά τους)
- Χώματα και υλικά εκσκαφών (περιλαμβανομένων χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μπάζα εκσκαφών
- Μονωτικά υλικά και υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο (αμιαντοτσιμέντο)
- Διάφορα είδη μονωτικών υλικών πχ συνθετικά μονωτικά όπως πολυουρεθάνη, φελιζόλ (πολυστερίνη), αφρολέξ, υαλοβάμβακας
- Υλικά κατασκευών με βάση το γύψο (γύψος, γυψοσανίδες κλπ)
- Χρώματα, βερνίκια
- Πλαστικά όπως πολυαιθυλένιο
- Άλλα υλικά

(Ομάδα εργασίας TEE, 2012, Γιουβανάκης, 2015, ECORYS, 2014)

Μία ενδεικτική εικόνα των ΑΕΚΚ, όπως προκύπτουν μετά από κατεδάφιση ενός κτιρίου παρουσιάζεται ακολούθως. Διακρίνονται αδρανή υλικά, πέτρες, τούβλα, μέταλλα, ξύλο, καλώδια και άλλα υλικά



Εικόνα 1-1: Απόβλητα Εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (διακρίνονται τούβλα, ξύλα, μέταλλα και άλλα υλικά- πηγή: <https://www.finobeton.gr/product/epexergasia-aekk/>)

Ως επιπλέον παράδειγμα των ΑΕΚΚ παρουσιάζεται η ακόλουθη εικόνα. Σε αυτήν διακρίνονται ΑΕΚΚ σε κάδο συλλογής/ κοντέινερ που χρησιμοποιείται συνήθως για την (προσωρινή) συλλογή και ενδεχομένως τη μεταφορά αυτού του είδους των αποβλήτων. Εκτός από τα αδρανή υλικά (πέτρες, χώμα), διακρίνονται απόβλητα συσκευασιών (χαρτί) που περιλαμβάνονται στα ΑΕΚΚ



Εικόνα 1-2: ΑΕΚΚ σε κάδο συλλογής (πηγή: <http://www.myvolos.net/%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%AC%CE%BD%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CF%89%CF%83/>)

Ορισμένα από τα υλικά που αναφέρθηκαν είναι επικίνδυνα. Τα επικίνδυνα υλικά, παράγουν κυρίως στις κατεδαφίσεις απόβλητα και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχής κατά την απομάκρυνσή τους και την μετέπειτα διαχείρισή τους. Τα υλικά αυτά αναφέρονται και στις σε σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις (πχ στην Οδηγία 91/689/ΕΟΚ, και στην απόφαση του Συμβουλίου 94/904/ΕΟΚ). Αναλυτικότερα, επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ περιλαμβάνουν

- Προσθετικά σκυροδέματος με βάση διαλυτικά
- Προστατευτικά χημικά για την υγρασία
- Κόλλες
- Μείγματα με βάση την πίσσα
- Υλικά που περιέχουν βαρέα μέταλλα (π.χ. μόλυβδο)
- Ορυκτές ίνες (μονωτικά)
- Διάφορες βαφές και βερνίκια
- Επεξεργασμένη ξυλεία
- Ρητίνες
- Γυψοσανίδες
- Άδεια ή μισογεμάτα δοχεία καυσίμων/λιπαντικών μηχανημάτων
- Ηλεκτρικές συσκευές που περιέχουν τοξικές ουσίες
- Ψυκτικά που περιέχουν CFC (τετραχλωροφθοροάνθρακες)
- Συστήματα πυρόσβεσης που περιέχουν CFC
- Ραδιενεργές ουσίες

([http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=358:2013-03-07-14-02-09&catid=57&Itemid=530&lang=en](http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=article&id=358:2013-03-07-14-02-09&catid=57&Itemid=530&lang=en), Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Τσιρογιάννης, 2018, Γιουβανάκης, 2015, Κουρμούσης, 2013)

Περισσότερα στοιχεία για τα επικίνδυνα απόβλητα που μπορεί να υπάρχουν στα ΑΕΚΚ, μαζί με την πηγή τους δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ουσία/ ένωση	Χρήση/ ύπαρξη σε
Αμίαντος	Εξυγίανση παλαιών κτηρίων
Βενζόλιο	Βενζίνη

Πριονίδια ξύλου (μπορεί να περιέχουν ουσίες όπως βαφές και βερνίκια)	Ευλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός ψευδάργυρος	Αφαίρεση αντισκωριακών
Κάδμιο	Αφαίρεση επιχρισμάτων
Ενώσεις χρωμίου IV	Προστασία ξύλου
Διοξίνες	Καμένα υλικά ή κατασκευές
Διχλωρομεθάνιο	Διαλύτης
Φορμαλδεΰδη	Καθαρισμός, απολύμανση
Χρωμικός μόλυβδος	Αφαίρεση επιχρισμάτων
Συνθετικές ίνες	Μονώσεις
Πολυχλωριωμένα διφαινύλια PCB	Λαμπτήρες αερίου
Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	Διαλύτες

Πίνακας 1-2: Επικίνδυνα αποβλήτων στα ΑΕΕΚ μαζί με την πηγή τους. (Πηγή: Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Συνοπτικά τα επικίνδυνα απόβλητα και οι επιπτώσεις τους περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα

Συστατικό	Επίπτωση
Κατασκευαστικά υπολείμματα ή στοιχεία που περιέχουν αμιάντο και πυρίμαχες ίνες	<p><b>Λόγω εγκατάλειψης στους χώρους του εργοταξίου</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ρύπανση εδάφους</li> <li>• Δυνητική ρύπανση υδάτων μέσω επιφανειακής απορροής</li> <li>• Μεταφορά αμιάντου στην ατμόσφαιρα με πιθανότητα εισπνοής από τον άνθρωπο</li> </ul> <p><b>Λόγω απόρριψης/ ταφής χωρίς επεξεργασία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρεμπόδιση βιοχημικών δράσεων αποδόμησης στους χώρους διάθεσης</li> <li>• Δεν υπόκεινται σε διαδικασίες αποδόμησης, παραμένουν ως έχουν</li> <li>• Ρύπανση εδάφους μέσω διαδικασιών εκχύλισης</li> <li>• Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων</li> <li>• Διατάραξη ισορροπίας οικοσυστημάτων</li> </ul>



Μεταλλικά τμήματα	<p><b>Λόγω εγκατάλειψης στους χώρους του εργοταξίου</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεταφορά σωματιδίων που περιέχουν βαρέα μέταλλα στην ατμόσφαιρα</li> <li>• Ρύπανση εδάφους</li> <li>• Δυνητική ρύπανση υδάτων μέσω επιφανειακής απορροής</li> </ul> <p><b>Λόγω απόρριψης/ ταφής χωρίς επεξεργασία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ρύπανση εδάφους μέσω διεργασιών διάβρωσης</li> <li>• Παρεμπόδιση βιοχημικών δράσεων αποδόμησης στους χώρους διάθεσης</li> <li>• Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων</li> <li>• Διατάραξη ισορροπίας οικοσυστημάτων</li> <li>• Προβλήματα στη λειτουργία των χώρων διάθεσης</li> </ul>
Διαλύτες σε πρόσθετα σκυροδέματος, χημικές ουσίες για προστασία από υγρασία, κόλλες, ρητίνες, γαλακτώματα με βάση την πίσσα	<p><b>Λόγω εγκατάλειψης στους χώρους του εργοταξίου</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεταφορά οργανικών στην ατμόσφαιρα μέσω διεργασιών εξάτμισης</li> </ul> <p><b>Λόγω απόρριψης/ ταφής χωρίς επεξεργασία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρεμπόδιση βιοχημικών δράσεων αποδόμησης στους χώρους διάθεσης</li> <li>• Δεν υπόκεινται σε διαδικασίες αποδόμησης, παραμένουν ως έχουν</li> <li>• Ρύπανση εδάφους μέσω διαδικασιών εκχύλισης</li> <li>• Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων</li> <li>• Διατάραξη ισορροπίας οικοσυστημάτων</li> </ul>
Βαφές και στρώματα επικάλυψης	<p><b>Λόγω εγκατάλειψης στους χώρους του εργοταξίου</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεταφορά οργανικών στην ατμόσφαιρα μέσω διεργασιών εξάτμισης</li> <li>• Ρύπανση εδάφους</li> <li>• Δυνητική ρύπανση υδάτων μέσω επιφανειακής απορροής</li> </ul> <p><b>Λόγω απόρριψης/ ταφής χωρίς επεξεργασία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρεμπόδιση βιοχημικών δράσεων αποδόμησης στους χώρους διάθεσης</li> <li>• Δεν υπόκεινται σε διαδικασίες αποδόμησης, παραμένουν ως έχουν</li> <li>• Ρύπανση εδάφους μέσω διαδικασιών εκχύλισης</li> <li>• Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων</li> <li>• Διατάραξη ισορροπίας οικοσυστημάτων</li> </ul>

Πίνακας 1-3: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από επικίνδυνα ΑΕΚΚ (πηγή: Γιουβανακης, 2015)

Ανάλογα με το είδος των εργασιών από τις οποίες παράγονται (την πηγή τους), μπορεί να γίνει και ένας άλλος διαχωρισμός στα ΑΕΚΚ. Συγκεκριμένα, με βάση τον διαχωρισμό αυτό, τα ΑΕΚΚ χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

Α) Απόβλητα Εκσκαφών: Εδώ εντάσσονται η άμμος, τα μητρικά χώματα εκσκαφών, το χαλίκι, οι πέτρες, η άργιλος, η άμμος και άλλα υλικά που μπορεί να προκύψουν. Παράγονται σχεδόν σε όλες τις κατασκευαστικές δραστηριότητες. Μπορούν να προέλθουν και από φυσικά φαινόμενα, όπως υπερχειλίσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις οδών και άλλα. Η σύστασή τους μεταβάλλεται σημαντικά από τα γεωλογικά δεδομένα. (Τσιρογιάννης, 2018, Γιουβανάκης, 2015)

Β) Απόβλητα Κατεδαφίσεων – Μπάζα: Εδώ εντάσσονται υλικά όπως χώμα, χαλίκια και πέτρες, κομμάτια σκυροδέματος, επιχρίσματα, πλίνθοι (τούβλα), πλάκες επιστρώσεως, μάρμαρα, γύψος, άμμος, πλαστικοί σωλήνες, κομμάτια ειδών υγιεινής κλπ. Χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια και σύστασή τους μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος, την παλαιότητα, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου ή της κατασκευής. Τα απόβλητα αυτά παράγονται από την εξ ολοκλήρου ή επιμέρους (επιλεκτική) κατεδάφιση των κατασκευών, από την κατεδάφιση παλαιών οικοδομών, την εκτέλεση σημαντικών εσωτερικών παρεμβάσεων σε οικοδομές (π.χ. καθαίρεση μεσοτοιχιών κ.λπ.), από τις επισκευές ή αντικαταστάσεις δαπέδων από πλακάκια, μωσαϊκά, μάρμαρα κ.λπ. από τις επισκευές σε κτίρια και τεχνικά έργα που παθαίνουν ζημιά από σεισμό ή πυρκαγιά. (Τσιρογιάννης, 2018, Γιουβανάκης, 2015)

Γ) Απόβλητα εργοταξίων: Εδώ εντάσσονται τα απόβλητα που παράγονται από τη λειτουργία εργοταξίων, όπως εργασίες κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης. Μεγάλο ποσοστό των αποβλήτων αυτών είναι τα υλικά συσκευασίας οικοδομικών υλικών. Αποτελούνται από υλικά όπως χαρτόνι, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, ξύλο, μέταλλα, καλώδια, βερνίκια, στοιχεία επικαλύψεων προσόψεων, κόλλες κλπ. Σημαντικό ποσοστό των άχρηστων υλικών που παράγονται στα εργοτάξια προέρχονται από τα υλικά συσκευασίας των οικοδομικών υλικών (πχ χάρτινες συσκευασίες) (Τσιρογιάννης, 2018, Γιουβανάκης, 2015).

Δ) Απόβλητα Οδοποιίας: Εδώ εντάσσονται υλικά οδοστρώματος όπως η άσφαλτος, υλικά βάσεων, όπως χαλίκι, άμμος, αλλά και άλλα υλικά που προκύπτουν από τις εργασίες αποξήλωσης, ανακατασκευής και επιδιόρθωσης οδών. (Τσιρογιάννης, 2018, Γιουβανάκης, 2015).

Για να υπάρχει κοινή ορολογία και κατηγοριοποίηση στα απόβλητα και να βοηθηθεί η προσπάθεια για κοινή στρατηγική και αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με την απόφαση 94/3/ΕΚ, έχει καταρτίσει τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων. Ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ), αποτελεί ονοματολογία αναφοράς και είναι ένας μη εξαντλητικός κατάλογος αποβλήτων. Ο κατάλογος αναθεωρείται και τροποποιείται αν χρειαστεί ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Τα απόβλητα του Ε.Κ.Α. που

θεωρούνται επικίνδυνα σημειώνονται με αστερίσκο. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ένα υλικό που περιλαμβάνεται στον Ε.Κ.Α. δεν είναι απόβλητο υπό οποιεσδήποτε συνθήκες. Ο όρος είναι δόκιμος μόνο όταν ικανοποιείται ο ορισμός του με βάση το άρθρο 3 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Τα ΑΕΕΚΚ κατηγοριοποιούνται με τον κωδικό 17 (Τσιρογιάννης, 2018, Μήτσικας, 2015).

Αναλυτικότερα, παρατίθενται τα ΑΕΚΚ από τον κατάλογο αποβλήτων (Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων), σύμφωνα με το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119//ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ.

## ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΧΩΜΑΤΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΑΠΟ ΜΟΛΥΣΜΕΝΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ)

### Ανά κατηγορία

#### **17 01 σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά**

17 01 01 σκυρόδεμα

17 01 02 τούβλα

17 01 03 πλακάκια και κεραμικά

17 01 06\* μείγματα ή επιμέρους συστατικά από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες

01 07 μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακακίων και κεραμικών εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 17 01 06

#### **17 02 ξύλο, γυαλί και πλαστικό**

17 02 01 ξύλο

17 02 02 γυαλί

17 02 03 πλαστικό

17 02 04\* γυαλί, πλαστικό και ξύλο που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες ή έχουν μολυνθεί από αυτές

#### **17 03 μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας**

17 03 01\* μείγματα ορυκτής ασφάλτου που περιέχουν λιθανθρακόπισσα

17 03 02 μείγματα ορυκτής ασφάλτου εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 03 01

17 03 03\* λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας

#### **17 04 μέταλλα (περιλαμβανομένων και των κραμάτων τους)**

17 04 01 χαλκός, μπρούντζος, ορείχαλκος

17 04 02 αλουμίνιο

17 04 03 μόλυβδος

17 04 04 ψευδάργυρος

17 04 05 σίδηρος και χάλυβας

17 04 06 κασσίτερος

17 04 07 ανάμεικτα μέταλλα

17 04 09\* απόβλητα μετάλλων μολυσμένα από επικίνδυνες ουσίες

17 04 10\* καλώδια που περιέχουν πετρέλαιο, λιθανθρακόπισσα και άλλες επικίνδυνες ουσίες

17 04 11 καλώδια εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 04 10

**17 05 χώματα (περιλαμβανομένων χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μπάζα εκσκαφών**

17 05 03\* χώματα και πέτρες που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες

17 05 04 χώματα και πέτρες άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 17 05 03

17 05 05\* μπάζα εκσκαφών που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες

17 05 06 μπάζα εκσκαφών άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 17 05 05

17 05 07\* έρμα σιδηροτροχιών που περιέχει επικίνδυνες ουσίες

17 05 08 έρμα σιδηροτροχιών εκτός εκείνου που περιλαμβάνεται στο σημείο 17 05 07

**17 06 μονωτικά υλικά και υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο**

17 06 01\* μονωτικά υλικά που περιέχουν αμίαντο

17 06 03\* άλλα μονωτικά υλικά που αποτελούνται από επικίνδυνες ουσίες ή τις περιέχουν

17 06 04 μονωτικά υλικά εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στα σημεία 06 01 και 06 03

17 06 05\* υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο

**17 08 υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο**

17 08 01\* υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο μολυσμένα από επικίνδυνες ουσίες

08 02 υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 17 08 01

**17 09 άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων**

17 09 01\* απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν υδράργυρο

17 09 02\* απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν PCB (π.χ. στεγανωτικά υλικά που περιέχουν PCB, δάπεδα με βάση ρητίνες που περιέχουν PCB, μονάδες στεγανοποιημένης υαλόφραξης που περιέχουν PCB, πυκνωτές που περιέχουν PCB)

17 09 03\* άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων (περιλαμβανομένων μειγμάτων αποβλήτων) που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες

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.

(Ομάδα εργασίας TEE, 2012, <http://www.sanke.gr/wp-content/uploads/2017/10/sda-aekk.pdf>,

<http://anakyklosi-am.gr/>,

<http://old.efepae.gr/data/draseis/%CE%A0%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B7%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%C>



[F%83%CE%B7/%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%9F%CE%A3%20%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf](#)

### 1.3 Πηγές προέλευσης

Τα ΑΕΚΚ παράγονται κατά τις οικοδομικές δραστηριότητες και εργασίες κάθε είδους, δηλαδή την κατασκευή κτιρίων και δημοσίων υποδομών, την ολική ή μερική κατεδάφιση κτιρίων και υποδομών, τις ανακαινίσεις κτιρίων, τις επισκευές, περιφράξεις και περιστοιχίσεις κατοικιών ή/και κτιριακών συγκροτημάτων, την κατασκευή και συντήρηση των οδών, τα υλικά από τις διεργασίες που γίνονται στο εργοτάξιο (πλαστικά, βαφές, μέταλλα, κ.α.) αλλά και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Επίσης προέρχονται από την κατασκευή έργων τεχνικών υποδομών, δηλαδή κατασκευές, επισκευές και κατεδαφίσεις, δρόμων, γεφυρών, σηράγγων, αποχετευτικών δικτύων, πεζοδρομίων, αναπλάσεις χώρων κ.α. Επιπλέον, σημαντικές ποσότητες Α.Ε.Κ.Κ. παράγονται από τις εκσκαφές και τις φυσικές καταστροφές (όπως σεισμοί, πλημμύρες, κατολισθήσεις, κλπ). Προέρχονται από κατεστραμμένα υλικά, επιπλέον υλικά που στο τέλος των δραστηριοτήτων τα οποία δεν χρησιμοποιούνται, «ενδιάμεσα» απόβλητα τα οποία χρησιμοποιούνται για να αποτελέσουν ένα υλικό και τα απορρίμματα συσκευασίας (πχ χαρτί/χαρτόνι, πλαστικά όπως πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο) και άλλα. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γιουβανάκης, 2015, Γρύλλης, 2017, Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2016 ) ([http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com\\_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en](http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en) )

### 1.4 Χαρακτηριστικά, σύσταση και παραγόμενες ποσότητες

Τα χαρακτηριστικά των ΑΕΚΚ εξετάζονται για διάφορους λόγους, όπως ο προσδιορισμός των δυνατοτήτων επεξεργασίας και διάθεσης. Εξαρτώνται από παράγοντες όπως τα υλικά από τα οποία αποτελούνται (σκυρόδεμα, μέταλλο, ξύλο κτλ). Επηρεάζονται από μία σειρά από παράγοντες, όπως η περίοδος και τα υλικά της κατασκευής (για παράδειγμα νέα κτίρια δεν περιέχουν αμιάντο καθώς έχει απαγορευτεί η χρήση του), το είδος και η χρήση της κατασκευής, οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή και η πολιτιστική και οικονομική αξία της κατασκευής (Γιουβανάκης, 2015, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Από τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, σημαντικό ρόλο για την μεταφορά και όχι μόνο παίζει η πυκνότητα ή ειδικό βάρος. Γενικά μεταβάλλεται με τη

σύσταση, αλλά κυμαίνεται από 320 – 2000 kg/m<sup>3</sup>. Η η μέση πυκνότητα των αποβλήτων κατεδαφίσεων είναι περίπου 1,6 tn/m<sup>3</sup>. Για άλλα υλικά όπως χώμα και απόβλητα εκσκαφών, είναι περίπου 400-960 kg/m<sup>3</sup> (Μήτσικας, 2015, <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>, Κουρμούσης, 2013).

Η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι σημαντική και ανέρχεται σε περίπου ένα τόνο ανά κάτοικο και έτος. Ωστόσο έχει σημαντικές αποκλίσεις με το χρόνο, την περιοχή κλπ. πχ η ποσότητά τους εξαρτάται σημαντικά από τον αριθμό, το είδος και το μέγεθος των μεγάλων τεχνικών έργων. Μία εκτίμηση των ποσοτήτων που παράγονται ανά τον κόσμο δίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Στον πίνακα δίνεται και μια προσέγγιση της παραγωγής αποβλήτων σε τόνους ανά κάτοικο (πηγή του πληθυσμού <https://os-connect.com/pop/p2n.asp>).

Country	Year available	Construction & Demolition waste (*1000 t)	Tones / capita
Canada	2002	3372	0,10
USA	2005	136000	0,46
Japan	2003	55446	0,43
Korea	2004	54198	1,13
Australia	2005	13741	0,68
Austria	2004	28600	3,49
Belgium	2003	16951	1,63
Czech R.	2004	11472	1,12
Denmark	2003	3785	0,70
Finland	2004	20843	3,97
Germany	2004	178559	2,16
Greece	2003	5000	0,45
Hungary	2004	4239	0,42
Iceland	2004	17	0,06
Ireland	2005	14931	3,60
Italy	2005	46459	0,80
Luxembourg	2004	6808	14,64
Netherlands	2004	24000	1,47
Norway	2005	940	0,20
Slovak R.	2002	795	0,15
Sweden	2004	7258	0,80
Switzerland	2004	11900	1,64
UK	2004	109000	1,83

Πίνακας 1-4: Ποσότητες παραγωγής αποβλήτων κατασκευής και κατεδάφισης (ΑΚΚ), σε 1000 τόνους σε διάφορες χώρες (πηγή: Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Στις τιμές παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις, ωστόσο υπενθυμίζεται ότι εξαρτώνται από το έτος, ο ορισμός δεν είναι ενιαίος για όλες τις χώρες, η καταγραφή δεν είναι παντού συστηματική, ενώ σημειώνεται ότι ο πληθυσμός μπορεί να μην είναι 100% σωστός για την συγκεκριμένη χρονιά. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κρατών. Η παραγωγή ΑΚΚ ανά κάτοικο μεταβάλλεται σημαντικά από 0,06 τόνους ανά κάτοικο (Ισλανδία) σε 14 τόνους ανά κάτοικο (Λουξεμβούργο). Ωστόσο αυτές οι δύο χώρες έχουν χαμηλό πληθυσμό και αποτελούν «εξαίρεση». Χώρες όπως η Ελλάδα, η Ουγγαρία και η Σλοβακία, παρουσιάζουν χαμηλή παραγωγή (κάτω των 500 kg ετησίως ανά κάτοικο).

Όσον αφορά την Ευρώπη, από το 1998 μέχρι το 2007, ο κατασκευαστικός κλάδος και κατά συνέπεια τα ΑΕΚΚ είχε αυξηθεί αρκετά. Ωστόσο με την οικονομική κρίση το 2007, η παραγωγή ΑΕΚΚ άρχισε να μειώνεται σημαντικά. Ενδεικτικά, οι ποσότητες το 2011 ήταν περίπου ίδιες με το 1999. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα ΑΕΚΚ αποτελούν περίπου το 25 - 30 τοις εκατό του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων. Ωστόσο σημειώνεται ότι υπάρχει δυσκολία συγκρίσεων μεταξύ των κρατών, διότι υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί και η καταγραφή των ποσοτήτων με ακρίβεια αποτελεί ένα δύσκολο έργο. Έτσι, οι ποσότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το έτος και με την πηγή. Για παράδειγμα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα απόβλητα κατασκευής και κατεδάφισης υπολογίζονται για το 2002 σε 510 εκατομμύρια τόνους ή 1,1 τόνους ανά κάτοικο, για το 2004 σε 866 εκατομμύρια τόνους ή 1,8 τόνους ανά κάτοικο και για το 2006 σε 970 εκατομμύρια τόνους ή 2 τόνους ανά κάτοικο (<https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafon-kataskeuon-katedafiseon-aekk>, ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Πιο πρόσφατα στοιχεία για την παραγωγή αλλά και την ανακύκλωση ΑΕΚΚ ανά κάτοικο και συνολικά δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν

Country	Arising (TONS/CAPITA)	Country	Arising (TONS/CAPITA)
Austria	0,81	Lithuania	0,1
Belgium	1,06	Luxembourg	5,9
Bulgaria	0,39	Malta	1,95
Cyprus	0,58	Netherlands	1,47
Czech Republic	1,44	Norway	0,7
Denmark	3,99	Poland	0,11
Estonia	1,12	Portugal	1,09
Finland	3,99	Romania	N/A
France	5,5	Slovakia	0,26
Germany	2,33	Slovenia	N/A
Greece	0,37	Spain	0,74
Hungary	0,43	Sweden	1,14
Ireland	2,74	United Kingdom	1,66
Italy	0,8	EU27	1,74
Latvia	0,04		

Πίνακας 1-5: Παραγωγή ΑΕΚΚ ανά κάτοικο στην ΕΕ (πηγή: Μαυρίδου, 2014)

Η χρήση των υλικών για την κατασκευή κτιρίων (κατασκευή νέων κτιρίων και ανακινήσεις) παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα, για τα έτη 2003-2011 στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ-27). Ως συνέπεια των χρησιμοποιούμενων υλικών, αναμένεται σε μερικά χρόνια η παραγωγή αντίστοιχων αναλογιών στα απόβλητα. :

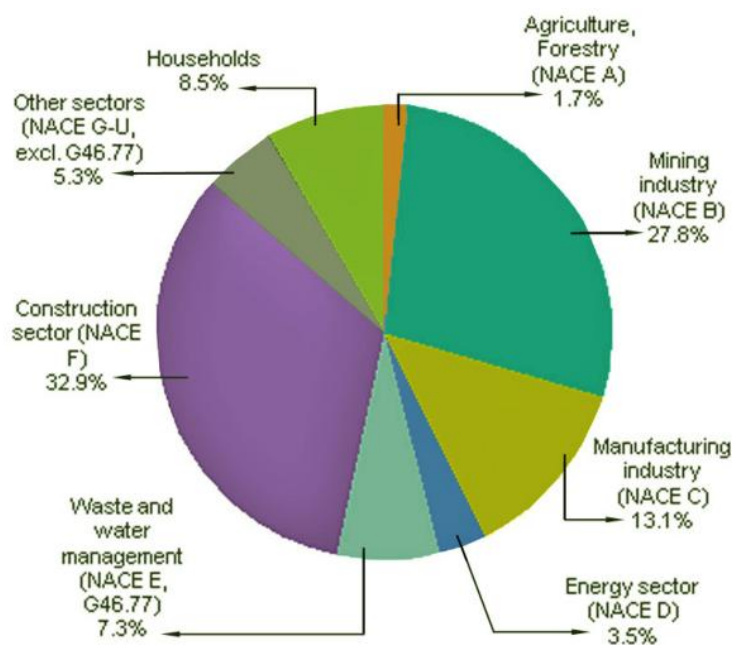


Διάγραμμα 1-1: Χρήση υλικών κατασκευών για την κατασκευή νέων και την επισκευή/ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων (πηγή: ECORYS, 2014)

Τονίζεται εδώ το θέμα που αφορά τα στατιστικά στοιχεία της παραγωγής ΑΕΚΚ και κατά συνέπεια των ποσοστών της εναλλακτικής διαχείρισης και ανακύκλωσής τους. Χώματα και πέτρες που προέρχονται από εκσκαφές κατά τη διάρκεια κατασκευαστικών δραστηριοτήτων σε υποδομές, δημόσια έργα κλπ) δεν υπολογίζονται και άρα δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των ποσοστών ανακύκλωσης. Επειδή το ρεύμα αυτό αποτελεί σημαντικό ποσοστό των ΑΕΚΚ, (πχ έως και 80% στη Γαλλία), η μη βέβαιη εξ ολοκλήρου ένταξή τους στις εθνικές στατιστικές δημιουργεί ανακρίβειες στις εθνικές στατιστικές, Επίσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (27 χώρες) παρατηρείται μία σημαντική παραγωγή σε συγκεκριμένες χώρες. Συγκεκριμένα, οι 6 χώρες με υψηλή παραγωγή ανά κάτοικο παράγουν μεγάλο ποσοστό (σχεδόν 70%) του συνόλου των οικοδομικών αποβλήτων. Ωστόσο σε αυτές τις χώρες οι κάτοικοι αποτελούν 32% του πληθυσμού. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

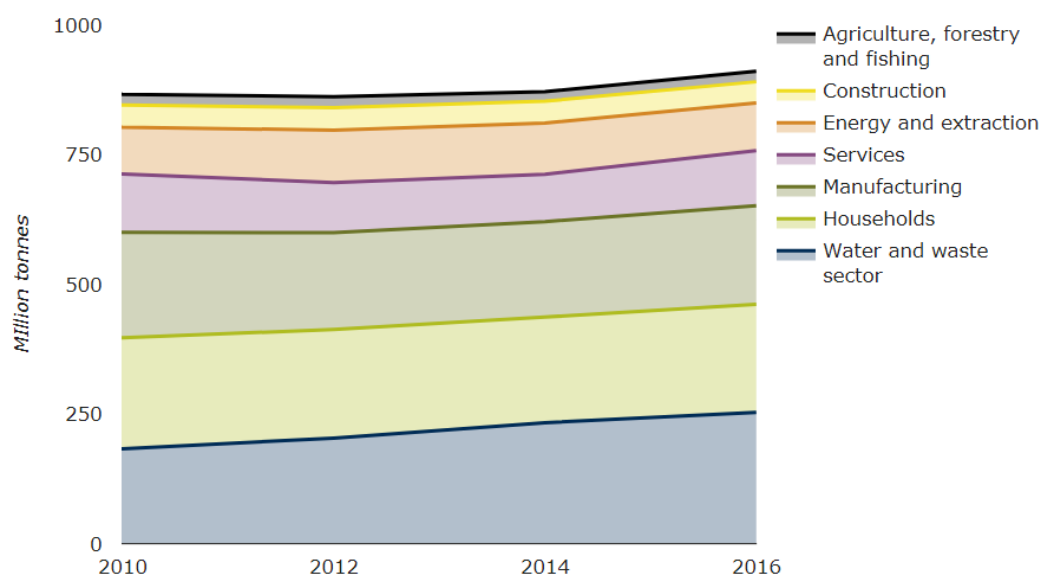
Σημειώνεται ότι συνήθως δεν γίνεται διάκριση των αποβλήτων από κατασκευές από αυτών από κατεδαφίσεις. Όλα θεωρούνται οικοδομικά απόβλητα στο σύνολό τους, ωστόσο έχουν αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά, τόσο ως προς τις ποσότητες, τη σύνθεση και τις δυνατότητες ανάκτησης. Για παράδειγμα, στα απόβλητα κατασκευών αναμένεται σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων συσκευασίας (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γιουβανάκης, 2015).

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική κατανομή των αποβλήτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ- 27), ανάλογα με την προέλευση. Όπως φαίνεται, το ποσοστό των ΑΕΚΚ είναι 32,9%



Διάγραμμα 1-2: Ποσοστό αποβλήτων ανάλογα με την προέλευση στις χώρες της ΕΕ (πηγή: Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Σύμφωνα με άλλη πηγή, η παραγωγή αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων εκτός των μεγάλων αποβλήτων ορυκτών ήταν το 2016 στην Ευρωπαϊκή Ένωση 40,9 εκατομμύρια τόνοι. Η ποσότητα αυτή είναι μειωμένη κατά περίπου 5,1% από την αντίστοιχη του 2010, που ήταν 43,1 εκατομμύρια τόνοι. Η εξέλιξη της παραγωγής αυτών όπως και άλλων αποβλήτων φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



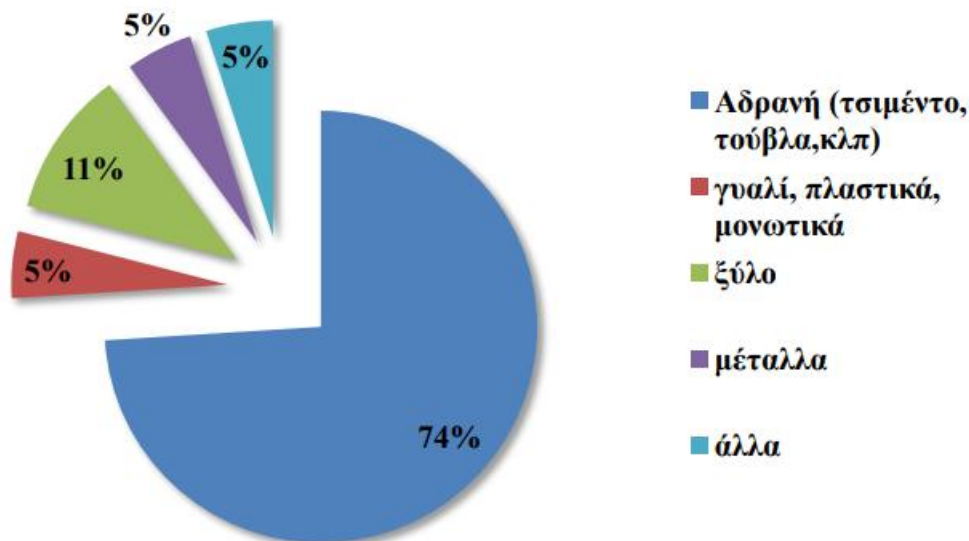
Διάγραμμα 1-3: Η παραγωγή αποβλήτων στην ΕΕ για τα έτη 2010- 2016 (εκτός των αποβλήτων εξορύξεων - πηγή: <https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/waste-generation>)

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με παλαιότερα στοιχεία, (μελέτη του 2006 από το τότε ΥΠΕΧΩΔΕ), η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται από τις διάφορες οικοδομικές εργασίες (κατασκευές και κατεδαφίσεις) ήταν περίπου σε 6-7 εκατ. τόνους ετησίως. Μάλιστα λόγω έλλειψης στον μηχανισμό καταγραφής υπολογίζεται ότι η παραγωγή ήταν ακόμα υψηλότερη. Η ποσότητα αυτή των ΑΚΚ είναι σημαντικά αυξημένη περίπου 50%) σε σχέση με την παραγωγή αποβλήτων του 2002. Το 2006, οι 3.880.406 τόνοι αποβλήτων προέρχονταν από εργασίες κατασκευής και 2.947.360 τόνοι από εργασίες κατεδάφισης. Ωστόσο, η ποσότητα αυτή έχει μειωθεί σημαντικά, λόγω της κρίσης στον κλάδο των κατασκευών και της γενικότερης οικονομικής κατάστασης. <https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafon-kataskeuon-katedafiseon-aekk>, ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γιουβανάκης, 2015). Ενδεικτικά, το έτος 2017, ο συνολικός όγκος των Α.Ε.Κ.Κ που οδηγήθηκαν προς αξιοποίηση μέσω ΣΣΕΔ ανήλθε σε 963.516 τόνους (ΕΟΑΝ, 2019).

Σύμφωνα με νεότερα στοιχεία, όπως προκύπτει και από τον πίνακα 1 που παρουσιάστηκε προηγουμένως, οι ποσότητες των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων στην Ελλάδα ήταν 1,306 εκατομμύρια τόνοι ή 3,70% της συνολικής ποσότητας αποβλήτων. Ωστόσο σημειώνεται ότι εκτιμήθηκαν μόνο τα παραγόμενα από τα έργα κατασκευών και κατεδαφίσεων της οικοδομικής δραστηριότητας, λόγω έλλειψης στοιχείων, δεν έχουν περιληφθεί τα χώματα εκσκαφών (κωδικός ΕΚΑ 17 05 04), τα απόβλητα που προκύπτουν από τα τεχνικά έργα και τα έργα οδοποιίας. (ΕΣΔΑ, 2015). Διαφορετικοί υπολογισμοί εκτιμούν τα ΑΕΚΚ στη χώρα μας σε

5.762.106 τόνους, όπου συμπεριλαμβάνονται απόβλητα κατεδαφίσεων, εκσκαφών και κατασκευών. Άλλες μελέτες υπολογίζουν την ετήσια παραγωγή στην Ελλάδα σε 4,5-6 εκατ. τόνοι στερεά απόβλητα κατασκευών-κατεδαφίσεων. Τα υλικά αυτά αποτελούνται από σκυρόδεμα (οπλισμένο ή άοπλο) κατά 60-70%, τούβλα κατά 30-35% και λοιπά ανακυκλώσιμα κατά 5-10%. Τονίζεται και πάλι η σημαντική μείωση σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, που δεν έχει υπολογιστεί εξ ολοκλήρου (ακόμα και παραπάνω από 20% σε ετήσια βάση). (ΥΠΕΚΑ , 2014, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, <http://www.easa-ike.gr/info.html#faq>)

Η σύσταση των Α.Ε.Κ.Κ. ποικίλει. Το μεγαλύτερο μέρος του ρεύματος είναι αδρανή απόβλητα, όμως υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό των Α.Ε.Κ.Κ. που περιέχει επικίνδυνα υλικά ή ουσίες που αντιδρούν με άλλες στην κατά την διάθεσή τους. Ενδεικτικά παρατίθεται στο ακόλουθο διάγραμμα (γράφημα)για την σύσταση των ΑΕΚΚ:



Διάγραμμα 1-4: Τυπική σύσταση Α.Ε.Κ.Κ. (πηγή: Γιουβανάκης, 2015)

Σημειώνεται ότι απόβλητα κατασκευών, δηλαδή τα απόβλητα που προέρχονται από νέες κατασκευές είναι συνήθως πιο «καθαρά», λιγότερο αναμεμιγμένα και λιγότερο μολυσμένα. Εξαιτίας των προηγούμενων, η δυνατότητα ανάκτησης είναι μεγαλύτερη από τα απόβλητα κατεδαφίσεων. Το ποσοστό τους στα ΑΚΚ που παράγονται συνολικά είναι σε γενικές γραμμές μικρό (π.χ. 16% στη Φινλανδία). Τα απόβλητα κατεδάφισης (και αποκατάστασης), αποτελούν υψηλότερο ποσοστό των ΑΚΚ, τείνουν να είναι πιο μολυσμένα και αναμεμιγμένα. Λόγω αυτών είναι πιο δύσκολη η ανάκτησή τους. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Ένας ενδεικτικός πίνακας των ΑΕΚΚ παρουσιάζεται στη συνέχεια (με μικρές διαφορές, καθώς προέρχεται από διαφορετική πηγή)



Είδος	Σύσταση - Min %	Σύσταση - Max %
<b>Σκυρόδεμα &amp; Είδη Τοιχοποιίας</b>	<b>40</b>	<b>84</b>
Σκυρόδεμα	12	40
Είδη Τοιχοποιίας (Τούβλα, Πλακάκια, κλπ.)	8	54
<b>Άσφαλτος</b>	<b>4</b>	<b>26</b>
<b>Λοιπά αδρανή – ορυκτά υλικά</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
Ξύλο	2	4
Μέταλλα	0,2	4
Γύψος	0,2	0,4
Πλαστικά	0,1	2
<b>Διάφορα</b>	<b>2</b>	<b>36</b>

Πίνακας 1-6: Εύρος τιμών ποιοτικής σύστασης των ΑΕΚΚ σε χώρες της Ε.Ε. εκτός των αποβλήτων εκσκαφών (Πηγή: Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2016)

Ειδικότερα για τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο ακόλουθος πιο αναλυτικός πίνακας:

Συστατικό	Ποσοστό %	Ποσοστό %
	Απόβλητα κατεδαφίσεων	Απόβλητα κατασκευών
Άσφαλτος	1,61	0,13
Σκυρόδεμα	19,99	9,27
Οπλισμένο σκυρόδεμα	33,11	8,25
Ακαθαρσίες, χώμα, λάσπη	11,91	30,55
Πέτρες	6,83	9,74
Χαλίκια	4,95	14,13
Ξύλο	7,46	10,95
Τούβλο από σκυρόδεμα	1,11	0,90
Τούβλο	6,33	5,00
Γυαλί	0,20	0,56
Άλλα οργανικά	1,30	3,05
Πλαστικοί σωλήνες	0,61	1,13

Άμμος	1,44	1,70
Εντοιχισμένα έπιπλα	0,04	0,03
Άχρηστα αντικείμενα	0,07	0,24
Μέταλλα	3,41	4,36
Σύνολο	100,00	100,00

Πίνακας1-7: Ενδεικτική σύσταση αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (πηγή: Κακλόπουλος, 2015)

### 1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τα παραγόμενα ΑΕΚΚ

Στα κτίρια και τις κατασκευές υπάρχει σημαντική μάζα υλικών τα οποία σε ορισμένα χρόνια θα έχουν μετατραπεί σε απόβλητα. Μάλιστα περίπου το 40-50% του συνόλου υλικών εξόρυξης καταλήγουν σε κτίρια ή σε έργα υποδομών. Επιπλέον κάθε τμήμα πχ ενός κτηρίου, έχει διαφορετική διάρκεια ζωής. Η διάρκεια ζωής ή χρήσης των υλικών εξαρτάται πρωτίστως από τις φυσικές ιδιότητες του υλικού (πχ άλλη διάρκεια ζωής έχει ο φέρων οργανισμός και άλλη τα επιχρίσματα), την σωστή χρήση και συντήρησή του. Εκτός της φυσικής φθοράς, λόγω γεωλογικών και κλιματολογικών παραγόντων, η διάρκεια χρήσης των υλικών και κατά συνέπεια η παραγωγή των αποβλήτων επηρεάζεται σημαντικά από την πολιτιστική και κοινωνική αλλαγή, πχ με τη συνεχή αλλαγή χρήσης των κτιρίων (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Συνοπτικά, η ποσότητα των οικοδομικών αποβλήτων που παράγεται εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Οικονομικοί παράγοντες: Οι ποσότητες των αποβλήτων που παράγονται εξαρτώνται από την οικονομική κατάσταση και ανάπτυξη της περιοχής/ χώρας. Αυτό διότι είναι σε άμεση συνάρτηση με τις νέες κατασκευές, τις ανακαινίσεις που λαμβάνουν χώρα κλπ. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα, ο όγκος νέων οικοδομών βάσει αδειών (ιδιωτικών, κατοικήσιμων και μη κτισμάτων) μειώθηκε περισσότερο από 21% για το 2011-2012 (ετήσια βάση), ενώ και παλαιότερα υπήρχε μείωση. Η μείωση αυτή που οφείλεται σε διάφορους παράγοντες πχ οικονομική κρίση, επηρεάζει αντίστοιχα την παραγωγή αποβλήτων.
- Κατασκευαστικές συνήθειες και ακολουθούμενη αρχιτεκτονική: Τα είδη των κατασκευαστικών υλικών που υπάρχουν στις κατασκευές έχουν σημαντικές διαφορές με τη χώρα αλλά και την περιοχή. Για παράδειγμα, το ξύλο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε κάποιες χώρες, όπως η Φινλανδία, ενώ το τούβλο και το σκυρόδεμα χρησιμοποιείται σε άλλες όπως, πχ στην Ελλάδα.

- Τεχνικά θέματα όπως το είδος και η ποιότητα των υλικών των παλιών κατασκευών, η (παλιά και νέα) διαθεσιμότητα των πόρων κ.τ.λ. Για παράδειγμα, τα απόβλητα από κτίρια με κατασκευές από πλίνθους, πέτρες κ.λπ. αναμένεται να διαφέρουν από αυτά κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος ή μεταλλικών κατασκευών.
- Το είδος και η χρήση των κτιρίων. Για παράδειγμα το είδος και η ποσότητα των αποβλήτων από την κατασκευή ή την κατεδάφιση μίας πολυκατοικίας (διαμερισμάτων) αναμένεται να διαφέρει από κτίριο (ίδιων ορόφων) που είναι νοσοκομείο, βιομηχανικό κτίριο ή χώρος στάθμευσης (γκαράζ)

(Ομάδα εργασίας TEE, 2012, Κουρμούσης, 2013, Γιουβανάκης, 2015)

Σημειώνεται ότι ανάλογα με τα υλικά κατασκευής των κτιρίων σήμερα, θα μεταβάλλονται αντίστοιχα τα υλικά από τα οποία αποτελούνται τα απόβλητα κατεδαφίσεων στο μέλλον. Έτσι αναμένεται να περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό σκυροδέματος, και περισσότερα μονωτικά υλικά. Επομένως πιθανότατα θα απαιτούν πιο εξειδικευμένη διαχείριση για τη σωστή επεξεργασία και ανακύκλωση τους (Κουρμούσης, 2012).

## 1.6 Υπολογισμός παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ

Σύμφωνα και με την νομοθεσία, οι διαχειριστές ΑΕΚΚ είναι υποχρεωμένοι πριν ξεκινήσουν τις οικοδομικές εργασίες ή τα έργα υποδομών, να υποβάλλουν στοιχεία για τη διαχείριση των Αποβλήτων που αναμένεται να παραχθούν. Τα στοιχεία που ζητούνται αφορούν το όνομα και τη διεύθυνση του διαχειριστή, τον τόπο και τη δραστηριότητα προέλευσης των αποβλήτων, τον κύριο του έργου, τη συνολική ποσότητα κατ' όγκο (κ.ο.) ή κατά βάρος (κ.β.) των αποβλήτων που εκτιμάται ότι θα παραχθεί από την υλοποίηση του έργου, τις ποσότητες κ.ο ή κ.β. ανά κατηγορία αποβλήτων που εκτιμάται ότι θα παραχθούν, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων. Επίσης περιλαμβάνεται ποσοτική εκτίμηση αλλά και εκτίμηση του τύπου των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν από το διαχειριστή, εκτίμηση της ποσότητας των υλικών που θα οδηγηθούν προς ανακύκλωση – αξιοποίηση, εκτίμηση της ποσότητας των καταλοίπων για υγειονομική ταφή και επικυρωμένο αντίγραφο της σύμβασης του διαχειριστή με εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ ή υπεύθυνη δήλωση του διαχειριστή ότι θα συνεργασθεί με εγκεκριμένο σύστημα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων που θα παραχθούν από το έργο.

(<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kzPoL7o5Zn8%3D&tabid=508>)

Όσον αφορά τα απόβλητα από κατασκευές, μπορούν να υπολογιστούν προσεγγιστικά, με βάση τα στοιχεία για τη συνολική επιφάνεια της νέας οικοδομής και προσθήκης. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$CWNK = EC * r_{cw}$$

Όπου: CWNK: Ποσότητα αποβλήτων νέων κατασκευών [tn]

EC: Συνολική Επιφάνεια νέων οικοδομών ή προσθηκών [m<sup>2</sup>]

r<sub>cw</sub>: Ειδική Παραγωγή αποβλήτων για νέες οικοδομές [tn/m<sup>2</sup>]

r<sub>rw</sub>: Ειδική Παραγωγή αποβλήτων για προσθήκες [tn/m<sup>2</sup>]

Είδος Οικοδομικής Δραστηριότητας	Σύμβολο	Παραγωγή ΑΕΚΚ [tn/m <sup>2</sup> ]
Νέες Κατασκευές	r <sub>cw</sub>	0,12
Προσθήκες - Ανακαινίσεις – Επισκευές	r <sub>rw</sub>	0,34
Κατεδαφίσεις	r <sub>dw</sub>	1,13

Πίνακας 1-8: Ειδική παραγωγή ΑΕΚΚ ανά είδος οικοδομικής δραστηριότητας (πηγή: Κουρμούσης, 2013)

Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων των αποβλήτων από κατεδάφιση, υπάρχουν αντίστοιχοι τύποι, με βάση τα στοιχεία για την επιφάνεια κατεδάφισης. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$DW = E_D * r_{dw}$$

Όπου DW: Ποσότητα αποβλήτων κατεδαφίσεων [tn]

E<sub>D</sub>: επιφάνεια κατεδάφισης [m<sup>2</sup>]

r<sub>dw</sub>: Ειδική Παραγωγή αποβλήτων για κατεδαφίσεις [tn/m<sup>2</sup>]

Για τον υπολογισμό των αποβλήτων εκσκαφών νέων κατασκευών (θεμελίωση, δημιουργία υπόγειων χώρων κλπ.) χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$EW_{CW} = E_{CW} * H_{CW} * r_{cw}$$

Όπου:

EW<sub>CW</sub>: Ποσότητα αποβλήτων εκσκαφών νέας κατασκευής [tn]

E<sub>CW</sub>: Επιφάνεια εκσκαφών νέας κατασκευής [m<sup>2</sup>]

H<sub>CW</sub>: Μέσο βάθος εκσκαφής [m]

r<sub>cw</sub>: Ειδικό βάρος αποβλήτων εκσκαφής 1,4tn/m<sup>3</sup>

Για τον υπολογισμό των αποβλήτων εκσκαφών των κατεδαφιστέων κτιρίων (θεμελίωση κλπ.) χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$EW_{DW}=E_{DW} * H_{DW} * \rho_{DW}$$

Όπου:

$EW_{DW}$ : Ποσότητα αποβλήτων εκσκαφών νέων κατασκευών [tn]

$E_{DW}$ : Μέση Επιφάνεια εκσκαφών κατεδαφίσεων [ $m^2$ ]

$H_{DW}$ : Μέσο βάθος εκσκαφής κατεδάφισης [m]

$\rho_{DW}$ : Ειδικό βάρος αποβλήτων εκσκαφής κατεδάφισης  $2,2tn/m^3$

<http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/>

Βάρος (μάζα) ΑΕΚΚ) στη χώρα μας (2012)

Βάρος αποβλήτων κατεδαφίσεων (τόνοι)	Βάρος αποβλήτων εκσκαφών (τόνοι)	Βάρος αποβλήτων κατασκευών (τόνοι)	Σύνολο
267.804	1.626.440	400. 046	2294308

Πίνακας 1-9: Παραγόμενη ποσότητα ΑΕΚΚ στη χώρα μας για το έτος 2012) (Πηγή: Κουρμούσης, 2013)

Με σκοπό την εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων από κατεδαφίσεις δημιουργήθηκε η ακόλουθη εξίσωση:  $ΑΠΚΤΔ = ΑΡΚΤΔ * ΑΟΚΤΔ * ΕΚΤΔ * ΟΚΤΔ * ΠΑΚΤΔ$ , όπου:

•ΑΠΚΤΔ: είναι τα Απόβλητα Κατεδαφίσεων σε τόνους, ΑΡΚΤΔ: είναι ο αριθμός των κατεδαφίσεων, όπως προκύπτει από τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, ΑΟΚΤΔ είναι ο μέσος όρος του αριθμού των ορόφων των κτιρίων που κατεδαφίζονται, ΕΚΤΔ είναι η μέση επιφάνεια των κτιρίων που κατεδαφίζονται σε  $m^2$ , ΟΚΤΔ είναι ο μέσος όγκος των αποβλήτων που προκύπτουν από κάθε κατεδάφιση σε  $m^3$ , ΠΑΚΤΔ είναι η μέση πυκνότητα των αποβλήτων κατεδαφίσεων σε  $tn/m^3$ , ΟΚΤΔ ο μέσος όγκος των αποβλήτων που προκύπτουν από κάθε κατεδάφιση ανέρχεται σε 0,793 ή προσεγγιστικά 0,8  $m^3/m$

Από τα ανωτέρω στοιχεία, η μέση πυκνότητα των αποβλήτων κατεδαφίσεων (ΠΑΚΤΔ) ανέρχεται σε  $1,6018 tn/m^3$  ή προσεγγιστικά  $1,6 tn/m^3$  και η μέση πυκνότητα των αποβλήτων εκσκαφών (ΠΑΕΚΣ) ανέρχεται προσεγγιστικά σε  $0,46 tn/m^3$ (Κουρμούσης, 2013)

## 2 Κεφάλαιο Β: Η διαχείριση των ΑΕΚΚ

### 2.1 Επιπτώσεις την ανεξέλεγκτη απόρριψη των Α.Ε.Κ.Κ.

Σε πολλές περιπτώσεις, στην Ελλάδα αλλά και αλλού η διαχείριση των Α.Ε.Κ.Κ. δεν γινόταν ολοκληρωμένα.. Μεταξύ άλλων αυτό οφείλεται στην έλλειψη περιβαλλοντικής συνείδησης, την έλλειψη πανελλαδικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ και την ελλιπή νομοθεσία για την μεταφορά και την επεξεργασία τους. Πολλές φορές κατέληγαν σε ΧΥΤΑ ή ακόμα χειρότερα σε χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (Χ.Α.Δ.Α.) ή σε αυθαίρετους χώρους απόρριψης. Οι επιπτώσεις που προκαλούνται από αυτού του είδους της διαχείριση των Α.Ε.Κ.Κ. είναι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές (Γιουβανάκης, 2015, Φουρλής, 2014, Μήτσικας, 2015).

Στις οικονομικές και κοινωνικές εντάσσονται η αλλοίωση του φυσικού τοπίου, η οπτική ρύπανση και η μείωση της αξίας γης. Σημειώνεται εδώ ότι η εκτός από την οπτική/ αισθητική ρύπανση που προκαλεί, η ανεξέλεγκτη απόρριψη ΑΕΚΚ οδηγεί στην απόρριψη και άλλων αποβλήτων. Με απλά λόγια, κάθε είδους σκουπίδια πετιούνται από ανθρώπους εκεί που ήδη υπάρχουν πεταμένα μπάζα, συμβάλλοντας στην περεταίρω υποβάθμιση της περιοχής.

Παράλληλα, υπάρχουν και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, διότι τα ΑΕΕΚ μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή ρύπανσης τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον άνθρωπο,. Αναλυτικότερα, στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις συμπεριλαμβάνονται η ρύπανση του εδάφους και των κοντινών στο χώρο απόθεσης υδάτων (υπόγειων ή υπέργειων), η ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά και ο κινδύνος πυρκαγιάς. Επίσης ακόμα και σε μία ελεγχόμενη εδαφική διάθεση, τα απόβλητα αυτά έχουν σημαντικό όγκο και έτσι καταλαμβάνουν χώρο στον ΧΥΤΑ, μειώνοντας τη δυναμικότητά του. Όσον αφορά τη ρύπανση του αέρα, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η παραγόμενη σκόνη που μεταφέρεται με τον άνεμο με αποτέλεσμα να υποβαθμίζει αισθητικά τις περιοχές, αλλά και να συνεισφέρει στο πρόβλημα της αέριας ρύπανσης, λόγω διασποράς ρύπων (σκόνη, σωματίδια κλπ). Σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης, τα μπάζα μπορούν να μεταφερθούν από το σημείο απόθεσης και να προκαλέσουν προβλήματα όπως πλημμύρες, φράζοντας πχ τις εισόδους των φρεατίων, αλλά και όχληση της χλωρίδας και πανίδας της περιοχής. Παράλληλα, μέσω της εισόδου όμβριων υδάτων στο έδαφος, τα ΑΕΕΚ μπορεί να ρυπαίνουν νερά όπως υπόγειους υδροφορείς κλπ. (Γιουβανάκης, 2015, Φουρλής, 2014, Μήτσικας, 2015, Παναγιωτακόπουλος, 2002, Γρύλλης, 2017).

Αξίζει να τονιστεί ότι οι επικίνδυνες ουσίες που περιέχονται στα Α.Ε.Κ.Κ. είναι δυνατόν να προκαλέσουν ποικίλα προβλήματα υγείας στους έμβιους οργανισμούς και τον άνθρωπο. Με άλλα λόγια, τα επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ, ανάλογα με την τοξικότητά τους και την διασπορά τους κατά την απόθεση έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ουσίες

που περιέχονται, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα. Ένα παράδειγμα επικίνδυνου υλικού που περιέχεται στα ΑΕΚΚ είναι, ο αμίαντος. Αυτός ενσωματώνεται (ωστόσο πλέον έχει απαγορευτεί) στα υλικά Όταν για διάφορους λόγους όπως η παλαιότητα, ο κακός χειρισμός κλπ, τα υλικά που τον περιέχουν σπάσουν και οι ίνες του αποδεσμευτούν από το υπόλοιπο υλικό, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και είναι καρκινογόνα. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργούνται μικρές ίνες που δεν μπορούν να μεταβολιστούν ή να αποβληθούν από τον οργανισμό. Η παραμονή τους στους πνεύμονες είναι επιβλαβής για την υγεία και μπορεί να προκαλέσει ακόμα και καρκίνο. (Γιουβανάκης, 2015, Φουρλής, 2014, Μήτσικας, 2015)..

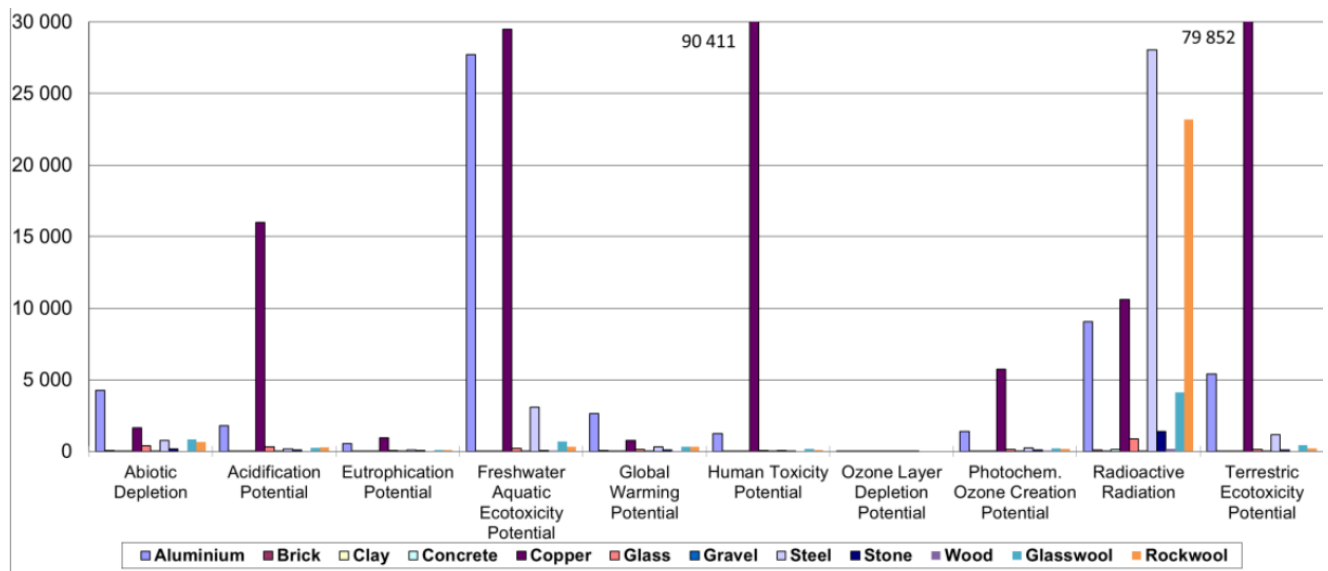
Άλλα επικίνδυνα υλικά είναι τα βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος και το χρώμιο. Οι επιπτώσεις από την διάχυση στο περιβάλλον των βαρέων μετάλλων είναι επίσης σημαντικές. Ενδεικτικά αναφέρονται σημαντικά προβλήματα και βλάβες στο νεφρικό σύστημα, στο αναπνευστικό σύστημα, στο ήπαρ και στα αγγεία. Λόγω των σημαντικών βλαβών που προκαλούν, η χρήση αυτών των υλικών στα υλικά κατασκευών περιορίζεται σταδιακά. (Γιουβανάκης, 2015, Φουρλής, 2014,).

Συνεισφορά του κατασκευαστικού τομέα στην χρήση πόρων και την παγκόσμια ρύπανση

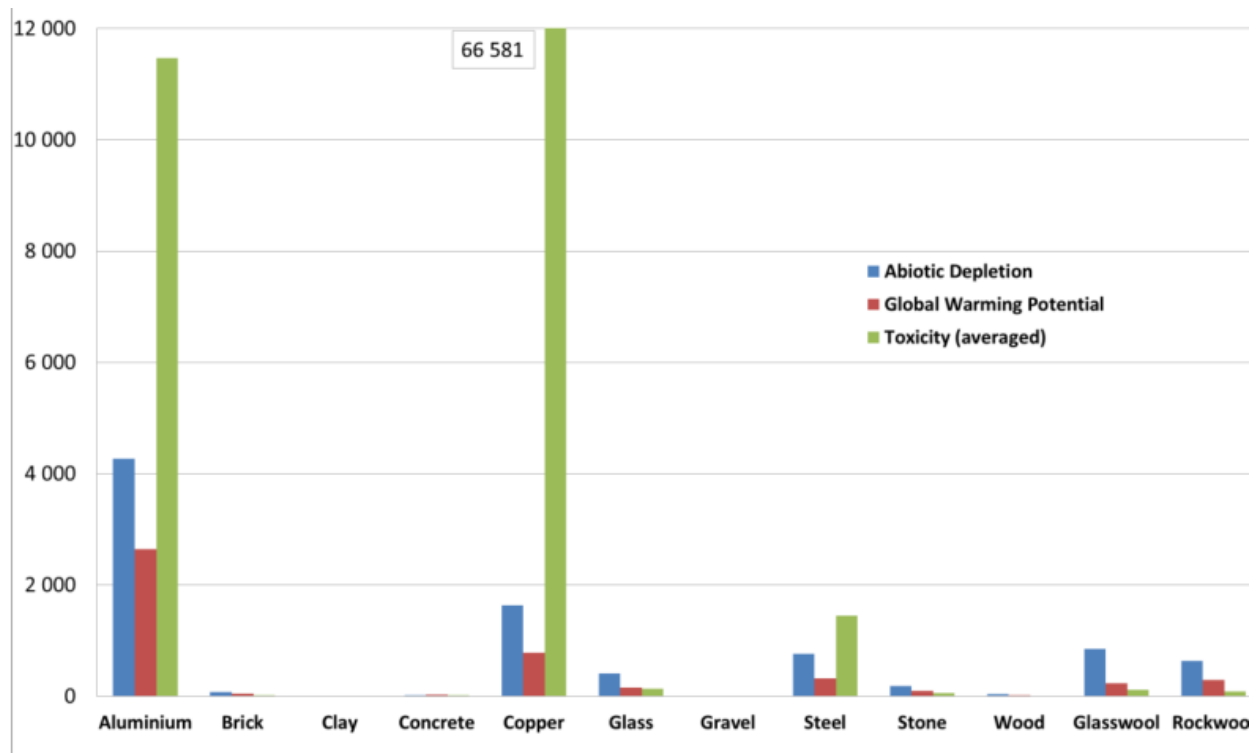
GLOBAL RESOURCES		GLOBAL POLLUTION	
Resource	Building use	Type of pollution	Building related
Energy	50%	Air quality (cities)	24%
Water	42%	Global warming gases	50%
Materials	50%	Drinking water pollution	40%
Agricultural land loss	48%	Landfill	20%

Πίνακας 2-1: Συνεισφορά του κατασκευαστικού τομέα στην χρήση πόρων και την παγκόσμια ρύπανση (πηγή: Paralika, Karachakiou, 2019)

Συνοπτική παρουσίαση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και την υγεία που έχουν τα υλικά των ΑΕΚΚ παρουσιάζεται στις ακόλουθες εικόνες. Οι τιμές αναφέρονται στην επίπτωση στο περιβάλλον και την υγεία παραγωγής ενός κιλού από το κάθε υλικό, χωρίς να υπάρχει ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση σε 10<sup>-14</sup>% των παγκόσμιων επιπτώσεων στο έτος αναφοράς 1990



Διάγραμμα 2-1: Επιπτώσεις στο περιβάλλον της παραγωγής ενός κιλού υλικών που υπάρχουν στα ΑΕΚΚ (πηγή: ECORYS 2014)



Διάγραμμα 2-2: Επιπτώσεις στο περιβάλλον της παραγωγής ενός κιλού των υλικών που υπάρχουν στα ΑΕΚΚ (πηγή: ECORYS 2014)



Κλείνοντας, λόγω των προαναφερθέντων και όχι μόνο επιπτώσεων από τα Α.Ε.Κ.Κ., πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια στην Ευρώπη αλλά και παγκόσμια για την βελτίωση των στρατηγικών και των μεθόδων διαχείρισής τους.

## 2.2 Αρχές διαχείρισης ΑΕΚΚ

Αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Συνοπτικά όσον αφορά τις αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορούν την διαχείριση των αποβλήτων γενικότερα (άρα και των ΑΕΚΚ) αναφέρονται οι ακόλουθες:

Αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»: Σύμφωνα με την αρχή αυτή, όποιος ρυπαίνει το περιβάλλον, δηλαδή προκαλεί περιβαλλοντική ζημία και ευθύνεται για αυτήν πρέπει να παίρνει τα απαραίτητα μέτρα για την πρόληψη ή την αποκατάσταση της ζημιάς, αναλαμβάνοντας και το αντίστοιχο κόστος. Πάνω στο θέμα της χρέωσης για τα απόβλητα και της αρχής ο ρυπαίνων πληρώνει, ορισμένοι ερευνητές αντιμετωπίζουν τη χρέωση των αποβλήτων ως ποινή, ενώ άλλοι το αντιμετωπίζουν ως κίνητρο για την μείωση των αποβλήτων

Αρχή της προφύλαξης: Η αρχή της προφύλαξης επιτρέπει την χρήση μέτρων προφύλαξης από έναν ενδεχόμενο κίνδυνο, αν αυτός φαίνεται πραγματικός, ακόμα και αν δεν υπάρχει απόλυτη επιστημονική βεβαιότητα. Καθιστά δυνατή την ταχεία αντίδραση ενόψει ενδεχομένου κινδύνου για την υγεία των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών ή για την προστασία του περιβάλλοντος.

Την αρχή της «εγγύτητας», σύμφωνα με την οποία πρέπει να υπάρχουν επαρκείς υποδομές για τη διαχείριση των αποβλήτων όσο το δυνατό κοντά στην πηγή τους.

(Τσιρογιάννης, 2018, Μήτσικας, 2015, Πολαντά, 2016).

Τα υλικά των ΑΕΚΚ ως πόροι

Από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις κατασκευές κλπ προκύπτουν ζητήματα που αφορούν την εξάντληση των πρώτων υλών, την κατανάλωση ενέργειας και την δημιουργία αποβλήτων. Συγκεκριμένα, για να κατασκευαστεί ένα υλικό, έχουν χρησιμοποιηθεί φυσικοί πόροι αλλά και ενέργεια, ώστε να εξορυχθούν οι πρώτες ύλες, να μεταφερθούν, να επεξεργαστούν και να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή. Έτσι οι διεργασίες αυτές επιβαρύνουν το περιβάλλον, ενώ επίσης έχει χρησιμοποιηθεί εργασία. Όλα τα παραπάνω έχουν και ένα χρηματικό κόστος, εκτός του περιβαλλοντικού. Από την στιγμή που τα ΑΕΚΚ θα καταστούν απόβλητα, μετά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής, πάλι θα πρέπει να μεταφερθούν και να διαχειριστούν ή να απορριφθούν, πράγμα που μπορεί να έχει επιπλέον περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Παρά την αξία των υλικών σε χρήμα, ενέργεια και ανθρώπινη εργασία, μεγάλο μέρος των αποβλήτων καταλήγει σε χώρους ταφής, ακόμα και πριν το τέλος της διάρκειας ζωής τους. Ενδεικτικά, στην Ευρωπαϊκή Ένωση,

για τα κτίρια δαπανάται περίπου η μισή ενέργεια για την κατασκευή, χρήση και κατεδάφισή τους. Ακόμα λοιπόν και ένα "πράσινο" κτίριο, με μικρές ενεργειακές απαιτήσεις, μέσω των υλικών και της κατασκευής του απαιτεί σημαντικά ποσά ενέργειας και πόρων και κατά συνέπεια παράγει σημαντικούς ρύπους. (Ομάδα εργασίας TEE, 2012. Μήτσικας, 2015, Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Έτσι λοιπόν το 'κόστος' κάθε υλικού δεν προσδιορίζεται μόνο από την αξία του σε χρήμα αλλά και από το περιβαλλοντικό, ενεργειακό, και ανθρώπινο κόστος. Για αυτό το λόγο η σύγχρονη τάση στη διαχείριση αποβλήτων είναι αυτά να θεωρούνται υλικά που μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω. (Ομάδα εργασίας TEE, 2012. Μήτσικας, 2015).

### **2.3 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης ΑΕΚΚ**

#### **Υποχρεώσεις Παραγωγών:**

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) εμπίπτουν στα «άλλα προϊόντα» του Νόμου 2939/01 (ΦΕΚ 179 Α) και σύμφωνα με τον ίδιο νόμο (άρθρα 15 και 17) επιβάλλεται η θέσπιση μέτρων με στόχο την επαναχρησιμοποίηση ή/και αξιοποίηση των υλικών αυτών.

Οι ρυθμίσεις της ΚΥΑ 36259/2010 για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ εφαρμόζονται στα απόβλητα που δημιουργούνται τόσο από τα ιδιωτικά όσο και από τα δημόσια έργα και αποσκοπούν στη μείωση της τελικής διάθεσης των ΑΕΚΚ, με ενθάρρυνση κατά προτεραιότητα: της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης καθώς και κάθε άλλης ανάκτησης υλικών, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση πρωτογενών πρώτων υλών και της ανάκτησης ενέργειας ως αποτελεσματικού μέσου αξιοποίησης τους

Στην ΚΥΑ 36259/2010 περιγράφεται το πρόγραμμα εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ και ειδικότερα προσδιορίζονται οι γενικές κατευθύνσεις του Προγράμματος Εναλλακτικής Διαχείρισης, οι όροι και προϋποθέσεις για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ, οι υποχρεώσεις των διαχειριστών καθώς και οι όροι και προϋποθέσεις για τη συλλογή / μεταφορά και την επεξεργασία / αξιοποίηση των ΑΕΚΚ.

Επίσης υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα οργάνωσης και ανάπτυξης οργανωμένων δικτύων συλλογής, διαλογής και αξιοποίησης των αποβλήτων που προέρχονται από τις κατασκευές, κατεδαφίσεις και εκσκαφές σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο ν. 2939/01 και τους ειδικότερους όρους και προϋποθέσεις που περιλαμβάνονται στην προαναφερθείσα ΚΥΑ. Επί πλέον αναφέρονται οι γενικές προδιαγραφές για τη χορήγηση εγκρίσεων ατομικών και συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, ενώ προσδιορίζονται οι προϋποθέσεις χορήγησης του Πιστοποιητικού Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΠΕΔ).

Επίσης υπάρχουν διατάξεις που αφορούν στην ενημέρωση του κοινού, στην υποβολή εκθέσεων από τους διαχειριστές στην αρμόδια αρχή, στους ελέγχους για την τήρηση των διατάξεων της εν λόγω ΚΥΑ. Παράλληλα προβλέπεται και η επιβολή κυρώσεων σε κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που πραγματοποιεί εργασίες διαχείρισης ΑΕΚΚ κατά παράβαση της ΚΥΑ.

Σύμφωνα με το άρθρο 7 παρ. 2 της εν λόγω ΚΥΑ, οι διαχειριστές ΑΕΚΚ υποχρεούνται, πριν από την έναρξη των οικοδομικών εργασιών ή των έργων τεχνικών υποδομών, να υποβάλλουν στην αρμόδια αρχή Στοιχεία για τη Διαχείριση των Αποβλήτων (ΣΔΑ) που θα παραχθούν από τη δραστηριότητά τους.

Επιπλέον, δίνονται οι κατευθυντήριες γραμμές και τεχνικές οδηγίες για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΕΚΚ και προτείνονται μέτρα για την επίτευξη των ποσοτικών στόχων που έχουν τεθεί, καθώς μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2015 η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών αποβλήτων και αξιοποίηση έπρεπε να ανέλθει κατ' ελάχιστον στο 50 %, ως προς το συνολικό βάρος των παραγομένων ΑΕΚΚ στη χώρα, εξαιρουμένης της κατηγορίας 17 05 04, ενώ μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2020 το ποσοστό αυτό πρέπει να ανέλθει κατ' ελάχιστον στο 70 %. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος εφαρμογής του προγράμματος καθώς και η αναθεώρησή του γίνονται από τον ΕΟΑΝ.

Οι διαχειριστές των ΑΕΚΚ υποχρεούνται να οργανώνουν ατομικά ή συλλογικά συστήματα ή να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων που παράγονται από τη δραστηριότητά τους και να προωθούν κατ' εφαρμογή του προγράμματος εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο εναλλακτικής διαχείρισης, με την οργάνωση συστημάτων συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς, ανάκτησης και αξιοποίησης των υλικών εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων, καθώς και συστημάτων επαναχρησιμοποίησης των δυνάμενων να αξιοποιηθούν υλικών.

(Γρύλλης 2015, Έκθεση ΕΟΑΝ, 2015)

Επίσης, στις περιοχές που καλύπτονται από ΣΣΕΔ η υπογραφή σύμβασης συνεργασίας με το ΣΣΕΔ είναι υποχρεωτική, όπως και η εναλλακτική διαχείριση του συνόλου των παραγομένων αποβλήτων. Σε διαφορετική περίπτωση επιβάλλονται βαριές χρηματικές ποινές και ποινή φυλάκισης έως 2 έτη, σύμφωνα με το άρθρο 6 του 4042/2012 «Ποινική Προστασία του Περιβάλλοντος»

(<http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/>)

## **Νομοθετικό πλαίσιο- συνοπτική παράθεση**

- ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312Β/ 24-08-2010) Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).
- Νόμος 4042, ΦΕΚ 24 Α' /13-2-2012 Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- Νόμος 4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α/09-04-2012) Νέος οικοδομικός Κανονισμός Ειδικότερα το άρθρο 17 «Κατασκευές και φυτεύσεις στους ακάλυπτους χώρους και περιφράξεις», παράγραφος 1.
- Νόμος 4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α/09-04-2012) Ν. 4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α/09-04-2012)
- ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ ΥΠΕΚΑ αρ. πρωτ. 4834/25-1-13 Διαχείριση περίσσειας υλικών εκσκαφών που προέρχονται από δημόσια έργα - Διευκρινίσεις επί των απαιτήσεων της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312 Β)
- ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ ΥΠΕΚΑ αρ. πρωτ. 4834/25-1-13
- ΚΥΑ 39200/2015 (ΦΕΚ 2057/Β/18-09-2015) Τροποποίηση της υπ' αριθμ. 41624/2057/2010 ΚΥΑ (Β'1625), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2013/56/ΕΕ ... και άλλες συναφείς διατάξεις. Ειδικότερα το άρθρο 3 «Ειδική διάταξη».
- ΚΥΑ 39200/2015 (ΦΕΚ 2057/Β/18-09-2015)
- Νόμος 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. Ειδικότερα το άρθρο 181 «Μεταλλευτικές – Λατομικές εργασίες εντός δασών – δασικών εκτάσεων».
- Νόμος 4001/2011 (ΦΕΚ 179/Α/22-08-2011)
- Νόμος 4030, ΦΕΚ 249 Α' /25-11-2011 Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις (άρθρο 40: Θέματα σχετικά με απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ))
- Νόμος 4280, ΦΕΚ 159 Α' /8-8-2014 Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση – Βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών. Ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις. (Στο άρθρο 52 παρ. 4, προβλέπεται η δυνατότητα απόθεσης και επεξεργασίας ΑΕΚΚ από ΣΕΔ σε ανενεργά μεταλλεία και λατομεία).
- Απόφαση 2011/753/ΕΕ Περί θεσπίσεως κανόνων και μεθόδων υπολογισμού για τον έλεγχο της συμμόρφωσης προς τους στόχους του άρθρου 11 παράγραφος 2 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ

(<https://www.eoan.gr/el/content/30/nomothesia>,  
[http://www.elinyae.gr/el/item\\_details.jsp?cat\\_id=2802&item\\_id=8571](http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?cat_id=2802&item_id=8571))

## 2.4 Η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων

Η εναλλακτική διαχείριση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα βασίζεται στην ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων όπως αυτή απεικονίζεται στην παρακάτω πυραμίδα. Όσο υψηλότερα βρίσκεται μια επιλογή για τη διαχείριση των αποβλήτων τόσο περισσότερο επιθυμητή είναι. Η πυραμίδα διαχείρισης αποβλήτων αποτυπώνεται στην Θεματική Στρατηγική της Ε.Ε. για την Πρόληψη και την Ανακύκλωση των Αποβλήτων που έχει μεταφερθεί στην εθνική νομοθεσία με τον νόμο 4042/2012. Η βασική λογική της στρατηγικής είναι ότι τα απόβλητα δεν αποτελούν ένα άχρηστο βάρος αλλά έναν πολύτιμο πόρο που, αν αξιοποιηθεί σωστά, μπορεί να δώσει πολλαπλά οφέλη. Αυτός είναι ο λόγος που η απόρριψή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να είναι η τελευταία διαθέσιμη επιλογή. Από την άλλη, κάθε επεξεργασία των αποβλήτων, όσο περιβαλλοντικά φιλική και αν είναι, καταναλώνει ενέργεια και πόρους, καταλήγοντας στο ότι η πρόληψη από την παραγωγή αποβλήτων δίνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.

## 2.5 Συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης

Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης στοχεύουν στη συλλογή των ΑΕΚΚ από τα εργοτάξια ή τους χώρους που παράγονται, προκειμένου αυτά να κατευθύνονται προς τις πλέον ενδεδειγμένες λύσεις εναλλακτικής διαχείρισης. Αυτές είναι (όπως αναλύεται και παρακάτω) η επαναχρησιμοποίηση ή η αξιοποίηση, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης των υλικών που συλλέγονται.

[8https://www.etek.org.cy/uploads/fck/%CE%A0%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%82%20%CE%95%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF%CF%82%20%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%9A.pdf](https://www.etek.org.cy/uploads/fck/%CE%A0%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%82%20%CE%95%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF%CF%82%20%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%9A.pdf), Γρύλλης, 2017, )

Στη χώρα μας, η οργάνωση των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης γίνεται από τους διαχειριστές ΑΕΚΚ ατομικά από τους ίδιους ή συλλογικά, με τη συμμετοχή τους σε εγκεκριμένα συστήματα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης οποιασδήποτε νομικής μορφής, όπως εταιρίες (Α.Ε., Ε.Π.Ε.), συνεταιρισμούς, κοινοπραξίες κ.λπ.

Για την οργάνωση κάθε ατομικού ή συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης απαιτείται η χορήγηση έγκρισης από τον ΕΟΑΝ. Ειδικότερα, για την έγκριση συστήματος ατομικής εναλλακτικής διαχείρισης ο διαχειριστής είναι υποχρεωμένος να καταθέσει στην αρμόδια αρχή τα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι διαθέτει την απαιτούμενη οικονομική και τεχνική υποδομή για την εφαρμογή του συστήματος του. Παράλληλα πρέπει να προσδιορίζονται οι στόχοι και οι μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισης. Επίσης προβλέπεται η καταβολή σχετικού ανταποδοτικού τέλους στον ΕΟΑΝ. Για την έγκριση συστήματος συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης απαιτείται οι διαχειριστές να καταθέσουν στον ΕΟΑΝ φάκελο με μελέτη ή και

στοιχεία, από τον οποίο να αποδεικνύεται ότι το σύστημα διαθέτει την απαιτούμενη τεχνική και οικονομική υποδομή για την εφαρμογή του. Παράλληλα προσδιορίζεται το ποσό της χρηματικής εισφοράς που καταβάλλουν στο σύστημα οι συμμετέχοντες διαχειριστές και ενδεχομένως οι λοιποί οικονομικοί παράγοντες εφόσον συμμετέχουν στο σύστημα, με κριτήριο κυρίως τον όγκο, το βάρος και το είδος των ΑΕΚΚ, να καθορίζονται οι στόχοι και οι μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισης και να αποδεικνύεται η συνεργασία του συστήματος με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ. Επίσης πρέπει να διασφαλίζουν τη δυνατότητα συμμετοχής στο σύστημα των ενδιαφερομένων διαχειριστών και λοιπών οικονομικών παραγόντων, που εκπληρώνουν τους όρους και τις προϋποθέσεις του συστήματος και να καταβάλλουν στον ΕΟΑΝ το σχετικό ανταποδοτικό τέλος, το ύψος του οποίου προσδιορίζεται με κοινή υπουργική απόφαση και αναπροσαρμόζεται μετά από εισήγηση του ΕΟΑΝ, με κριτήριο την έκταση του συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης.

Οι διαχειριστές που δεν έχουν οργανώσει εγκεκριμένο σύστημα ατομικής εναλλακτικής διαχείρισης συνεργάζονται υποχρεωτικά με εγκεκριμένα συστήματα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης. Η συνεργασία με εγκεκριμένο συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συνοδεύεται από την καταβολή εκ μέρους του ενδιαφερόμενου διαχειριστή χρηματικής εισφοράς, το ύψος της οποίας προσδιορίζεται στον εγκεκριμένο φάκελο του συστήματος.

Η έγκριση συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης ισχύει για έξι (6) χρόνια και μπορεί να ανανεώνεται με τροποποίηση ή αναθεώρηση της προβλεπόμενης μελέτης. Κάθε σύστημα που εκτελεί εργασίες συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας, ανακύκλωσης και αξιοποίησης αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις υποχρεούται να τηρεί βιβλίο καταγραφής της προέλευσης, ποσότητας, κατηγορίας, τρόπου αξιοποίησης και διάθεσης των εν λόγω αποβλήτων καθώς και της παράδοσης και παραλαβής τους, αναφέροντας και την ημερομηνία αυτών και να γνωστοποιεί τα στοιχεία στον ΕΟΑΝ και την αρμόδια υπηρεσία περιβάλλοντος της οικείας Περιφέρειας, όταν αυτά ζητηθούν.

(<https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafon-kataskeuon-katedafiseon-aekk>)

Το πρώτο σύστημα για την ανακύκλωση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων, έλαβε έγκριση το 2011. Από τότε έχουν εγκριθεί και άλλα συστήματα και πλέον στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται τα:

- ΣΣΕΔ «Ανακύκλωση Αδρανών Βορείου Ελλάδας Α.Ε.» με το διακριτικό τίτλο ΑΝ.Α.Β.Ε. Α.Ε., με γεωγραφική εμβέλεια εφαρμογής τους νομούς Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Πιερίας, Κιλκίς, Ημαθίας και Χαλκιδικής.
- Το ΣΣΕΔ "Σύστημα Ανακύκλωσης Κεντρικής Ελλάδας ΕΠΕ" και διακριτικό τίτλο «ΣΑΝΚΕ ΕΠΕ» εγκρίθηκε με γεωγραφική εμβέλεια τους νομούς Εύβοιας, Βοιωτίας και Αττικής.
- Το ΣΣΕΔ "Εναλλακτική Διαχείριση Προϊόντων Εκσκαφών, κατεδαφίσεων Α.Ε." και διακριτικό τίτλο «ΣΕΔΠΕΚΑΤ Α.Ε.» εγκρίθηκε με γεωγραφική εμβέλεια το νομό Αττικής.



Πρόκειται για μια πολυμετοχική επιχείρηση όπου μετέχουν 69 επιχειρήσεις εγγεγραμμένες στο σωματείο χωματουργών Αττικής.

- Στην περιοχή της Β. Ελλάδας έχει εγκριθεί επίσης το ΣΣΕΔ «Ι. Κουφίδης - Ι. Κτενίδης & ΣΙΑ Ο.Ε.» με διακριτικό τίτλο «Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Χαλκιδικής Ο.Ε.» με γεωγραφική εμβέλεια τον νομό Χαλκιδικής.
- Το 2012, εγκρίθηκε επίσης το ΣΣΕΔ «Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Κεντρικής Μακεδονίας Α.Ε.» με γεωγραφική εμβέλεια την περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και ειδικότερα τους νομούς Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών, Χαλκιδικής.
- Το ΣΣΕΔ "Ψάρρας - Εναλλακτική Διαχείριση ΑΕΚΚ ΑΜΚΕ" με γεωγραφική εμβέλεια την περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και ειδικότερα τους νομούς Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών και Χαλκιδικής.
- Το ΣΣΕΔ "Ανακύκλωση Αδρανών Νότιας Ελλάδας ΑΜΚΕ" με διακριτικό τίτλο "Α.Α.Ν.ΕΛ." και γεωγραφική εμβέλεια τους νομούς Λακωνίας και Κυκλάδων. Με νεώτερη Απόφαση του ΔΣ του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, εγκρίθηκε η επέκταση της εμβέλειας του ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ ΑΑΝΕΛ ως Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), στις Περιφερειακές Ενότητες Μεσσηνίας και Κέρκυρας.
- Το ΣΣΕΔ «Αποστολάκης Εμμ. & ΣΙΑ Ο.Ε.» και διακριτικό τίτλο «ΔΙΑΣ Σύστημα Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ» εγκρίθηκε με γεωγραφική εμβέλεια τους νομούς Ηρακλείου και Λασιθίου της Περιφέρειας Κρήτης.
- Το ΣΣΕΔ «Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων Ανακύκλωση Α.Ε.Κ.Κ. Αττικής Ανώνυμη Εταιρία» με διακριτικό τίτλο «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Α.Ε.Κ.Κ. ΑΤΤΙΚΗΣ Α.Ε.» εγκρίθηκε με γεωγραφική εμβέλεια το Νομό Αττικής.

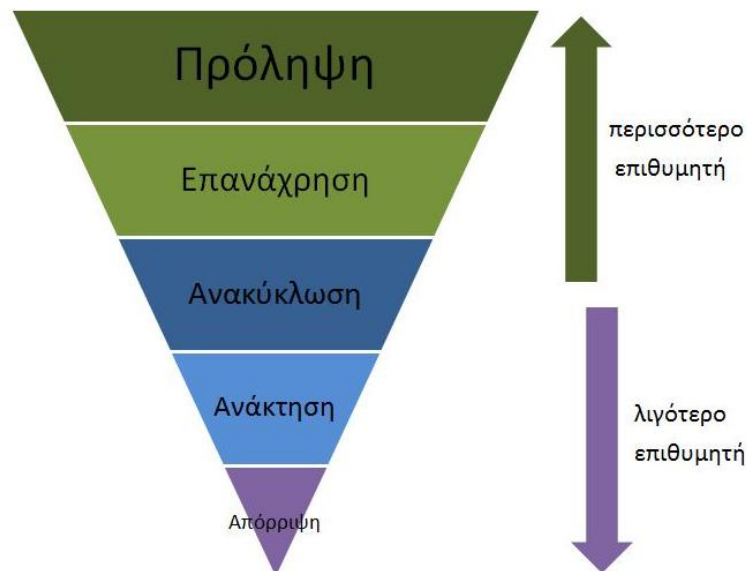
(<https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafon-kataskeuon-katedafiseon-aekk>)

## 2.6 Επιλογές διαχείρισης αποβλήτων

Η διαχείριση των ΑΕΚΚ περιλαμβάνει πολλές μεθόδους, που επιλέγονται ανάλογα με το ρεύμα του υλικού προς διαχείριση, την καθαρότητα, την χώρα κλπ. Όπως και σε οποιοδήποτε απόβλητο, η καλύτερη μέθοδος διαχείρισης είναι η μη δημιουργία, δηλαδή η πρόληψη. Η διαχείριση περιλαμβάνει επίσης την επεξεργασία των παραγόμενων αποβλήτων. Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων περιλαμβάνουν επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ενεργειακή ή και άλλη αξιοποίηση, Τέλος, μέθοδος διάθεσης, μη επιθυμητή από περιβαλλοντική σκοπιά αλλά υπαρκτή

είναι η απόρριψη/ υγειονομική ταφή. (<https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, Μήτσικας, 2015).

Οι επιλογές αυτές δίνονται με την σειρά προτίμησης, σύμφωνα και με την πυραμίδα διαχείρισης των αποβλήτων. Σημειώνεται ωστόσο ότι η πυραμίδα είναι γενικός οδηγός και μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις που δεν ισχύει. Η ιεραρχία μιας αποτελεσματικής διαχείρισης αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων στηρίζεται στη μελέτη παραμέτρων που καθορίζουν τη σωστή αξιολόγηση των αναγκών επεξεργασίας. Οι παράμετροι αυτοί είναι η βιώσιμη διαχείριση των πόρων μιας χώρας, ο κύκλος ζωής των επιμέρους οικοδομικών υλικών αλλά και των κατασκευών. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, Μήτσικας, 2015).



Εικόνα 2-1: Η πυραμίδα με τις επιθυμητές ενέργειες διαχείρισης των αποβλήτων (πηγή: <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>)

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΕΚΚ περιλαμβάνει όλες σχεδόν τις επιλογές διαχείρισης. Παράδειγμα ενός μοντέλου διαχείρισης φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί





Διάγραμμα 2-3 : Μοντέλο διαχείρισης δομικών απορριμμάτων. (πηγή: Μαυρίδου, 2014)

## 2.7 Πρόληψη της δημιουργίας ΑΕΚΚ

Η καλύτερη δυνατή επιλογή διαχείρισης είναι το απόβλητο να μην παραχθεί. Φυσικά, η μη δημιουργία, δηλαδή η πρόληψη, δεν είναι εφικτή για το 100% της μάζας των αποβλήτων, ωστόσο με σωστό σχεδιασμό και κατάλληλη στρατηγική, μπορεί να επιτευχθεί σημαντικός περιορισμός της παραγόμενης ποσότητας ΑΕΚΚ. Έτσι, η πρόληψη καθίσταται όλο και πιο σημαντική στον σχεδιασμό της πολιτικής διαχείρισης αποβλήτων. Ένα παράδειγμα πρόληψης των ΑΕΚΚ είναι η σωστή μελέτη για το χτίσιμο των κτιρίων ώστε να είναι σωστά κατασκευασμένα και να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (να μην υπάρχουν προβλήματα στην κατασκευή, να μην είναι χτισμένα σε σημείο πχ που κινδυνεύει από διάβρωση του εδάφους ή που δεν επιτρέπεται η δόμηση και θα πρέπει να κατεδαφιστεί). Άλλος τρόπος πρόληψης είναι μέσω σχεδιασμού ο περιορισμός των αλλαγών χρήσης των κτιρίων, ώστε να απαιτούνται μικρές ή και καθόλου αλλαγές. (<http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>, <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>)

Αναλυτικότερα, όσον αφορά την πρόληψη, κάποιες βασικές αιτίες δημιουργίας αποβλήτων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Έτσι, με κατάλληλη στρατηγική και σχεδιασμό, τα απόβλητα που δημιουργούνται από αυτές τις αιτίες μπορούν να μειωθούν ή και ιδανικά να μηδενιστούν.

Κατηγορίες	Αιτίες
Συμβόλαια/ συμβάσεις/ συμφωνητικά	Λάθη στη συγγραφή των συμβολαίων/συμβάσεων
	Ελλιπή έγγραφα της σύμβασης κατά την έναρξη της κατασκευής
Σχέδιο	Αλλαγές στο σχεδιασμό
	Πολυπλοκότητα στο σχεδιασμό
	Σχεδιαστικά και κατασκευαστικά λάθη
	Ασαφές / ακατάλληλες προδιαγραφές
	Κακός συντονισμός και επικοινωνία (καθυστερημένη πληροφόρηση, αλλαγές απαιτήσεων του πελάτη την τελευταία στιγμή, αργή αναθεώρηση και διανομή του σχεδίου
	Επιλογή προϊόντων χαμηλής ποιότητας
	Έλλειψη προσοχής σε τυποποιημένα μεγέθη που διατίθενται στην αγορά
Ωρομήθεια	Λάθη παραγγελιών ( υλικά που δεν συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές)
	Λανθασμένη ποσότητα υλικών λόγω δυσκολίας στην παραγγελία μικρών ποσοτήτων
	Σφάλματα προμηθευτή
	Αγορά προϊόντων που δεν συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές
Μεταφορά	Ζημιές κατά τη μεταφορά
	Δυσκολίες πρόσβαση των οχημάτων παράδοσης σε εργοτάξια
	Ανεπαρκής προστασία κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης
	Αναποτελεσματικές μέθοδοι εκφόρτωσης
Επί τόπου διαχείριση και σχεδιασμός	Έλλειψη σχεδίων διαχείρισης των αποβλήτων στις εγκαταστάσεις
	Ακατάλληλος σχεδιασμός για τις απαιτούμενες ποσότητες
	Καθυστερήσεις στο πέρασμα πληροφορίες σχετικά με τους τύπους και τα μεγέθη των υλικών και εξαρτημάτων που θα χρησιμοποιηθούν
	Έλλειψη επί τόπου έλεγχου των υλικών
Αποθήκευση υλικών	Έλλειψη διοίκηση, διαχείριση και εποπτεία στο εργοτάξιο
	Ακατάλληλος χώρος αποθήκευσης υλικών στο εργοτάξιο που οδηγεί σε βλάβη ή φθορά
	Ακατάλληλη μέθοδοι αποθήκευσης υλικού
	Αποθήκευση υλικών μακριά από το σημείο εφαρμογής
Χειρισμός υλικών	Υλικά διατίθενται σε χαλαρή μορφή
	Ανεπαρκείς χειρισμός των υλικών
	Ζημιές κατά τη μεταφορά
	Εχθρική στάση μεταξύ των εργατών και της ομάδας έργου
Εργασίες στο χώρο	Ατυχήματα που οφείλονται σε αμέλεια

	Λάθη στην κατασκευή
	Αχρησιμοποίητα υλικά και προϊόντα
	Δυσλειτουργία του εξοπλισμού
	Έλλειψη εμπειρίας ή διεξιοτεχνίας
	Έλλειψη εργατικού δυναμικού και εξειδικευμένου προσωπικού
	Μη διαθεσιμότητα εξοπλισμού
	Χρήση λάθος υλικών
	Πίεση χρόνου
	Έλλειψη ηθικής στην εργασία
	Απόβλητα από διεργασίες εφαρμογής (πχ προετοιμασία υπερβολικής ποσότητας κονιάματος)
Εναπομείναντα υλικά	Υπολείμματα υλικών κατά την κοπή τους
	Απόβλητα από την κοπή σε αντιοικονομική σχήματα
	Συσκευασία
	Καιρός
Άλλα	Κλοπή
	Βανδαλισμός

Πίνακας 2-2: Αιτίες δημιουργίας ΑΕΚΚ (πηγή: Παλαντά, 2016)

Όσον αφορά στη κατασκευή των νέων κτιρίων, απαιτείται αλλαγή της σημερινής φιλοσοφίας σχεδιασμού ώστε να υπάρχει πρόληψη των αποβλήτων. Η μείωση των οικοδομικών απορριμμάτων πρέπει να ξεκινά από το στάδιο των προσχεδίων και της αρχιτεκτονικής μελέτης. Ζητήματα τα οποία πρέπει να απασχολήσουν τον μηχανικό είναι συνοπτικά η μακρά διάρκεια ζωής της σχεδιαζόμενης κατασκευής, ο διαχωρισμός του κτηρίου σε διάφορους τομείς (layers) που έχουν διαφορετική διάρκεια ζωής, στο σύνολο του κτηρίου, η ανάπτυξη συστήματος κατασκευών που είναι εύκολο να αποσυναρμολογηθούν (για παράδειγμα συνδεσμολογίες χωρίς κόλλες ή συγκόλληση), η χρήση οικοδομικών υλικών που θα είναι επαναχρησιμοποιημένα ή ανακυκλωμένα και θα έχουν τη δυνατότητα μετά τη χρήση τους να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν. Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

## 2.8 Επανάχρηση των ΑΕΚΚ

Η επανάχρηση ή επαναχρησιμοποίηση είναι η επαναλαμβανόμενη χρήση προϊόντων ή συστατικών ή υλικών. Αναλυτικότερα, είναι η χρήση ενός υλικού ξανά, είτε για τον αρχικό σκοπό, ή για παρόμοιο σκοπό για τον οποίο έχει δημιουργηθεί, χωρίς να αλλοιώνεται σημαντικά η φυσική μορφή του. Όσον αφορά ειδικότερα τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις,

ορισμένα υλικά τους μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά θα πρέπει να απομακρυνθούν από την κατασκευή πριν την έναρξη της κατεδάφισής της. Η απομάκρυνση απαιτεί ώρες εργασίας και έχει σημαντικό κόστος. Επίσης απαιτείται προσεκτικός διαχωρισμός των υλικών, αλλά και πιθανόν ο έλεγχός τους. Ο έλεγχος χρειάζεται ώστε να εξεταστεί αν το απόβλητο που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Με την επαναχρησιμοποίηση γίνεται σημαντική εξοικονόμηση πόρων σε σχέση με την ανακύκλωση. Για αυτό η επαναχρησιμοποίηση ως λύση για τη διαχείριση αποβλήτων βρίσκεται στις πρώτες προτεραιότητες. Παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης είναι η χρήση αποβλήτων εκσκαφών (πχ χώματος) στο ίδιο έργο ή σε άλλο κοντινό έργο για την κάλυψη αναγκών σε υλικό επικάλυψης, η χρήση εκ νέου επίπλων ή συσκευασιών πχ παλετών (ενδεχομένως κατόπιν μικρής επισκευής) (Γρύλλης, 2017, <http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>, <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>).

## 2.9 Ανακύκλωση των ΑΕΚΚ

Ανακύκλωση είναι η οποιαδήποτε μέθοδος επεξεργασίας ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα. Σύμφωνα με άλλο ορισμό ως «ανακύκλωση» ορίζεται ο διαχωρισμός των αποβλήτων σε ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών ή επιμέρους συστατικά, ανάκτηση των υλικών και η επαναφορά τους στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Η διαλογή γίνεται είτε στην πηγή είτε μέσω εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού. Σημειώνεται ότι δεν είναι όλα τα υλικά εύκολο να διαχωριστούν, ούτε η αξιοποίησή τους εξίσου αποτελεσματική. (Μαυρόπουλος, Μήτσικας, 2015, Παναγιωτακόπουλος, 2002, <https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, Μυρίδου, 2014). Σημειώνεται ότι στο παρόν δόθηκε μόνο ένας σύντομος ορισμός, αναλυτικές πληροφορίες για την ανακύκλωση υπάρχουν σε επόμενο κεφάλαιο.

Σημειώνεται επίσης ότι για τα ΑΕΚΚ, η ανακύκλωση/ ανάκτηση μπορεί να αφορά την επαναχρησιμοποίηση υλικών από τα ΑΕΚΚ κατόπιν επεξεργασίας πχ τεμαχισμένα απόβλητα κατεδαφίσεων να χρησιμοποιηθούν ως υλικό εργασιών/επικάλυψης ΧΥΤΑ, σε τεχνικά έργα, κατασκευή δρόμων κλπ. (<https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, <http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>).

## 2.10 Ανάκτηση των ΑΕΚΚ

Η ανάκτηση αναφέρεται συνήθως στην ανάκτηση ενέργειας που γίνεται μέσω ενεργειακής αξιοποίησης των αποβλήτων (κυρίως αποτέφρωση). Από την ενεργειακή αξιοποίηση παράγεται ηλεκτρισμός, ατμός και θερμότητα. Σημειώνεται εδώ ότι η ενεργειακή ανάκτηση δεν μπορεί να γίνει σε όλα τα ρεύματα των ΑΕΚΚ. Για παράδειγμα δεν μπορούν να οδηγηθούν σε καύση χώματα, τσιμέντο ή άλλα αδρανή υλικά, αφού όχι μόνο δεν βοηθάνε αλλά δημιουργούν προβλήματα (μείωση θερμογόνου ικανότητας του καυσίμου, εκπομπή σκόνης, προβλήματα στην λειτουργία λόγω τέφρας κλπ. Παράλληλα, τα μέταλλα καλό είναι να αφαιρούνται και να εφαρμόζεται άλλη μέθοδος πχ ανακύκλωση. Αντίθετα, η ενεργειακή αξιοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί σε υλικά όπως το ξύλο, το χαρτί/ χαρτόνι από τις συσκευασίες, το πλαστικό κλπ.

Αναλυτικότερα, τα ρεύματα των ΑΕΚΚ που μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά, μπορούν να αντικαταστήσουν τα ορυκτά και άλλα καύσιμα. Η ανάκτησή τους γίνεται με την επεξεργασία τους και την μετατροπή τους σε απορριμματογενή καύσιμα (Refuse Derived Fuel, RDF). Περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων μολυσμένο ξύλο και μολυσμένα προϊόντα ξυλείας που δεν είναι κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση, οργανικά μονωτικά υλικά (θερμομόνωση, ηχομόνωση), ασφαλτούχες υδατοστεγανωτικές μεμβράνες. Τονίζεται ότι η ανάκτηση ενέργειας είναι χαμηλά στις προτεραιότητες για τη διαχείριση των αποβλήτων και (πρέπει να) προτιμώνται μέθοδοι διαχείρισης πιο ψηλά στην πυραμίδα, εφόσον αυτό είναι εφικτό πχ είναι κατάλληλο το ρεύμα. Ωστόσο είναι καλύτερα από την απλή απόρριψη. (<https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, <http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2016, Μήτσικας, 2015)

## 2.11 Απόρριψη των ΑΕΚΚ

Η απόρριψη σε ΧΥΤΑ (ή ακόμα χειρότερα σε ανεξέλεγκτη χωματερή) είναι η λιγότερο επιθυμητή επιλογή στην ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων. Αυτό διότι τα υλικά και η ενέργεια δεν αξιοποιούνται. Η αποσύνθεση των αποβλήτων απελευθερώνει επικίνδυνες χημικές ουσίες που μπορούν να ρυπάνουν έδαφος και νερό. Ενδεικτικά, ένας ΧΥΤΑ μπορεί σε μία μέρα να προκαλέσει σημαντική ρύπανση σε ποσότητα πόσιμου νερού ίση με αυτή που χρειάζεται ένα μέσο νοικοκυριό κάθε χρόνο. Από τους ΧΥΤΑ παράγονται σκόνες, αλλά και αέρια όπως το μεθάνιο. Επίσης δεσμεύονται σημαντικές εκτάσεις γης. Ενδεικτικά, η αξία των υλικών που απορρίπτονται στους χώρους ταφής της Ευρώπης υπολογίζεται σε περισσότερο από πέντε δισεκατομμύρια €. Σημειώνεται ότι ως μέθοδος έχει χαμηλότερο κόστος από τις άλλες. Ωστόσο πολλές φορές σε περιοχές που δημιουργούνται (ελεγχόμενοι) χώροι ταφής, επιβάλλεται επιπλέον τέλος πχ λόγω ανταποδοτικών υπηρεσιών που δίνονται στους κατοίκους της περιοχής

(<https://www.eoan.gr/el/content/19/ti-einai-anakuklosi>, <http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>, Μήτσικας, 2015).

## 2.12 Η διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Ελλάδα

Υπενθυμίζεται ότι τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) είναι από τα πιο βαριά και ογκώδη απόβλητα. Στη χώρα μας, η ανάγκη εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ έχει επισημανθεί εδώ και αρκετά χρόνια και έχει αποτυπωθεί στην νομοθεσία που περιγράφηκε παραπάνω. Το πρώτο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ εγκρίθηκε το 2011. Το 2014 είχαν εγκριθεί επτά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης για τα ΑΕΚΚ, ωστόσο δεν υπήρχε σύστημα πανελλαδικής εμβέλειας. Υπήρχαν 25 μονάδες επεξεργασίας. (Μήτσικας, 2015, ΕΟΑΝ, 2014). Σήμερα ο αριθμός τους έχει υπερδιπλασιαστεί, αφού οι μονάδες επεξεργασίας είναι περίπου 60 (ΕΟΑΝ, 2019). Οι μονάδες επεξεργασίας κάθε ρεύματος ανά περιφέρεια της Ελλάδος που υπήρχαν το 2015 παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα

Διοικητική περιφέρεια	Αριθμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΕΚΚ
Αττική	18
Κεντρική Ελλάδα	4
Δυτική Ελλάδα	2
Πελοπόννησος	2
Κεντρική Μακεδονία	14
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	4
Δυτική Μακεδονία	0
Ήπειρος	0

Πίνακας 2-3: Μονάδες επεξεργασίας ΑΕΚΚ ανά περιφέρεια της Ελλάδας (πηγή Πολαντά, 2016)

Τα επόμενα χρόνια υπήρξε σημαντική αύξηση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΕΚΚ. Σύμφωνα και με την νομοθεσία, και συγκεκριμένα το άρθρο 12 της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103 μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2020 η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών αποβλήτων και αξιοποίηση πρέπει να ανέλθει κατ' ελάχιστον στο 70 %, ως προς το συνολικό βάρος των παραγομένων ΑΕΚΚ στη χώρα. Έτσι υπήρξε σημαντική ανάπτυξη και στο τέλος του 2017 τα Σ.Σ.Ε.Δ. Α.Ε.Κ.Κ κάλυπταν το 68% περίπου στο σύνολο των περιφερειακών ενοτήτων της χώρας. Τα συστήματα αυτά αναφέρονται σε προηγούμενη παράγραφο.

Ωστόσο οι στόχοι δεν έχουν επιτευχθεί, καθώς με βάση την ΚΥΑ 36259/1757/2010 θα έπρεπε από 1/1/2014 να έχει καλυφθεί όλη η επικράτεια με γεωγραφικές επεκτάσεις μέσω των νέων εγκρίσεων των ΣΣΕΔ. Όπως φαίνεται και από τον προηγούμενο πίνακα, η χώρα μας απέιχε αρκετά από το να πετύχει τον προηγούμενο στόχο.

Με βάση τις ετήσιες εκθέσεις για το έτος 2017 που υπέβαλαν τα εγκεκριμένα ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ, ο συνολικός όγκος των Α.Ε.Κ.Κ που οδηγήθηκαν προς αξιοποίηση μέσω ΣΣΕΔ ανήλθε σε 963.516 τόνους. Στην παρούσα φάση δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από όλα τα ΣΣΕΔ των ΑΕΚΚ για το 2018. Η μέχρι σήμερα επίδοση της χώρας στην ανακύκλωση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων για τα έτη 2016-2017 παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα, ο οποίος βασίζεται στις ετήσιες εκθέσεις που υπέβαλαν τα Σ.Σ.Ε.Δ. ΑΕΚΚ κατά το ανωτέρω διάστημα και αφορά τα ΑΕΚΚ που οδηγήθηκαν σε μονάδες επεξεργασίας ΑΕΚΚ συνεργαζόμενες με τα εγκεκριμένα ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ:

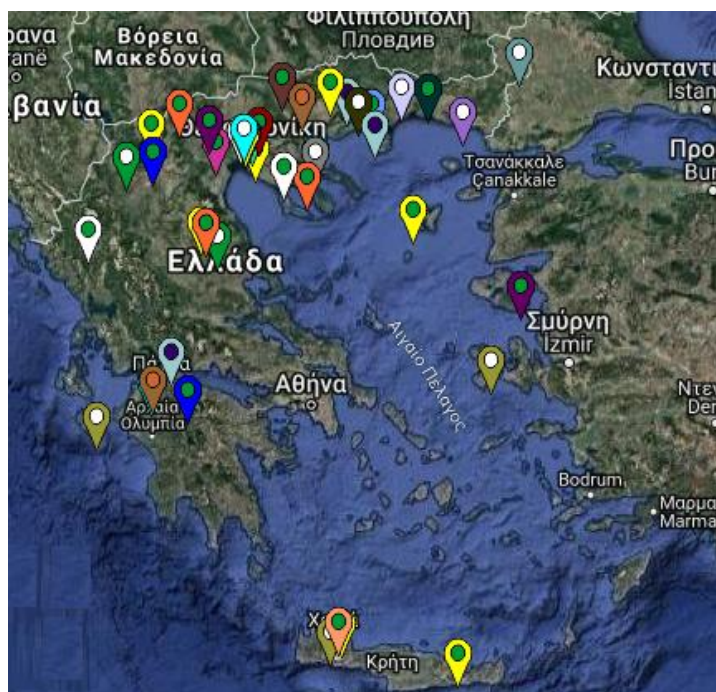
Έτος	Απόβλητα Εκσκαφών	Απόβλητα Κατασκευών - Κατεδαφίσεων	Σύνολο ΑΕΚΚ	Ενεργά ΣΕΔ ΑΕΚΚ	% γεωγραφικής κάλυψης
2016	370.930	154.346	525.276	9	40%
2017	444.963	518.553	963.516	9	68%

Πίνακας 2-4: Συνολικές ποσότητες ΑΕΚΚ που οδηγήθηκαν σε μονάδες επεξεργασίας για την περίοδο 2016-2017

Όπως γίνεται εμφανές από τον ανωτέρω πίνακα, μεταξύ 2017 και 2016 παρατηρείται σημαντική αύξηση τόσο των συνολικών ποσοτήτων ΑΕΚΚ που οδηγήθηκαν προς επεξεργασία μέσω των ΣΣΕΔ (αύξηση 83,4%), όσο και των επιμέρους ροών (αύξηση 236% στα απόβλητα κατασκευών –κατεδαφίσεων, αύξηση 20% στα απόβλητα εκσκαφών). Τα επεξεργασμένα αδρανή υλικά που εξήλθαν από τις συνεργαζόμενες με τα ΣΣΕΔ μονάδες επεξεργασίας (οι οποίες ανέρχονται σε 60 περίπου και αυξάνονται από χρόνο σε χρόνο, όπως αντίστοιχα και ο αριθμός των αδειοδοτημένων συλλεκτών –μεταφορέων, χωρίς όμως να καλύπτονται επαρκώς και πανελλαδικά οι ανάγκες) και οδηγήθηκαν προς διάφορες εργασίες ανάκτησης, στη συντριπτική πλειοψηφία τους σε επιχώσεις και επιστρώσεις αγροτικών δρόμων ήταν: α) για το έτος 2016 247.802 τόνοι και β) για το έτος 2017 667.177 τόνοι. Οι κατευθύνσεις που δίνονται στα ΣΕΔ αφορούν κυρίως στην προσπάθεια που πρέπει να γίνει για περαιτέρω αύξηση της γεωγραφικής κάλυψης της χώρας από Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης. Επίσης, γίνονται συντονισμένες προσπάθειες από διάφορες Υπηρεσίες για την θεσμοθέτηση της υποχρέωσης εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ των παραγόμενων από τα δημόσια έργα (ΕΟΑΝ, 2019)



Με βάση πιο πρόσφατα στοιχεία, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ, παρουσιάζονται στην ακόλουθη εικόνα



Εικόνα 2-2: ενδεικτικός χάρτης με εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ στην Ελλάδα (πηγή: <http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%84%CE%B5%CF%83/%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B5%CF%83/>)

Μία συνοπτική εικόνα των αποβλήτων που εισήρθαν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ΑΕΚΚ και αυτών που ανακυκλώθηκαν, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Year	Excavation waste	Construction and demolition waste	Total ECDW
2013		Approximately 53,000	
2014	142,722	33,390	176,112
2015	96,615	80,168	176,783
2016	370,930	154,346	525,276

Year	Total ECDW	Retrieved materials from treatment facilities	Percentage of retrieved recyclable materials
2014	176,112	59,315	34%
2015	176,783	126,218	71%
2016	525,276	247,802	47%

Πίνακας 2-5: Ποσότητες ΑΕΚΚ που εισήλθαν σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας και ανακυκλώθηκαν (πηγή: Paralika Theodora, 2019)



### 2.13 Ανακύκλωση και εναλλακτική διαχείριση ρευμάτων ΑΕΚΚ

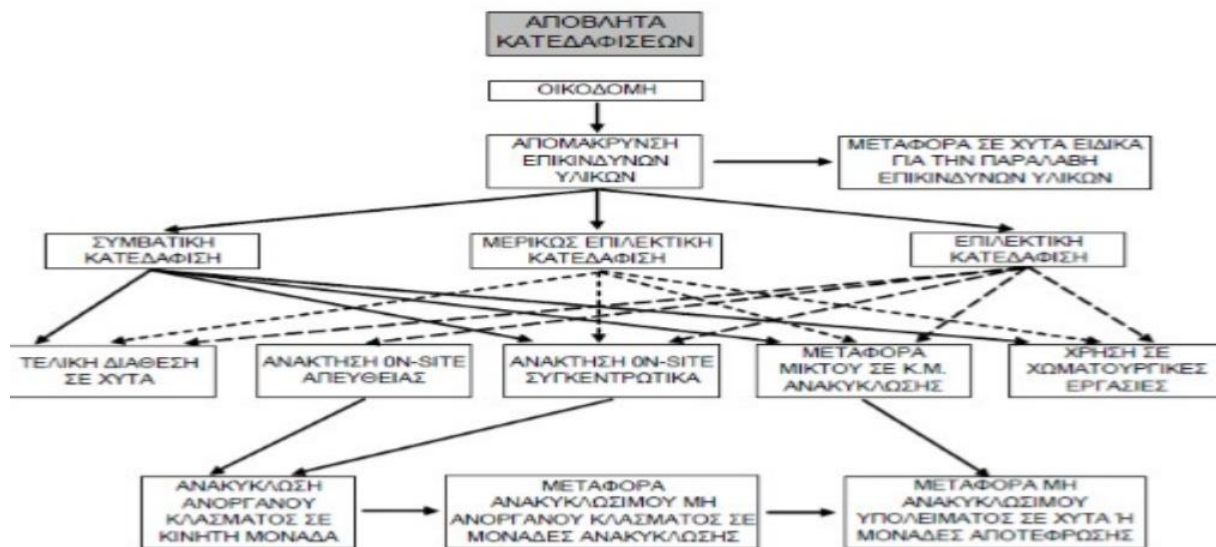
Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα η εναλλακτική διαχείριση ορισμένων ρευμάτων ΑΕΚΚ. Δηλαδή μέθοδοι επεξεργασίας για τα ΑΕΚΚ που μπορούν να εφαρμοστούν εκτός της ταφής. Προφανώς οι μέθοδοι επεξεργασίας και οι χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες μεταβάλλονται ανάλογα με την περίπτωση (πχ το ρεύμα).

Αρχικά παρουσιάζεται ενδεικτικά η διαχείριση των ΑΕΚΚ, ανάλογα με την πηγή προέλευσης. (και άρα τα χρησιμοποιούμενα υλικά, την καθαρότητα, κλπ)

Όσον αφορά τα απόβλητα κατασκευών από νεοαναγειρόμενες οικοδομές, πχ πολυκατοικίες, οι βασικές επιλογές είναι ανάλογα και με το ρεύμα: Χρήση σε χωματουργικές εργασίες, μεταφορά σε μονάδα ανακύκλωσης όπου υφίσταται διαχωρισμό και στη συνέχεια ανακύκλωση και ταφή ή αποτέφρωση (για το μη ανακυκλώσιμο κομμάτι), ανάκτηση επί τόπου (on site) ή ταφή.

#### 2.13.1 Διαχείριση αποβλήτων από κατεδαφίσεις

Για τα απόβλητα κατεδαφίσεων (υφιστάμενων κτιρίων) παίζει σημαντικό ρόλο το είδος της κατεδάφισης. Για παράδειγμα, αν πχ έχει γίνει «συμβατική» κατεδάφιση, τα υλικά έχουν «ανακατωθεί» και είναι δύσκολος ο διαχωρισμός τους. Αν γίνεται επιλεκτική κατεδάφιση και έχουν αφαιρεθεί ορισμένα υλικά, η εναλλακτική διαχείριση είναι αρκετά πιο εύκολη. Συνοπτικά, η διαχείριση παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 2-4: Τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων κατεδαφίσεων (Πηγή: Γρύλλης, 2015)

Τα απόβλητα που παράγονται από την κατεδάφιση κτιρίων είναι συνήθως αναμεμειγμένα και είναι πιο δύσκολο να υποστούν επεξεργασία σε σχέση με τα απόβλητα που προκύπτουν από τις ανεγέρσεις κτιρίων. Ένα από τα προβλήματα που δημιουργούνται στην διαχείριση των αποβλήτων κατεδαφίσεων είναι ότι ο εργολάβος που κάνει την κατεδάφιση δεν γνωρίζει από πριν τη σύσταση των άχρηστων υλικών που θα προκύψουν

Για αυτό το λόγο, η πρακτική της επιλεκτικής κατεδάφισης είναι η πλέον κατάλληλη για την ορθολογική διαχείριση των υλικών. Κατά την επιλεκτική κατεδάφιση, γίνεται η αφαίρεση ή και επεξεργασία/μεταφορά συγκεκριμένων υλικών και συστατικών, πριν ξεκινήσει η διαδικασία της κατεδάφισης του βασικού σκελετού της κατασκευής. Τα υλικά που αφαιρούνται είτε είναι επιθυμητά και κατευθύνονται προς αξιοποίηση πχ μέταλλα που έχουν σημαντική αξία είτε είναι ανεπιθύμητα και η παρουσία τους ρυπαίνει το επιθυμητό ρεύμα αποβλήτων ή μειώνει την ποιότητά του. (Γρύλλης, 2017, ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Έτσι, κατά τη κατεδάφιση ενός κτιρίου, πρέπει να λαμβάνουν χώρα οι ακόλουθες ενέργειες:

1. Απομάκρυνση τυχόν επίπλων, πλαστικών, ή άλλων πραγμάτων που υπάρχουν ώστε να λαμβάνεται μέριμνα για μετέπειτα διαχείριση
2. Απομάκρυνση των αποβλήτων τα οποία πρέπει να υποστούν ιδιαίτερη επεξεργασία, είναι επικίνδυνα, ραδιενεργά κλπ (πχ αμιάντος, χημικά απόβλητα, ανιχνευτές φωτιάς παλιάς τεχνολογίας κ.λπ).

3. Απομάκρυνση υλικών που μπορούν να αφαιρεθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ή ανακυκλωθούν εύκολα, όπως πόρτες, παράθυρα, πατώματα, γύψος, μονωτικών υλικών.
4. Αποσυναρμολόγηση της κατασκευής της οροφής (αν υπάρχει) και απομάκρυνση των υλικών με στόχο την επαναχρησιμοποίηση.
5. Κατεδάφιση των τοίχων και διαλογή των μπαζών. Μετά την ολοκλήρωση της κατεδάφισης το μίγμα των αδρανών υλικών επεξεργάζεται με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων πχ θραυστήρων είτε εντός εργοταξίου (on site) είτε σε χώρο εκτός εργοταξίου (off-site)

Η επιλεκτική κατεδάφιση έχει ωστόσο το σημαντικό μειονέκτημα του αρκετά μεγαλύτερου χρόνου που απαιτείται. Επίσης δεν είναι σίγουρο ότι τα υλικά που θα συλλεχθούν θα μπορούν εύκολα να επαναχρησιμοποιηθούν. (Γρύλλης, 2017)

Τα ΑΕΚΚ, προκειμένου να ανακυκλωθούν, υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία που περιλαμβάνει χειροδιαλογή, μαγνητικό διαχωριστή, κοσκίνισμα, κλπ, ώστε να απομακρυνθούν υλικά όπως ξύλα πλαστικά, χαρτιά και μέταλλα. Στη συνέχεια, τα «καθαρά» αδρανή ΑΕΚΚ κατευθύνονται σε ειδικούς θραυστήρες με σιαγόνες ή κρούσης. Στη συνέχεια συνήθως ακολουθεί και δεύτερο στάδιο διαχωρισμού με μαγνητικό διαχωριστή και αεροδιαχωριστή (air separator) ο οποίος απομακρύνει τα ελαφρά υλικά (μικρά κομμάτια χαρτιού και πλαστικού) που δεν απομακρύνθηκαν με τον προηγούμενο διαχωρισμό. Ο διαχωριστής αέρα απομακρύνει και το κλάσμα των αδρανών υλικών 0-4mm. (Γρύλλης, 2017).

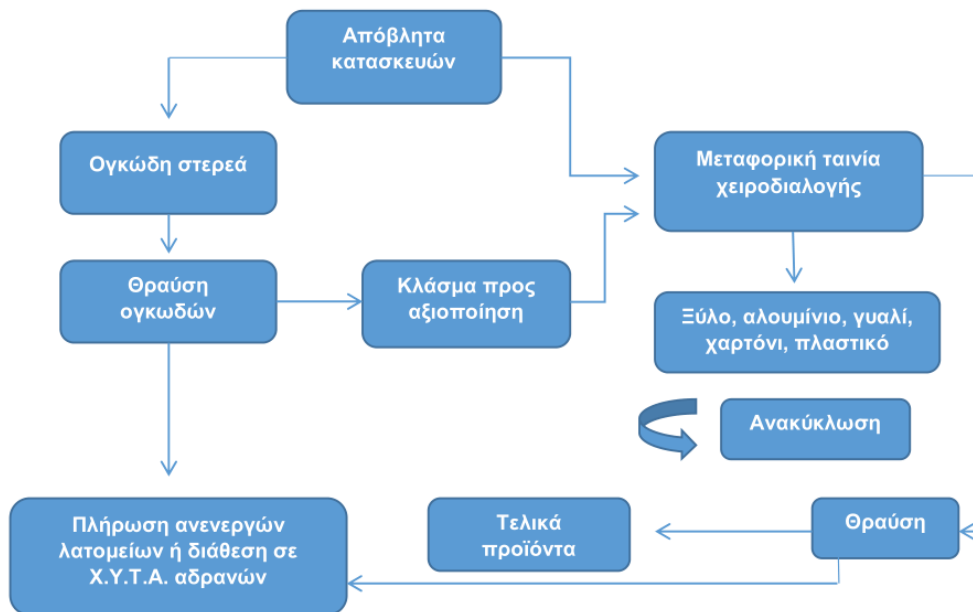
### 2.13.2 Διαχείριση αποβλήτων από κατασκευές

Τα απόβλητα από κατασκευές περιλαμβάνουν κατεστραμμένα υλικά, υλικά που δεν χρησιμοποιήθηκαν, υλικά συσκευασίας και άλλα βοηθητικά υλικά. Όπως προκύπτει, σημαντική διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στα απόβλητα που παράγονται στα εργοτάξια όπου λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα και στα απόβλητα από κατεδαφίσεις είναι ότι στην πρώτη περίπτωση είναι γνωστή η σύσταση των υλικών που χρησιμοποιούνται. Έτσι, μπορεί να γίνει καλύτερη οργάνωση στην διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν και να αντιμετωπιστούν προβλήματα που πιθανόν να προκύψουν (Γρύλλης, 2017).



Διάγραμμα 2-5: Συνοπτική απεικόνιση της διαχείρισης των αποβλήτων κατασκευών από νεοαναγειρόμενες οικοδομές. (Πηγή: Γρύλλης, 2015)

Ένα ενδεικτικό διάγραμμα της ροής των αποβλήτων κατασκευών στην μονάδα φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα



Διάγραμμα 2-6: Διάγραμμα ροής ανακύκλωσης αποβλήτων κατασκευών (πηγή: Ρούσσο, 2016)

### 2.13.3 Διαχείριση αποβλήτων από τσιμέντο/ σκυρόδεμα

Το τσιμέντο είναι ένα λεπτά αλεσμένο ανόργανο υλικό. Αν αναμειχθεί με νερό, σχηματίζει μία παχύρρευστη ένωση, η οποία που πήζει και σκληραίνει. Η (απλή) ανάμιξη του τσιμέντου με άμμο και νερό δημιουργεί την κονία του τσιμέντου, ενώ αν προστεθούν στο μείγμα χαλίκια (σκύρα) δημιουργείται το σκυρόδεμα ή μπετόν. Πολλές φορές, στις κατασκευές το σκυρόδεμα συνδυάζεται με χάλυβα και παράγεται οπλισμένο σκυρόδεμα. Το σκυρόδεμα αποτελείται από χονδρόκοκκα αδρανή (χαλίκια ή θρυμματισμένοι λίθοι) λεπτόκοκκα αδρανή (άμμος), νερό (8%), τσιμέντο (6-15%) και άλλα υλικά / προσμίξεις. Χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες στις κατασκευές πχ στις κολώνες. Κατά την διάθεση του σκυροδέματος σε χώρους ταφής καταλαμβάνονται σημαντικές εκτάσεις γης. Έτσι προτιμώνται άλλες μέθοδοι διαχείρισης. (<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>, ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Η επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος αφορά την χρήση της υφιστάμενης κατασκευής από σκυρόδεμα και την ανανέωση του εσωτερικού του κτιρίου ή του φλοιού του, πχ με υαλοπετάσματα αλλά και προκατασκευασμένα στοιχεία ή μπλοκ, τα οποία έχουν πχ κοπεί με προσοχή σε μικρότερα τμήματα. Με την άμεση επαναχρησιμοποίηση του τσιμέντου μειώνεται η ανάγκη για παραγωγή σκυροδέματος. Κατά συνέπεια, περιορίζονται σημαντικά οι σχετικές επιπτώσεις της παραγωγής τσιμέντου, η οποία απαιτεί σημαντική ενέργεια (0,735MJ/kgf), αλλά και εκπέμπει αέρια και ουσίες όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), υποξειδίου του αζώτου (NO<sub>x</sub>), διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>), μονοξειδίου του άνθρακα (CO), βάρεια μέταλλα, άλλες οργανικές ουσίες και σκόνη (Γρύλλης, 2017, ομάδα εργασίας TEE, 2012).

Οι μονάδες ανακύκλωσης σκυροδέματος χωρίζονται σε κινητές μονάδες που χρησιμοποιούνται εντός του εργοταξίου και σε μόνιμες εγκαταστάσεις / κεντρικές μονάδες. Η πρώτη λύση (κινητή μονάδα) απαιτεί χαμηλότερη επένδυση και έχει μικρότερο κόστος μεταφοράς. Ωστόσο μειονεκτεί ως προς διάφορες παραμέτρους όπως τη δυναμικότητα, την ικανότητα απομάκρυνσης προσμίξεων κλπ (Ιωάννου, 2012)

Κατά την ανακύκλωση, το σκυρόδεμα από ΑΚΚ επεξεργάζεται σε χονδρόκοκκα ή λεπτόκοκκα αδρανή. Σε κάθε περίπτωση, το σκυρόδεμα συλλέγεται και καθαρίζεται από υπολείμματα άλλων υλικών όπως μονωτικά υλικά, ξύλα και ο χαλύβδινος οπλισμός. Για την απομάκρυνση των άλλων υλικών και την κονιοποίηση του τσιμέντου χρησιμοποιούνται διατάξεις όπως ταινίες μεταφοράς, θραυστήρες (πχ κρουστικό σφυρί ή «ψαλίδι»), μαγνήτες, αεροδιαχωριστές, οπτικοί διαχωριστές, διαλογή με το χέρι (πχ για μεγάλα κομμάτια ξύλου ή οπλισμού), κόσκινα κλπ. Οι μηχανικές εγκαταστάσεις μπορεί να περιλαμβάνουν λεπίδες αέρα (air knives) για την απομάκρυνση των ελαφρύτερων υλικών όπως το ξύλο ή πλαστικό ή υλικά αρμολογήματος. Επίσης τα στοιχεία χάλυβα που συλλέγονται με μαγνήτες κλπ μπορούν με τη σειρά τους να

ανακυκλωθούν. Η καθαρότητα του τελικού προϊόντος μπορεί να υπερβαίνει το 99% (Ιωάννου, 2012, Γρύλλης, 2017, ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Μετά από την επεξεργασία, τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές όπως οδικά έργα, σε επιχωματώσεις, ως υλικό πλήρωσης στα λατομεία, στην κατασκευή αυλών και χώρους στάθμευσης, σε επιχωματώσεις εκσκαφών σωληνώσεων, κατασκευή περιβάλλοντος χώρου, θεμέλια κτιρίων, στην εκ νέου κατασκευή σκυροδέματος κλπ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ίδια κατασκευή, κάτι που μειώνει το κόστος (πχ τα φορτηγά δε επιστρέφουν άδεια) ή σε διαφορετική.

#### 2.13.4 Διαχείριση αποβλήτων από μέταλλο

Τα μέταλλα υπάρχουν σε σημαντικό ποσοστό στις κατασκευές, για παράδειγμα στον οπλισμό (χάλυβας), στα κουφώματα (αλουμίνιο), στους σωλήνες, σε άλλα μικροϋλικά και εξαρτήματα όπως βίδες, μεντεσέδες και πόμολα πόρτας, βρύσες, στο εσωτερικό καλωδίων κλπ. Ενδεικτικά, με βάση τους πίνακες που παρατίθενται στο προηγούμενο κεφάλαιο, το οπλισμένο σκυρόδεμα μπορεί να υπερβαίνει το 30% των αποβλήτων ενώ τα υπόλοιπα μεταλλικά στοιχεία είναι σε ποσοστό <5%. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μετάλλων που υπάρχουν ως απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις, ανακτάται λόγω της οικονομικής του αξίας. Τα μεταλλικά συστατικά σπάνια επαναχρησιμοποιούνται και συνήθως ανακυκλώνονται από την εκ νέου τήξη. (Παλαντά, 2016)

Σιδηρούχα μέταλλα (χάλυβας, σίδηρος) διαχωρίζονται με κατάλληλες διατάξεις (μαγνήτες). Τα μη σιδηρούχα μέταλλα (χαλκός-μόλυβδος, αλουμίνιο μπρούντζος.) που δεν έλκονται από το μαγνήτη, ανακτώνται με άλλες διατάξεις (επαγωγικός «μαγνήτης» / δινορεύματα). Αναλυτικότερα, χαρακτηριστικό του αλουμινίου είναι η πολύ υψηλή τιμή του ως σκράπ, κάτι που ευνοεί τη σε υψηλά ποσοστά ανακύκλωσή του. Η ανακύκλωσή του εξοικονομεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας, που φτάνουν σε ποσοστό μέχρι και 95%. Ενδεικτικά, ένας τόνος αλουμινίου που παράγεται από βωξίτη απαιτεί κατανάλωση ενέργειας περίπου 51,000 kWh. Ένας τόνος από ανακυκλωμένο αλουμίνιο απαιτεί μόνο 2,000 kWh. Ενέργειας, λόγω της σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας που έχει η βιομηχανία που το χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη (ενεργοβόρα διαδικασία βωξίτη - αλουμίνιας - αλουμινίου) (Γρύλλης, 2017, Μήτσικας, 2015, Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

#### 2.13.5 Διαχείριση αποβλήτων από γυαλί



Το γυαλί υπάρχει σε μικρό ποσοστό στα ΑΕΚΚ (λιγότερο από 0,6% στα απόβλητα κατασκευών και ακόμα μικρότερο ποσοστό στα απόβλητα κατεδαφίσεων. Βρίσκεται κυρίως στα τζάμια των παραθύρων. Η εναλλακτική του διαχείριση περιλαμβάνει επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Παρόμοια με το αλουμίνιο, το σημαντικό στην ανακύκλωση γυαλιού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και η εξοικονόμηση χώρου σε ΧΥΤΑ. Κατά την επεξεργασία, το γυαλί συνήθως θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Κατόπιν αναμιγνύεται με πυριτική άμμο και θραύσματα ασβεστόλιθου και τήκεται για παραγωγή νέου γυαλιού. Με τη χρήση του υαλοθραύσματος επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, διότι έτσι είναι μικρότερη η απαιτούμενη θερμοκρασία τήξης στον κλίβανο. Τα προϊόντα του γυαλιού διαφέρουν ως προς τη χημική σύσταση και το χρώμα. Το υαλόθραυσμα πρέπει να είναι συμβατό με τα προϊόντα που θα κατασκευασθούν και να προέρχεται από ανάλογες ποιότητες προϊόντων (να ταιριάζουν στο χρώμα και τα χαρακτηριστικά).

Τα τελικά προϊόντα της ανακύκλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υαλοβάμβακες και σήματα στους δρόμους. Το υαλόθραυσμα χρησιμοποιείται επίσης στα πυρότουβλα και στα τούβλα, στο τσιμέντο και στην άσφαλτο. Ωστόσο χρειάζεται προσοχή και αντίστοιχη ενημέρωση ώστε να μην συλλέγονται για ανακύκλωση μαζί με το γυαλί προσμίξεις και άλλα υλικά όπως κεραμικά, πορσελάνες και αλεξίσφαιρο γυαλί. (Γρύλλης, 2017, Μήτσικας, 2015 )

#### 2.13.6 Διαχείριση αποβλήτων από ξύλο

Το ξύλο είναι σκληρή και ινώδης κυτταρική ουσία. Αποτελείται κυρίως από λιγνίνη, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και από οργανικές ουσίες (τα λεγόμενα εκχυλίσματα) όπως λιπαρά οξέα, ρητινικά οξέα. Η πυκνότητά του και οι ιδιότητές του μεταβάλλονται ανάλογα με την προέλευση. Γενικά, η πυκνότητα κυμαίνεται σε ξύλα που υπάρχουν στην Ελλάδα από 300- 900 kg/m<sup>3</sup>, ενώ ανάλογα το είδος, την επεξεργασία και αν έχει επιπλέον/ πρόσθετα υλικά, η πυκνότητα είναι 100 - 1200 kg/m<sup>3</sup>. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017, [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/KSILO/xil\\_1\\_5t.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_5t.htm))

Το ξύλο χρησιμοποιείται αρκετά στις κατασκευές (πόρτες, πατώματα, κουφώματα, δοκάρια υποστήριξης στέγης, κλπ) και η χρήση του μεταβάλλεται από χώρα σε χώρα. Τα απορρίμματα ξύλου αποτελούν μια καλή πρώτη ύλη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντικαθιστώντας τις πρωτογενείς πρώτες ύλες από τα δάση ή τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό βέβαια προϋποθέτει κατάλληλα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων ξύλου, και όχι πρακτικές όπως καύση χωρίς παραγωγή ενέργειας. Αποτελεί το 32% περίπου των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων.

Η διαχείριση των αποβλήτων ξυλείας περιλαμβάνει επαναχρησιμοποίηση (πχ δοκάρια υποστήριξης στέγης, πόρτες), ανακύκλωση και ανάκτηση ενέργειας. Το ποσοστό εναλλακτικής

διαχείριση/ανάκτησης (ως υλικά ή ενέργεια) αποβλήτων ξύλου στην Ευρώπη είναι περίπου 65% της συνολικής. Το ξύλο που περιέχεται στα ΑΕΚΚ έχει πολλά υλικά ως προσμίξεις, όπως μέταλλα (βίδες, καρφιά), μιογιές, βερνίκια, συντηρητικά κλπ., κάτι που αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωσή του. Λόγω των προσμίξεων/ πρόσθετων κλπ (πχ κρεοζωτέλαιο) ένα ποσοστό των αποβλήτων ξύλου χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνο. Ενδεικτικά, το ποσοστό αυτό ήταν περίπου το 15% των αποβλήτων ξύλου που παράγονται στην ΕΕ- 27 (2004). (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017, [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/KSILO/xil\\_1\\_5t.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_5t.htm)).

Η διάθεση ξύλου από ΑΕΚΚ σε χώρους ταφής, όπως τα υπόλοιπα οργανικά υλικά, οδηγεί σε εκπομπές μεθανίου ( $\text{CH}_4$ ) που είναι αέριο του θερμοκηπίου ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και πιθανή μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα που προέρχεται από τις χημικές ουσίες στην επιφάνεια του ξύλου που χρησιμοποιούνται ως κόλλα, βερνίκι, επίχριση ή συντηρητικά ξύλου προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή του υλικού. Επίσης όπως και οποιαδήποτε απόβλητα, η υγειονομική ταφή δεσμεύει σημαντικές εκτάσεις γης.

Η καταλληλότητα των αποβλήτων ξύλου για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή ενεργειακή αξιοποίηση εξαρτάται από το είδος, τις προσμίξεις/ τη μόλυνση. Αναλυτικότερα, η μη επεξεργασμένη ξυλεία είναι κατάλληλη (με σειρά προτεραιότητας όσον αφορά στην πυραμίδα της διαχείρισης) για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ενεργειακή αξιοποίηση. Η ξυλεία που έχει μεν επίστρωση αλλά δεν περιέχει αλογονούχες οργανικές ενώσεις είναι επίσης κατάλληλη. Τα απόβλητα ξύλου που έχουν επίστρωση που περιέχει οργανικές ενώσεις, συντηρητικό ξύλου ή βλαβερές ουσίες συνήθως δεν είναι κατάλληλα για ανακύκλωση και γίνεται επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ενέργειας. Τονίζεται ότι πρέπει να αποφεύγεται να η χρήση ξύλου, το οποίο είναι κατάλληλο για άλλες χρήσεις για την παραγωγή ενέργειας. Πρέπει όπως και με τα υπόλοιπα ΑΚΚ να προτιμάται πρώτα η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και τέλος η ανάκτηση ενέργειας ρευμάτων ξύλου που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις προηγούμενες μεθόδους. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

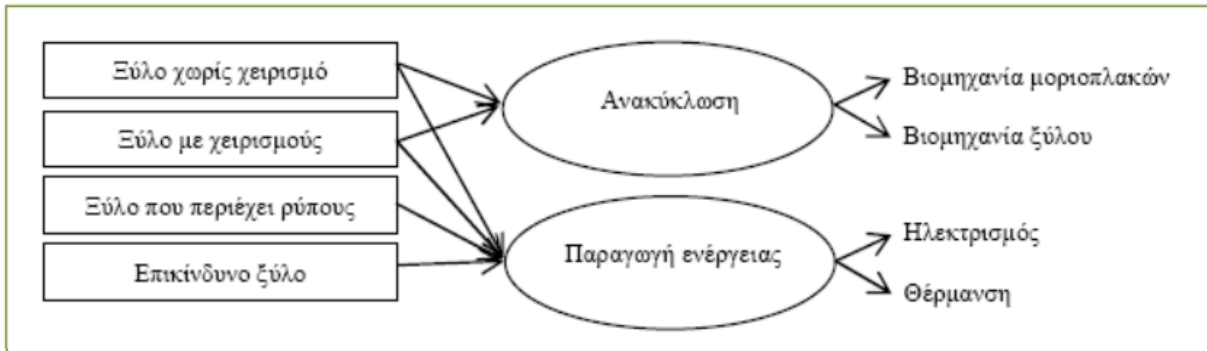
Η επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων ξυλείας από κτίρια που φθάνουν το τέλος της ζωής τους, μπορεί να λάβει χώρα άμεσα, αν έχει γίνει η αποδόμηση/ κατεδάφιση με τον κατάλληλο τρόπο. Σημαντικό μέρος αποβλήτων ξύλου που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί είναι οι παλέτες μεταφοράς υλικών. Μετά την χρήση, τουλάχιστον οι περισσότερες μπορούν να επιστραφούν και να χρησιμοποιηθούν εκ νέου, μετά ίσως από μικρή επισκευή (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Η ανακύκλωση πρέπει να γίνει σε σχετικά καθαρά ρεύματα ξύλου. Για παράδειγμα, οι παλέτες μπορούν να τεμαχιστούν και να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη παραγωγή άλλων μορφών ξύλου (ανακύκλωση). Για να λάβει χώρα η ανακύκλωση από μείγμα απορριμμάτων από ΑΚΚ που περιέχουν ξύλο πρέπει να υπάρξει μία επεξεργασία των απορριμμάτων αυτών. Έτσι γίνεται διαχωρισμός επεξεργασμένου ή μη επεξεργασμένου ξύλου, χειρωνακτική διαλογή για την απομάκρυνση προσμίξεων και θραύση σε ένα ή περισσότερα στάδια. Σιδηρούχα και μη



σιδηρούχα μέταλλα διαχωρίζονται με κατάλληλες διατάξεις (μαγνήτες, επαγωγή/ δινορεύματα). Ορυκτά και αδρανή υλικά πχ σκυρόδεμα διαχωρίζονται με κοσκίνισμα. Προσμίξεις με μικρό βάρος πχ πλαστικά διαχωρίζονται με κοσκίνισμα ή με αέρα (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Μήτσικας 2015, Κακλόπουλος, 2015). Η ανακύκλωση αποβλήτων ξύλου από τα ΑΕΚΚ, δεσμεύει CO<sub>2</sub> σε προϊόντα ξύλου, συμβάλλει βιομηχανία και μειώνει την πίεση στα δάση.

Συνοπτικά, η εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων ξύλου παρατίθεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 2-3: Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων ξύλου (πηγή: Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Από την ανακύκλωση ξυλείας προκύπτουν άλλα προϊόντα ξυλείας όπως το κόντρα πλακέ, ινοσανίδες (Fibreboard) που περιέχουν ίνες ξύλου όπως το MDF. Επίσης προκύπτει ανακυκλωμένη ξυλεία για άλλες χρήσεις όπως σε διαμόρφωση εξωτερικών χώρων και κήπων, σε άλλες επιφάνειες κλπ. Σημειώνεται ότι τα απόβλητα ξυλείας που προέρχεται από ΑΕΚΚ μπορούν αν δεν έχουν βερνίκια, επικαλύψεις κλπ και αφού έχουν καθαριστεί από προσμίξεις, μέταλλα κλπ να κομποστοποιηθούν. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Κακλόπουλος, 2015). Για να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα των προϊόντων που προέρχονται από δευτερογενές ανακυκλωμένο ξύλο, πρέπει να συμμορφώνονται με κάποιες προδιαγραφές και τους ισχύοντες κανονισμούς. Τα όρια σε επικίνδυνα στοιχεία/συστατικά είναι αντίστοιχα με τις πρώτες ύλες. Οι οριακές τιμές τους συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Elements/Compounds	Limit values (mg/kg recycled)
Arsenic (As)	25
Cadmium (Cd)	50
Chromium (Cr)	25
Copper (Cu)	40
Lead (Pb)	90
Mercury (Hg)	25
Fluorine (F)	100
Chlorine (Cl)	1000
Pentachlorophenol (PCP)	5
Creosote (Benzo(a)pyrene)	0.5

Πίνακας 2-6: Οριακές τιμές στοιχείων ανά κιλό ανακυκλωμένης ύλης (πηγή: Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Όπως προαναφέρθηκε, από τα απόβλητα ξύλου που περιέχονται στα ΑΕΚΚ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο σε ενεργειακή αξιοποίηση (αποτέφρωση, πυρόλυση ή αεριοποίηση). Η ανάκτηση ενέργειας είναι ορισμένες φορές η μόνη διαθέσιμη επιλογή, πχ για τα απόβλητα ξύλου μολυσμένα με επικίνδυνες ουσίες. Η παραγωγή ενέργειας από απόβλητα ξύλου μπορεί να γίνει σε συστήματα θέρμανσης ή παραγωγής ατμού και σε εγκαταστάσεις παραγωγής τσιμέντου (ομάδα εργασίας TEE, 2012).

### 2.13.7 Διαχείριση αποβλήτων από γύψο

Η (φυσική) γύψος είναι ένα ιζηματογενές ορυκτό. Αποτελείται από θεικό ασβέστιο ( $\text{CaSO}_4$ ) και νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ ), δηλαδή αφυδατωμένο θεικό ασβέστιο ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Έχει γκρι ή άσπρο χρώμα, ή και σπανιότερα αποχρώσεις του κόκκινου, καφέ και κίτρινου. Υπό την επίδραση υψηλής θερμοκρασίας γίνεται μια (μερικώς αφυδατωμένη) λευκή λεπτή σκόνη που ονομάζεται ανυδρίτης ή πιο συχνά "γύψος του Παρισιού". Παράλληλα με την φυσική γύψο, χρησιμοποιείται και η συνθετική. Αυτή είναι υποκατάστατο της φυσικής γύψου. Παράγεται κατά την απορρύπανση των καυσαερίων και πιο συγκεκριμένα από την δέσμευση του διοξειδίου του θείου από τα καυσαέρια πχ μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος /θερμικών σταθμών. Επίσης παράγεται από την χημική βιομηχανία ως (παρα)προϊόν χημικών αντιδράσεων (Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Η διαχείριση των αποβλήτων γύψου περιγράφεται παρακάτω:

Σε παγκόσμια κλίμακα, σύμφωνα με λίγο παλαιότερα στοιχεία (2007) περίπου 10 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων γυψοσανίδων απορρίπτονται σε χωματερές και περίπου 4 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων γύψου αποτίθενται στην Ευρώπη ετησίως. Στην ποσότητα αυτή δεν περιλαμβάνονται τα απόβλητα που προκύπτουν σε εργοστάσια παραγωγής. Σημειώνεται ότι η διάθεση αποβλήτων γύψου σε χωματερές έχει επιπλέον αρνητικές επιπτώσεις: Αν τα απόβλητα γύψου αναμειχθούν με βιοδιασπώμενα απόβλητα, παράγουν το αέριο υδρόθειο (H<sub>2</sub>S). Το υδρόθειο είναι άχρωμο, δηλητηριώδες, διαβρωτικό και πολύ εύφλεκτο αέριο με χαρακτηριστική οσμή χαλασμένου αυγού. Για αυτό το λόγο, Η ΕΕ απαιτεί την ταφή αποβλήτων γύψου μόνο σε ειδικά κελιά, σε χωματερές αδρανών αποβλήτων, προκειμένου να αποφεύγεται η παραγωγή υδροθείου. (Ομάδα εργασίας TEE, 2012, <https://www.certh.gr/dat/FC7C8448/file.pdf>).

Η γύψος είναι ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη και μάλιστα η διαδικασία μπορεί να γίνεται επ' αόριστον, διότι η χημική σύνθεση της πρώτης ύλης των προϊόντων παραμένει αμετάβλητη. Προϊόντα από γύψο περιλαμβάνονται μεταξύ των πολύ λίγων υλικών κατασκευών, όπου η ανακύκλωση "κλειστού κύκλου" είναι δυνατή. Αυτό σημαίνει ότι τα απόβλητα χρησιμοποιούνται για να κάνουν και πάλι το ίδιο προϊόν.

Έτσι πολλοί κατασκευαστές αγοράζουν τα απόβλητα γύψου προς ανακύκλωση. Τα απορρίμματα των γυψοσανίδων αποτελούνται από περίπου 94% σκόνη γύψου και υπόλοιπο περίπου 6% από χαρτί, χαρτόνι ή άλλα υλικά που περιέχει μηδαμινό ποσοστό γύψου. Το υπόλοιπο αυτό (χαρτί, χαρτόνι κλπ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κομποστοποίηση ή να αξιοποιηθεί ενεργειακά πχ προς παραγωγή θερμότητας. Το σύστημα που έχει αναπτυχθεί για την ανακύκλωση των γυψοσανίδων στη βιομηχανία ανακύκλωσης γύψου, αφαιρεί από τις γυψοσανίδες την επένδυση από χαρτί και κονιορτοποιεί το γύψο σε σκόνη σχεδόν στην ίδια ποιότητα με την αρχική πρώτη ύλη (το γύψο σε πρωτογενή μορφή). Το τελικό προϊόν είναι 99% καθαρό. Ωστόσο υπάρχει ένα υπολειμματικό κλάσμα χαρτιού που παραμένει στη σκόνη γύψου και δεν επιτρέπει την πλήρη εισαγωγή γύψου από ανακυκλωμένο υλικό στις διαδικασίες παραγωγής. Αυτό διότι υπάρχει κίνδυνος βλάβης των μηχανημάτων κατασκευής ή και αρνητικών επιπτώσεων στην ποιότητα του τελικού προϊόντος (χειροτέρευση ακουστικών ή θερμικών ιδιοτήτων) (Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Όσον αφορά στα απόβλητα κατασκευών, εκτιμάται ότι το 25% των υλικών φυσικού γύψου μπορούν να αντικατασταθούν από ανακυκλωμένο γύψο σε σκόνη για την παραγωγή των γυψοσανίδων. Ως εκ τούτου ο στόχος στο 30% που τέθηκε από την Ευρωπαϊκή βιομηχανία γύψου, ανακυκλωμένων υλικών που επανεισάγονται στην παραγωγική διαδικασία φαίνεται να είναι εφικτό (Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Ως θετικό παράδειγμα αναφέρονται η Δανία, με ποσοστά που φτάνουν το 65% ανακύκλωσης γύψου από AKK και η Αγγλία που ανακυκλώνει σε ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό χάρη σε συμφωνία του κυβερνητικού οργανισμού WRAP και των βιομηχανιών γύψου για την αύξηση της ανακύκλωσης γύψου. (ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Για την βελτίωση της ανακύκλωσης γύψου, η έρευνα γίνεται στην ανάπτυξη διεργασιών της βιομηχανίας ώστε να μπορεί να ανακυκλωθεί γύψος με περισσότερη περιεκτικότητα σε χαρτί, να αναπτυχθούν μέθοδοι για τη πιο επιτυχή αφαίρεση κλασμάτων χαρτιού από τις γυψοσανίδες. Επίσης ερευνάται η δυνατότητα χρήσης ανακυκλωμένης γύψου στην παραγωγή τσιμέντου (μικρή ποσότητα γύψου χρησιμοποιείται στην παραγωγή τσιμέντου), αλλά και στη γεωργία. Το τελευταίο αφορά τη χρήση σε καλλιέργειες, όπως τα προϊόντα λιπάσματος, και ως διογκωτικό μέσο, εμπλουτίζοντας το χώμα με την προσθήκη θείου και ασβεστίου που περιέχει και μειώνοντας τις επιβλαβείς συνέπειες των αλάτων νατρίου που μπορεί να περιέχεται στο έδαφος. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, <https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>)

Από τα παραπάνω προκύπτει η σημαντικότητα της ανακύκλωσης γύψου. Ωστόσο, υπάρχουν και σημαντικές δυσκολίες στην ανακύκλωση: Τα απόβλητα προϊόντων γύψου που προέρχονται από την κατεδάφιση και την ανακαίνιση έργων να είναι αναμειγμένα και μολυσμένα με άλλα υλικά, όπως χρώματα, στόκους ή κόλλες, μονωτικά υλικά, μεταλλικούς συνδέσμους, βίδες κλπ τα οποία καταστύουν δύσκολη την ανακύκλωση. Έτσι, οι διεργασίες κατεδάφισης που προκαλούν ανάμειξη όλων των απορριμμάτων, επιτρέπει περαιτέρω την ανακύκλωση του γύψου (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

#### 2.13.8 Εναλλακτική διαχείριση κεραμικών υλικών

Τα κεραμικά υλικά είναι ανόργανα, μη μεταλλικό στερεά. Παράγονται σε υψηλή θερμοκρασία. Τα περισσότερα είναι κρυσταλλικά κεραμικά. Περιλαμβάνουν τούβλα, πλακάκια, είδη υγιεινής κλπ. Αναλυτικότερα, τα τούβλα παρασκευάζονται με την ένωση κεραμικού υλικού με τη βοήθεια συνδετικού κονιάματος ή κόλλας. Τα πλακάκια κατασκευάζονται από ανθεκτικό υλικό, όπως κεραμικό με ένα σκληρό φινίρισμα λούστρου. Χρησιμοποιούνται για επικάλυψη σε στέγες, πατώματα και τοίχους. Τα περισσότερα κεραμικά δομικά προϊόντα παράγονται από τοπικά διαθέσιμα υλικά, όπως ο πηλός. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Τα κεραμικά υλικά είναι αδρανή. Έτσι, η διάθεση σε χώρους ταφής προκαλεί μόνο την δέσμευση του αντίστοιχου χώρου. Παρόλο που τα υλικά αυτά έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (πχ μεγαλύτερη των 100 χρόνων) συνήθως μετατρέπονται σε απόβλητα σε πολύ λιγότερο διάστημα για διάφορους λόγους (αλλαγή χρήσης, άλλες επισκευές κλπ).

Η επαναχρησιμοποίηση κεραμικών υλικών μπορεί να γίνει αν προηγηθεί προσεκτική κατεδάφιση / απομάκρυνση υφιστάμενων κατασκευών ή υλικών. Είναι σημαντικό να απομακρυνθεί οποιοδήποτε κονίαμα ή συνδετική κόλλα. Η εργασία αυτή είναι ίσως μια από τις πιο δύσκολες και χρονοβόρες που απαιτεί χειρονακτική εργασία. Επίσης, είναι δύσκολο να

εκτιμηθεί η αντοχή και η φέρουσα ικανότητα της τοιχοποιίας. Έτσι συνήθως προτιμείτε να επαναχρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις όψεων ή εσωτερικών τοίχων. Η επαναχρησιμοποίηση των τούβλων και κεραμιδιών μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό σε οικονομικούς όρους «μεταφράζεται» έως και 30% του κόστους παραγωγής. Παράλληλα, αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα, που συνήθως εκπέμπονται για την κατασκευή. Αυτές περιλαμβάνουν μονοξείδιο του άνθρακα (CO), CO<sub>2</sub>, οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>) σωματίδια, οξείδια του θείου (SO<sub>x</sub>), υδροχλωρικό οξύ (HCL), υδροφθορικό οξύ (HF), κλπ, ανάλογα και με το είδος του κεραμικού υλικού(Ομάδα εργασίας TEE, 2012).

Όσον αφορά την ανακύκλωση κεραμικών υλικών, τα κεραμικά οικοδομικά απορρίμματα από τούβλα, πλακάκια κλπ που παράγονται σε μία κατεδάφιση είναι αναμειγμένα. Αυτά μπορούν να θρυμματιστούν και να κοσκινιστούν αντικαθιστώντας την άμμο, χαλίκια ή πέτρες για διάφορες εργασίες. Για να αντικαταστήσουν πρώτες ύλες πρέπει να πληρούν κάποια κριτήρια, όπως το μείγμα να είναι απολύτως απαλλαγμένο από στοιχεία που μολύνουν, όπως ο πετροβάμβακας, τα βαρέα μέταλλα και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες που μπορεί να διαφύγουν και να προκαλέσουν ρύπανση των υπογείων υδάτων. Έτσι ανακύκλωσή τους, είναι βασική η προσεκτική κατεδάφιση ή ο καθαρισμός τους (Κακλόπουλος, 2015, (Ομάδα εργασίας TEE, 2012).

Τα ανακυκλωμένα/θρυμματισμένα υλικά μπορούν να βρουν εφαρμογή σε πολλές χρήσεις. Για παράδειγμα, άθραυστα, χρησιμοποιούνται για τη συμπλήρωση και σταθεροποίηση μικρών δρόμων ιδιαίτερα σε υγρές περιοχές όπως δάση και πεδιάδες, όπου η προμήθεια πέτρας δεν είναι εύκολη πχ στη Δανία όπου είναι δύσκολη η προμήθεια της πέτρας. Επίσης μπορούν κατόπιν θρυμματισμού να χρησιμοποιηθούν, ως υλικά για την κατασκευή οδικών έργων, για την εξομάλυνση και πλήρωση χαντακιών,. Το μείγμα αντικαθιστά φυσικά υλικά, όπως άμμος και τα χαλίκια, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγάλες ποσότητες για το σκοπό αυτό. Επίσης (θρυμματισμένα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντικαθιστώντας την άμμο στην παραγωγή σκυροδέματος αλλά και ως υποστρώματα φυτών. Ωστόσο σημειώνεται ότι παρά τις πολλές τους χρήσεις, το μειωμένο κόστος των τούβλων, πλακιδίων και ειδών κεραμικής που παράγονται από πρώτες ύλες αποτελεί εμπόδιο στην ανάπτυξη της ανακύκλωσης.

#### 2.13.9 Διαχείριση αποβλήτων οδοποιίας

Η ασφαλτος είναι ένα πολύπλοκο χημικό μίγμα οργανικών ενώσεων, που αποτελείται κυρίως, από υδρογονάνθρακες. Υπάρχει η φυσική ασφαλτος και η «τεχνητή» ασφαλτος που παράγεται

από τη διύλιση αργού πετρελαίου, η οποία χρησιμοποιείται στις σύγχρονες κατασκευές. Έχει μαύρο χρώμα. Η άσφαλτος χρησιμοποιείται ως δομικό, μονωτικό και συνδετικό υλικό για την κατασκευή οδοστρωμάτων (επίστρωση της επιφάνειας των δρόμων). Έχει μεγάλο ιξώδες και ελαστικότητα και λειτουργεί σαν συνδετικό μέσο μεταξύ των αδρανών υλικών με τα οποία αναμειγνύεται για την δημιουργία ασφαλτομιγμάτων. Ανάλογα με την θερμοκρασία ανάμειξης των αδρανών και της ασφάλτου τα ασφαλτομίγματα κατηγοριοποιούνται σε θερμά και ψυχρά ενώ η σύσταση τους εξαρτάται από την θέση της διαμορφωμένης στρώσης (αρχική, ενδιάμεση, τελική), την χρήση του οδοστρώματος και τις κλιματολογικές συνθήκες. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017, <https://eclass.pat.teiwest.gr/eclass/modules/document/file.php/768136/%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf>, <https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/EY186/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%9F%CE%94%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%99%CE%AA%CE%91%20%CE%99%CE%99%20-%20%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91.pdf>)

Απορρίμματα ασφάλτου παράγονται κατά την εκσκαφή των οδοστρωμάτων σε όλο το πάχος τους ή αφαιρώντας την επιφανειακή στρώση λόγω φθοράς ή αύξηση της ολισθηρότητας. Οι παραγόμενες αλλά και αξιοποιούμενες ποσότητες απορριμμάτων ασφάλτου μεταβάλλονται από χώρα σε χώρα. Η αξιοποίηση αποβλήτων ασφάλτου στις χώρες της ΕΕ κυμαίνονται από 0 έως 66 %. Στον τομέα κατασκευής και συντήρησης δρόμων, σε κάποιες χώρες το ποσοστό ανακύκλωσης αγγίζει το 100%. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017)

Ανάλογα με την θερμοκρασία ανάμειξης των αδρανών και της ασφάλτου τα ασφαλτομίγματα κατηγοριοποιούνται σε θερμά και ψυχρά ενώ η σύσταση τους εξαρτάται από την θέση της διαμορφωμένης στρώσης (αρχική, ενδιάμεση, τελική), την χρήση του οδοστρώματος και τις κλιματολογικές συνθήκες. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017)

Η διάθεση των ΑΕΚΚ που αποτελούνται από άσφαλτο σε χώρους ταφής, εκτός από την χρήση εκτάσεων γης, μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του νερού με τις εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων, κάτι που είναι καρκινογόνο και επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017)

Η χρήση του τρίμματος ασφάλτου για απλή επίχωση ή η ανάκτηση ενέργειας δεν θεωρείται από την βιομηχανία ως ενδιαφέρουσες επιλογές ανάκτησης, γιατί δεν αξιοποιούνται πλήρως οι πρώτες ύλες του (αδρανή και άσφαλτος). (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017)

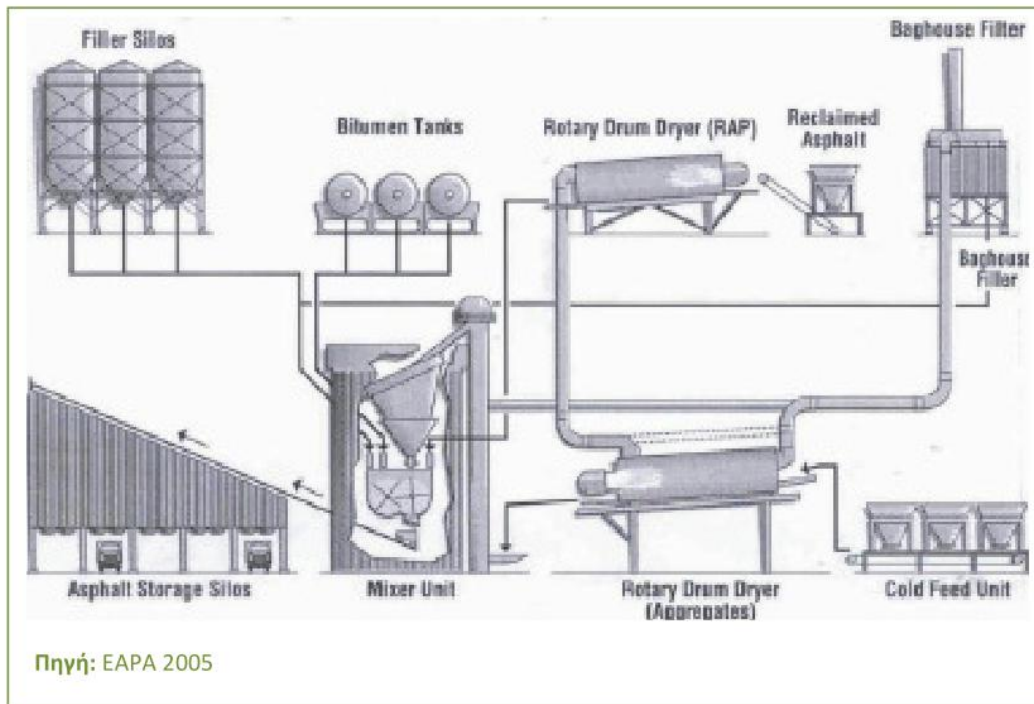
Η ανακύκλωση των υλικών αυτών γίνεται με την προσθήκη τρίμματος ασφάλτου σε νέο ασφαλτόμιγμα με τα παλαιά αδρανή και άσφαλτο, όμοια με την παλαιά. Έτσι τα ανακυκλωμένα υλικά αντικαθιστούν τα πρωτογενή. Διευκρινίζεται ότι δεν γίνεται διαχωρισμός των υλικών του



ασφαλτικού οδοστρώματος στα δύο βασικά του συστατικά, δηλαδή την άσφαλτο και τα αδρανή. Οι τεχνικές κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες την θερμή και την ψυχρή ανακύκλωση. Τα υλικά κατασκευής του οδοστρώματος ανακυκλώνονται είτε επί τόπου στο χώρο του έργου πχ αποκατάσταση του δρόμου είτε σε κεντρική/ μόνιμη εγκατάσταση παραγωγής ασφαλτομίγματος. Και στην θερμή και στην ψυχρή ανακύκλωση το τρίμμα ενδέχεται να χρειάζεται κοσκίνισμα ή και θραύση των τεμαχίων ασφάλτου καθώς και ιδιαίτερο τρόπο προσωρινής αποθήκευσης για να αποφεύγεται η επανασυσσωμάτωση του. Το ποσοστό ανάμειξης ανακυκλωμένου και πρωτογενούς υλικού μεταβάλλεται σημαντικά ανάλογα την τεχνολογία του συγκροτήματος παραγωγής και τις ιδιότητες του ανακτώμενου ασφαλτομίγματος (κυμαίνεται μεταξύ 10%-90%). Για την επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης, γίνεται δειγματοληψία του παλαιού υλικού του ασφαλτοτάπητα. Με εργαστηριακή εξέταση προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά του, το περιεχόμενο ποσοστό της ασφάλτου καθώς και η ποιότητα της (π.χ. βαθμός οξείδωσης, σκληρότητας κ.α.). Με βάση τα αποτελέσματα χρησιμοποιείται κατάλληλα η μέθοδος ανακύκλωσης καθώς και ο βαθμός προσθήκης νέου ασφαλτομίγματος, αδρανών υλικών κ.α (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017).

Η ανακύκλωση σε μόνιμες εγκαταστάσεις μπορεί να είναι ψυχρή ή θερμή. Στην περίπτωση θερμής ανακύκλωσης, χρειάζεται πιθανή θραύση του υλικού ή και κοσκίνισμα και προθέρμανση του σε ξεχωριστό ξηραντήρα (φούρνο) απ' αυτόν που χρησιμοποιείται για την θέρμανση των πρωτογενών αδρανών. Με την μέθοδο αυτή ένα ποσοστό 30 % έως 80 % της τελικά παραγόμενης ποσότητας προέρχεται από παλαιό ασφαλτόμιγμα. Το ποσοστό μεταβάλλεται ανάλογα την ποιότητα του ανακτώμενου ασφαλτομίγματος και την επιθυμητή ποιότητα του παραγόμενου τελικού προϊόντος. Παραλλαγή της μεθόδου είναι η θέρμανση του τρίμματος στον ίδιο ξηραντήρα με τα πρωτογενή αδρανή αλλά μέσω ενός «δακτυλιδιού» ώστε να αποφεύγεται η απευθείας έκθεση του τρίμματος στην φλόγα του ξηραντήρα και η υπερθέρμανση του. Στην περίπτωση αυτή το μέγιστο ποσοστό ανακύκλωσης περιορίζεται στο 50%. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017).



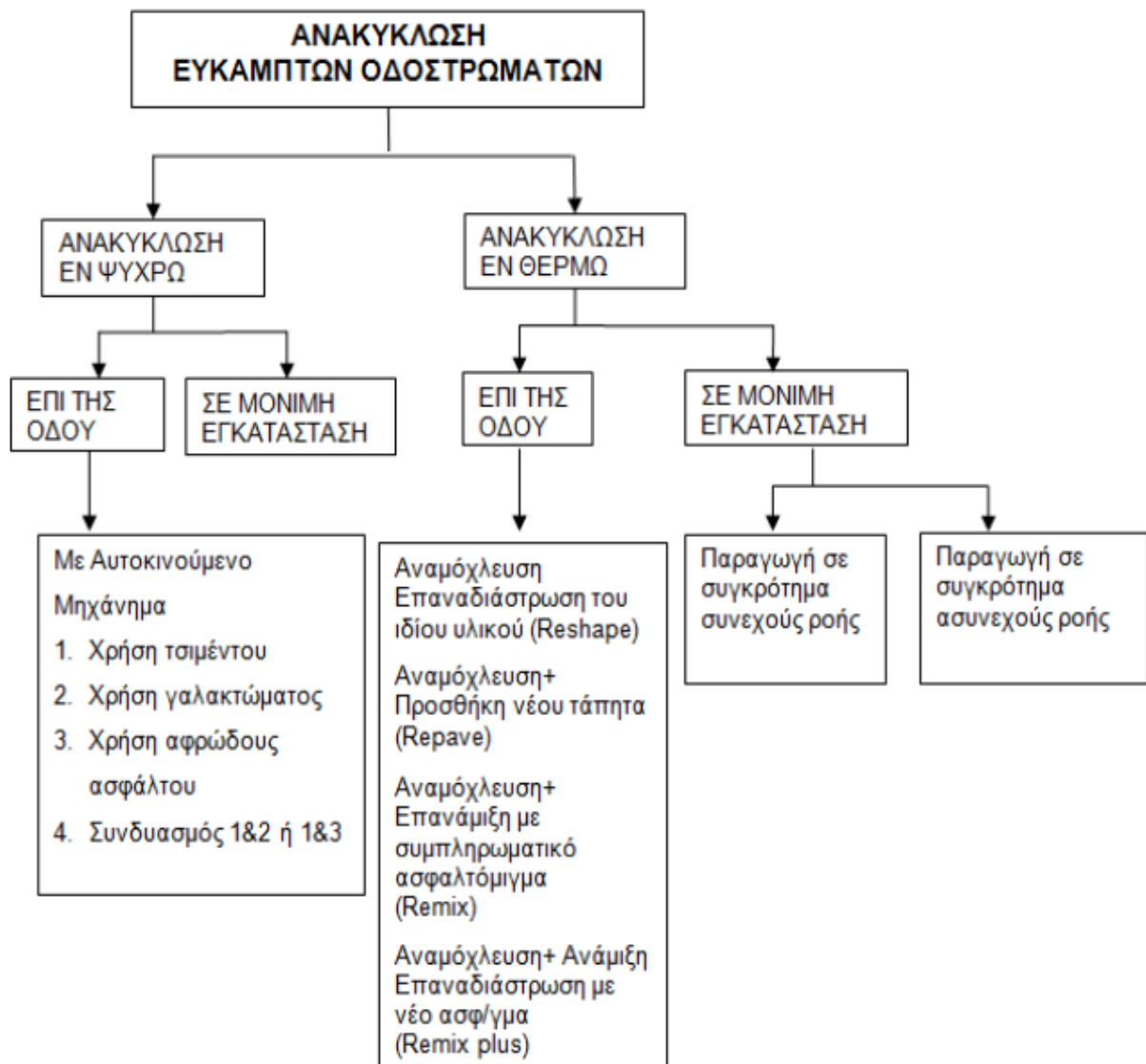


Εικόνα 2-4: Θερμή ανακύκλωση ασφάλτου σε μόνιμες εγκαταστάσεις (πηγή: ΤΕΕ, 2012)

Στην περίπτωση της ψυχρής ανακύκλωσης σε μόνιμες εγκαταστάσεις, το τρίμμα ασφαλτομίγματος είτε απλά προστίθεται στον αναμεικτήρα του συγκροτήματος και αναμειγνύομενο με τα θερμά πρωτογενή αδρανή και την άσφαλτο θερμαίνεται εξ επαφής και ενσωματώνεται στο τελικό προϊόν. Το μέγιστο ποσοστό ανακύκλωσης είναι μικρό, ενώ απαιτείται μεγαλύτερη θερμοκρασία στα πρωτογενή αδρανή και αύξηση του χρόνου ανάμειξης. Στην δεύτερη μέθοδο, το ασφαλτόμιγμα περνάει τη διαδικασία θραύσης αλλά αναμειγνύεται με αδρανή χωρίς θερμότητα χρησιμοποιώντας δύο τύπους συνδετικού υλικού, την 'αφρώδης άσφαλτο' και 'ασφαλτικό γαλάκτωμα' (ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Η ανακύκλωση επί τόπου του έργου εφαρμόζεται χωρίς να απαιτείται η μεταφορά του τριμματος για επεξεργασία και ομοίως η μεταφορά του ασφαλτομίγματος στο έργο. Ωστόσο η μέθοδος χρειάζεται στο χώρο του έργου σημαντικό μηχανολογικό εξοπλισμό και κατά συνέπεια έχει αντίστοιχο κόστος. Με την μέθοδο αυτή είτε θερμαίνεται επί τόπου το τρίμμα με κινούμενο ξηραντήρα, είτε ψεκάζεται σε αυτό θερμή υγρή άσφαλτος αναμειγνύομενη με νερό για να γίνει αφρός στην διαδικασία φρεζαρίσματος. Η τελευταία μέθοδος είχε εφαρμοστεί πιλοτικά στην επισκευή του οδοστρώματος της νέας Εθνικής Οδού Αθηνών – Κορίνθου το έτος 2002. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Γρύλλης, 2017).

Τα προηγούμενα περί των κατηγοριών ανακύκλωσης παρουσιάζονται συνοπτικά στην εικόνα που ακολουθεί



Διάγραμμα 2-7 : Κατηγορίες ανακύκλωσης αποβλήτων οδοποιίας (πηγή:

[https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CIVIL102/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/construction\\_equipment\\_unit9.pdf](https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CIVIL102/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/construction_equipment_unit9.pdf)

Συμπερασματικά, η ανακύκλωση των αποβλήτων οδοποιίας έχει θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Το αποτύπωμα άνθρακα για την ανακυκλωμένη ασφαλτο είναι χαμηλότερο από την ασφαλτο κατασκευασμένη από πρωτογενή υλικά. Ενδεικτικά, υπολογίζεται ότι ο δείκτης ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα είναι 1,25 kg CO<sub>2</sub> ανά τόνο ασφάλτου κάθε χρόνο για ένα 40-ετή ασφαλτοτάπητα από πρωτογενή υλικά, ενώ είναι 0,7 kg ισοδυνάμου CO<sub>2</sub> ανά τόνο ασφάλτου που από (εν μέρει) ανακυκλωμένη ασφαλτο. Σε πολλές χώρες η διάθεση ασφάλτου σε χώρο ταφής απαγορεύεται ή είναι πολύ ακριβή, και επιτυγχάνεται μεγάλο ποσοστό

ανακύκλωσης. Ωστόσο, υπάρχουν και εμπόδια στην ανακύκλωση, καθώς η άμεση διαθεσιμότητα και το χαμηλό κόστος των αδρανών/ πρώτων υλών δεν προωθεί την επιλογή ανακυκλωμένου υλικού. Επιπροσθέτως, πριν από το 1997 που δεν είχαν ακόμα απαγορευτεί, ίνες αμιάντου χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή ασφάλτου σε χώρες όπως η Γαλλία, κάτι που μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στην ανακύκλωση ασφάλτου που παρήχθη πριν από το έτος αυτό (ομάδα εργασίας TEE, 2012, Γρύλλης, 2017, [http://observatory.egnatia.gr/factsheets/fs\\_2016/ENV02.5\\_factsheet\\_2016.pdf](http://observatory.egnatia.gr/factsheets/fs_2016/ENV02.5_factsheet_2016.pdf))

## 2.14 Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων

Όπως και με οποιοδήποτε απόβλητο, είναι καλύτερη η πρόληψη έτσι και εδώ, ο έλεγχος των επικίνδυνων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι προτιμότερο να γίνεται κατά την κατασκευή πχ κατά την ανέγερση του κτιρίου, στον βαθμό που είναι αυτό εφικτό. Σε διαφορετική περίπτωση, αν η διαχείριση γίνει κατά την κατεδάφιση, υπάρχουν πρόσθετες δυσκολίες. Κάποια από τα υλικά μπορεί να είναι αρχικά αδρανή αλλά στην πορεία να μετατρέπονται σε τοξικά για την υγεία και να καταλήγουν σε μη ενδεδειγμένους τρόπους διάθεσης. Η διάθεση ή απόρριψη ποσοτήτων Α.Ε.Κ.Κ. που περιέχουν τα υλικά αυτά είναι εξαιρετικά επιβλαβής για το περιβάλλον και ειδικά για τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα (Γιουβανάκης, 2015).

Σε περίπτωση που τα απόβλητα έχουν αναμιχθεί με επικίνδυνα απόβλητα ή σε κάθε περίπτωση που υπάρχουν απόβλητα που είναι ή έχουν καταστεί επικίνδυνα, η διαχείρισή τους πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που προβλέπονται στις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων. Οι διαχειριστές ΑΕΚΚ υποχρεούνται: α) κατά το σχεδιασμό ενός έργου να λαμβάνουν πλήρως υπόψη και να διευκολύνουν την αποξήλωση, την επαναχρησιμοποίηση, την αξιοποίηση και ιδίως την ανακύκλωση των κατασκευαστικών υλικών. β) σε συνεργασία με τους προμηθευτές υλικών και κατασκευαστές προϊόντων που χρησιμοποιούνται στις οικοδομικές εργασίες, να περιορίσουν τη χρήση επικίνδυνων ουσιών στα εν λόγω προϊόντα, προκειμένου να προλαμβάνεται η ελευθέρωσή τους στο περιβάλλον, να καθίσταται η ανακύκλωση ευκολότερη και να αποφεύγεται η ανάγκη διάθεσης επικινδύνων αποβλήτων. γ) σε συνεργασία με τους προμηθευτές υλικών, τους κατασκευαστές προϊόντων που προορίζονται για οικοδομικές εργασίες και τους ιδιοκτήτες, να ενσωματώνουν αυξανόμενη ποσότητα ανακυκλωμένου υλικού στα έργα προκειμένου να αναπτύσσονται οι αγορές για ανακυκλωμένα υλικά. δ) να συνάπτουν συμφωνία με τους διακινητές των προϊόντων που χρησιμοποιούνται σε δομικές κατασκευές για επιστροφή των πλεοναζόντων υλικών που δεν χρησιμοποιήθηκαν στο έργο. (Γιουβανάκης, 2015, Γρύλλης, 2017)

Ένα από τα συστατικά των ΑΕΚΚ που χαρακτηρίζεται επικίνδυνο είναι ο αμίαντος, που έχει αποδειχθεί υπεύθυνος ακόμα και για καρκινογενέσεις. Αναλυτικά, ο αμίαντος είναι μία ομάδα διαφορετικών πυριτικών ορυκτών με κοινό χαρακτηριστικό την ινώδη μορφή τους. Τα ορυκτά αυτά έχουν δυνατότητες πλέξης και είναι ανθεκτικά στην υψηλή θερμοκρασία. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνταν σε ευρύ πεδίο κατασκευών, όπως σε κτίρια, στην κατασκευή δρόμων κλπ.. Ωστόσο σύντομα φάνηκαν οι αρνητικές επιπτώσεις του στον άνθρωπο και σήμερα θεωρείται υπεύθυνος για σοβαρές ασθένειες των πνευμόνων, όπως αμιάντωση, μεσοθηλίωμα και καρκίνο του πνεύμονα. Στις ομάδες υψηλού κινδύνου εντάσσονται όσοι εργαζόνταν κατά την κατασκευή ή εντός των κτιρίων που χρησιμοποιήθηκε, δηλαδή οι εργαζόμενοι σε κατασκευές, μηχανουργεία, ναυπηγεία σχολεία και νοσοκομεία, μαθητές κλπ (Γιουβανάκης, 2015) εκατομμύρια κτίρια. Για την απομάκρυνση του αμιάντου απαιτείται πολύ προσεκτική εργασία, ώστε οι εργαζόμενοι να μην εκτεθούν στο επικίνδυνο αυτό συστατικό.

Άλλα επικίνδυνα υλικά είναι τα βαρέα μέταλλα. Τα βαρέα μέταλλα είναι όλα τα μέταλλα που έχουν ατομικό αριθμό υψηλότερο του σιδήρου. Σχετίζονται με την ρύπανση και μία δυνητική τοξικότητα. Περιλαμβάνουν υλικά όπως μόλυβδος και υδράργυρος, κάδμιο, το νικέλιο. Έχουν και αυτά συνήθη εφαρμογή στις κατασκευές λόγω των ιδιοτήτων τους, αλλά προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου αλλά και στο περιβάλλον. Άλλα υλικά που επιφυλάσσουν κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον είναι τα πολυχρωλοδιφαινύλια (PCB), οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), η λιθανθρακόπισσα και οι διαλύτες (Γιουβανάκης, 2015)

Οι πρακτικές διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων, ανάμεσα σε άλλα προβλέπουν αποθήκευση σε ειδικούς χώρους εντός των μονάδων παραγωγής τους, επεξεργασία τους στην Ελλάδα και αν αυτό δεν είναι δυνατό, λόγω απουσίας των απαιτούμενων υποδομών, μεταφορά στο εξωτερικό με σκοπό την διάθεση ή την αξιοποίηση. Η διασυνοριακή μεταφορά γίνεται προς κατάλληλες εγκαταστάσεις εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Φινλανδία κλπ). Κατά τη διασυνοριακή μεταφορά πρέπει να τηρούνται οι διαδικασίες του κανονισμού 259/93/ΕΟΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Όσον αφορά τις ποσότητες, ενδεικτικά, το 2004, η ποσότητα επικίνδυνων αποβλήτων που μεταφέρθηκε στο εξωτερικό ανήλθε σε 1.550 τόνους, (στοιχεία του τότε ΥΠΕΧΩΔΕ), με προορισμό κυρίως την Γερμανία (ποσοστό πάνω από 70%). (Γρύλλης, 2017, Γιουβανάκης, 2015). Μία συνοπτική παρουσίαση των επικίνδυνων ΑΕΚΚ, των ιδιοτήτων τους και των πρακτικών διαχείρισής γίνεται στον επόμενο πίνακα

Προϊόν/ υλικό	Πιθανά επικίνδυνα συστατικά	Πιθανές επικίνδυνες ιδιότητες	Πρακτικές διαχείρισης
---------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------

Πρόσθετα σκυροδέματος	H/C διαλύτες	Εύφλεκτο	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Υλικά ανθεκτικά στην υγρασία	Διαλύτες, βιτουμένιο	Εύφλεκτα, Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση
Κόλλες	Διαλύτες, ισοκυανιούχες ενώσεις	Εύφλεκτα, Τοξικά, Διεγερτικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση, αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο επικίνδυνων προϊόντων
Προστατευτικές επικαλύψεις, υλικά στεγανοποίησης	Διαλύτες	Εύφλεκτα, τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση, αναζήτηση εναλλακτικών λιγότερο επικίνδυνων προϊόντων, χρήση νερού
Υλικά επικάλυψης δρόμων	Γαλακτώματα με βάση την πίσσα	Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Αμίαντος	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Τοξικά, καρκινογόνα	Απομάκρυνση κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό την εξειδικευμένη διαχείριση
Ορυκτές Ίνες	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Δερματικές και πνευμονικές ενοχλήσεις	Απομάκρυνση για ξεχωριστή διάθεση
Επεξεργασμένο ξύλο	Χαλκός, αρσενικό, χρώμιο, πίσσα, μικροβιοκτόνα, μυκητοκτόνο	Τοξικό, οικοτοξικό, εύφλεκτο	Ανακύκλωση, τα επικίνδυνα υλικά είναι δεσμευμένα στο ξύλο, μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων κατά την απόθεση, αναθυμιάσεις τοξικής αιθάλης και υπολείμματα

			παράγονται κατά την καύση
Μπογιές και στρώματα επικάλυψης	Διαλύτες μολύβδου, χρωμίου, βαναδίου	Τοξικό, εύφλεκτο	Μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αν είναι δεσμευμένο στο υπόστρωμα, πιθανή τοξική αιθάλη κατά την καύση
Εξοπλισμός μεταφοράς ενέργειας	PCB	Οικοτοξικό	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που πρέπει να απομακρυνθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες
Πηγές φωτός	CB, υδράργυρος, νάτριο	Τοξικό, οικοτοξικό	Ανακύκλωση/ απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη διαχείριση
Συστήματα εξαερισμού και πυροπροστασίας	CFCs	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Ρυψασμένες υφάνσιμες ίνες που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές	Ραδιονουκλίδια	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Ζωικά προϊόντα	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Φιάλες γκαζιού	Προπάνιο, βουτάνιο, ακετυλένιο	Εύφλεκτα	Επιστροφή στον προμηθευτή
Πληρωτικές ίνες	Ισοκυανιούχες ενώσεις, φθαλικός ανυδρίτης	Τοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη απόθεση
Έλαια και καύσιμα	Υδρογονάνθρακες	Εύφλεκτο, οικοτοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Υλικά οδοστρώματος	Πίσσα, διαλύτες	Τοξικό, εύφλεκτο	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη

Πίνακας 2-7: Επικίνδυνα συστατικά στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους (πηγή: Κακλόπουλος, 2015)



### 3 Κεφάλαιο Γ: Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ

#### 3.1 Εισαγωγή

Η ανακύκλωση αποτελεί δείγμα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και πολιτισμού της κάθε κοινωνίας. Σύμφωνα και με την πυραμίδα διαχείρισης που αναφέρθηκε παραπάνω, τα απόβλητα που έχουν δημιουργηθεί, στην περίπτωση που δεν μπορεί να λάβει χώρα η επαναχρησιμοποίησή τους, πρέπει να ανακυκλώνονται. Η ανακύκλωση είναι μία μέθοδος διαχείρισης που αξιοποιεί τα υλικά και τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν στα προϊόντα, που πλέον έχουν μετατραπεί σε απόβλητα. Μειώνει τα απόβλητα οδηγούνται προς ταφή. Επίσης μειώνει επίσης τις ανάγκες σε πρώτες ύλες (Μήτσικας, 2015). Πληροφορίες για την ανακύκλωση ορισμένων ρευμάτων ΑΕΚΚ έχουν δοθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Εδώ θα δοθούν περισσότερα στοιχεία.

Βασική παράμετρος για την αποτελεσματική ανακύκλωση αλλά γενικότερα διαχείριση ΑΕΚΚ, είναι η δημιουργία καθαρών ρευμάτων διαχωρισμένων υλικών. Όσο καλύτερος είναι ο διαχωρισμός τόσο καλύτερα γίνεται η ανακύκλωση, με αντίστοιχα υψηλότερη ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών. Έτσι είναι σημαντική η ευθύνη του παραγωγού για το προϊόν που παράγει αλλά η υπευθυνότητα του πολίτη ή και του φορέα που κάνει την κατεδάφιση. Η ευθύνη αφορά στο διαχωρισμό των αποβλήτων και την απόρριψή/παράδοσή τους στον κατάλληλο φορέα. Ο βαθμός διαχωρισμού αλλάζει ανάλογα με τις δυνατές επιλογές. Για παράδειγμα στο εργοτάξιο, αλλάζουν σημαντικά ανά περίπτωση ο χώρος και το διαθέσιμο εργατικό δυναμικό. Επίσης εξαρτάται από το κόστος και τα έσοδα των διαχωρισμένων υλικών. Ο διαχωρισμός δεν είναι πάντα εύκολος, διότι τα κτίρια είναι συνήθως πιο πολύπλοκα σε σχέση με παλαιότερα και η εξέλιξη αυτή έχει επιπτώσεις στις εργασίες κατεδάφισης. Επίσης, έχει αυξηθεί ο όγκος των συγκολλημένων υλικών, ενώ επιπλέον αυξάνεται η χρήση σύνθετων υλικών. (Πρωτόκολλο της ΕΕ για την διαχείριση των ΑΕΚΚ, 2016, ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Αναλυτικότερα, τα ΑΕΚΚ έχουν αναγνωριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως ένα ρεύμα αποβλήτων με προτεραιότητα διαχείρισης. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, καθώς ορισμένα από τα υλικά που περιέχουν έχουν μεγάλη αξία. Ωστόσο, το ποσοστό της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ μεταβάλλεται σε ολόκληρη την Ε.Ε. από μονοψήφιο έως και πάνω από 90%. Υπενθυμίζεται ότι τα ΑΕΚΚ που απορρίπτονται, μειώνουν την χωρητικότητα των ΧΥΤΑ, ενώ εάν δεν λάβει χώρα ο διαχωρισμός στην πηγή, μπορεί να περιέχουν μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, με κίνδυνο να προκαλέσουν προβλήματα στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. (<https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafon-kataskeuon-katedafiseon-aekk>).



Τα αδρανή υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή τεχνικών έργων χαρακτηρίζονται ως προϊόντα σε ανεπάρκεια. Αυτό διότι απαιτούν σημαντικό χώρο για την εγκατάσταση λατομείων ή εξορυκτικών μονάδων. Ήδη σε πολλές περιοχές της χώρας μας υπάρχει αδυναμία εύρεσης χώρων για λατομεία, οι χώροι που υπάρχουν ήδη έχουν σε πολλές περιπτώσεις υπέρ-εκμεταλλευτεί, ενώ έχουν παρατηρηθεί παράνομες λήψεις αδρανών υλικών. Αντίθετα, τα προϊόντα εκσκαφών και κατεδαφίσεων παράγονται σε μεγάλες ποσότητες. Για τις ποσότητες αυτές πρέπει να βρεθούν χώροι για την απόθεση τους. Μάλιστα οι χώροι πρέπει να βρίσκονται κοντά σε μεγάλες πόλεις όπου και παράγονται οι μεγάλες ποσότητες. Η απόρριψη τους σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων μειώνει δραστικά την χρονική διάρκεια της λειτουργίας τους. Τα παραπάνω μπορούν να συνδυαστούν και να γίνει προφανής η ανάγκη για την ανακύκλωση των οικοδομικών απορριμμάτων. Τα οφέλη που προκύπτουν είναι τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Σημαντικό ρόλο στην ανακύκλωση παίζει ο οικολογικός σχεδιασμός των προϊόντων ή κατασκευών ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακυκλωμένες πρώτες ύλες σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό. Επίσης ομοίως μέσω του σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να χρησιμοποιούνται υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν εύκολα. Παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση της ανακύκλωσης είναι η αύξηση της τιμής και η αύξηση των φόρων για απορρίμματα στους ΧΥΤΑ. Για παράδειγμα, στην Αγγλία αλλά και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες το κόστος για απόθεση σε χώρο ταφής (φόρος- έξοδα μεταφοράς) από το 2004 έως το 2011 έχει υπερδιπλασιαστεί (αύξηση 117%) Επισημαίνεται ο σημαντικότερος παράγοντας που είναι η διαλογή, ο διαχωρισμός των αποβλήτων γύψου στο εργοτάξιο ή πριν την κατεδάφιση και στη συνέχεια η κατά το δυνατόν χωριστή μεταφορά τους ώστε να αποκλείονται οι προσμείξεις από άλλα υλικά. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Σε πολλές βιομηχανικές χώρες, όπως η Αγγλία που προαναφέρθηκε, η ανακύκλωση ΑΕΚΚ έχει σημαντικά ποσοστά. Από τις διάφορες κατηγορίες των κατασκευαστικών αποβλήτων, τα υλικά οδοποιίας είναι τα ευκολότερα να ανακυκλωθούν και μάλιστα με οικονομικό όφελος. Στη Γερμανία ανακυκλώνονται τα υλικά της οδοποιίας σε ποσοστό περίπου 90,00 %. Στην Αγγλία ανακυκλώνονταν περίπου το 30,00 % από την συνολική ποσότητα των 70,00 εκατομμυρίων τόνων κατασκευαστικών αποβλήτων τον χρόνο, ενώ ο στόχος της Εθνικής Στρατηγικής για την Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων ήταν το ποσοστό ανακύκλωσης να είναι 75,00 % μέχρι το έτος 2006. Ήδη εδώ και αρκετά χρόνια, στην Ολλανδία και το Βέλγιο το 25,00 % περίπου των αδρανών στο προκατασκευασμένα μετόν προέρχονται από ανακυκλωμένα αδρανή. Οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης ΑΚΚ εξαρτώνται τόσο από την ύπαρξη αγοράς για τα επιμέρους συστατικά που θα ανακτηθούν, όσο και από τη δυνατότητα επεξεργασίας των ανάμεικτων ΑΚΚ προς διαχωρισμό των επιμέρους υλικών – συστατικών τους. (Ιωάννου, 2012).

Για την προώθηση της ανακύκλωσης, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα από το στάδιο των προσχεδίων και της αρχιτεκτονικής μελέτης. Έτσι, η περιβαλλοντική συνείδηση των κατασκευαστών γύρω από το τρόπο κατασκευής αλλά και από την επιλογή οικοδομικών υλικών, παράλληλα με τη νομοθεσία δημιουργούν το υπόβαθρο δυνατότητας ανακύκλωσης οικοδομικών απορριμμάτων κατά τη διάρκεια όχι μόνο της κατασκευής αλλά και της μελλοντικής κατεδάφισής του. (ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Στοιχεία για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ στις χώρες της Ευρώπης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα

Χώρα	Ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ		Χώρα	Ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ	
	εκ. Τόνοι	Ποσοστό		εκ. Τόνοι	Ποσοστό
Δανία	5,27	94%	Λουξεμβούργο	0,67	46%
Εσθονία	1,51	92%	Μάλτα	0,8	0%
Φινλανδία	5,21	26%	Ολλανδία	23,9	98%
Γαλλία	85,65	45%	Πολωνία	38,19	28%
Γερμανία	72,40	86%	Πορτογαλία	11,42	5%
<b>Ελλάδα</b>	<b>11,04</b>	<b>5%</b>	Ρουμανία	21,71	0%
Ουγγαρία	10,12	16%	Σλοβακία	5,38	0%
Ιρλανδία	2,54	80%	Σλοβενία	2,00	53%
Ιταλία	46,31	0%	Ισπανία	31,34	14%
Letonia	2,32	46%	Σουηδία	10,23	0%
Λιθουανία	3,45	60%	Ηνωμένο Βασίλειο	99,10	75%
<b>ΕΕ-27</b>	<b>531,38</b>	<b>46%</b>			

Πίνακας 3-1: Ανακύκλωση ΑΕΚΚ σε χώρες της ΕΕ (Πηγή: Πολαντά, 2016)

### 3.2 Οφέλη της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ

Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ έχει πολλά και σημαντικά οφέλη. Ουσιαστικά με την ανακύκλωση κλείνει ο κύκλος της διαχείρισης των υλικών κατασκευών. Ο κύκλος αρχίζει με την εξόρυξη των πρώτων υλών και την κατασκευή των υλικών. Τα υλικά ενσωματώνονται στις κατασκευές. Αν μετά την διάρκεια ζωής τους τα απόβλητα ανακυκλωθούν και κατευθυνθούν εκ νέου για χρήση, έχει κλείσει ο κύκλος της διαχείρισής τους (ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

- Μείωση των παραγόμενων αποβλήτων και των απαιτούμενων χώρων ταφής

Με την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, όπως και των άλλων αποβλήτων μειώνονται σημαντικά τα οι ποσότητες που κατευθύνονται για τελική διάθεση πχ σε κάποιο χώρο υγειονομικής ταφής. Κατά συνέπεια, οι απαιτούμενες εκτάσεις προς κατασκευή ΧΥΤΑ μειώνονται. Έτσι μπορούν να διατεθούν σε άλλες χρήσεις πχ για τη μελλοντική αστική ανάπτυξη. Παράλληλα μειώνονται οι εκπομπές σκόνης αλλά και αερίων όπως διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου από την ταφή των

αποβλήτων. Ενδεικτικά, στην Ελλάδα, το έτος 2008 υπολογίζεται ότι ο όγκος των αποβλήτων συνολικά από την ανακύκλωση των οικιακών και άλλων ρευμάτων αποβλήτων μειώθηκε κατά 5,2 εκατ. κυβικά μέτρα. Επίσης μειώνονται τα απόβλητα εξορύξεων, εκσκαφών κλπ που χρειάζονται για την παραγωγή των πρώτων υλών και η ανάγκη για επιπλέον διάθεσή τους. Για παράδειγμα η παραγωγή ενός κιλού χαλκού οδηγεί στην παραγωγή περίπου 100 κιλών αποβλήτων, τα οποία θα πρέπει να διατεθούν. Η ποσότητα αυτή μειώνεται σημαντικά αν χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη χαλκός από ανακυκλωμένη πρώτη ύλη (Μήτσικας, 2015, Βαρελά, 2011 Παλαντά, 2016, ΕΟΑΝ, 2014).

- Εξοικονόμηση υλικών/ορυκτών πόρων και ενέργειας

Η εξοικονόμηση πόρων αποτελεί το βασικότερο ίσως πλεονέκτημα της ανακύκλωσης. Λόγω της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ γίνεται εξοικονομούνται πόρων, όπως:

A) ενέργειας, η οποία χρησιμοποιείται για την εξόρυξη των πρώτων υλών, την μεταφορά, την επεξεργασία κλπ Η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται από την ανακτώμενη ποσότητα (υλικών) και από τη διαφορά της ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ της πρωτογενούς παραγωγής πρώτων ή ενδιάμεσων υλών που υποκαθίστανται από το ανακτώμενο υλικό και τη διαδικασία ανακύκλωσης. Επίσης περιορίζεται η ανάγκη για μεταφορά των πρωτογενών υλικών άρα απαιτείται μικρότερη χρήση ενέργειας.

B) πρώτες ύλες πχ ορυκτοί πόροι, διότι δεν χρησιμοποιούνται νέα υλικά, αλλά αυτά που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί και εξαντλήσει την διάρκεια ζωής τους. Έτσι παρατείνεται και η επάρκεια ζωής των αποθεμάτων πρώτων υλών που δεν ανανεώνονται όπως τα μέταλλα. Επίσης μειώνεται η κατανάλωση πόρων που χρειάζονται κατά την επεξεργασία πχ νερό.

Γ) Εργασίας ή και χρημάτων. Τα ανακυκλωμένα υλικά χρειάζονται λιγότερες μεταφορές, μικρότερη επεξεργασία (σε σχέση με τα υλικά στα οποία γίνεται εξόρυξη) κλπ

Παράλληλα, η ανακύκλωση πλεονεκτεί και έναντι άλλων μεθόδων διαχείρισης (καύση, ταφή) και ως προς την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Αναφέρονται ενδεικτικά παραδείγματα από κάποια υλικά που συναντώνται και στα ΑΕΚΚ: Στο χαρτί/χαρτόνι, που βρίσκεται πχ στις συσκευασίες των υλικών, χρειάζεται 35% λιγότερη ενέργεια και μειώνεται κατά 60% η κατανάλωση νερού. Έτσι για κάθε τόνο εξοικονομούνται περίπου 3m<sup>3</sup> χώρου στους ΧΥΤΑ και λιγότερα 177 kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub> eq/t). Παρόμοια για το γυαλί επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας 30-35% και 30 kg λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> eq/t, για τα σιδηρούχα μέταλλα 63 kg λιγότερα CO<sub>2</sub> eq/t και για τα πλαστικά 41 kg (Μήτσικας, 2015). Μάλιστα σύμφωνα με άλλη πηγή, οι ποσότητες αυτές είναι ακόμα μεγαλύτερες, ενδεχομένως ανάλογα την περίπτωση και τον τρόπο υπολογισμού (πχ αν υπολογίζεται όλος ο κύκλος ζωής) και για το χαρτί μπορεί να είναι από 600 kg λιγότερα CO<sub>2</sub>/τόνο ανακυκλούμενου υλικού, για το γυαλί από >250 kg λιγότερα CO<sub>2</sub>/τόνο κλπ.

([http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/C270DEACFC82809FC2258042001E1C81/\\$file/MP20160860101.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/C270DEACFC82809FC2258042001E1C81/$file/MP20160860101.pdf?OpenElement))

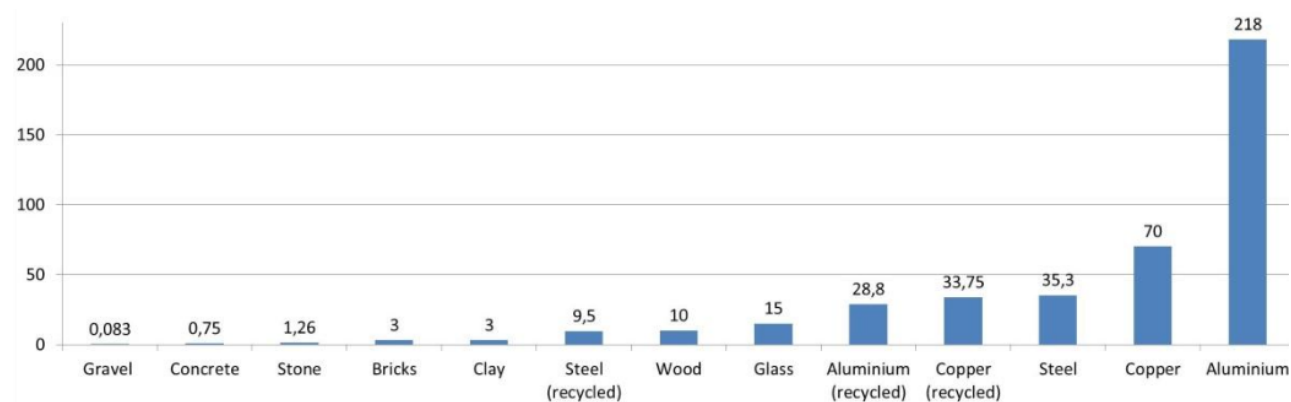
Τα περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση διαφόρων υλικών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (αν και είναι παλιός, δείχνει τα οφέλη της ανακύκλωσης).

ΕΠΙΠΤΩΣΗ (% μείωση)	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΧΑΛΥΒΑΣ	ΧΑΡΤΙ	ΓΥΑΛΙ
Χρήση Ενέργειας	90-97	47-74	23-77	4-35
Ατμοσφαιρική Ρύπανση	95	85	75	20
Ρύπανση Υδάτων	97	76	35	-
Απόβλητα Ορυχείων	-	74	-	80
Χρήση Νερού	-	40	58	50

Πίνακας 3-2: Περιβαλλοντικά οφέλη ανακύκλωσης (Πηγή: Μήτσικας, 2015).

Ενδεικτικά, στη χώρα μας η ανακύκλωση, έχει συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας η οποία εκτιμάται σε 2.600.000 GJ για το έτος 2008 καθώς και στη μείωση των εκπομπών (ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα), η οποία ανέρχεται σε τουλάχιστον 360.000 τόνους ανά έτος. (Μήτσικας, 2015)

Η ενέργεια που είναι ενσωματωμένη (σε Mj/kg) στα υλικά κατασκευών παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Από τα ανακυκλωμένα υλικά που παρατίθενται φαίνεται ξεκάθαρα η εξοικονόμηση ενέργειας της ανακύκλωσης (σε σύγκριση με τα πρωτογενή υλικά)



Διάγραμμα 3-1: Ενσωματωμένη ενέργεια (σε Mj/kg) στα υλικά κατασκευών (πηγή: ECORYS, 2014)

- Το πιθανό κέρδος από την δημιουργία συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης

Η ανακύκλωση δημιουργεί νέες προοπτικές οικονομικών δραστηριοτήτων και εξοικονόμησης χρημάτων στις αντίστοιχες βιομηχανίες, πχ βιομηχανίες επεξεργασίας/ ανακύκλωσης. Τα οικονομικά οφέλη εξαρτώνται από την αξία των υλικών τα οποία θα ανακυκλωθούν. Γενικά, μεγαλύτερη αξία έχουν τα μέταλλα όπως το αλουμίνιο, ο χαλκός, ο σίδηρος κλπ. Επίσης

σημαντική αξία έχουν το χαρτί και το χαρτόνι. Επίσης τα οικονομικά οφέλη μπορεί να αποδειχθούν σημαντικά για ορισμένα ΑΕΚΚ που η διάθεσή τους σε ΧΥΤΑ είναι ακριβή ή απαγορεύεται. Ωστόσο τα οικονομικά οφέλη αναμένονται σε όλες τις δραστηριότητες ανακύκλωσης και σε όλους τους εμπλεκόμενους πχ ο φορέας που συλλέγει και μεταφέρει τα ανακυκλώσιμα υλικά, το εργοστάσιο που τα επεξεργάζεται ώστε να ανακυκλωθούν, το εργοστάσιο που παράγει νέα προϊόντα και εξασφαλίζει φθηνές πρώτες ύλες, ο δήμος ή γενικότερα ο οργανισμός ο οποίος δεν χρειάζεται να χρησιμοποιεί χώρους διάθεσης ή υγειονομικής ταφής και κατά συνέπεια μειώνει τις δαπάνες που σχετίζονται με την ταφή κλπ. Σημειώνεται ότι αναμένεται και σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων από τις μεταφορές των υλικών (αντί για νέα χρησιμοποιούνται τα ανακυκλωμένα, για τα οποία απαιτούνται λιγότερες μεταφορές) (Μήτσικας, 2015, Βαρελά, 2011. Πολαντά, 2016).

- Έλεγχος της διασποράς επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον

Η ανακύκλωση είναι μετά την πρόληψη και την επαναχρησιμοποίηση, η πιο αποτελεσματική μέθοδος διαχείρισης των ΑΕΚΚ που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες. Σε αντίθεση με την ταφή και την ενεργειακή αξιοποίηση, η ανακύκλωση σταματάει πλήρως ή σχεδόν πλήρως την διασπορά επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον. Αυτό διότι τα υλικά κατόπιν επεξεργασίας επαναχρησιμοποιούνται και δεν διασπείρονται στο περιβάλλον, όπως μπορεί να γίνει όταν τα ΑΕΚΚ καίγονται ή θάβονται (Μήτσικας, 2015).

- Είναι μέθοδος σύμφωνη με την νομοθεσία και αποδεκτή από τους πολίτες

Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ είναι μεταξύ άλλων θεσμοθετημένη από την ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία, όπου τίθενται συγκεκριμένοι στόχοι. Παράλληλα υπάρχει κίνδυνος προστίμων σε περίπτωση ανεξέλεγκτης διάθεσης. Επιπλέον, η ανακύκλωση ως μέθοδος διαχείρισης είναι αποδεκτή διεθνώς. Συμβάλλει στην απόκτηση οικολογικής συνείδησης και στην ικανοποίηση περιβαλλοντικής ευαισθησίας των πολιτών. Δεν δημιουργεί αντιδράσεις όπως η καύση ή η ταφή.

- Πιθανός περιορισμός των εισαγωγών

Επειδή περιορίζεται η κατανάλωση πρώτων υλών, αντίστοιχα περιορίζεται η ανάγκη για εισαγωγή από το εξωτερικό των αντίστοιχων ποσοτήτων σε πρώτες ύλες ή ημικατεργασμένα προϊόντα. Χρησιμοποιούνται υλικά που ήδη έχουν εισαχθεί (πχ αντί στην Ελλάδα να εισάγονται μέταλλα, χρησιμοποιούνται τα μέταλλα που περιέχονται στα ΑΕΚΚ μετά από ανακύκλωση) και έτσι βελτιώνεται το εμπορικό ισοζύγιο εισαγωγών-εξαγωγών. Αυτό έχει επιπρόσθετο όφελος την αποφυγή μεταφοράς υλικών σε μεγάλες αποστάσεις, με ότι αυτό συνεπάγεται (χρήση ορυκτών καυσίμων, εκπομπές καυσαερίων κλπ) (Μήτσικας, 2015, Πολαντά, 2016).

- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η ανακύκλωση δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας. Οι θέσεις εργασίας προκύπτουν από την ανάγκη διαλογής στην πηγή, συλλογής και μεταφοράς των ΑΕΚΚ, αλλά και κατά την κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων διαλογής, επεξεργασίας και ανακύκλωσης ΑΕΚΚ. Οι θέσεις εργασίας που υπάρχουν ήδη πχ στην παραγωγή υλικών δεν αλλάζουν, διότι η διαφορά έγκειται στην αντικατάσταση των πρώτων υλών με δευτερογενή/προς ανακύκλωση υλικά. Αντίθετα, και στην παραγωγή υλικών μπορεί να υπάρχει ανάγκη για επιπλέον επεξεργασία στα υλικά που εισέρχονται προς ανακύκλωση. Ενδεικτικά, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, υπολογίζεται ότι οι εργαζόμενοι στην ανακύκλωση ήταν 512.000 το 2008. Αντίστοιχα στην Ελλάδα, υπολογίζεται ότι περισσότερες από 4000 νέες θέσεις εργασίας έχουν προκύψει χάρις στον κύκλο εργασιών της εναλλακτικής διαχείρισης. (Μήτσικας, 2015, Βαρελά, 2011, Πολαντά, 2016, Γρύλλης, 2017, Έκθεση ΕΟΑΝ 2014).

- Βασίζεται σε αξιόπιστη και δοκιμασμένη τεχνολογία.

Ειδικά για αδρανή υλικά που προέρχονται από ΑΕΚΚ, έχει διαμορφωθεί μια νέα αγορά για χρήση τους σε διάφορα κατασκευαστικά έργα. Επίσης, η τεχνολογία με την οποία λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός και η ανάκτηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι χαμηλού κόστους, αξιόπιστη, εύκολα προσβάσιμη και αρκετά διαδεδομένη.

### **3.3 Μειονεκτήματα / εμπόδια προώθησης της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ**

Όπως προέκυψε και από τα παραπάνω, η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ έχει μεγάλη σημασία ως μέθοδος διαχείρισης. Αποτελεί ιδανική λύση τουλάχιστον για ορισμένα ρεύματα των ΑΕΚΚ. Ωστόσο, όπως και οι άλλες μέθοδοι έχει και αυτή ορισμένα μειονεκτήματα.

Η ανακύκλωση βασίζεται στη διαλογή συγκεκριμένων ρευμάτων από τα ΑΕΚΚ, η οποία πολλές φορές είναι δύσκολη ή οικονομικά μη εφικτή. Για παράδειγμα, στις κολώνες ενός κτιρίου υπάρχει το εξωτερικό επίχρισμα, το σκυρόδεμα, αλλά και ο μεταλλικός οπλισμός. Έτσι ο διαχωρισμός δεν μπορεί να γίνει εύκολα και απαιτεί τη χρήση μηχανημάτων. Επίσης, αν πχ γίνει κατεδάφιση ενός κτιρίου με μηχανήματα και δεν γίνει τμηματική κατεδάφιση, τα κάθε λογής απόβλητα και μπάζα, ανακατεύονται και δεν μπορεί να εύκολα γίνει καλός διαχωρισμός ώστε να παραχθούν καθαρά ρεύματα. Επίσης εξαρτάται σημαντικά από την συμμετοχή των πολιτών και των εργολάβων που αναλαμβάνουν ανακαινίσεις, κατεδαφίσεις, μεταφορές αποβλήτων κλπ ώστε πχ να παραδίδουν τα ΑΕΚΚ για επεξεργασία και να μην γίνεται πχ παράνομη απόρριψη. (Μήτσικας, 2015, Βαρελά, 2011).

Η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ έχει σημαντικό κόστος. Το κόστος εξαρτάται από το αρχικό κεφάλαιο για την γη, τον εξοπλισμό και την κατασκευή του εργοστασίου επεξεργασίας αλλά και



το λειτουργικό κόστος. Το συνολικό κόστος επενδύσεων και λειτουργίας είναι υψηλό και μπορεί να μην είναι εύκολο να καλυφθεί από τα έσοδα πώλησης των υλικών. Η συλλογή και η μεταφορά των προς ανακύκλωση υλικών απαιτεί καύσιμα και ανάλογα εκπεμπόμενα καυσαέρια. Επίσης γίνεται σημαντική κατανάλωση ενέργειας στις μονάδες διαχωρισμού και επεξεργασίας. Η εκ νέου επεξεργασία έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού καταναλώνει πόρους όπως νερό και χημικές ουσίες για τον καθαρισμό των υλικών. Έτσι μειώνονται τα περιβαλλοντικά οφέλη της ανακύκλωσης. Ωστόσο τα οφέλη σε καμία περίπτωση δεν εκμηδενίζονται, αφού τα πρωτογενή προϊόντα απαιτούν περισσότερους πόρους και ενέργεια για μεταφορά, επεξεργασία, καθαρισμό κλπ. (Μήτσικας, 2015, Βαρελά, 2011).

Εμπόδιο (πολιτιστικό και όχι τεχνικό) στην διάδοση της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ αποτελεί η εσφαλμένη αντίληψη και η ελλιπής ενημέρωση για τη ποιότητα των ανακυκλωμένων προϊόντων, καθώς υπάρχει μεγάλη επιφύλαξη σχετικά με τη χρησιμοποίηση ανακυκλωμένων αδρανών υλικών από ΑΕΚΚ Αυτό δεν ισχύει τόσο για τα μέταλλα, όσο για άλλα ρεύματα πχ τσιμέντο. Επίσης, η έλλειψη ενημέρωσης για θέματα που αφορούν τις τεχνικές ανακύκλωσης είναι ένας από σημαντικούς λόγους για την μη υιοθέτηση των ανακυκλωμένων αποβλήτων στην οικοδομική βιομηχανία. Στα παραπάνω προστίθενται η έλλειψη συντονισμού (σε κάποιες χώρες πιο έντονη) μεταξύ των ανθρώπων και των φορέων που εμπλέκονται στην ανακύκλωση και την διάθεση των ανακυκλωμένων προϊόντων. (Πολεντά, 2015)

Στα παραπάνω προστίθεται η έλλειψη προγραμμάτων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης σε συνδυασμό με το ότι σε κάποιες χώρες όπως η Ελλάδα δεν υπάρχει σε όλες τις περιοχές φορέας εναλλακτικής διαχείρισης/ ανακύκλωσης ΑΕΚΚ (ΣΣΕΔ ΑΕΚΚ), εξαιτίας της απουσίας αδειοδοτημένων (εν λειτουργία) εγκαταστάσεων επεξεργασίας σε όλες τις περιφερειακές ενότητες για τα απόβλητα του συγκεκριμένου ρεύματος Επίσης, για την χώρα μας, δεν υπάρχει συνεργασία με όλους τους ΟΤΑ για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, (υπάρχουν κάποιες συμβάσεις αλλά δεν περιλαμβάνουν όλους τους ΟΤΑ ακόμα και σε περίπτωση που το σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης καλύπτει τον νομό), Επιπροσθέτως, υπάρχει έλλειψη ελέγχων και διορθωτικών δράσεων σε ότι αφορά την εφαρμογή σχεδίων διαχείρισης, πολύπλοκη και διασκορπισμένη νομοθεσία (Πολεντά, 2015, ΕΟΑΝ, 2017).

Όσον αφορά τα τεχνικά θέματα που εμποδίζουν την χρήση των ανακυκλωμένων υλικών είναι η έλλειψη τεχνικών προτύπων και προδιαγραφών που να υιοθετούνται από τους κατασκευαστές και να προβλέπουν τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Με απλά λόγια οι κατασκευαστές δεν αλλά και η νομοθεσία δεν κάνουν πρόβλεψη για τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Παράλληλα, πολλές φορές γίνεται αναποτελεσματική διαλογή και υπάρχει μόλυνση του ρεύματος των αποβλήτων. Η επιλεκτική κατεδάφιση που εξασφαλίζει καθαρά απόβλητα έχει σημαντικό κόστος και απαιτεί περισσότερο χρόνο. (Πολεντά, 2015, Γιουβανάκης, 2015,

Στα προηγούμενα μπορεί να προστεθεί και η ανακρίβεια που αφορά την παραγόμενη ποσότητα ΑΕΚΚ. Συγκεκριμένα, στη χώρα μας δεν υπάρχει μια καθορισμένη μεθοδολογία υπολογισμού



της συνολικής ποσότητας των ΑΕΚΚ. Ο προσδιορισμός βασίζεται σε εκτιμήσεις μελετών επιστημονικών ομάδων και της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής. Κατά συνέπεια προσεγγιστικά είναι και τα ποσοστά ανακύκλωσης και αξιοποίησής τους (ΕΟΑΝ, 2017).

### 3.4 Μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ

#### 3.4.1 Εισαγωγή- γενικά στοιχεία

Στα επόμενα δίνονται ορισμένα στοιχεία για τις μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ. Υπενθυμίζεται ότι ορισμένα στοιχεία για την επεξεργασία ορισμένων ρευμάτων ΑΕΚΚ έχουν δοθεί παραπάνω.

Η επεξεργασία των ΑΕΚΚ λαμβάνει χώρα σε κατάλληλους χώρους, σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας. Έτσι γίνεται σε χώρους που εγκρίνονται ως κατάλληλοι, ή σε χώρους ανενεργών ή και ενεργών λατομείων. Στην περίπτωση των λατομείων, δεν πρέπει να εμποδίζεται η λειτουργία τους, ούτε να δεσμεύονται αποθέματα των κοιτασμάτων. Τα ΑΕΚΚ που μεταφέρονται στις μονάδες επεξεργασίας δεν επιτρέπεται να έχουν οικιακά απορρίμματα. Επίσης υπάρχουν συγκεκριμένα χρονικά όρια που αφορούν την επεξεργασία των ΑΕΚΚ. Για παράδειγμα, τα ΑΕΚΚ προς διαλογή δεν μπορούν να παραμένουν στο χώρο υποδοχής περισσότερο από 30 ημέρες πριν την επεξεργασία τους. Για τα αδρανή υλικά ο χρόνος παραμονής παρατείνεται μέχρι 6 μήνες. Επίσης τα υλικά που ανακτώνται πρέπει να διατίθενται στην αγορά ή σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις ανακύκλωσης, σε χρονικό διάστημα που δεν υπερβαίνει τους 12 μήνες. (Τσιρογιάννης, 2018, Ρούσσος 2016)

Τα επεξεργασμένα αδρανή υλικά από τα ΑΕΚΚ χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή τσιμέντου ή άλλων υλικών. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως προϊόντα/ υλικά κατασκευών σε έργα που περιλαμβάνουν κτίρια και έργα υποδομής. Η χρήση τους γίνεται εφόσον φυσικά είναι κατάλληλα για την συγκεκριμένη εφαρμογή για την οποία προορίζονται και πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές, σύμφωνα με τις ισχύουσες σχετικές διατάξεις. Τα αδρανή κατάλοιπα που προκύπτουν από την επεξεργασία των ΑΕΚΚ, καθώς και τα χώματα και πέτρες και μπάζα εκσκαφών (κατηγορίες 17 05 04 και 17 05 06 από τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων), αξιοποιούνται ως υλικά σε εργασίες επιχωματώσεων, αποκαταστάσεις ανενεργών και εν ενεργεία λατομείων, ανεξέλεγκτων χωματερών, επικαλύψεις χώρων υγειονομικής ταφής και εν γένει αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή αναπλάσεων χώρων (Τσιρογιάννης, 2018, Ρούσσος 2016).

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των ΑΕΚΚ αποτελούνται από χώρους υποδοχής των ΑΕΚΚ, χώρους διαλογής και αποθήκευσης των ανακτημένων υλικών, χώρους που λαμβάνει χώρα η

επεξεργασία/ ανακύκλωση, χώρους αποθήκευσης των δευτερογενών προϊόντων, καθώς και τον απαραίτητο τεχνικό και μηχανολογικό εξοπλισμό. Οι χώροι πρέπει να είναι περιφραγμένοι, προκειμένου να προστατεύονται από την απόρριψη άλλου τύπου αποβλήτων. Επίσης πρέπει να πληρούν όλες τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για τη υγιεινή και την ασφάλεια των εργαζόμενων αλλά και να ελαχιστοποιείται η όχληση σε κοντινές περιοχές, ειδικά αν είναι κατοικημένες. Όλοι οι χώροι διαθέτουν συστήματα πυρανίχνευσης - πυρόσβεσης, σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό πυροπροστασίας και λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα εξουδετέρωσης των οσμών. (Τσιρογιάννης, 2018, Ρούσσος 2016)

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ. Οι διαφορές τους εξαρτώνται από τα εισερχόμενα υλικά πχ τις κατηγορίες των Α.Ε.Κ.Κ που επεξεργάζονται, την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, την απαιτούμενη δυναμικότητα, τα συστήματα διαλογής που χρησιμοποιούνται, την ποιότητα ή τις προδιαγραφές που απαιτείται να πληρούν παραγόμενα προϊόντα, ανάλογα και με αγοράς στην οποία διατίθενται. κλπ. Γενικά χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες και μηχανήματα όπως, μηχανήματα θραύσης, κοσκίνισης κ.τ.λ., ανάλογα με το είδος, το μέγεθος κλπ να προκειμένου τα παραγόμενα υλικά να έχουν την επιθυμητή ποιότητα. Συνοπτικά, η διαδικασία που ακολουθείται σε μία «τυπική» μονάδα επεξεργασίας ΑΕΚΚ περιγράφεται ακολούθως: Κατά το πρώτο στάδιο τα υλικά εισέρχονται και μέσα από ένα σύνολο ενεργειών, (πχ με κόσκινα, με αεροδιαχωρισμό, με μαγνήτες, με το χέρι κλπ) γίνεται ο διαχωρισμός τους σε επαναχρησιμοποιήσιμα και μη, (με ή χωρίς την υποστήριξη βοηθητικών προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά). Επίσης γίνεται το πρώτο στάδιο απομάκρυνσης προσμείξεων- στοιχείων όπως ξύλα, πλαστικά, σίδερα, κ.λ.π. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η επεξεργασία τους πχ τεμαχισμός, καθαρισμός κλπ. Στη συνέχεια τα υλικά αποθηκεύονται και μεταφέρονται για χρήση. Ρούσσος, 2016, Γιουβανάκης, 2015)



Εικόνα

3-1: Μονάδα ανακύκλωσης αδρανών αποβλήτων στην Βόρεια Ελλάδα (πηγή: ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Ένα συνοπτικό διάγραμμα ροής των ΑΕΚΚ στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Διάγραμμα 3-2: Διάγραμμα ροής της μονάδας ανακύκλωσης ΑΕΚΚ (πηγή Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

### 3.4.2 Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε μια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων ΕΚΚ αναλύεται στη συνέχεια.

Για την μεταφορά των ΑΕΚΚ της μονάδας χρησιμοποιούνται φορτηγά μεταφοράς των αδρανών, εκσκαφέας, λαστιχοφόρος φορτωτής, και μεταφορικές ταινίες. Αναλυτικότερα, τα φορτηγά μεταφοράς αδρανών υλικών είναι (συνήθως) ανατρεπόμενα οχήματα και χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των ΑΕΚΚ στις μονάδες επεξεργασίας από τον τόπο προέλευσής τους καθώς και τα τελικά προϊόντα προς επιπλέον επεξεργασία (πχ τα μέταλλα για ανακύκλωση) ή αξιοποίηση. Ο (συνήθως ερπυστριοφόρος) εκσκαφέας χρησιμοποιείται για την εκτέλεση εκσκαφών και κατεδαφίσεων, για την ανύψωση των ανακυκλωμένων ή μη υλικών προκειμένου να φορτωθούν στα φορτηγά οχήματα ή να τροφοδοτήσουν άλλα μηχανήματα πχ τους σπαστήρες. Ο (συνήθως λαστιχοφόρος) φορτωτής χρησιμοποιείται για τη μεταφορά οικοδομικών και χωματουργικών υλικών, και ομοίως για την φόρτωση μεταφορικών μέσων ή για την τροφοδοσία των μηχανημάτων πχ σπαστήρων. Οι μεταφορικές ταινίες μεταφέρουν τα υλικά στα διάφορα στάδια

της παραγωγικής διαδικασίας και στην τελική απόθεση των υλικών πχ σε σωρούς (Κακλόπουλος, 2015).

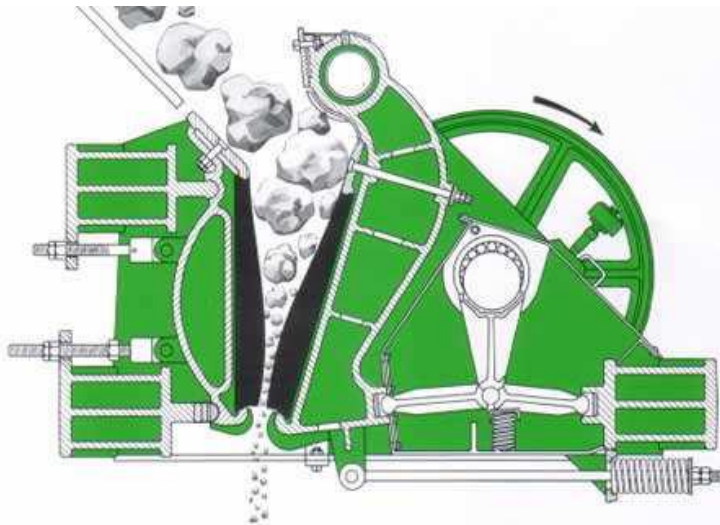


Εικόνα 3-2: Εξοπλισμός μονάδων επεξεργασίας ΑΕΚΚ- φορτωτής και μεταφορική ταινία (πηγή <http://www.easa-ike.gr/>)

Για την επεξεργασία- θραύση των υλικών χρησιμοποιούνται διάφορα μηχανήματα όπως σπαστήρες και σφύρες.

Οι σπαστήρες κάνουν τη θραύση των εισερχόμενων οικοδομικών υλικών στην επιθυμητή κοκκομετρία. Υπάρχουν διάφορα είδη σπαστήρων, όπως ο σπαστήρας τύπου «ψαλίδα», ο τύπου «σιαγώνων» ή τύπου κρούσεως, που ονομάζονται και «σφυριά», καθώς επίσης και υδραυλικοί θραυστήρες, οι κρουστήρες, οι σπειροειδείς σπαστήρες και οι αλεστές των υπολειμματικών υλικών. Το υδραυλικό ψαλίδι και η υδραυλική σφύρα προσαρμόζονται στον ερπυστριοφόρο εκσκαφέα και χρησιμοποιούνται σε δευτερογενή θραύση για να σπάνε- μειώνουν το μέγεθος μεγάλων κομματιών τσιμέντου. (Κακλόπουλος, 2015)





Εικόνα 3-3 : Σπαστήρας τύπου σιαγώνων (πηγή: Κακλόπουλος, 2015)

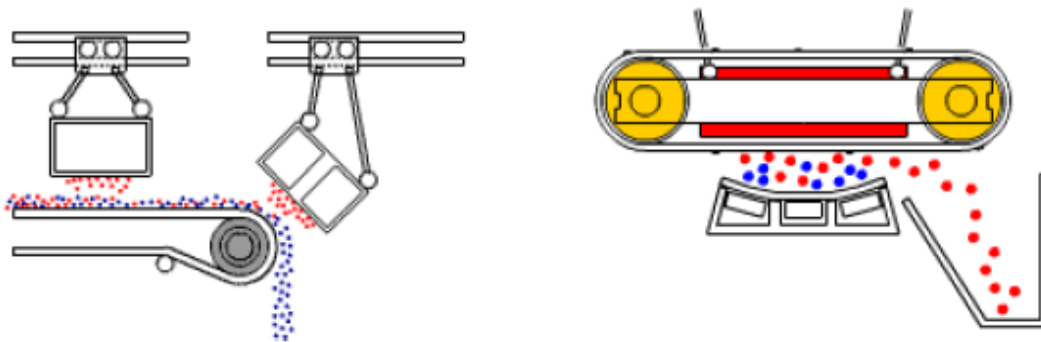


Εικόνα 3-4: Εξοπλισμός ανακύκλωσης ΑΕΚΚ (υδραυλικός θρυμματιστής) (πηγή: Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

Για την διαλογή των διαφόρων ρευμάτων από τα ΑΕΚΚ χρησιμοποιούνται κόσκινα διαφόρων τύπων, χειροδιαλογή, μαγνήτες, αεροδιαχωριστές και άλλα.

Τα κόσκινα αποτελούνται από μία διάταξη με οπές, όπου το επιθυμητό υλικό περνά ή δεν περνά από αυτές. Συνήθως χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία διατάξεις με διαφορετικές διαμέτρους πχ για να διαχωρίζονται τα πολύ μεγάλα υλικά και τα πολύ μικρά. Τα κόσκινα ταξινόμησης χρησιμοποιούνται συνήθως μαζί με σπαστήρες για την ταξινόμηση των παραγόμενων υλικών ανάλογα με το ζητούμενο μέγεθος. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κόσκινων.

Αυτά που συναντώνται στις περισσότερες μονάδες εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ είναι τα δονούμενα κόσκινα, τα ραβδοκόσκινα, τα περιστρεφόμενα κυκλικά κόσκινα και τα δισκοειδή. Στον σταθμό χειροδιαλογής λαμβάνει χώρα η διαλογή των αποβλήτων με το χέρι. Συνήθως χρησιμοποιείται μία μεταφορική ταινία και οι εργάτες εργατών συλλέγουν από αυτή τα υλικά που απαιτούν διαφορετική επεξεργασία από το υπόλοιπο ρεύμα αποβλήτων. Η συλλογή γίνεται σε ειδικούς κάδους μέσα στο σταθμό χειροδιαλογής. Οι μαγνητικοί διαχωριστές χρησιμοποιούνται για την συλλογή των (σιδηρούχων) μεταλλικών προσμίξεων από το ρεύμα των αποβλήτων. Συνήθως χρησιμοποιείται μαγνήτης ο οποίος συλλέγει ή εκτρέπει τα υλικά από μία μεταφορική ταινία. Μία πρόχειρη εικόνα των μαγνητικών διαχωριστών φαίνεται παρακάτω. Παρόμοια λειτουργεί και μία διάταξη επαγωγικού διαχωρισμού μετάλλων, τα οποία είναι μη σιδηρούχα και δεν έλκονται από μαγνήτες. Εδώ με την βοήθεια ηλεκτρικού πεδίου δημιουργούνται δινορεύματα στο υλικό και έτσι αυτό απομακρύνεται από τα υπόλοιπα. Ο αεροδιαχωριστής με τη βοήθεια του αέρα απομακρύνει ανεπιθύμητες προσμίξεις πχ σκόνες, χαρτί που δεν είναι δυνατό να απομακρυνθούν με τους μαγνήτες και τη χειροδιαλογή. (Κακλόπουλος, 2015)



Εικόνα 3-5: Μαγνητικοί διαχωριστές (πηγή: Κακλόπουλος, 2015)

Μία ενδεικτική εικόνα του εξοπλισμού (κινητής) μονάδας επεξεργασίας ΑΕΚΚ, παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα





Εικόνα 3-6: (Κινητή) μονάδα επεξεργασίας ΑΕΚΚ (πηγή: [www.anakem.gr](http://www.anakem.gr))

Ειδικά στην περίπτωση της ανακύκλωσης των κατεδαφίσεων κατεδαφίσεων/ αδρανών υλικών των ΑΕΚΚ, όπως μπάζα και πέτρες, αυτή λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις. Μετά τον αρχικό διαχωρισμό, απομακρύνονται υλικά όπως πλαστικό, ξύλο κ.λ.π. Στη συνέχεια το λεπτόκοκκο κλάσμα, δηλαδή το κλάσμα μεγέθους 0-16 χιλιοστά, διαχωρίζεται από αυτό της μεσαίας κοκκομετρίας (16-32mm). Το υπόλοιπο (μέγεθος μεγαλύτερο από 32 χιλιοστά) επίσης επεξεργάζεται πχ μεταφέρεται για θραύση μέσω μεταφορικής ταινίας προς δημιουργία υλικού μικρότερης κοκκομετρίας. Στην επόμενη φάση, ό,τι περισσεύει οδηγείται με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας για θραύση, προκειμένου να γίνει παραγωγή υλικού μικρότερης κοκκομετρίας. Το προϊόν που παράγεται αποθηκεύεται και στη συνέχεια διατίθεται για μετέπειτα χρήση (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2013, Ρούσσοι, 2016). (<http://www.easa-ike.gr/services.html>, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012 <http://anakyklosi-am.gr/>)

Αναλυτικότερα, τα υλικά που εισέρχονται στις εγκαταστάσεις αυτές περιλαμβάνουν αδρανή κοκκώδη υλικά όπως σκυρόδεμα, άσφαλτο, τούβλα κλπ, απορρίμματα ξυλείας, μέταλλα (αλουμίνιο, σίδηρο και μη σιδηρούχα μέταλλα), πλαστικά και χαρτί. Αφού τα εισερχόμενα υλικά αποθεθούν στις εγκαταστάσεις, ανάλογα με το αν είναι πλήρως αναμεμιγμένα, ελαφρώς αναμεμιγμένα ή (πλήρως) διαχωρισμένα υλικά εφαρμόζεται η ακόλουθη αλληλουχία εργασιών ή μέρος της

1. χειροδιαλογή (απομάκρυνση των πλαστικών, ξύλων, χαρτιών και των μη σιδηρούχων μεταλλικών αποβλήτων)
2. μαγνητικός διαχωρισμός (συλλογή σιδηρούχων μεταλλικών αποβλήτων)
3. κοσκίνισμα (απομάκρυνση του κλάσματος των αδρανών υλικών 0-4mm)
4. θλίψη σε ειδικούς θραυστήρες με μαγνητικό διαχωριστή

#### 5. κοσκίνισμα (διαχωρισμός κλασμάτων)

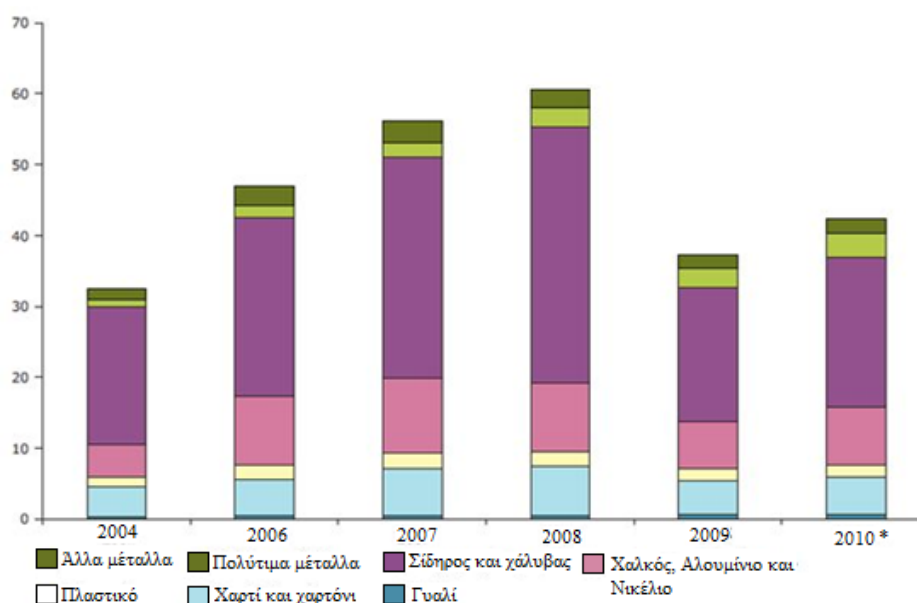
Μετά την επεξεργασία των υλικών γίνεται διαχωρισμός τους ανά είδος (άμμος, χώμα, διαβαθμισμένα υλικά οδοστρωσίας, ξύλα, πλαστικά, κλπ). Τα διαβαθμισμένα αδρανή και το χώμα διατίθενται προς πώληση ενώ τα υπόλοιπα υλικά μεταφέρονται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις για την ανακύκλωσή τους (χυτήρια μετάλλων, μονάδες ανακύκλωσης πλαστικών και χάρτου, μονάδες παραγωγής pellet).

(Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2013, Ρούσσοι, 2016). (<http://www.easa-ike.gr/services.html>, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012)

#### 4 Κεφάλαιο Δ: Οικονομικά στοιχεία της εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΕΚ

Σε γενικές γραμμές, η λειτουργία ενός συστήματος ανακύκλωσης μπορεί να έχει σημαντικά οικονομικά οφέλη. Το πιθανό κέρδος αφορά και τον φορέα που συλλέγει και μεταφέρει τα υλικά προς ανακύκλωση (εδώ τα ΑΕΚΚ), την μονάδα που επεξεργάζεται και ανακυκλώνει τα ΑΕΚΚ, αλλά και το εργοστάσιο/ την αγορά στην οποία διατίθενται τα ανακυκλωμένα προϊόντα. Αυτό διότι οι πρώτες ύλες έχουν σημαντικό κόστος που προκύπτει από την ανάγκη μεταφοράς και επεξεργασίας τους. Το κόστος αυτό έχει πληρωθεί από τον προμηθευτή και τελικά πληρώνεται από τον τελικό χρήστη. Επειδή τα υλικά που προέρχονται από ανακυκλωμένες πρώτες ύλες απαιτούν λιγότερη επεξεργασία μπορούν να πωλούνται φθηνότερα. Επιπλέον, η διάθεση αποβλήτων σε χώρο ταφής έχει σημαντικό κόστος, τόσο για την μεταφορά του όσο και για περιβαλλοντικά τέλη, αντισταθμιστικά οφέλη κλπ.

Ενδεικτικά, η αξία των υλικών που απορρίπτονται στους ΧΥΤΑ της Ευρώπης κάθε χρόνο υπολογίζεται σε 5,25 δις €. Ο κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των πιο σημαντικών υλικών σχεδόν διπλασιάστηκε την περίοδο 2004-2008 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (από 32,5δις € σε 60,5δις €) για να πέσει στα 37,2 δις €, το 2009, λόγω της οικονομικής ύφεσης. Η παραπάνω αξία υποεκτιμά την πραγματική οικονομική αξία της ανακύκλωσης καθώς δεν περιλαμβάνει δραστηριότητες που συνδέονται με την ανακύκλωση των πιο σημαντικών υλικών, ούτε όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά (Γρύλλης, 2017, Μήτσικας, 2015). Μία ενδεικτική εικόνα των οικονομικών στοιχείων των δραστηριοτήτων ανακύκλωσης, ανάλογα και με το ανακυκλούμενο υλικό παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 4-1: Συνολικός κύκλος εργασιών ανακύκλωσης βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην Ε.Ε. το 2004 & 2006-2009 και εκτίμησης για το 2010 σε δις € και τρέχουσες τιμές. (πηγή: Μήτσικας, 2015).

Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ. Τα οικονομικά χαρακτηριστικά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ σχετίζονται με το κόστος εξόρυξης των πρώτων υλών και κατασκευής των προϊόντων, το κόστος προσωρινής αποθήκευσης, το κόστος μεταφοράς, το κόστος παραλαβής στις μονάδες διαχείρισης και τον φόρο υγειονομικής ταφής: Λόγω του ότι ορισμένα από τα υλικά έχουν μεγάλη αξία, υπάρχει σημαντική αγορά ανακυκλωμένων υλικών. Αναλυτικότερα, τα μη αδρανή υλικά και προϊόντα πρέπει να υποβάλλονται σε διαλογή ανάλογα με την οικονομική αξία τους. Τα μέταλλα έχουν σημαντική αξία μεταπώλησης, ενώ διαπιστώνεται επίσης σημαντική ζήτηση για υλικά όπως τα τούβλα και τα πλακάκια. Τη μεγαλύτερη αξία έχουν τα μέταλλα (σίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο και χαλκός) και ακολουθεί το χαρτί και το χαρτόνι και μετά τα πλαστικά, το γυαλί και τα αδρανή. Ενδεικτικές τιμές πώλησης των υλικών προς ανακύκλωση, ανάλογα με την κατάσταση που διατίθεται το ανακτώμενο υλικό, την ποιότητα (καθαρότητα), τις τιμές της διεθνούς αγοράς κλπ είναι 30 -170 €/τόνο για το χαρτί, 10 - 50 € /τόνο για το γυαλί, 10-200 € για το πλαστικό (Μήτσικας 2015, Γρύλλης, 2017, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2016)..

Και τα αδρανή υλικά που προέρχονται από ΑΕΚΚ μπορούν να αξιοποιηθούν για διάφορα κατασκευαστικά έργα. Οι προοπτικές οφείλονται τόσο στην αξία των υλικών όσο και στο ότι η τεχνολογία για το διαχωρισμό ή την επεξεργασία των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι εύκολα προσβάσιμη και χαμηλού κόστους. Ωστόσο η διάθεσή τους εξαρτάται σημαντικά από την περιοχή. Ενδεικτικά, στο Παρίσι υπάρχει έλλειψη φυσικών αδρανών υλικών. Έτσι τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά είναι μια ελκυστική εναλλακτική λύση. Σημαντικό ρόλο στην αγορά ανακύκλωσης παίζουν τα δημόσια έργα. Αντίθετα, στη πόλη Λιλ της Γαλλίας, η αφθονία των λατομείων και το υψηλότερο κόστος παραγωγής ανακυκλώσιμων αδρανών είναι περιοριστικοί παράγοντες (αφού οι πρώτες ύλες έχουν χαμηλότερο κόστος). Στο Ρότερνταμ, το υψηλότερο κόστος παραγωγής για τα ανακυκλωμένα υλικά σε σύγκριση με πρωτογενή υλικά αντισταθμίζεται από υψηλά τέλη διάθεσης σε χώρους ταφής. Στις Βρυξέλλες η έλλειψη χώρου υγειονομικής ταφής ωθεί τις κατασκευαστικές εταιρείες και κατεδάφισης να ρίξουν τις τιμές της αγοράς και την εξεύρεση λύσεων για τα απόβλητά τους. Σε ένα γενικό υπολογισμό, ανακυκλωμένα αδρανή σκυροδέματος στην Ευρώπη μπορεί να έχουν κόστος αγοράς 3 έως 12 € ανά τόνο, ενώ αντίστοιχα το κόστος παραγωγής είναι από 2,5 έως 10 € ανά τόνο, αφήνοντας ένα περιθώριο κέρδους. (ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012Μήτσικας, 2015, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Τσιρογιάννης, 2018).

Η ανακύκλωση σκυροδεμάτων έχει αποδειχθεί ότι είναι κερδοφόρα. Ωστόσο υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Αυτοί είναι: 1. το κόστος μεταφοράς, το οποίο πρέπει να παραμένει σε χαμηλές τιμές. Αυτό οδηγεί την αγορά να προσανατολίζεται προς τις

αστικές περιοχές. 2. η αγορά για ανακυκλωμένα υλικά επηρεάζεται από τις προδιαγραφές των χρηστών και από διάφορες προκαταλήψεις και επιφυλάξεις. 3. η διαθεσιμότητα των τροφοδοτούμενων στο συγκρότημα υλικών προσδιορίζεται από το μέγεθος των κατεδαφίσεων, η οποία κατά κανόνα γίνεται μέσα σε παλαιότερες και μεγαλύτερες πόλεις. Οι τιμές κόστους διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία και τις συνθήκες, που επικρατούν στην περιοχή. (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012).

Σημειώνεται εδώ ότι η θέσπιση περιβαλλοντικών φόρων και προστίμων δεν αρκεί από μόνη της για την αποτελεσματική εκτροπή των ΑΕΚΚ από την ταφή. Τα οικονομικά μέτρα πρέπει να συνοδεύονται από τη ύπαρξη επαρκούς υποδομής επεξεργασίας των αποβλήτων, αλλιώς θα θεωρηθούν ως ένα ακόμη μέσο για την αύξηση των φόρων χωρίς κάποιο αντισταθμισμα. Επίσης μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση των παράνομων χωματερών. Στην Κοπεγχάγη, για παράδειγμα, λειτουργεί από το 1996 στο χώρο του νέου ΧΥΤΑ ένα κέντρο επεξεργασίας και ανακύκλωσης κατασκευαστικών αποβλήτων ετήσιας δυναμικότητας 700.000 τόνων. Τα τέλη εισόδου αντανακλούν την δυσκολία και το κόστος της επεξεργασίας και κυμαίνονται από 85,00 €/ton για καθαρό σκυρόδεμα και 117,00 €/ton για ενισχυμένο σκυρόδεμα, έως 500,00 €/ton για γυψοσανίδες και 920,00 €/ton για ανάμεικτα υλικά (Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012). Επίσης πρέπει μαζί με την υποδομή να λαμβάνει χώρα εκστρατεία ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σημαντικά οικονομικά κίνητρα για την εναλλακτική διαχείριση/ανακύκλωση των ΑΕΚΚ. Ταυτόχρονα, συνεχίζεται μέχρι και σήμερα η ανεξέλεγκτη απόρριψη ΑΕΚΚ και η παραβίαση της νομοθεσίας από πολλούς παράγοντες που εμπλέκονται στη διαχείρισή τους και ιδιαίτερα από αυτούς που παράγουν τα απόβλητα. Έτσι μπαίνουν εμπόδια στις προσπάθειες προς την κατεύθυνση της ορθής διαχείρισης και της αύξησης της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ.

Επιπλέον, στην χώρα μας, λόγω του ποικιλόμορφου τοπίου (με λόφους, βουνά κλπ), τα πρωτογενή υλικά είναι εύκολα διαθέσιμα σχεδόν σε όλη τη χώρα. Κατά συνέπεια, το κόστος εξόρυξης των πρωτογενών υλικών και κατά συνέπεια οι τιμές τους είναι πολύ μικρές. Έτσι, υπάρχει δυσκολία στο φτάσουν και να παραμείνουν οι τιμές των δευτερογενών υλικών χαμηλότερες από αυτές των πρωτογενών, ώστε να είναι εφικτή η δημιουργία μιας αγοράς δευτερογενών υλικών. Πολλές φορές, η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ εκλαμβάνεται ως ένα επιπλέον κόστος από τους εμπλεκόμενους, αφού οι εναλλακτικές λύσεις δεν έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα. Δεν υπάρχει δηλαδή ανεπτυγμένη αγορά για τα ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ. Σε αυτό, εκτός από τα παραπάνω, λόγω παίζει και η οικονομική κατάσταση που βρίσκεται η χώρα. Με απλά λόγια οι πρωτογενείς πρώτες ύλες είναι πιο φθηνές και ευκολότερα διαθέσιμες σε σύγκριση με τα ανακυκλωμένα υλικά από την επεξεργασία των ΑΕΚΚ. Τα παραπάνω ισχύουν περισσότερο για τα αδρανή υλικά και όχι τόσο για τα μέταλλα των ΑΕΚΚ, όπου λόγω και της υψηλής τιμής η ζήτηση είναι υψηλή και η ανακύκλωση επικερδής. Μάλιστα παρατηρούνται φαινόμενα παράνομης αφαίρεσης υλικών και πώλησής τους ως σκραπ προς ανακύκλωση. νου ότι οι τιμές



των πρώτων υλών για την κατασκευή είναι ακόμα φθηνότερες (Πολαντά, 2016, Κακλόπουλος, 2015).

Επειδή δεν υπάρχει ανεπτυγμένη αγορά για τα ανακυκλώσιμα υλικά, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας έχουν περιορισμένες επιλογές για την πώληση των ανακτώμενων υλικών. Ορισμένες φορές τα παραχωρούν δωρεάν στους δήμους για τα δημόσια έργα μικρής κλίμακας. Τα παρακάτω οικονομικά στοιχεία σχετικά με την επεξεργασία τους σε εγκαταστάσεις συνδεδεμένες με τα επίσημα συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων δείχνουν την κατάσταση στην Ελλάδα. Από την μελέτη του πίνακα προκύπτει το ότι είναι αντιοικονομική η ανακύκλωση. (Πολαντά, 2016). Έτσι πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μειώνεται το κόστος πχ να συνδυάζεται η μεταφοράς ΑΕΚΚ προς τη μονάδα ανακύκλωσης με ταυτόχρονη προμήθεια δευτερογενών υλικών για το έργο, ώστε να περιορίζονται οι μεταφορές και να μην πηγαиноέρχονται άδεια τα φορτηγά μεταφοράς.

<b>Κόστος διαχείρισης</b>	<b>Ευρώ/τόνο</b>
Απόβλητα εκσκαφής	0.5 – 4.3
Απόβλητα Κατεδαφίσεων, διαχωρίζονται στην πηγή	2.5 – 10.8
Απόβλητα Κατεδαφίσεων, που δεν διαχωρίζονται στην πηγή	6.3 – 11.8
Απόβλητα ανακαίνισης	4.4 – 25
Απόβλητα από την απομάκρυνση της ασφάλτου	0 – 3.3
<b>Τιμές πώλησης ανακυκλωμένων υλικών CDW (μεταλλικά)</b>	<b>0 – 4</b>

Πίνακας 4-1: Οικονομικά δεδομένα από την διαχείριση των ΑΕΚΚ (Πολαντά, 2016)

Σε μία ενδεικτική ανάλυση του κόστους διαχείρισης των ΑΕΚΚ, μπορεί να εκτιμηθεί;

- Το κόστος προσωρινής αποθήκευσης, το οποίο αφορά το κόστος ενοικίασης των κιβωτίων κοντέινερ όπου απορρίπτονται τα ΑΕΚΚ στο χώρο του εργοταξίου, το οποίο είναι 2-3 ευρώ/ημέρα.
- Το κόστος μεταφοράς, το οποίο σχετίζεται με το κόστος μεταφοράς των ΑΕΚΚ με τα φορτηγά/ οχήματα μεταφοράς από το χώρο παραγωγής στη μονάδα διαχείρισης κυμαίνεται από 100-150 ευρώ/δρομολόγιο, για αποστάσεις που κυμαίνονται από 40-100 χιλιόμετρα. Στα χιλιόμετρα αυτά είναι και το όριο όπου η μεταφορά γίνεται αντιοικονομική, κάτι που φυσικά μεταβάλλεται ανάλογα με τις τιμές των καυσίμων και των πρώτων υλών.

- Το Κόστος παραλαβής ή/και κόστος εισόδου (gate fee) αφορά το κόστος που χρεώνει η μονάδα διαχείρισης, εφόσον υποχρεούται να επεξεργαστεί τα ΑΕΚΚ και κυμαίνεται από 10-15 ευρώ/τόνο. Σημειώνεται πως εφόσον τα υλικά είναι καθαρά υλικά εκσκαφών χωρίς προσμίξεις, τότε παραλαμβάνονται δωρεάν, αφού δεν υπόκεινται σε καμιά επεξεργασία, πριν την απόθεση τους ως υλικά επικάλυψης των ανενεργών λατομείων. Η χρέωση αυτή καλύπτει το κόστος λειτουργίας της μονάδας, καθώς και το κόστος για την απόσβεση για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού και είναι άκρως απαραίτητη για να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα των μονάδων διαχείρισης ΑΕΚΚ.
- Το κόστος υγειονομικής ταφής αποβλήτων στο επίπεδο των 40-50 ευρώ ανά τόνο εισερχόμενων αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής (για τους δήμους) ή λίγο μεγαλύτερο για τις επιχειρήσεις. Σημειώνεται ότι είχε εισαχθεί φόρος/ τέλος ταφής ίσο με 35 /τόνο για μη επεξεργασμένα απόβλητα θα εισέρχονταν στον ΧΥΤΑ. Η εφαρμογή του αναβλήθηκε και τελικά ο φόρος τροποποιήθηκε. Εκτός από τον φόρο υγειονομικής ταφής, δεν υπάρχουν άλλοι φόροι ή χρηματοοικονομικά μέσα για την αποτροπή της χρήσης των φυσικών πόρων.

(Κακλόπουλος, 2015, Μήτσικας, 2015, ECORYS, 2014) <https://www.pedattikis.gr/aporrimata-amp-amp-anakyklosi/krisimi-synedriasi-toy-edsna-gia-tin-anakyklosi-apovliton-me-allo-telos-tafis-to-30-kai-me-80-e-o-tonos-pano-apo-ayto-to-pososto/>)

Αν και η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ στη χώρα μας θεωρείται αντιοικονομική, υπάρχει η πιθανότητα εξαιτίας, να γίνει πιο ευνοϊκή. Για παράδειγμα, στα ελληνικά νησιά υπάρχει μια σημαντική οικοδομική δραστηριότητα, λόγω και της επέκτασης της τουριστικής υποδομής. Μερικά από τα μικρότερα ελληνικά νησιά έχουν έλλειψη πόρων και επομένως θα απαιτείται η μεταφορά ορισμένων ποσοτήτων οικοδομικών υλικών ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις για να φτάσουν στα εργοτάξια. Στις περιπτώσεις αυτές, η επαναχρησιμοποίηση, η δημιουργία εγκαταστάσεων ανακύκλωσης και η ανακύκλωση φαίνεται να είναι ιδιαίτερα επωφελής. Εκτός από τα νησιά, το ίδιο θα μπορούσε να ισχύει και σε άλλες περιοχές στην Ελλάδα που είναι απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες. Και εκεί, η εφαρμογή τοπικών πρωτοβουλιών για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση θα ήταν χρήσιμη. (Πολαντά, 2016).

Επιπλέον ώθηση στην κατεύθυνση της αύξησης της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης στη χώρα μας μπορεί να δώσει το γεγονός ότι οι χώροι υγειονομικής ταφής γίνονται όλο και πιο κορεσμένοι. Μεγάλες ποσότητες αποβλήτων κατευθύνονται στον ΧΥΤΑ της Φυλής στην Αττική, η χωρητικότητα του οποίου εξαντλείται. Αντίστοιχα εξαντλούνται και άλλοι ΧΥΤΑ. Παράλληλα η δημιουργία νέου ΧΥΤΑ μπορεί να προκαλέσει αντιδράσεις από τους κατοίκους της περιοχής. Επίσης η διαδικασία της χωροθέτησης και κατασκευής νέων χώρων ταφής, μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολη σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, σε περιοχές που έχουν περιορισμένο διαθέσιμο χώρο όπως τα νησιά κλπ. Έτσι η διαχείριση των αποβλήτων θα γίνεται όλο και πιο δύσκολη στο άμεσο μέλλον. Υπό αυτό το πρίσμα των εξελίξεων αυτών, οι



εγκαταστάσεις επεξεργασίας των ΑΕΚΚ μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην εκτροπή του ρεύματος αυτού από τους χώρους ταφής. Ωστόσο, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σχετικά με την ορθή διαχείριση των αποβλήτων σε σχέση με τους κανονισμούς ώστε να αποφευχθούν πρακτικές που ευνοούν την παράνομη απόρριψη. (Πολαντά, 2016, Μήτσικας, 2015, <https://www.edсна.gr/images/pdf2/Παρουσίαση v4 - ορθή επανάληψη.pdf>)

Ως παράδειγμα εφαρμογής συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων αναφέρεται το Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών στο δήμο της Ελευσίνας. Εκεί διαχειρίζονται τα αστικά στερεά απόβλητα του δήμου, δηλαδή πολλά ρεύματα αποβλήτων όπως οργανικά, ΑΕΚΚ και ανακυκλώσιμα υλικά συσκευασίας. Τα οικοδομικά απόβλητα- μπάζα διατίθενται σε εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης. Ανάλογα με την κατηγορία τους, η επιβάρυνση του Δήμου για τη διάθεση κυμαίνεται από 2,5 μέχρι 10,8 €/τόνο. Με κατάλληλη επεξεργασία (κοσκίνισμα) κατορθώνουμε να διαθέτουμε το μεγαλύτερο ποσοστό των μπάζων με επιβάρυνση 2,5 €/τόνο. Σημειώνεται ότι αν ο Δήμος δεν εφαρμόζε το σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης/ ανακύκλωσης ΑΕΚΚ, αυτά θα οδηγούνταν στο χώρο ταφής με χρέωση 45€/τόνο (τέλος ταφής) ή (χειρότερα) σε κάποιο ρέμα, οικόπεδο ή κοινόχρηστο χώρο. (<https://www.edсна.gr/images/pdf/473/%CE%94%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9D%CE%91%CE%A3.pdf>)

Ως ένα ακόμα στοιχείο για το κόστος δίνεται ο πίνακας που ακολουθεί. Ο πίνακας παρουσιάζει τις χρηματικές εισφορές των υπόχρεων διαχειριστών προς το ΣΣΕΔ. Σημειώνεται ότι στα ποσά δεν περιλαμβάνονται ο ΦΠΑ και τα έξοδα μεταφοράς των ΑΕΚΚ από το χώρο παραγωγής τους στην εγκατάσταση διαχείρισής τους.

Κατηγορίες ΑΕΚΚ	Αντιστοίχιση με κωδικούς ΕΚΑ	Ενδεικτική ανάλυση με κωδικούς ΕΚΑ / Επεξηγήσεις	Εισφορά Υπόχρεου (€/tn)
Μεμονωμένα ρεύματα αποβλήτων	17 04 01		Δωρεάν
	17 04 02		
	17 04 03		
	17 04 04		
	17 04 05		
	17 04 06		
	17 04 07		
	17 04 11		
	17 01 01		1,33
	17 02 02		

	17 02 03 17 03 02		
Απόβλητα εκσκαφών	17 05 04		3,02
	17 05 06	Ποσότητα >10.000 tn και έγγραφη σύμφωνη γνώμη της μονάδας επεξεργασίας ΑΕΚΚ	1,33
Απόβλητα καθαίρεσης (μικτά ρεύματα αποβλήτων)	17 09 04	17 01 01, 17 03 02, 17 04 05, 17 05 04, 17 05 06	3,02
Απόβλητα κατεδάφισης (καθαρά)	17 01 02 17 01 03 17 01 07 17 02 01		7,54
	17 09 04	17 01 01, 17 03 02, 17 04 05, 17 05 04, 17 05 06	
Απόβλητα κατεδάφισης - αποκατάστασης (με πολλές προσμίξεις)	17 09 04	17 01 01, 17 01 02, 17 01 03, 17 02 01, 17 02 02, 17 02 03, 17 08 02,	12,89
Απόβλητα ανακαίνισης	17 09 04	17 01 02, 17 01 03, 17 02 01, 17 02 02, 17 02 03, 17 08 02	29,55

Πίνακας 4-2: Ενδεικτικές τιμές διαχείρισης αποβλήτων- χρηματικές εισφορές των υπόχρεων διαχειριστών προς το ΣΣΕΔ (πηγή: <http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%BF%CF%83/>)

Σημειώνεται ότι το ζήτημα του κόστους διαχείρισης των ΑΕΚΚ έχει πολλές παραμέτρους, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Για παράδειγμα, αν δεν γίνει ορθολογική διαχείριση των ΑΕΚΚ και απλώς αποθεθούν σε ένα ρεύμα, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για τους κοντινούς οικισμούς και τα σπίτια από πλημμύρες. Έτσι, εκτός των άλλων προβλημάτων που θα

δημιουργηθούν, πρέπει να υπολογίζεται το κόστος για την αποκατάσταση ζημιών που προκαλούνται. Αν προς αποφυγή πλημμύρας γίνει η αποκατάσταση των μπαζωμένων ρεμάτων ή των περιοχών πάλι το κόστος είναι σημαντικό και σε κάθε περίπτωση μεγαλύτερο από το κόστος ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ. Επίσης θα πρέπει να υπολογίζεται το κόστος παραγωγής πρώτων υλών, ιδιαίτερα το ενεργειακό, το οποίο με βάση και την προσπάθεια για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, είναι πλέον σημαντικό και μεγαλύτερο από αυτό των ανακυκλωμένων υλικών/ δευτερογενών πρώτων υλών).

<http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/>

Επιπροσθέτως οι νόμοι που έχουν ψηφιστεί ή αναμένεται να ψηφιστούν σε Ελλάδα και Ευρώπη, θέτουν υψηλούς στόχους για την ανακύκλωση ή αξιοποίηση των ΑΕΚΚ. Σε περίπτωση μη επίτευξή τους αναμένονται διορθωτικά μέτρα ή και πρόστιμα. Έτσι το κόστος μη συμμόρφωσης πρέπει επίσης να υπολογιστεί στο κόστος διαχείρισης των ΑΕΚΚ. Στην ανακύκλωση/εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ, αναμένεται να συμβάλει και η αύξηση της τιμής διάθεσης αποβλήτων σε ΧΥΤΑ. Αυτό διότι η προς το παρόν φθηνή λύση της απόθεσης των ΑΕΚΚ σε χώρο ταφής θα γίνει πιο ακριβή και ενδεχομένως ασύμφορη. Οπότε θα πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος αυτό, ενώ επίσης θα αναζητηθούν τρόποι αύξησης της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ, άρα θα γίνουν πιο προσιτές οι τεχνολογίες ανακύκλωσης. (Μήτσικας, 2015, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ, 2012, Τσιρογιάννης, 2018).

## 5 Συμπεράσματα – προτάσεις μελλοντικής έρευνας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα Α.Ε.Κ.Κ. αποτελούν για την Ευρωπαϊκή Ένωση ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας. Ο μεγάλος τους όγκος σε συνδυασμό με τις επικίνδυνες ουσίες που περιέχουν, αποτελούν δύο επιπλέον λόγους που επιβάλλουν την ορθή διαχείρισή τους. Εκτός από τους δύο προηγούμενους λόγους, φυσικά ισχύουν οι λόγοι που ισχύουν γενικά στα απόβλητα, λόγω και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (μείωση της κατανάλωσης πόρων, μείωση εκπομπής αερίων, εξοικονόμηση εκτάσεων από χώρους ταφής κλπ

Συγκεκριμένα, αξίζει να τονιστεί ότι οι επικίνδυνες ουσίες όπως ο αμιάντος που περιέχονται στα Α.Ε.Κ.Κ. είναι δυνατόν να προκαλέσουν ποικίλα προβλήματα υγείας στους έμβιους οργανισμούς και τον άνθρωπο. Επίσης στην ανεξέλεγκτη διάθεση μπορούν να δημιουργηθούν σοβαρά προβλήματα πλημμύρας, αν πχ αποτεθούν σε κάποιο ρεύμα. Το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα Α.Ε.Κ.Κ. πρέπει να δίνει ώθηση για την βελτίωση των στρατηγικών και των πρακτικών διαχείρισης των Α.Ε.Κ.Κ. Με άλλα λόγια, η σωστή διαχείριση των ΑΕΚΚ και ειδικά των επικίνδυνων πρέπει να αποτελούν προτεραιότητα για την ελληνική και παγκόσμια κοινότητα.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε η διαχείριση των ΑΕΕΚ. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε μία αποτύπωση των παραγόμενων ποσοτήτων, της υπάρχουσας κατάστασης, του περιβαλλοντικού προβλήματος από την ανεξέλεγκτη διάθεση ή από την μη ορθολογική διαχείριση των Α.Ε.Κ.Κ και πρακτικές διαχείρισης, στην Ελλάδα αλλά και σε διεθνές επίπεδο. Παρουσιάστηκε επίσης το νομικό και θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση των ΑΕΚΚ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα Α.Ε.Κ.Κ. παράγονται από διαφορετικούς τομείς και κατά συνέπεια έχουν σημαντικές διαφορές στη σύσταση. Συγκεκριμένα, οι κυριότερες πηγές που παράγουν ΑΕΚΚ είναι οι κτιριακές κατασκευές, οι ανακαινίσεις και η οδοποιία. Σε αυτές πρέπει να προστεθούν, οι εκσκαφές και οι φυσικές καταστροφές που επίσης παράγουν μεγάλες ποσότητες Α.Ε.Κ.Κ.

Οι κατευθύνσεις που έχουν οριστεί από την ελληνική νομοθεσία αφορούν στο ποσοστό ανακύκλωσης Α.Ε.Κ.Κ. το οποίο στόχος είναι να φτάσει μέχρι το 2020 το ποσοστό του 70% (ΕΕΔΣΑ, 2015). Επίσης θα έπρεπε ήδη να υπάρχει πανελλαδική κάλυψη με συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ, κάτι που δεν έχει επιτευχθεί, παρά την πρόοδο που σημειώνεται.

Όπως φαίνεται λοιπόν, υπάρχουν ακόμα πολλές παράμετροι που πρέπει να βελτιωθούν και για τα οποία καταβάλλονται μεν προσπάθειες, αλλά υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος να διανυθεί και αντίστοιχα τμήματα που πρέπει να καλυφθούν από κατάλληλες μελέτες. Ενδεικτικές προτάσεις είναι η προώθηση ενισχυτικών δράσεων, ενεργειών και νέων νομοθετικών ρυθμίσεων για την ενίσχυση του βαθμού απόδοσης της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ, η επέκταση της

συνεργασίας των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης με τους ΟΤΑ, η καλύτερη ενημέρωση των πολιτών αλλά και των εργολάβων για ζητήματα που άπτονται της βελτίωσης της διαχείρισης των ΑΕΕΚ κλπ

Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη σημασία της προσεκτικής/ τμηματικής κατεδάφισης. Αυτή είναι ο καλύτερος τρόπος για την ορθή διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών, δεδομένου ότι τα διαχωρίζει στην πηγή. Αν προηγείται η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αφαίρεση των στοιχείων εκείνων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν πολλά ρεύματα όπως κεραμίδια, ξυλεία στέγης, ξυλεία πατωμάτων, μαρμάρια στοιχεία κλπ. μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ενώ κουφώματα (μεταλλικά και ξύλινα), σωληνώσεις, καλωδιώσεις, κιγκλιδώματα κλπ. μπορούν να ανακυκλωθούν ξεχωριστά, με μεγάλη επιτυχία λόγω της σχετικής καθαρότητάς τους (τα υλικά θα έχουν αφαιρεθεί επί τούτου και έτσι θα είναι καθαρά, χωρίς προσμίξεις. Τέλος και τα στοιχεία που μένουν μετά την αφαίρεση των ρευμάτων αυτών έχουν πλέον περισσότερη ομοιογένεια και μπορούν να ανακυκλωθούν ευκολότερα. Μια τέτοια διαδικασία πρέπει διασφαλιστεί με την επιβολή νομοθεσίας έτσι ώστε οι υποδομές που κατεδαφίζονται να ελέγχονται πλήρως και τα οικοδομικά απορρίμματα να διαχωρίζονται και να διοχετεύονται στην αγορά. Επίσης μια τέτοια νομοθεσία θα δημιουργήσει ειδικά συνεργία για τη σωστή αποδόμηση των κτιριακών συνόλων αφού απαιτούνται συγκεκριμένες γνώσεις και τεχνικές για την εφαρμογή μια τέτοιας διαδικασίας. (Ομάδα εργασίας TEE, 2012)

Ως επιπλέον παράγοντας αύξησης της εναλλακτικής διαχείρισης/ ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ, θα πρέπει να διευκολυνθεί η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων/ δευτερογενών υλικών . Είναι απαραίτητο να προετοιμαστεί η αγορά και οι πολίτες ώστε να δημιουργηθεί ζήτηση για τα υλικά αυτά. Προκειμένου να αυξηθεί το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των οικοδομικών αποβλήτων σε βιομηχανική βάση, θα μπορούσε να ακολουθηθεί το παράδειγμα της επιβεβλημένης χρησιμοποίησης βιοκαυσίμων από τις εταιρίες πετρελαιοειδών. Κάτι παρόμοιο θα μπορούσε να επιβληθεί με αυξανόμενη κατά έτος ποσόστωση υλικά αποβλήτων π.χ. σαν αδρανή των εργοστασίων για την παρασκευή ετοιμού σκυροδέματος. Αυτή η κίνηση θα ήταν σοφότερο να υποστηριχθεί με την συμβολή των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και την εκτέλεση για λογαριασμό του κράτους, ερευνητικών εργασιών για τα αποτελέσματα χρησιμοποίησης αυτών των αδρανών στην παρασκευή σκυροδέματος. Αντίστοιχες κινήσεις μπορούν να γίνουν και σε άλλες βιομηχανικές παραγωγές όπως π.χ. ασφαλτομίγματα, αδρανή οδοστρώσας, κ.λπ.

Θα πρέπει η επαναχρησιμοποίηση των ΑΕΚΚ να είναι αξιόπιστη στην εφαρμογή. Τα υλικά που προκύπτουν από επεξεργασία οικοδομικών αποβλήτων, λόγω της προέλευσής τους και της συχνής ανομοιογένειά τους, προκαλούν, στον τελικό καταναλωτή/ μηχανικό /εργολάβο, αμφιβολίες για την αξιοπιστία των ιδιοτήτων τους. Θα πρέπει να βρεθούν τρόποι πιστοποίησης κάθε διαφορετικού υλικού που προωθείται στην αγορά ώστε τα υλικά αυτά, μεμονωμένα αλλά και στο σύνολό τους, να αποκτήσουν ακόμα και πλεονεκτήματα έναντι των πρωτογενών αντιστοίχων τους. Όπως συμβαίνει ήδη σε άλλες χώρες τα πιστοποιημένα οικοδομικά υλικά που

είτε μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν είτε προέρχονται από διαδικασίες ανακύκλωσης είναι σκόπιμο να προτιμούνται και να είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο ή καταλόγους υλικών που θα ενημερώνονται συνεχώς. Πρέπει να υπάρξει μια συνεργασία της πολιτείας και των ιδιωτικών φορέων για τη πλήρη ενημέρωση και πλήρη διαθεσιμότητα τέτοιων υλικών σε όλους χωρίς διακρίσεις με ευκαιρίες για ιδιωτική πρωτοβουλία εκτός του δημόσιου φορέα. Ο δημόσιος φορέας πρέπει να λειτουργήσει ως ελεγκτικός παράγοντας αυτών των διαδικασιών. (Ομάδα εργασίας TEE, 2012).

Αν εφαρμοστούν τα παραπάνω, με την ανακύκλωση, εκτός από την σημαντικότερη προστασία του περιβάλλοντος, θα εξασφαλίζονται οικονομικά οφέλη/, έτσι ώστε να μην αποτελεί μόνο υποχρέωση προς τη φύση αλλά και ένα πεδίο εξοικονόμησης σημαντικών οικονομικών πόρων

## 6 Βιβλιογραφία – Πηγές

### 6.1 Βιβλία, εργασίες, μελέτες κλπ (με αλφαβητική σειρά)

Βαρελά Ευαγγελία (2011), διπλωματική εργασία «Αξιολόγηση τεχνολογιών μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα

<http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/4910/1/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%95%CE%A5%CE%91%CE%93%CE%93%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%91%20%CE%92%CE%91%CE%A1%CE%95%CE%9B%CE%91.pdf>

Γιουβανάκης Ιωάννης διαχείριση αποβλήτων από την κατασκευαστική δραστηριότητα: βιβλιογραφική επισκόπηση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα μηχανολόγων Μηχανικών, 2015

<https://ikee.lib.auth.gr/record/281239/files/%CE%93%CE%99%CE%9F%CE%A5%CE%92%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9A%CE%97%CE%A3%20-%20FINAL.pdf>

Γρύλλης Ευάγγελος, Εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων και η εφαρμογή τους στον ελλαδικό χώρο, μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα, 2017

Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (2015)  
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=OI1IVu124Jk%3D&tabid=238&language=el-GR>  
(πρόσβαση 23/5/2017)

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (EOAN), Προγραμματισμός έτους 2019  
<https://www.eoan.gr/uploads/Programmatismos-EOAN-2019.pdf> (ανάκτηση 15/06/2019)

Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ), ετήσια έκθεση 2015

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, (2013), «Ετήσια Έκθεση Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης 2013»,  
<http://www.eoan.gr/uploads/files/22089223f67c0212668662d1e4716a474dc4f173.pdf> Ανάκτηση 10/06/2019



Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Πρωτόκολλο της ΕΕ για τη διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, Σεπτέμβριος 2016

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/el/renditions/native>

ECORYS, Copenhagen Resource Institute, Resource efficiency in the building sector, 2014

<http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Resource%20efficiency%20in%20the%20building%20sector.pdf>

ENVITECH (ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY) LTD- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ «ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ»-ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α- [ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΘΝΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΡ. ΣΥΜΒΑΣΗ 18/2013, 2013

[http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/3C9443C6E83CF375C225802200391A2A/\\$file/20130822.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/3C9443C6E83CF375C225802200391A2A/$file/20130822.pdf)

Ιωάννου Χρυσούλα, Ανακύκλωση σκυροδέματος - ενεργειακό ισοζύγιο και αποτύπωμα άνθρακα, διπλωματική εργασία ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Π.Μ.Σ. «ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ» Βόλος, 2012

<http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/41278/10256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(ανάκτηση 25/6/2019)

Κακλόπουλος Σωτήριος Ανακύκλωση και διαχείριση αδρανών υλικών, διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και διοίκησης, 2015

Κουρμούσης Φώτης Ανάπτυξη μονάδων διαχείρισης απόβλητων από κατασκευές και κατεδαφίσεις- Δημιουργία μοντέλου υπολογισμού των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2013

[http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/38956/kourmousisf\\_cdwaste.pdf?sequence=1](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/38956/kourmousisf_cdwaste.pdf?sequence=1)

Κουτσογιαννόπουλος Π Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων, Νομοθεσία για την εναλλακτική διαχείριση Υλικών Συσκευασίας και άλλων προϊόντων

Μαυρόπουλος Αντώνης Η νέα οδηγία – πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα Αλλαγές και επιπτώσεις <http://www.dedisa.gr/wp-content/uploads/2017/05/wfd-chania97-2003.pdf>

Μαυρίδου Σοφία Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων Ενότητα 16. Απόβλητα από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ), 2014, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα

[https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS462/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F\\_%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91\\_16\\_%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%B1%CF%80%CF%8C%20%CE%95%CE%BA%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%2C%20%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AD%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B5%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf](https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS462/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F_%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_16_%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%B1%CF%80%CF%8C%20%CE%95%CE%BA%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%2C%20%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AD%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B5%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf)

Μήτσικας Αλέξανδρος «Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και ανάπτυξη σχεδίου για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των απορριμμάτων του Δήμου Ζαχάρως», διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΕΕ/ ΤΔΕ (ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ, ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ, ΚΑΡΑΛΗΣ ΚΩΣΤΑΣ, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ) Ανακύκλωση οικοδομικών απορριμμάτων, Πάτρα, 2012

Παλαντά Ιωάννα Απόβλητα Τεχνικών Έργων & Αξιολόγηση της Διαχείρισής τους μέσω Μοντελοποίησης Δυναμικού Συστήματος, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Θεσσαλονίκη, 2016

Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος. (2002) «Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων», εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

Παναγιωτακόπουλος Παναγιώτης, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και η Διάσταση της Βιωσιμότητας στην Κατασκευή, σημειώσεις διαλέξεων, Αθήνα, 2008 <http://utopia.duth.gr/~aproto/DIAX%20PERIV%20I/%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F%20%CE%A0%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%93%CE%99%CE%A9%CE%A4%CE%91%CE%9A%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%A5%CE%9B%CE%9F%CE%A5/%CE%92%CE%99%CE%A9%CE%A3%CE%99%CE%9C%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE>

E%91%20%CE%A3%CE%A4%CE%97%20%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%95%CE%A5%CE%97.pdf

Περιφέρεια Θεσσαλίας (σύνταξη ΕΠΤΑ)- Επικαιροποίηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2016  
<https://www.thessaly.gov.gr/data/anakoin/2017/an5704a.pdf>

Προκοπάς Φράγκος, Προκλήσεις και πρακτικές στη Διαχείριση Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Κ.Κ.)

Maria Paralika, Theodora Karachaliou, Progress and Challenges in C&D Waste Management in Greece (2019), International Journal of Environmental Planning and Management Vol. 5, No. 2, 2019, pp. 32-41

Ρούσσος Γουλιέλμος Επιχειρηματικές δραστηριότητες της ανακύκλωσης στην Ελλάδα, υλικά, σύγκριση με την Ευρωπαϊκή Ένωση και οικονομοτεχνική ανάλυση, πτυχιακή εργασία, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Τεχνολογικού Τομέα (Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.), 2016  
<http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2958/%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B11.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (ανακτήθηκε 27/06/2019)

Τσιρογιάννης Αριστείδης, Διαχείριση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Εθνικό και Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο. Διεθνής πρακτική. Μελέτη Περίπτωσης: Πρόταση διαχείρισης ΑΕΚΚ στον Δήμο Αγρινίου σε περίπτωση καταστροφικού γεγονότος, Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, 2018  
<https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/2673041/theFile>

ΥΠΕΚΑ / ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ Ε.Π.ΠΕΡ.Α.Α. «Αναθεώρηση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων» 4ο ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ, 2014

Φουρλής Α. (2014), «Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων: Μέθοδοι διαχείρισης, περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προοπτικές επαναχρησιμοποίησης», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη.

## 6.2 Πηγές από το διαδίκτυο

<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable2/text.pdf>

[http://ec.europa.eu/environment/waste/construction\\_demolition.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm)

<http://rethink.com.cy/el/rrr/ti-einai-to-rrr>

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTER\\_A\\_SEMINARIA/KYKLOS%20SEMINARION%20MIKRIS%20DIARKIAS/SHMEIWSEIS/YGEIA%20KAI%20ASFALEIA%20STA%20TEXNIKA%20ERGA/%CA%C1%D4%C5%C4%C1%D6%C9%D3%C5%C9%D3.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTER_A_SEMINARIA/KYKLOS%20SEMINARION%20MIKRIS%20DIARKIAS/SHMEIWSEIS/YGEIA%20KAI%20ASFALEIA%20STA%20TEXNIKA%20ERGA/%CA%C1%D4%C5%C4%C1%D6%C9%D3%C5%C9%D3.pdf)

<http://kataskevesktirion.gr/%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B5%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5-%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B9%CE%BC%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB/>

<http://www.anakem.gr/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CF%83%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%83-%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/>

<https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafo-n-kataskeuon-katedafiseon-aekk>

[http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com\\_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en](http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=category&id=57&Itemid=530&lang=en)

<https://www.eoan.gr/el/content/30/nomothesia>

<http://www.sanke.gr/wp-content/uploads/2017/10/sda-aekk.pdf>

<http://anakyklosi-am.gr/>

[http://www.elinyae.gr/el/item\\_details.jsp?cat\\_id=2802&item\\_id=8571](http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?cat_id=2802&item_id=8571)

<https://observatory.sustainablegreece2020.com/gr/practice/dhmotiko-kentro-dialoghs-anakyklwsimwn-ylikwn-kday.799.html>

<https://www.edсна.gr/images/pdf/473/%CE%94%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9D%CE%91%CE%A3.pdf>

<http://ecopress.gr/?p=10034>

<http://ecopress.gr/?p=18266>

<http://www.easa-ike.gr/info.html#faq>

<http://kostelidisrecycling.gr/recycling-aekk/>

Επιστημονικό

Τεχνικό

Επιμελητήριο

Κύπρου

<https://www.etek.org.cy/uploads/fck/%CE%A0%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%82%20%CE%95%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF%CF%82%20%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%9A.pdf>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=XkAW3kCyGKM%3D&tabid=367>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kzPoL7o5Zn8%3D&tabid=508> (ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 1312, 24 Αυγούστου 2010)

<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>

<https://eclass.pat.teiwest.gr/eclass/modules/document/file.php/768136/%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf>

<https://e->

[class.teilar.gr/modules/document/file.php/EY186/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%9F%CE%94%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%99%CE%AA%CE%91%20%CE%99%CE%99%20-%20%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91.pdf](https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/EY186/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%9F%CE%94%CE%9F%CE%A0%CE%9F%CE%99%CE%AA%CE%91%20%CE%99%CE%99%20-%20%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91.pdf)

[https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CIVIL102/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/construction\\_equipment\\_unit9.pdf](https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CIVIL102/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/construction_equipment_unit9.pdf)

[http://observatory.egnatia.gr/factsheets/fs\\_2016/ENV02.5\\_factsheet\\_2016.pdf](http://observatory.egnatia.gr/factsheets/fs_2016/ENV02.5_factsheet_2016.pdf)

[https://www.edsna.gr/images/pdf2/Παρουσίαση\\_v4\\_-\\_ορθή\\_επανάληψη.pdf](https://www.edsna.gr/images/pdf2/Παρουσίαση_v4_-_ορθή_επανάληψη.pdf)