

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

ΚΑΚΛΟΠΟΥΛΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

Α.Μ.:

2009010053

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΟΜΝΙΤΣΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση αυτής της Διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή , κ. Κωνσταντίνο Κομνίτσα για την πολύτιμη καθοδήγησή του, καθώς και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής για τα σχόλια και τις παρατηρήσεις τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	σελ.
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	
1.1. Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης Αδρανών Υλικών	6
1.2. Πρόσφατες Νομοθετικές Ρυθμίσεις	12
1.3. Ορισμοί ΑΕΚΚ	13
1.4. Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων	16
1.5. Τα απόβλητα στην Ε.Ε.	18
1.6. Το πρόβλημα των ΑΕΚΚ στην Ε.Ε.	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ	
2.1. Πηγές προέλευσης και ταξινόμηση των ΑΕΚΚ	23
2.2. Σύσταση των ΑΕΚΚ	25
2.3. Παραγόμενη ποσότητα ΑΕΚΚ	26
2.4. Επικινδυνότητα των ΑΕΚΚ	29
2.4.1. Επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ	
3.1. Η κατάσταση στην Ευρώπη	37
3.2. Εφαρμοζόμενες πρακτικές για την παραγωγή αδρανών υλικών στις χώρες της Ευρώπης	39
3.3. Η κατάσταση στην Ελλάδα	40
3.4. Εφαρμοζόμενες πρακτικές για την παραγωγή αδρανών υλικών στην Ελλάδα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ	
4.1. Διαχείριση ΑΕΚΚ	46
4.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα όσον αφορά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ	46
4.3. Ανάκτηση ενέργειας και ύλης από ΑΕΚΚ	50
4.4. Επαναχρησιμοποίηση ΑΕΚΚ	58
4.5. Ανακύκλωση ΑΕΚΚ	59
4.6. Πρακτικές Ανακύκλωσης	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ	
5.1. Επεξεργασία ΑΕΚΚ	63
5.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός	69

5.3. Περιγραφή Επεξεργασίας Αδρανών	71
5.4 . Κατηγορίες ροής αποβλήτων	74
5.4.1. Σκυρόδεμα	74
5.4.2. Τούβλο – πλακάκια – κεραμικά	77
5.4.3. Ξύλο	80
5.1.4. Γύψος	84
5.1.5. Άσφαλτος	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΕΚΚ	
6.1. Βιωσιμότητα Μονάδων Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ	92
6.2. Οικονομικά χαρακτηριστικά των ΑΕΚΚ	93
6.3. Μελέτη μονάδας ανακύκλωσης ΑΕΚΚ στην Ελλάδα	94
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ	
7.1. Προτάσεις	98
7.2. Μελλοντικές τάσεις στη διαχείριση των αποβλήτων	99
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η παρουσίαση της κατάστασης που επικρατεί σήμερα στην Ελλάδα και στην Ευρώπη όσον αφορά τα παραγόμενα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), δηλαδή το υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο, τις ποσότητες και τη διαχείρισή τους. Επιπλέον παρουσιάζονται και κάποιες μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισής τους με απώτερο στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας των μονάδων ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ και τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των ανακυκλωμένων αδρανών υλικών. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι απορρίπτονται ανεξέλεγκτα κάθε χρόνο περίπου 6,5 εκ. τόνοι αδρανών υλικών. Αυτή η ανεξέλεγκτη απόρριψη έχει ως αποτέλεσμα, εκτός από την αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, τη ρύπανση του εδάφους, των υπογείων υδάτων και της ατμόσφαιρας. Η αυξανόμενη ζήτηση για αδρανή υλικά τόσο στην Ευρώπη όσο και την Ελλάδα καθιστά αναγκαία την ορθολογική διαχείρισή τους και επιτακτική την ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Μετά από βιβλιογραφική έρευνα διαπιστώθηκε ότι σημαντικό μέρος των παραγόμενων ΑΕΚΚ μπορεί να χρησιμοποιηθεί, να ανακυκλωθεί και να αξιοποιηθεί το ενεργειακό του περιεχόμενο, καλύπτοντας συγκεκριμένες χρήσεις και απαιτήσεις (παραγωγή σκυροδέματος, μείγμα για την παραγωγή τούβλων, δευτερογενής άσφαλτος για διάφορες χρήσεις κ.α.), ενώ ταυτόχρονα προσφέρει ποικίλα οφέλη στις σύγχρονες κοινωνίες (εξοικονόμηση υλικών και ενέργειας, μείωση κόστους παραγωγής κ.α.). Με δεδομένη την εφαρμογή της νομοθεσίας, αναμένεται να γίνει η αρχή για την αλλαγή της υπάρχουσας νοοτροπίας και την καθιέρωση της ορθής διαχείρισης στην Ελλάδα καθώς στόχος είναι μέχρι το 2020 να αξιοποιείται τουλάχιστον το 70% των παραγόμενων ΑΕΚΚ. Μέσα από αυτή τη διαδικασία τελικοί κερδισμένοι θα είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η εξοικονόμηση φυσικών πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1.1. Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης Αδρανών Υλικών

Το θεσμικό πλαίσιο της διαχείρισης των ΑΕΚΚ περιγράφεται: (1) από το Νόμο 2939/2001 «Συσκευασίες και Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών & άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» και (2) από το Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος «Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους». Το τελευταίο αποτελεί και την πιο πρόσφατη νομοθετική ρύθμιση.

Με το Νόμο 2939/2001 εφαρμόζεται η Οδηγία 94/62/ΕΚ στο ελληνικό δίκαιο η οποία αφορά θέματα ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων. Στο Νόμο τίθενται συγκεκριμένα όρια ανάκτησης και ανακύκλωσης, κυρίως υλικών και αποβλήτων συσκευασίας. Ο Νόμος διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια και για την υλοποίησή του, προβλεπόταν η σύσταση του Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. σύμφωνα με τις διατάξεις του Κεφαλαίου Δ (ΦΕΚ 179/Α/6.8.2001).

Στο άρθρο 3 καθορίζεται το πεδίο εφαρμογής του Νόμου, ενώ το άρθρο 4 περιγράφει τις γενικές αρχές στις οποίες βασίζεται η εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων οι οποίες είναι:

- Η αρχή της πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων.
- Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».
- Η αρχή της συνυπευθυνότητας όλων των εμπλεκόμενων παραγόντων.
- Η αρχή της δημοσιότητας προς τους χρήστες και καταναλωτές ως προς τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή αυτού του νόμου προκειμένου να αναδειχτεί ο ρόλος τους στην εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων.

Το Κεφάλαιο Γ του Νόμου αφορά στα άλλα προϊόντα και τα απόβλητα άλλων προϊόντων, όπως τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Το

άρθρο 15 αναφέρεται στα προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης των άλλων προϊόντων.

Όσοι προβαίνουν σε διαχείριση άλλων προϊόντων υποχρεώνονται να οργανώνουν συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης των προϊόντων που αφορούν τη δραστηριότητά τους και να προωθούν, κατ' εφαρμογή των προγραμμάτων που προβλέπονται στο άρθρο 15, την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο εναλλακτικής διαχείρισης, με την οργάνωση συστημάτων συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, αξιοποίησης των αποβλήτων των άλλων προϊόντων, τηρουμένων των διατάξεων του άρθρου 8 της υπ' αριθ. 69728/824/1996 Κ.Υ.Α., καθώς και συστημάτων επαναχρησιμοποίησης τους. Οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις, οι υποχρεώσεις των διαχειριστών καθώς και οι ποσοτικοί στόχοι για την εναλλακτική διαχείριση των άλλων προϊόντων, τα μέτρα για την επίτευξη των στόχων και άλλες σχετικές λεπτομέρειες καθορίζονται κατά περίπτωση από την προκύπτουσα νομοθεσία.

Το Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος «*Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους*» δόθηκε στη δημοσιότητα το Μάιο του 2007 και με αυτό τίθενται σε εφαρμογή οι διατάξεις των άρθρων 12 και 13 του Ν. 1650/1986 καθώς και των άρθρων 15,16,17 και 18 του Ν.2939/2001.

Στόχος είναι με την κατά προτεραιότητα πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων από οικοδομικές εργασίες, έργα τεχνικών υποδομών, εκσκαφές, φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές και επιπλέον με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και τις άλλες μορφές αξιοποίησης να μειώνεται η ποσότητα των προς διάθεση αποβλήτων, σύμφωνα με τους στόχους και τις γενικές αρχές του Ν. 2939/2001 (άρθρα 1 και 4) και να βελτιώνεται η περιβαλλοντική επίδοση όλων των οικονομικών παραγόντων που συμμετέχουν σε οικοδομικές εργασίες και τεχνικά έργα και, κυρίως, των φορέων που συμμετέχουν άμεσα στη διαχείριση των υλικών αυτών.

Ως συνέχεια του σχεδίου Π.Δ., έγινε η δημοσίευση της ΚΥΑ 36259/1757/Ε103 (ΦΕΚ Β 1312-24/8/2010), «*Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)*». Με την Κ.Υ.Α. αυτή εισάγεται στο Εθνικό Δίκαιο η ολοκληρωμένη νομοθεσία για την διαχείριση των αποβλήτων αυτών. Η Κ.Υ.Α. αφορά την πρόληψη δημιουργίας

αποβλήτων από οικοδομικές εργασίες, έργα τεχνικών υποδομών, εκσκαφές και κοπή μαρμάρων και την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και αξιοποίησή τους.

Πεδίο εφαρμογής του διατάγματος είναι τα απόβλητα από εκσκαφές, κατεδαφίσεις και κατασκευές ανεξάρτητα από τη μορφή, τον όγκο, το βάρος ή τα επί μέρους υλικά από τα οποία συντίθενται.

Από το πεδίο εφαρμογής του Π.Δ εξαιρούνται.:

- Τα απόβλητα που, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 2 της ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383/Β), χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα.
- Τα υλικά εκσκαφών και κατεδαφίσεων που προέρχονται από βιομηχανικές ή άλλες περιοχές και έχουν ρυπανθεί σε προηγούμενη χρήση από επικίνδυνες ουσίες ή ύλες σε ποσότητες ή περιεκτικότητες τέτοιες ώστε να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία ή το περιβάλλον.
- Τα απόβλητα που προκύπτουν από εργασίες έρευνας, εξαγωγής, επεξεργασίας και εναποθήκευσης των μεταλλευτικών πόρων και των βιομηχανικών ορυκτών, καθώς και από την εκμετάλλευση λατομείων και την κατασκευή σκυροδέματος.
- Χώμα και άλλα φυσικά υλικά που έχουν εκσκαφθεί κατά τη διάρκεια κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, εφόσον είναι βέβαιο ότι τα υλικά αυτά θα χρησιμοποιηθούν στη φυσική τους κατάσταση στο χώρο από τον οποίο έγινε η εκσκαφή.

Στόχος του συγκεκριμένου Π.Δ. είναι η θέσπιση μέτρων για την επαναχρησιμοποίηση ή και αξιοποίηση των υλικών αυτών. Παράλληλα, προβλέπεται η διαλογή και η επεξεργασία των ΑΕΚΚ σε εγκεκριμένες μονάδες, με σκοπό τη μερική επαναχρησιμοποίησή τους (σίδερα, τούβλα, σκυρόδεμα κλπ.) και την τελική διάθεση των υπολειμμάτων σε κατάλληλους χώρους απόθεσης.

Το σχέδιο Π.Δ. προσπαθεί, να θέσει τις Γενικές Κατευθύνσεις Προγράμματος Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΕΚΚ (αρ. 5), τους Όρους και τις Προϋποθέσεις για την Διαχείριση των ΑΕΚΚ (αρ. 6), τη Συλλογή και Μεταφορά τους (αρ.10), την Επεξεργασία και Αξιοποίησή τους (αρ. 11) τις Υποχρεώσεις των Διαχειριστών ΑΕΚΚ (αρ.7) και τέλος τους Ποσοτικούς Στόχους για την Συλλογή-Αξιοποίηση των

αποβλήτων από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις (Μουσιόπουλος και συν., 2008).

Αρμόδια αρχή ορίζεται ο Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων (ΕΟΕΔΣΠ). Σε ότι αφορά τις υποχρεώσεις των Διαχειριστών ΑΕΚΚ, μεταξύ άλλων, προβλέπεται η υποβολή Στοιχείων για την Διαχείριση των Αποβλήτων (ΣΔΑ). Για τα ιδιωτικά έργα τα ΣΔΑ υποβάλλονται μαζί με εγγυητική επιστολή ύψους 0,2% επί του συνολικού προϋπολογισμού του έργου για εκσκαφές και 0,5% για κατασκευές και κατεδαφίσεις ενώ για τα δημόσια έργα η διαχείριση των αποβλήτων αυτών περιλαμβάνεται είτε στην Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων είτε στη Σύμβαση Ανάθεσης του Έργου.

Προβλέπονται επίσης τακτικοί και έκτακτοι έλεγχοι από τις αρμόδιες αρχές, καθώς και οι κυρώσεις των σχετικών διατάξεων του Ν. 2939/2001 όπως ισχύουν και μάλιστα ανεξάρτητα από την επιβολή άλλων κυρώσεων, που προβλέπονται σε άλλες ειδικότερες διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας.

Η παρούσα απόφαση εφαρμόζεται στα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ), ανεξάρτητα από τη μορφή τους, τον όγκο, το βάρος ή τα επιμέρους υλικά από τα οποία συντίθενται, καθώς και σε στερεά απόβλητα που προκύπτουν από την κοπή μαρμάρων που προορίζονται για οικοδομικές εργασίες και η περίσσεια σκυροδέματος, εφόσον δεν καλύπτονται από άλλες νομοθετικές πράξεις.

Το άρθρο 3 περιλαμβάνει τους ορισμούς, το άρθρο 4 αναφέρεται στους όρους και τις προϋποθέσεις διάθεσης ή αξιοποίησης των υλικών που χρησιμοποιούνται για οικοδομικές εργασίες και έργα τεχνικών υποδομών ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου, ενώ στο άρθρο 5 δίνονται οι γενικές κατευθύνσεις του Προγράμματος Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΕΚΚ που προτείνεται να εφαρμοστεί.

Το άρθρο 6 θέτει το γενικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ εφαρμόζοντας τις διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας τόσο για τα μη επικίνδυνα (στερεά) απόβλητα όσο και για τα απόβλητα που έχουν αναμιχθεί με άλλα επικίνδυνα απόβλητα και έχουν καταστεί επικίνδυνα.

Το άρθρο 7 περιγράφει τις υποχρεώσεις των διαχειριστών ΑΕΚΚ, οι οποίοι υποχρεούνται να διευκολύνουν την αποξήλωση, την επαναχρησιμοποίηση, την

αξιοποίηση και ιδίως την ανακύκλωση των κατασκευαστικών υλικών και, σε συνεργασία με τους προμηθευτές υλικών και τους κατασκευαστές προϊόντων που χρησιμοποιούνται στις οικοδομικές εργασίες, να περιορίσουν τη χρήση επικίνδυνων ουσιών στα εν λόγω προϊόντα και να ενσωματώνουν αυξανόμενη ποσότητα ανακυκλωμένου υλικού στα έργα προκειμένου να αναπτύσσονται οι αγορές για ανακυκλωμένα υλικά. Επίσης πριν την έναρξη των οικοδομικών εργασιών υποχρεούνται να υποβάλλουν στοιχεία για τη διαχείριση των αποβλήτων (ΣΔΑ) που θα παραχθούν στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες.

Στο άρθρο 8 θεσπίζεται η υποχρέωση των διαχειριστών ΑΕΚΚ να οργανώσουν ατομικά ή συλλογικά συστήματα και να προωθούν την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο εναλλακτικής διαχείρισης με την οργάνωση συστημάτων διαλογής, συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς σε χώρους επεξεργασίας, ανάκτησης και αξιοποίησης των υλικών. Για την οργάνωση κάθε ατομικού ή συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης απαιτείται χορήγηση έγκρισης από τον ΕΟΕΔΣΑΠ (Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων) (Σκορδίλης, 2008; Eco Efficiency Τεχνική, 2009).

Το άρθρο 9 περιγράφει όλες τις διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται από τον διαχειριστή (ατομικό ή το σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης) ώστε να χορηγείται από τον ΕΟΕΔΣΑΠ το Πιστοποιητικό Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΠΕΔ). Στο άρθρο 10 καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις για τη συλλογή και μεταφορά των ΑΕΚΚ. Στον τομέα της συλλογής περιλαμβάνεται η επιλεκτική αποξήλωση τμημάτων και υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, πριν τις εργασίες κατεδάφισης, καθώς και η κατά προτεραιότητα διαλογή των αδρανών και των ανακυκλώσιμων υλικών στο εργοτάξιο και η χωριστή συλλογή τους, ώστε να καθίσταται ευκολότερη η αξιοποίησή τους.

Στο άρθρο 11 καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις για την επεξεργασία και αξιοποίηση των ΑΕΚ. Σε περίπτωση που υπάρχουν επικίνδυνα απόβλητα πρέπει να διασφαλίζεται η χωριστή συλλογή τους κατά τρόπο ώστε να μην αναμιγνύονται με τα άλλα ΑΕΚΚ.

Στόχοι για την Ελλάδα

Στο άρθρο 12 καθορίζονται σε ποσότητα οι στόχοι της συλλογής – αξιοποίησης των αποβλήτων από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις. Οι ποσοτικοί στόχοι για την αξιοποίηση των αποβλήτων αυτών, εξαιρουμένης της κατηγορίας «χώματα και πέτρες εκσκαφών» είναι οι ακόλουθοι (www.eedsa.gr) :

- Μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2010 η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών αποβλήτων και αξιοποίηση πρέπει να ανέλθει κατ' ελάχιστον στο 30 %, ως προς το συνολικό βάρος των παραγομένων ΑΕΚΚ στη χώρα.
- Μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2015, η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση άλλων υλικών αποβλήτων και αξιοποίηση πρέπει να ανέλθει κατ' ελάχιστον στο 50 %, ως προς το συνολικό βάρος των παραγομένων ΑΕΚΚ στη χώρα.
- 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.

Θα πρέπει όμως να τονιστεί και να ξεκαθαριστεί αν ο ποσοτικός στόχος περιλαμβάνει απορρίμματα εκσκαφών ή όχι. Σύμφωνα με το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης 20 υποψήφιοι φάκελοι εναλλακτικής διαχείρισης έχουν υποβληθεί για έγκριση, που οργανώνουν τις υποδομές, προκειμένου να επιτευχθεί, σύμφωνα με τα επιχειρησιακά σχέδια, το 30% (επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση) των ΑΕΚΚ (ECDW). Εκτιμάται ότι, μετά τη δημοσίευση σχετικού Προεδρικού Διατάγματος, νέοι υποψήφιοι φάκελοι θα υποβληθούν σχετικά με τη συμμόρφωση των διαχειριστών σε επίπεδο χώρας ως προς τους συγκεκριμένους στόχους.

Στις 23-12-2011 εγκρίθηκε από το Δ.Σ. του Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π το συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) του αναθεωρημένου επιχειρησιακού σχεδίου της ΣΑΝΚΕ Ε.Π.Ε. Η γεωγραφική εμβέλεια του συστήματος εκτείνεται στις γεωγραφικές ενότητες: α) Αν. Αττικής, β) Εύβοιας και γ) Βοιωτίας.

Για την Ελλάδα, στην οποία το ποσοστό ανακύκλωσης είναι πολύ χαμηλό, θα αποτελέσει σίγουρα πρόκληση η επίτευξη των προαναφερόμενων στόχων, δεδομένου ότι θα είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί η κατάλληλη υποδομή αλλά και η αγορά για τα ανακυκλωμένα προϊόντα. Όπως στην Ισπανία και στην Ιταλία, όπου το αναφερόμενο τρέχον ποσοστό ανακύκλωσης είναι κάτω του 15%, θα πρέπει να καταβληθούν σημαντικές προσπάθειες για τον έλεγχο της εφαρμογής των υφιστάμενων ρυθμίσεων σε εθνικό επίπεδο.

Ωστόσο υπάρχει αρκετή αισιοδοξία ότι θα είναι δυνατό να θεσπιστούν και να εφαρμοστούν νόμοι για την εφαρμογή της ανακύκλωσης σε χώρες οι οποίες έχουν μικρότερα ποσοστά κατασκευών στην περίοδο της κατασκευαστικής κρίσης. Επιπλέον, αν οι προσπάθειες εστιαστούν στην ανακύκλωση των ορυκτών κλασμάτων από τα ΑΕΚΚ και στην πιστοποιημένη εφαρμογή τους ως αδρανή υλικά σε οδικά έργα ή στη παραγωγή τσιμέντου τότε ο στόχος του 70% μπορεί να επιτευχθεί.

1.2. Πρόσφατες Νομοθετικές Ρυθμίσεις

Ο Νόμος 4042/2012, ΦΕΚ 24Α/2012 13.02.2012 «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» αποτελεί την πιο πρόσφατη νομοθετική ρύθμιση.

Με το συγκεκριμένο νόμο ενσωματώνεται στην εθνική νομοθεσία η Οδηγία 98/2008/ΕΚ. η οδηγία αυτή, όπως προαναφέρθηκε, θεσπίζει την ιεραρχία δράσεων για το σχεδιασμό της διαχείρισης των αποβλήτων (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση, διάθεση) και προβλέπει τη θέσπιση στόχων πρόληψης της παραγωγής των αποβλήτων μέχρι το 2020 επιβάλλοντας πλέον ειδικό πρόστιμο ταφής.

Πιο συγκεκριμένα, με το άρθρο 43, οι οργανισμοί ή οι επιχειρήσεις που διαθέτουν σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής τα απόβλητα που κατατάσσονται στους παρακάτω κωδικούς ΕΚΑ 20 01 08, 20 02 01, 20 02 02, 20 03 01, 20 03 02, 20 03 07 17 01, 17 02, 17 03 02, 17 05 04, 17 05 06, 17 09 04, χωρίς να έχουν προηγηθεί

εργασίες επεξεργασίας επιβαρύνονται από 1/1/2014 με 35 ευρώ ανά τόνο, ποσό που θα αυξάνεται ετησίως 5 ευρώ έως του ποσού των 60 ευρώ.

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ, αντικατέστησε την Οδηγία 2006/12/ΕΚ1 και κατήργησε τις Οδηγίες για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων. Η Οδηγία επίσης θεσπίζει την ιεράρχηση δράσεων για το σχεδιασμό της διαχείρισης των απορριμμάτων (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση, διάθεση), προβλέπει τη χωριστή συλλογή υλικών και μεταξύ των άλλων, θέτει τον εξής στόχο ανακύκλωσης:

- έως το 2020 η προετοιμασία για την επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η ανάκτηση των αποβλήτων εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) πρέπει να αυξηθεί κατά 70 % τουλάχιστον ως προς το βάρος.

1.3. Ορισμοί ΑΕΚΚ

Τα απόβλητα από Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (C & D Waste) δεν είναι μια μονολιθική ροή αποβλήτων, αλλά αποτελεί μια οικογένεια διαφόρων κατηγοριών αποβλήτων. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να καθοριστούν τα είδη των υλικών, τα οποία θα μπορούσαν να περιλαμβάνονται ως οικοδομικά απόβλητα. Παρατίθενται, λοιπόν, κάποιοι χρήσιμοι ορισμοί σχετικά με τα ΑΕΚΚ και τη διαχείρισή τους όπως δίνονται από το προαναφερόμενο σχέδιο Π.Δ.

Απόβλητα: Κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει.

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 άρθρου 2 του Ν. 2939/2001 και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι του άρθρου 17 του σχεδίου Π.Δ.

Αδρανή απόβλητα: τα μη επικίνδυνα απόβλητα που δεν υφίστανται καμία σημαντική φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα αδρανή απόβλητα δε διαλύονται, δεν καίγονται ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις,

δε βιοδιασπώνται, ούτε επιδρούν δυσμενώς σε άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή κατά τρόπο ικανό να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος ή να βλάψει την υγεία του ανθρώπου. Η συνολική αποπλυσιμότητα και περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων πρέπει να είναι αμελητέες και ειδικότερα να μη θέτουν σε κίνδυνο την ποιότητα των επιφανειακών ή και των υπογείων υδάτων.

Οικοδομικές εργασίες: ανεγέρσεις, κατεδαφίσεις, ανακαινίσεις, επισκευές, περιφράξεις και περιστοιχίσεις ατομικών κατοικιών ή/και κτιριακών συγκροτημάτων.

Έργα τεχνικών υποδομών: κατεδαφίσεις, κατασκευές ή/και επιδιορθώσεις δρόμων, γεφυρών, σιιράγγων, αποχετευτικών δικτύων, πεζοδρομίων και αναπλάσεις χώρων κ.ά.

Πρόληψη: τα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της παραγόμενης ποσότητας των αποβλήτων που προέρχονται από εκσκαφές, κατεδαφίσεις, οικοδομικές εργασίες και τεχνικά έργα, καθώς και των υλικών και των ουσιών που περιέχουν και στον περιορισμό των κινδύνων που συνεπάγονται για το περιβάλλον.

Διαχείριση υλικών για οικοδομικές εργασίες και έργα τεχνικών υποδομών: α) η παραγωγή ή και διάθεση υλικών από τα οποία κατασκευάζονται άμεσα προϊόντα που προορίζονται για οικοδομικές εργασίες (προμήθεια πρωτογενών και δευτερογενών υλικών όπως ορίζονται στις παρ. 25 και 26 του άρθρου 3 του Ν.2939/2001, εφεξής "προμήθεια", β) η παραγωγή προϊόντων για οικοδομικές εργασίες, εφεξής «κατασκευή», γ) διάθεση στην αγορά (εμπορία συμπεριλαμβανομένης και της εισαγωγής) προϊόντων για να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες για οικοδομικές εργασίες, εφεξής "διακίνηση". Στη διακίνηση δε συμπεριλαμβάνονται οι εργασίες μεταφοράς καθαυτές.

Διαχείριση ΑΕΚΚ: η συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, προσωρινή αποθήκευση, αξιοποίηση και διάθεση των ΑΕΚΚ, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών και της αποκατάστασης των χώρων αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, αξιοποίησης και διάθεσης των ΑΕΚΚ μετά την παύση λειτουργίας τους.

Εναλλακτική διαχείριση: οι εργασίες συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης, επεξεργασίας και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ,

ώστε με την επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίησή τους, να επιστρέφουν στο ρεύμα της αγοράς ή να προωθούνται σε άλλες χρήσεις.

Σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης: η οργάνωση σε ατομική ή συλλογική βάση με οποιαδήποτε νομική μορφή των εργασιών συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης, επεξεργασίας και αξιοποίησης των ΑΕΚΚ.

Επαναχρησιμοποίηση: οποιαδήποτε ενέργεια μέσω της οποίας τα υλικά που προέρχονται από κατεδαφίσεις, ανεγέρσεις οικοδομών, φυσικές ή άλλες καταστροφές, χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς που σχεδιάστηκαν, με ή χωρίς την υποστήριξη βοηθητικών προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά.

Επεξεργασία: οποιαδήποτε δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, αφότου τα απόβλητα παραδοθούν σε εγκεκριμένη εγκατάσταση προκειμένου να περιορισθούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητές τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους και να βελτιωθεί η ανάκτηση των περιεχομένων χρήσιμων υλών.

Ανακύκλωση: η επανεπεξεργασία σε διαδικασία παραγωγής των ανακυκλώσιμων υλικών που περιέχονται στα απόβλητα υλικά, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον αρχικό τους σκοπό ή για άλλους σκοπούς, πλην της ανάκτησης ενέργειας.

Ανάκτηση ενέργειας: η χρήση των καύσιμων υλικών των συγκεκριμένων αποβλήτων ως μέσο παραγωγής ενέργειας, με άμεση καύση, μαζί ή χωρίς άλλα απόβλητα, αλλά με ανάκτηση της θερμότητας, τηρουμένων των διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος.

Αξιοποίηση: κάθε εργασία που προβλέπεται στο Παράρτημα IV.B (εργασίες αξιοποίησης) του άρθρου 17 της ΚΥΑ 50910/2727/2003, συμπεριλαμβανομένων επιπλέον των επιχωματώσεων, αποκαταστάσεων ανενεργών λατομείων και ανεξέλεγκτων χωματερών, επικαλύψεων χώρων υγειονομικής ταφής και εν γένει αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή αναπλάσεις χώρων.

Προϊόν δομικών κατασκευών: κάθε προϊόν το οποίο κατασκευάζεται για να ενσωματωθεί κατά τρόπο διαρκή, σε δομικά έργα εν γένει, που καλύπτουν τόσο τα κτίρια όσο και τα έργα υποδομής.

Οικονομικοί παράγοντες: οι κατασκευαστές ή οι εργολήπτες τεχνικών και οικοδομικών έργων, οι προμηθευτές προϊόντων του τομέα δομικών κατασκευών, οι φορείς εκμίσθωσης εξοπλισμού και παροχής υπηρεσιών προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς των ΑΕΚΚ, οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, άλλοι δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί και ο κύριος του έργου.

Διαχειριστές ΑΕΚΚ: οι ανάδοχοι των έργων (κατασκευαστές, εργολήπτες τεχνικών και οικοδομικών έργων, φορείς εκμίσθωσης εξοπλισμού και παροχής υπηρεσιών προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς των ΑΕΚΚ) ή ο κύριος του έργου εφόσον δεν έχει αναθέσει το έργο σε ανάδοχο.

Αρμόδια αρχή για την εφαρμογή του Π.Δ. είναι ο ΕΟΕΔΣΑΠ όπως ορίζεται στις παραγράφους 1,2 και 3 του άρθρου 24 σε συνδυασμό με την παράγραφο 11 του ίδιου άρθρου του Ν.2939/2001 (Α' 157).

1.4. Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων

Απαραίτητο συστατικό της ορθής διαχείρισης οποιουδήποτε προβλήματος είναι η αναγνώρισή του. Συγκεκριμένα και ειδικά για τα απόβλητα, απαραίτητο συστατικό για την ορθή διαχείρισή τους αποτελεί η γνώση σχετικά με:

- Τη σύσταση των αποβλήτων και το είδος τους (επικίνδυνα, μη επικίνδυνα)
- Τις παραγόμενες ποσότητες των αποβλήτων (κατά βάρος ή όγκο).

Όσον αφορά στη σύσταση των αποβλήτων, αυτή διαπιστώνεται κατόπιν δειγματοληψίας και εργαστηριακών αναλύσεων. Ήδη έχουν διενεργηθεί έρευνες και μελέτες για τη σύσταση της πλειονότητας των ειδών αποβλήτων στην Ε.Ε., ενώ οι έρευνες αυτές συνεχίζονται διαρκώς τόσο για τα νέα είδη αποβλήτων, όσο και για μεταβαλλόμενες συνθήκες των υφιστάμενων αποβλήτων.

Όσον αφορά στις παραγόμενες ποσότητες των αποβλήτων, αυτές:

- είτε καταγράφονται σύμφωνα με μετρήσεις – ζυγίσεις τους στις μονάδες επεξεργασίας ή τελικής διάθεσης αποβλήτων

- εφόσον δεν καταγράφονται / ζυγίζονται, εκτιμούνται σύμφωνα με διάφορες μεθόδους και με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες τεχνικές, οικονομικές και διοικητικές, παραμέτρους και στοιχεία.

Ωστόσο στην Ε.Ε., σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία έως το 2008, υπήρχε υποχρέωση καταγραφής / ζύγισης μόνο συγκεκριμένων τύπων αποβλήτων, όπως:

- Αστικά / δημοτικά απόβλητα που καταλήγουν σε μονάδες επεξεργασίας (καύσης) ή ΧΥΤΑ.
- Βιομηχανικά απόβλητα που καταλήγουν σε μονάδες επεξεργασίας.
- Επικίνδυνα απόβλητα που καταλήγουν σε μονάδες επεξεργασίας / καταστροφής.

Για όλα τα υπόλοιπα ρεύματα αποβλήτων δεν υπήρχε Ευρωπαϊκή υποχρέωση καταγραφής / ζύγισης τους, μέχρι το 2008 που εκδόθηκε η Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/ΕΚ (European Commission, 2015a). Συνεπώς η πλειονότητα των Κρατών – Μελών χρησιμοποιούσε μεθόδους εκτίμησης των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων, με εξαίρεση ορισμένες ιδιαίτερα αναπτυγμένες χώρες (π.χ. Γερμανία, Σουηδία), οι οποίες είχαν ήδη θεσπίσει ειδική εθνική νομοθεσία που υποχρέωνε την καταγραφή / ζύγιση όλων των αποβλήτων.

Το 1999 τα στοιχεία που συλλέγονταν βάσει εκτιμήσεων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή είχαν μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ τους και δεν μπορούσαν να αξιοποιηθούν, με σκοπό την ορθή διαχείριση όλων των ρευμάτων αποβλήτων. Οι βασικές αιτίες διαφοροποιήσεων ήταν:

- δεν υπήρχαν ενιαίοι ορισμοί των αποβλήτων μεταξύ των Κρατών – Μελών,
- δεν χρησιμοποιούνταν τα ίδια υπολογιστικά μοντέλα μεταξύ των Κρατών – Μελών,
- δεν υπήρχαν ενιαίοι τρόποι καταγραφής μεταξύ των Κρατών – Μελών και συνεπώς δεν προέκυπτε συλλογή δεδομένων με ενιαίο τρόπο,
- δεν εφαρμοζόταν ορθή και ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων στα μη αναπτυγμένα Κράτη – Μέλη, εξαιτίας της έλλειψης ειδικής

Ευρωπαϊκής νομοθεσίας και της χαμηλής περιβαλλοντικής συμμόρφωσης / ευαισθητοποίησης που οδηγούσε σε παράνομες απορρίψεις αποβλήτων στο περιβάλλον, οι οποίες δεν καταγράφονταν / μετρούνταν.

Είναι κατανοητό ότι η έλλειψη γνώσης περί των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων, καθιστά πολύ δύσκολη έως αδύνατη την ορθή διαχείρισή τους καθώς και τη χάραξη ενιαίων πολιτικών αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν στην Ε.Ε. Στη διαπίστωση ότι «δεν μπορείς να διαχειριστείς, οτιδήποτε δεν μπορείς να μετρήσεις» κατέληξαν σε αντίστοιχα προβλήματα κορυφαίοι επιστήμονες, όπως:

- ο μηχανικός, μαθηματικός και φυσικός Λόρδος Κέλβιν, διάσημος για την ανακάλυψη των θερμοδυναμικών νόμων, καθώς και για τον καθορισμό του απόλυτου μηδέν ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- ο ηλεκτρολόγος μηχανικός, μαθηματικός, φυσικός και στατιστικολόγος Ντέμινγκ (William Edwards Deming), διάσημος για την ανακάλυψη του κύκλου Plan-Do-Check-Act που χρησιμοποιείται διεθνώς στα Συστήματα Διαχείρισης (management systems) των μοντέλων διοίκησης μεγάλων οργανισμών.

Συνεπώς για να επιλυθεί το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων, απαιτείται να προκύψει πρώτα λύση σχετικά με την εύρεση / υπολογισμό των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων.

1.5. Τα απόβλητα στην Ε.Ε.

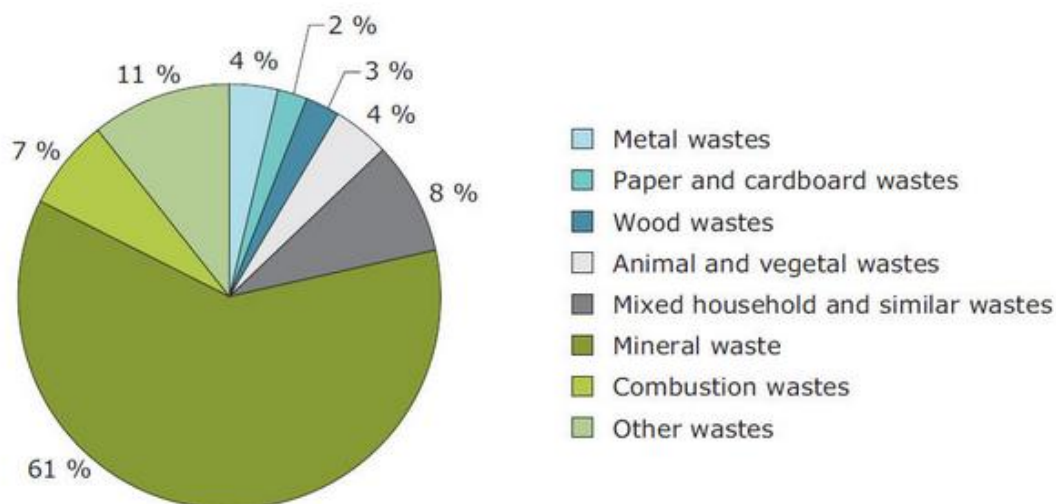
Στην Ε.Ε. εκτιμάται ότι παράγονται ετησίως 3 δισεκατομμύρια τόνοι αποβλήτων, εκ των οποίων 90 εκατομμύρια τόνοι (3%) αποτελούν επικίνδυνα απόβλητα, σύμφωνα με εκτιμήσεις της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2015b). Αυτό αντιστοιχεί σε 6 τόνους αποβλήτων ετησίως ή $\sim 16,4$ κιλά αποβλήτων ημερησίως ανά κάτοικο.

Το 64% των αποβλήτων αυτών καταλήγουν σε Μονάδες Καύσης ή Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (XYTA), κάτι που συνεπάγεται σημαντικές

περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το υπόλοιπο 36% αξιοποιείται μέσω επαναχρησιμοποίησης, ανάκτησης, ανακύκλωσης ή/και επεξεργασίας.

Η αξιοποίηση των αποβλήτων, εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη, συνεισφέρει θετικά και στην οικονομία, αφού εκτιμάται ότι σε επίπεδο Ε.Ε. 0,75% του Ευρωπαϊκού Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ) αντιστοιχεί στον κλάδο της διαχείρισης αποβλήτων. Συγκεκριμένα ο κλάδος της ανακύκλωσης έχει 24 δισεκατομμύρια ευρώ τζίρο και απασχολεί 500 χιλιάδες εργαζόμενους, ενώ ο αριθμός των εργαζομένων στον κλάδο της ανακύκλωσης αυξανόταν σταθερά κατά 7% ανά έτος, κατά το διάστημα 2000-2007 (Υπηρεσία Περιβάλλοντος Κύπρου – ΕΜΠ, 2005; European Environment Agency - EEA, 2011; Jones et al, 2012).

Το 61% των αποβλήτων προέρχεται από τον εξορυκτικό (μεταλλεία, ορυχεία κλπ) και τον κατασκευαστικό (εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις) κλάδο, όπως φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα (EEA, 2012:



Διάγραμμα 1.1: Συνολικές ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων ανά είδος στην Ε.Ε. των 27, συμπεριλαμβανομένων της Κροατίας, FYROM, Νορβηγίας και Τουρκίας, 2008

Πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες αποβλήτων, τα οποία δεν καταγράφονται ξεχωριστά, αλλά ωστόσο παράγονται από σημαντικούς οικονομικούς κλάδους, όπως:

- εξορυκτικές δραστηριότητες (μεταλλεία, λατομεία κλπ)

- πρωτογενής τομέας (γεωργία, δασοκομία, αλιεία κλπ)
- τριτογενής τομέας (υπηρεσίες, εμπόριο κλπ)
- μεταφορές (ναυτιλία, σιδηροδρομικές – αεροπορικές μεταφορές κλπ).

Δυστυχώς οι ποσότητες των παραγόμενων αποβλήτων αυξάνονται συνεχώς, αφού σύμφωνα με τα στοιχεία του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (OECD, n.d.):

- κατά το διάστημα 1990-1995 τα παραγόμενα απόβλητα αυξήθηκαν 10%
- κατά το διάστημα 1995-2020 εκτιμάται ότι τα παραγόμενα απόβλητα θα αυξηθούν κατά 45%.

Έχει παρατηρηθεί ότι η παραγωγή των αποβλήτων συνδέεται άμεσα με την οικονομική ανάπτυξη, γι' αυτό η Ε.Ε. έχει θέσει ως πρωταρχικό στόχο την αποσύνδεση της οικονομικής δραστηριότητας από την παραγωγή αποβλήτων. Κατά το διάστημα 2000-2010 έχουν φανεί τα πρώτα σημάδια μερικής αποσύνδεσης, ωστόσο απαιτείται περαιτέρω εστίαση στον τομέα αυτό.

1.6. Το πρόβλημα των ΑΕΚΚ στην Ε.Ε.

Όπως έχει προαναφερθεί, για να μπορέσει να γίνει ορθή διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να είναι γνωστή η σύσταση και το είδος τους και οι ποσότητές τους. Όσον αφορά στο είδος των ΑΕΚΚ, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο χαρακτηρίζονται κατά πλειοψηφία ως μη επικίνδυνα απόβλητα, συνεπώς η σύστασή τους δεν αποτελεί από μόνη της σημαντική αιτία άμεσης προτεραιότητας διαχείρισης, έναντι άλλων αποβλήτων που χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα (π.χ. ορυκτέλαια κλπ). Τα ΑΕΚΚ περιλαμβάνουν πολυάριθμα υλικά, όπως τσιμέντο, τούβλα, ξύλα, πλαστικά, μέταλλα, γυαλί, χώμα εκσκαφών κλπ. (European Commission, 2015c).

Όσον αφορά στις ποσότητες των ΑΕΚΚ, τα Κράτη – Μέλη αναφέρουν ότι παράγονται πολύ μεγάλες ποσότητες, οι οποίες εκτιμούνται σε 25-30% της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων στην Ε.Ε., σύμφωνα με εκτιμήσεις της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Ως εκ τούτου τα ΑΕΚΚ χαρακτηρίζονται ως απόβλητα προτεραιότητας, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή

Στρατηγική για τα απόβλητα (European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production – EIONET, 2013).

Τα ΑΕΚΚ προέρχονται από τα κτίρια (κατεδάφιση, κατασκευή), καθώς και τα έργα υποδομής (οδοποιία, σήραγγες κλπ). Ωστόσο μεταξύ των Κρατών – Μελών της Ε.Ε. χρησιμοποιούνται διαφορετικοί ορισμοί, όπως για παράδειγμα σε ορισμένες χώρες (π.χ. Βέλγιο) στον ορισμό των ΑΕΚΚ εντάσσονται και οι ποσότητες χώματος που προκύπτουν από εκσκαφές ή επιχώσεις κατά την εξομάλυνση πρανών.

Τα ΑΕΚΚ ενέχουν μεγάλο δυναμικό επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, αφού τα περιεχόμενα υλικά τους έχουν ιδιαίτερη αξία. Για παράδειγμα σε ορισμένες χώρες έχει ήδη αναπτυχθεί αγορά δευτερογενών υλικών για την κατασκευή έργων οδοποιίας κλπ. Επιπρόσθετα οι τεχνολογίες επεξεργασίας των ΑΕΚΚ θεωρούνται γενικά μη πολύπλοκες και όχι τόσο κοστοβόρες, έναντι τεχνολογιών επεξεργασίας άλλων ειδών αποβλήτων.

Παρόλα αυτά η αξιοποίηση των ΑΕΚΚ στην Ε.Ε. ποικίλει σημαντικά ανά Κράτος – Μέλος, αφού σε κάποιες χώρες αξιοποιείται μόνο το 10%, ενώ σε άλλες χώρες αξιοποιείται το 90% (π.χ. Δανία). Στις περισσότερες χώρες της Ε.Ε. τα ΑΕΚΚ οδηγούνται προς ταφή ως αδρανή απόβλητα μαζί με τα αστικά / δημοτικά απόβλητα και συνεπώς συμβάλλουν σημαντικά στην εξάντληση της διαθέσιμης χωρητικότητας των ΧΥΤΑ, κάτι που δημιουργεί πρόσθετα κοινωνικά προβλήματα, κατά την εύρεση και επιλογή τοποθεσιών για χωροθέτηση νέων ΧΥΤΑ.

Τα ανωτέρω καταδεικνύουν πόσο σημαντικό είναι να σχεδιαστεί και να τεθεί σε εφαρμογή ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα δράσης σχετικά με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ. Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. θεωρούν ότι πρέπει να δοθεί προτεραιότητα όσον αφορά στη διαχείριση των αποβλήτων αυτών και τα μέτρα που θα ληφθούν θα πρέπει να στοχεύουν στη μείωση της παραγωγής τους, καθώς και στη βελτίωση των μεθόδων ανάκτησης υλικών για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Σύμφωνα με διεθνείς έρευνες σε ΗΠΑ, Αυστραλία και Καναδά μπορεί να επιτευχθεί μείωση των ΑΕΚΚ ακόμη και από τη βελτίωση των όρων των συμβολαίων των εργολάβων. {16}

Επίσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ δεν απαιτείται μόνο για την περιβαλλοντική προστασία, αφού η διαχείρισή τους έχει σημαντικό οικονομικό όφελος. Αντιθέτως η μη ορθολογική διαχείρισή τους έχει ως

αποτέλεσμα την απώλεια υλικών που θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν, τη μείωση των φυσικών διαθέσιμων πόρων και τον κορεσμό των ΧΥΤΑ. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι εργασίες αξιοποίησης θα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους σε όλες τις φάσεις των οικοδομικών εργασιών και συνεπώς αυτό αποτελεί βασική τροχοπέδη για την προώθηση περιβαλλοντικών πολιτικών στον τομέα αυτό.

Επιπρόσθετα, η παραγωγή των ΑΕΚΚ, των αστικών αποβλήτων, καθώς και των επικίνδυνων αποβλήτων έχει άμεση σχέση με την οικονομική δραστηριότητα που προκαλεί αυτήν την παραγωγή αποβλήτων, ενώ δεν προκύπτει ανάλογη σχέση για τα βιομηχανικά απόβλητα. Πρέπει να σημειωθεί ότι το κάθε ρεύμα αποβλήτου συσχετίζεται μόνο με το αντίστοιχο μέρος του ΑΕΠ από το οποίο προέρχεται και όχι με το συνολικό ΑΕΠ της κάθε χώρας. Έτσι τα ΑΕΚΚ συσχετίζονται με το μέρος του ΑΕΠ που προέρχεται από την κατασκευαστική δραστηριότητα.

Η ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ ενέχει οικονομικά και ενεργειακά οφέλη ακόμη και για τις κατασκευαστικές εταιρείες που αναλαμβάνουν την υλοποίηση των οικοδομικών έργων (Jones et al, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ

2.1. Πηγές προέλευσης και ταξινόμηση των ΑΕΚΚ

Ο όρος απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) αναφέρεται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα υλικών. Στο μεγαλύτερο μέρος τους πρόκειται για μη επικίνδυνα απόβλητα που δεν υφίστανται καμία σημαντική φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα αδρανή απόβλητα δεν διαλύονται, δεν καίγονται, ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις, δεν βιοδιασπώνται ούτε επιδρούν δυσμενώς σε άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή κατά τρόπο ικανό να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος ή να βλάψει την υγεία του ανθρώπου. Η συνολική στραγγισιμότητα και περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων – αποπλυμάτων είναι αμελητέα και ειδικότερα δεν θέτει σε κίνδυνο την ποιότητα των επιφανειακών ή/και υπογείων υδάτων (Γκαλμπένης & Τσίμας, 2005).

Οι αιτίες που οδηγούν στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κατασκευαστικών και οικοδομικών αποβλήτων είναι πολλές. Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, η πρόοδος του πολιτισμού και της τεχνολογίας, η τουριστική ανάπτυξη, οι κατεδαφίσεις και η ανακατασκευή παλαιών κτιρίων ή άλλων τεχνικών έργων πολιτισμού είναι οι κύριες αιτίες που οδήγησαν σε αύξηση της παραγωγής τους. Σε γενικές γραμμές η παραγωγή των ΑΕΚΚ ανά κάτοικο ακολουθεί την πορεία του ΑΕΠ, δηλαδή η παραγωγή ΑΕΚΚ σχετίζεται με την οικονομική δραστηριότητα κάθε χώρας.

Αναμφίβολα το ζήτημα της συνεχούς αύξησης του όγκου των ΑΕΚΚ απασχολεί ολοένα και περισσότερο τις χώρες σε όλη την υφήλιο. Στην Ευρώπη τα ΑΕΚΚ αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα ρεύματα αποβλήτων. Το ζήτημα της διαχείρισης των ΑΕΚΚ απασχολεί τα περισσότερα από τα κράτη – μέλη της Ε.Ε., ενώ ο όρος «απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις» εμφανίζεται πλέον στην εθνική νομοθεσία των περισσότερων χωρών.

Με βάση τις πηγές προέλευσής τους τα ΑΕΚΚ κατατάσσονται στις 4 ακόλουθες κατηγορίες:

Απόβλητα Κατεδαφίσεων – Μπάζα

Η κατηγορία αυτή συνίσταται από υλικά όπως χώμα, χαλίκι, κομμάτια ή στοιχεία σκυροδέματος, υλικά κατασκευής συστημάτων απορροής υδάτων, επιχρίσματα, πλίνθοι (τούβλα), πλάκες επιστρώσεως, γύψος, άμμος, λαξευμένες πέτρες, θραύσματα ειδών υγιεινής κλπ. Τα υλικά κατεδαφίσεων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια και προκύπτουν από την εξολοκλήρου ή επιμέρους (επιλεκτική) κατεδάφιση των κατασκευών. Η σύσταση των υλικών αυτών ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την παλαιότητα, τη μορφή, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου ή της κατασκευής. Τα υλικά κατεδαφίσεων μπορεί επίσης να περιέχουν μέταλλα, χρώματα, κόλλες, ρητίνες, μονωτικά υλικά, διαλύτες κλπ. Για την κατεδάφιση παίζει σημαντικό ρόλο η ιστορική πολιτιστική και οικονομική αξία της κατασκευής.

Απόβλητα από Εργοτάξια

Τα κύρια υλικά που συναντώνται στα εργοταξιακά απόβλητα είναι ξύλο, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια, στοιχεία επικαλύψεων προσόψεων, κόλλες και γενικά όλα τα υλικά που προέρχονται από τη λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλες ποσότητες άχρηστων υλικών στα εργοτάξια αποτελούν τα υλικά συσκευασίας οικοδομικών υλικών.

Απόβλητα εκσκαφών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα μητρικά χώματα εκσκαφών, η άμμος, το χαλίκι, οι πέτρες, η άργιλος και οποιαδήποτε άλλα υλικά που μπορεί να προκύψουν από εκσκαφές. Τα άχρηστα υλικά εκσκαφών υπάρχουν σχεδόν σε κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα και ιδιαίτερα στις υπόγειες κατασκευές και σε έργα της γεωτεχνικής μηχανικής. Τα υλικά αυτά μπορούν να προέλθουν και από φυσικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα από υπερχειλίσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις σε δρόμους κλπ. Η σύσταση των υλικών αυτών εκσκαφών εξαρτάται σημαντικά από τα γεωλογικά δεδομένα.

Απόβλητα Οδοποιίας

Στα υλικά οδοποιίας περιλαμβάνεται η ασφαλτος και οποιαδήποτε άλλα υλικά οδοστρώματος, υλικά βάσεων, δηλαδή χαλίκι, άμμος, σκύρα και γενικά υλικά που

προκύπτουν από την αποξήλωση και ανακαίνιση οδών. Τα άχρηστα υλικά οδοποιίας προέρχονται όχι μόνο από την αποξήλωση και τη συντήρηση των δρόμων αλλά και από τις υπόγειες υδραυλικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πόλεων, καθώς και από έργα επιδιόρθωσης αυτών.

2.2. Σύσταση των ΑΕΚΚ

Τα δομικά υλικά (τούβλα, κονίαμα, κλίνκερ, πλακάκια, τσιμέντο, ατσάλι, χυτοσίδηρος, οπλισμένο σκυρόδεμα, πάσσαλοι, αγωγοί, καλώδια, μπογιές, επικαλύψεις) αποτελούνται από:

- βασικές πρώτες ύλες (ορυκτά και πετρώματα, άργιλλο, каоλίνη, ασβεστόλιθους, γύψο, πηλό, άμμο, χαλίκι κλπ),
- δευτερεύοντα υλικά (σκωρία, τέφρα, ρινίσματα, κ.ά.), και
- βοηθητικά υλικά (πίσσα, πρόσθετα, οξειδία μετάλλων, γυαλί, πλαστικά, αμίαντος, τσιμέντο, άσβεστος, γύψος, σκυρόδεμα, ίνες ξύλου, ξύλινα πλαίσια φυτικές ίνες, υαλώδεις ίνες, διαλύτες, μεταλλικές ταινίες κλπ.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζεται η σύσταση των αποβλήτων κατεδαφίσεων και κατασκευών.

Πίνακας 2.1.: Σύσταση αποβλήτων κατεδαφίσεων και αποβλήτων κατασκευών (Υπηρεσία Περιβάλλοντος Κύπρου – ΕΜΠ, 2005)

Συστατικό	Ποσοστό %	Ποσοστό %
	Απόβλητα κατεδαφίσεων	Απόβλητα κατασκευών
Άσφαλτος	1,61	0,13
Σκυρόδεμα	19,99	9,27
Οπλισμένο σκυρόδεμα	33,11	8,25

Ακαθαρσίες, χώμα, λάσπη	11,91	30,55
Πέτρες	6,83	9,74
Χαλίκια	4,95	14,13
Ξύλο	7,46	10,95
Τούβλο από σκυρόδεμα	1,11	0,90
Τούβλο	6,33	5,00
Γυαλί	0,20	0,56
Άλλα οργανικά	1,30	3,05
Πλαστικοί σωλήνες	0,61	1,13
Άμμος	1,44	1,70
Εντοιχισμένα έπιπλα	0,04	0,03
Άχρηστα αντικείμενα	0,07	0,24
Μέταλλα	3,41	4,36
Σύνολο	100,00	100,00

2.3. Παραγόμενη ποσότητα ΑΕΚΚ

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας των ΑΕΚΚ που παράγονται. εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι, κάθε μία από τις οποίες χρησιμοποιεί διαφορετικές υποθέσεις και παραμέτρους για την εκτίμησή τους. Η Μονάδα Περιβαλλοντικής

Επιστήμης και Τεχνολογίας της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ έχει αναπτύξει υπολογιστικό μοντέλο για την εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ, βάσει ανάλυσης διάφορων στατιστικών στοιχείων (π.χ. στοιχεία που προκύπτουν από άδειες οικοδομών που εκδίδονται κάθε χρόνο) (Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερών Αποβλήτων – ΕΕΔΣΑ, n.d.).

Οι παράμετροι που λαμβάνει υπόψη το μοντέλο για την εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων των ΑΕΚΚ είναι:

- Επιφάνεια νέων κατασκευών και προσθηκών/επεκτάσεων
- Εκτίμηση όγκου παραγόμενων ΑΕΚΚ ανά 100 m²
- Πυκνότητα αποβλήτων (σχέση όγκου/βάρους)

Για την εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας ΑΕΚΚ, χρησιμοποιείται ένα γενικό υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

Απόβλητα Κατασκευών

Η παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων κατασκευής υπολογίζεται από την εξίσωση (1):

$$CW = [NC + EX] * VW * D \quad (1)$$

όπου:

CW : Απόβλητα κτηριακών κατασκευών σε τόνους

NC : Εμβαδόν νέων κατασκευών

EX : Προσθήκες σε υφιστάμενες οικοδομές

VW: Όγκος παραγόμενου αποβλήτου ανά εμβαδόν νέας οικοδομής

D : Πυκνότητα αποβλήτου

Απόβλητα Κατεδαφίσεων

Η εξίσωση για τα απόβλητα κατεδαφίσεων έχει τη μορφή της (2):

$$DW = ND * SD * WD * D \quad (2)$$

όπου:

DW : Απόβλητα κατεδαφίσεων σε τόνους

ND : Αριθμός κατεδαφίσεων

SD : Μέσο εμβαδόν των κτηρίων

WD : Παραγόμενο απόβλητο για κάθε κατεδάφιση

D : Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου

Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι η κατεδάφιση ενός κτιρίου συνοδεύεται από εκσκαφή για την απομάκρυνση των παλαιών θεμελίων και την τοποθέτηση νέων. Τα απόβλητα εκσκαφών αποτελούνται κυρίως από χώμα και πέτρες σε μικρότερες ποσότητες.

Απόβλητα εκσκαφών

Η εξίσωση για τα απόβλητα εκσκαφών είναι η (3):

$$EW = ND * ES * ED * D \quad (3)$$

όπου:

EW : Απόβλητα εκσκαφών σε τόνους

ND : Αριθμός αδειών νέων κατασκευών

ES : Μέση επιφάνεια εκσκαφής

ED : Μέσο βάθος εκσκαφής

D : Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 2.2.), απεικονίζεται η εκτίμηση των παραπάνω παραμέτρων για την περίπτωση της Ελλάδας.

Πίνακας 2.2: Εκτίμηση παραμέτρων μοντέλου υπολογισμού (ΕΕΔΣΑ, n.d.)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ
Όγκος αποβλήτων κατασκευών / εμβαδόν νέας οικοδομής	0.06 m ³ / m ²

Πυκνότητα αποβλήτων κατασκευών	1.6 t / m ³
Μέσο εμβαδόν κτιρίων	260 m ²
Μέσος αριθμός ορόφων / κτίριο	2
Όγκος αποβλήτων κατεδαφίσεων / εμβαδόν οικοδομής	0.8 m ³ / m ²
Πυκνότητα αποβλήτων κατεδαφίσεων	1.6 t / m ³
Μέση επιφάνεια εκσκαφής	130 m ²
Μέσο βάθος εκσκαφής	3 m
Πυκνότητα αποβλήτου εκσκαφής	1.4 t / m ³

2.4. Επικινδυνότητα των ΑΕΚΚ

Μικρές ποσότητες επικίνδυνων ή τοξικών υλικών εμπεριέχονται στα απόβλητα κατεδαφίσεων και κατασκευών. Από τα πιο επικίνδυνα υλικά που περιέχονται σε αυτό το είδος αποβλήτων είναι ο αμίαντος (σε καλύμματα στέγης) και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (Polichloririnated Biphenyls - PCBs), λόγω της έντονης παρουσίας αυτών των δύο ουσιών σε μεγάλο αριθμό παλαιών κτιρίων και της εξαιρετικά επιβλαβούς δράσης τους στον ανθρώπινο οργανισμό (Αβραμίκος, 2002).

Υπάρχουν και κάποια άλλα υλικά τα οποία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούν να γίνουν επικίνδυνα, εύφλεκτα ή τοξικά. Επίσης υλικά όπως κόλλες, βαφές κ.α., δεν είναι επικίνδυνα, όχι τουλάχιστον στην αρχική τους μορφή, αλλά δεν είναι αδρανή καθώς μπορούν να μετατραπούν σε πικίνδυνα μέσω αντιδράσεων με άλλα επικίνδυνα υλικά. Τέτοιου είδους υλικά θα πρέπει να διαχωριστούν από τον κύριο όγκο αδρανών υλικών για να μπορέσουν αυτά να υποβληθούν στην κατάλληλη επεξεργασία. Τα επικίνδυνα υλικά που απαντώνται στα εργοτάξια κατασκευών είναι (ΕΕΔΣΑ, 2006-2011):

- Πρόσθετα σκυροδέματος με βάση διαλύτες
- Χημικές ουσίες για προστασία από την υγρασία

- Κόλλες
- Γαλακτώματα με βάση την πίσσα
- Υλικά με βάση τον αμίαντο
- Ίνες ορυκτών (μόνωση)
- Βαφές και στρώματα επικάλυψης
- Επεξεργασμένη ξυλεία
- Ρητίνες
- Γυψοσανίδες

Το βασικό νομοθέτημα που καθορίζει τη διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων είναι η Οδηγία 91/689/ΕΟΚ για τα επικίνδυνα απόβλητα. Στην Ελλάδα δημοσιεύτηκαν η ΚΥΑ 13588/725/2006 «*Μέτρα όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων*» σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ, η ΚΥΑ 24944/1159/ΦΕΚ «*Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων*» και το Μάρτιο του 2007 η ΥΑ 8668/2007 «*Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Επικινδύνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ)*», οι οποίες διαμορφώνουν το θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΕΑ στη χώρα μας.

Όσον αφορά στην επικινδυνότητα των αποβλήτων, αυτή προσδιορίζεται με βάση τα κριτήρια που περιέχονται στη λίστα της Απόφασης 2001/118/ΕΚ.

2.4.1. Επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ

Στα εργοτάξια όπου λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα, ένας μικρός αριθμός υλικών όπως ο αμίαντος και τα μονωτικά υλικά που περιέχουν αμίαντο, αποτελούν αμετάβλητα επικίνδυνα υλικά. Κάποια άλλα υλικά που δεν θεωρούνται αυτούσια επικίνδυνα, στην τελική τους μορφή (κόλλες, επικαλύψεις, υλικά στεγανοποίησης κ.λπ.) μετατρέπονται σε επικίνδυνα στο χώρο μέσω αντιδράσεων με επικίνδυνα υλικά.

Στους χώρους κατεδάφισης, είναι επίσης πιθανόν να υπάρχουν κάποια υλικά (αμίαντος, λαμπτήρες ατμού νατρίου/υδραργύρου) που, λόγω των ιδιοτήτων τους, θεωρούνται επικίνδυνα. Η καλύτερη μέθοδος είναι η απομάκρυνσή τους πριν αρχίσει η διαδικασία της κατεδάφισης. Τα επικίνδυνα υλικά που δύνανται να βρεθούν στους χώρους κατεδάφισης είναι:

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

Ο διαχωρισμός των επικίνδυνων υλικών είναι ευκολότερος κατά την κατασκευή ενός κτιρίου, παρά κατά την κατεδάφιση γιατί τα υλικά κατασκευής είναι υπό πλήρη έλεγχο, Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι είναι γνωστές οι ποσότητές τους και η ακριβής σύστασή τους. Στον Πίνακα 2.3 που ακολουθεί, καταγράφονται τα πιθανά επικίνδυνα συστατικά στο ρεύμα των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις, καθώς και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους (ΕΕΔΣΑ, 2006-2011).

Πίνακας 2.3.: Επικίνδυνα συστατικά στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους

Προϊόν/ υλικό	Πιθανά επικίνδυνα συστατικά	Πιθανές επικίνδυνες ιδιότητες	Πρακτικές διαχείρισης
Πρόσθετα σκυροδέματος	H/C διαλύτες	Εύφλεκτο	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Υλικά ανθεκτικά στην υγρασία	Διαλύτες, Βιτουμένιο	Εύφλεκτα, Τοξικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν από τη διάθεση
			Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση,

Κόλλες	Διαλύτες, ισοκυανιούχες ενώσεις	Εύφλεκτα, Τοξικά, Διεγερτικά	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,	Τοξικό, Οικοτοξικό,	Ανακύκλωση, τα επικίνδυνα υλικά είναι δεσμευμένα στο ξύλο,

	μικροβιοκτόνα, μυκητοκτόνο	Εύφλεκτο	μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων κατά την απόθεση, αναθυμιάσεις τοξικής αιθάλης και υπολείμματα παράγονται κατά την καύση
Μπογιές και στρώματα επικάλυψης	Διαλύτες μολύβδου, χρωμίου, βαναδίου	Τοξικό εύφλεκτο	Μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αν είναι δεσμευμένο στο υπόστρωμα, πιθανή τοξική αιθάλη κατά την καύση
Εξοπλισμός μεταφοράς ενέργειας	PCB	Οικοτοξικό	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που πρέπει να απομακρυνθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες
Πηγή φωτός	CB, Υδράργυρος, νάτριο	Τοξικό, Οικοτοξικό	Ανακύκλωση/ απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Συστήματα εξαερισμού	CFCs	Καταστρέφου ν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Σύστημα πυροπροστασίας	CFCs	Καταστρέφου ν το στρώμα του όζοντος	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Ρυπασμένες	Ραδιονουκλίδια	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την

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

	χώρο διάθεσης		
Γυαλί			Παρουσιάζει δυσκολίες στη συλλογή και μεταφορά προς επεξεργασία
Δρόμοι	Πίσσα, διαλύτες	Εύφλεκτο Τοξικό	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη
Υπόστρωμα τέφρας/ κλίνκερ	Βαριά μέταλλα περιλαμβανομένου του υδραργύρου και του χαλκού.	Τοξικά	Ανακύκλωση, και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι μεγάλη

Σε κάθε περίπτωση, τα υλικά που προέρχονται από τις διάφορες οικοδομικές δραστηριότητες (κατασκευές, εκσκαφές, οδοποιία, κατεδαφίσεις), μπορεί να περιέχουν ανεξαρτήτως προέλευσης τα ακόλουθα υλικά:

- σκυρόδεμα
- τούβλα
- πλακάκια και κεραμικά
- μίγματα ή επιμέρους συστατικά από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά
- ξύλο
- γυαλί
- πλαστικό
- μίγματα ορυκτής ασφάλτου

- λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
- χαλκός, μπρούντζος, ορείχαλκος
- αλουμίνιο
- μόλυβδος
- ψευδάργυρος
- σίδηρος και χάλυβας
- κασσίτερος
- ανάμικτα μέταλλα
- καλώδια που περιέχουν πετρέλαιο και άλλες επικίνδυνες ουσίες
- χώματα και πέτρες
- μπάζα εκσκαφών
- μονωτικά υλικά
- υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο
- υλικά δομικών κατασκευών με βάση τον γύψο
- απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν

υδράργυρο

- απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων που περιέχουν

PCB, δάπεδα με βάση ρητίνες που περιέχουν PCB κλπ

- Κόλλες
- Γαλακτώματα
- Χρώματα – βαφές
- Ρητίνες

Το είδος των δομικών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την ανέγερση νέων κατασκευών, εξαρτάται από το είδος της κατασκευής, καθώς και από ποικίλους άλλους παράγοντες οικονομικής, πολιτικής, τεχνολογικής και κοινωνικής φύσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

3.1. Η κατάσταση στην Ευρώπη

Τα αδρανή υλικά που καταναλώνονται στις ευρωπαϊκές χώρες για να καλύψουν τις αναπτυξιακές τους ανάγκες βρίσκονται στην κορυφή της ζήτησης, μεταξύ των ορυκτών πρώτων υλών. Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Αδρανών, για την περίοδο 2010 – 2011, η συνολική ζήτηση αδρανών υλικών στην Ευρώπη ήταν 3 δις τόνοι ετησίως.

Το 65% των αδρανών που καταναλώνονται ετησίως στην Ευρώπη χρησιμοποιείται για κατασκευές κτιρίων. Αυτό ισχύει ειδικά στις χώρες με υψηλή σεισμικότητα, όπου τα κτίρια πρέπει να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και το σκυρόδεμα είναι το βασικό κατασκευαστικό υλικό. Μεγάλες ποσότητες αδρανών καταναλώνονται επίσης και για εργασίες υποδομών. Υπολογίζεται ότι απαιτείται το 20% της ετήσιας Ευρωπαϊκής κατανάλωσης για την κατασκευή δρόμων, σιδηροδρομικών γραμμών, αεροδιαδρόμων και πορθμείων. Αποτέλεσμα όλης αυτής της κατασκευαστικής δραστηριότητας είναι η παραγωγή αποβλήτων, τα οποία βάση της προέλευσης τους διαχωρίζονται σε, απόβλητα κατασκευαστικού τομέα, απόβλητα εξόρυξης και βιομηχανικά απόβλητα. Οι ποσότητες των αποβλήτων αγγίζουν το 74% του συνολικού όγκου αποβλήτων που παράγονται στα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Tiess & Χαλκιοπούλου, 2011).

Στον πίνακα 3.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι τομείς προέλευσης των αποβλήτων καθώς και τα συστατικά των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 2008, στις 27 χώρες της Ε.Ε. παράχθηκαν περίπου 860 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων προερχόμενοι από τον κατασκευαστικό τομέα, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 33% του συνολικού όγκου αποβλήτων στην Ευρώπη (Eurostat, 2012).

Παρόλα αυτά στην Ευρώπη διακρίνονται διαφορετικές ταχύτητες στην εφαρμογή της ορθής διαχείρισης των αδρανών αποβλήτων. Διακρίνονται οι χώρες-πρότυπα, όπως η Ολλανδία στην οποία ανακυκλώνεται το 100% της ποσότητας των παραγόμενων αδρανών αποβλήτων, οι χώρες που έχουν μια πολύ ικανοποιητική διαχείριση, όπως η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο και οι χώρες (κυρίως στη ΝΑ Ευρώπη) στις οποίες δεν εφαρμόζεται σχεδιασμός χρήσεων γης με ορισμό ζωνών

προτεραιότητας για την εκμετάλλευση αδρανών (με εξαίρεση τα θετικά παραδείγματα της Αυστρίας, της Ελλάδας και της Ιταλίας).

Πίνακας 3.1: Τομέας προέλευσης & συστατικά αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (Παπαδάκη, 2013)

Απόβλητα από Κατασκευές και Κατεδαφίσεις		
Τομέας Προέλευσης		Συστατικά
Κατασκευαστικός Τομέας	Απόβλητα που προέρχονται από την συντήρηση ή/και κατασκευή κτιρίων και αστικών έργων υποδομής	Σκυρόδεμα Τσιμέντο Διάφορα υλικά (τούβλα, πλακάκια)
Τομέας Κατεδαφίσεων	Απόβλητα που προέρχονται από την συντήρηση και την μερική ή ολική κατεδάφιση κτιρίων	Εδάφη, Ξύλο, Χαρτί, Κυτταρίνη και Πολυστερίνη, Μέταλλα, Πλαστικό, Κιμωλία, Κεραμικά Γυαλί, Αμίαντος
Απόβλητα από την κατασκευή / επισκευή δρόμων	Απόβλητα που προέρχονται από τις δραστηριότητες συντήρησης & κατασκευής δρόμων	Εδάφη Σκυρόδεμα Ξύλο Μέταλλα Πλαστικό
Απόβλητα από εκσκαφές	Απόβλητα που προέρχονται από εκσκαφές για κατασκευή αστικών έργων υποδομής ή/και εξόρυξη πετρωμάτων	Ξύλο Εδάφη

Η ύπαρξη αρκετών διαφορών μεταξύ των χωρών την ΝΑ Ευρώπης, όσον αφορά τις εξελίξεις στη χρήση ανακυκλωμένων υλικών όπως ΑΕΚΚ ή άλλων τύπων αποβλήτων, με σκοπό την παραγωγή αδρανών, κάνει την επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης ΑΕΚΚ μια αργή διαδικασία στις περισσότερες χώρες της ΝΑ Ευρώπης. Για παράδειγμα, στην Αλβανία, μέρος των τελμάτων της βιομηχανίας επεξεργασίας χρωμίτη χρησιμοποιείται για την παραγωγή αδρανών για την κατασκευαστική βιομηχανία. Στην Ερζεγοβίνη δεν υπάρχει κανένα εργοστάσιο ανακύκλωσης ενώ υπάρχουν πολύ λίγα υπάρχουν στη Βοσνία.

Στη Σερβία, οι ποσότητες των ΑΕΚΚ που ανακυκλώνονται για παραγωγή αδρανών είναι προς το παρόν πολύ μικρές (βιομηχανικά απόβλητα - σκωρίες και τέφρες από καύση γαιάνθρακα - χρησιμοποιούνται ως πηγή για την παραγωγή αδρανών, αλλά μόνο περιστασιακά). Η Σλοβενία διαθέτει μονάδες ανακύκλωσης που επεξεργάζονται κυρίως απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, βιομηχανικά απόβλητα και παραπροϊόντα – υπολείμματα της εξαγωγικής βιομηχανίας. Τέλος, στην Αυστρία ανακυκλώνονται κυρίως απόβλητα της εξαγωγικής βιομηχανίας.

Εντούτοις η αυξανόμενη ζήτηση για αδρανή φέρνει στην επιφάνεια την ανάγκη για μια πολιτική που θα διασφαλίσει τόσο τη βιώσιμη διαχείριση όσο και τη βιώσιμη προμήθεια των φυσικών αδρανών στη ΝΑ Ευρώπη τα επόμενα χρόνια. Αναμένεται ότι η κατανάλωση των αδρανών στην Ευρώπη μεσοπρόθεσμα θα αυξηθεί. Υπολογίζεται ότι η μέση ετήσια ζήτηση κατά κεφαλήν θα αυξηθεί από τη σημερινή τιμή των 3-5 τόνων στην τιμή των 6-8 τόνων, γεγονός που συνεπάγεται μια σταθερά αυξανόμενη μελλοντική ζήτηση σε αδρανή. Έτσι, είναι λογικό να αναμένεται ότι όταν η οικονομική κρίση θα ξεπεραστεί, η μεσοπρόθεσμη ζήτηση για αδρανή στην Ευρώπη θα φτάσει τα 4 δις εκατομμύρια τόνους, η οποία θα οφείλεται κυρίως στην οικονομική ανάπτυξη της Κεντρικής και Νοτιοανατολικής Ευρώπης (Tiess & Χαλκιοπούλου, 2011).

3.2. Εφαρμοζόμενες πρακτικές για την παραγωγή αδρανών υλικών στις χώρες της Ευρώπης

Το 90% της συνολικής ευρωπαϊκής παραγωγής αδρανών προέρχεται από λατομεία σκληρών πετρωμάτων και αμμοχάλικου. Το υπόλοιπο 10% προέρχεται από

θαλάσσιες αποθέσεις, ανακύκλωση ΑΕΚΚ και ανακύκλωση βιομηχανικών αποβλήτων (σκωρία & τέφρα). Η κύρια πρακτική παραγωγής αδρανών είναι η εξόρυξη σε λατομεία. Οι παραγωγικές πρακτικές αδρανών που εφαρμόζονται περιλαμβάνουν:

- την εξόρυξη και την επεξεργασία πετρωμάτων και αμμοχάλικου
- την επεξεργασία εξορυκτικών αποβλήτων και εξορυγμένων εδαφών / πετρωμάτων
- την επεξεργασία ΑΕΚΚ και βιομηχανικών αποβλήτων.

Παρόλα αυτά, οι παραγόμενες ποσότητες αδρανών από ανακύκλωση ΑΕΚΚ είναι προς το παρόν περιορισμένες.

3.3. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Ο συνολικός όγκος παραγωγής αδρανών ξεπερνούσε τα 100 εκατομμύρια τόνους πριν την περίοδο της ύφεσης στην χώρα όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Δυστυχώς, η οικονομική κρίση επηρέασε σημαντικά τα μεγέθη του κλάδου με αποτέλεσμα το 2009 ο τομέας να παρουσιάσει κάμψη σε όλα τα μεγέθη, ακολουθώντας την σημαντική πτώση στη ζήτηση αλλά και τις τιμές των πρώτων υλών στους κλάδους της οικοδομής, του τσιμέντου και του σκυροδέματος. Έτσι η παραγωγή τους μειώθηκε στους 70 με 80 εκατομμύρια τόνους, πτώση της τάξης του 20% – 23% ως απόρροια της συρρίκνωσης της εγχώριας οικοδομικής και κατασκευαστικής δραστηριότητας (Παπαδάκη, 2013).

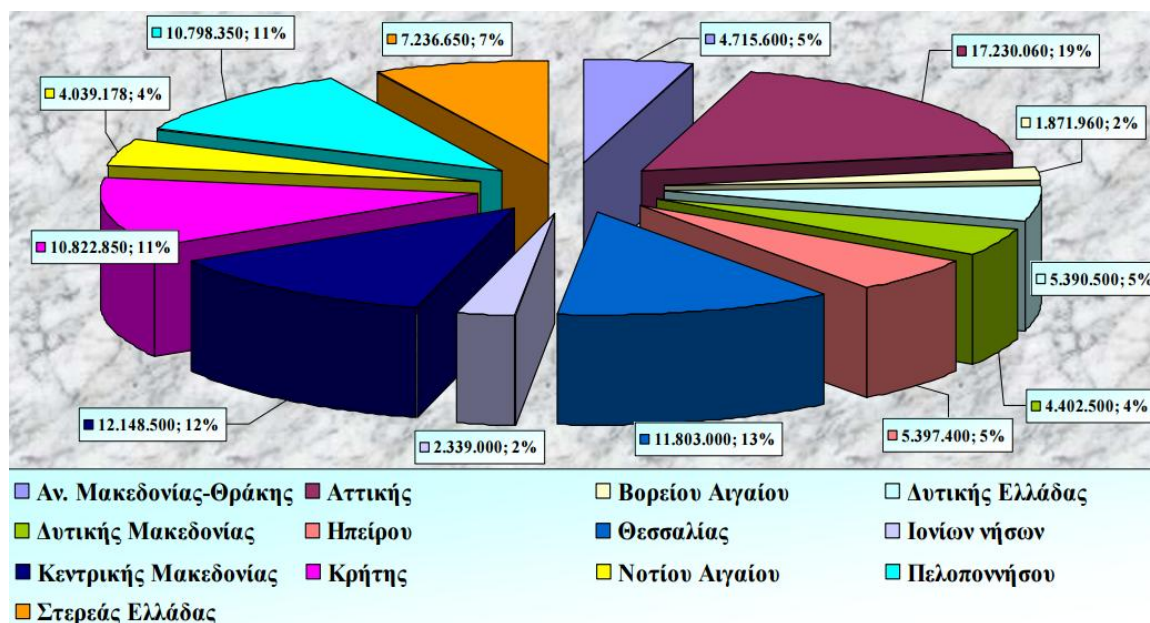
Στον πίνακα 3.2 και το διάγραμμα 3.1 που ακολουθούν, αποτυπώνεται η παραγωγή αδρανών υλικών ανά Περιφέρεια. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΙΓΜΕ, το 2011 παρήχθησαν συνολικά 98.195.548 τόνοι σε όλη την ελληνική επικράτεια.

Παρατηρώντας την σειρά κατάταξης της παραγωγής αδρανών υλικών ανά Περιφέρεια, εντύπωση προκαλεί η θέση που καταλαμβάνει η Κρήτη συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες νησιωτικές Περιφέρειες, οι οποίες εμφανίζονται στις τελευταίες θέσεις.

Πίνακας 3.2: Επικαιροποιημένη παραγωγή αδρανών ανά Περιφέρεια (Ζουρμπάκης & Κοϊνάκης, 2011)

Περιφέρεια	Παραγωγή Αδρανών (σε τόνους)	Παραγωγή αδρανών (%)
Αττικής	17.230.060	19
Κεντρικής Μακεδονίας	12.148.500	13
Θεσσαλίας	11.803.000	12
Κρήτης	10.822.850	11
Πελοποννήσου	10.798.350	11
Στερεάς Ελλάδας	7.236.650	7
Ηπείρου	5.397.400	5
Δυτικής Ελλάδας	5.390.500	5
Ανατ. Μακεδονίας Θράκης	4.715.600	5
Δυτικής Μακεδονίας	4.402.500	4
Νοτίου Αιγαίου	4.039.178	4
Ιονίων νήσων	2.339.000	2
Βόρειου Αιγαίου	1.871.960	2
Σύνολο	98.195.548	

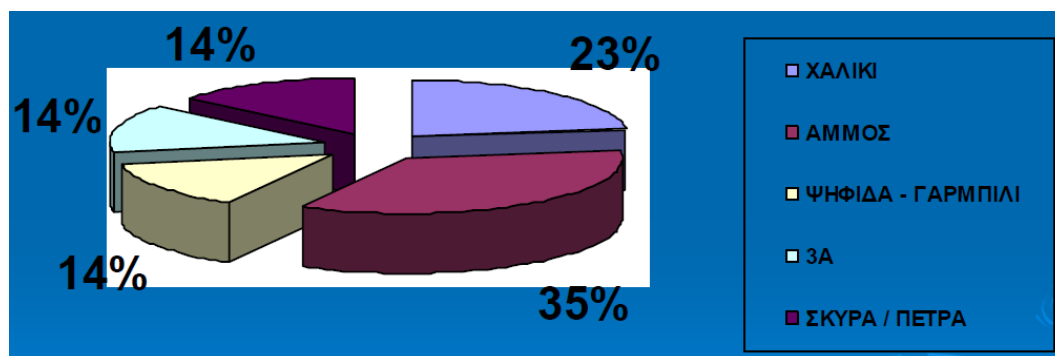
Στο επόμενο διάγραμμα (3.1) αποτυπώνεται η ποσοστιαία παραγωγή αδρανών υλικών στη χώρα ανά περιφέρεια, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία του ΙΓΜΕ.



Διάγραμμα 3.1: Ποσοστιαία παραγωγή Αδρανών ανά Περιφέρεια (Αγγελόπουλος, 2010)

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 6.5 εκατομμύρια τόνοι υλικών εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων απορρίπτονται ανεξέλεγκτα σε χωματερές, λατομεία και ρέματα σε ετήσια βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ρυπαίνεται το περιβάλλον και να χάνονται πολύτιμες πρώτες ύλες. Μόνο στο λεκανοπέδιο της Αττικής, παράγονται ημερησίως 5.000 τόνοι αδρανών, ποσότητα συγκρίσιμη με την παραγωγή οικιακών απορριμμάτων (Παπαδάκη, 2013).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί (διάγραμμα 3.2), παρουσιάζονται οι κατηγορίες των παραγόμενων θραυστών αδρανών υλικών στην Ελλάδα την περίοδο 2006 – 2007 (Ζουρμπάκης & Κοϊνάκης, 2011)



Διάγραμμα 3.2.: Κατηγορίες παραγόμενων θραυστών υλικών στην Ελλάδα την περίοδο 2006-2007

3.4. Εφαρμοζόμενες πρακτικές για την παραγωγή αδρανών υλικών στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η απόθεση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις γίνεται σχεδόν ανεξέλεγκτα μέχρι και σήμερα. Το πρόβλημα έχει οξυνθεί την τελευταία δεκαετία με την περάτωση των μεγάλων δημοσίων έργων όπως αυτά των Ολυμπιακών αγώνων. Το αποτέλεσμα είναι τεράστιοι λόφοι, ρεματιές, ποτάμια, λίμνες, αναξιοποίητα οικόπεδα κ.λπ. να έχουν μετατραπεί σε χώρους απόρριψης τεράστιων όγκων μπαζών.

Επίσης, η ανεξέλεγκτη απόθεση των ΑΕΚΚ συχνά προκαλεί, εκτός από την αισθητική αλλοίωση του τοπίου της περιοχής απόθεσης, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος με την ρύπανση του εδάφους και του υδροφόρου καθώς τα απόβλητα εκτός από πέτρες, χώμα, τούβλα και σίδερα συνήθως περιέχουν και επικίνδυνες ουσίες όπως αμίαντο, τοξικά υλικά (χημικά, καρκινογόνα PCB από πυκνωτές, προστατευτικές επικαλύψεις ξύλων ή μετάλλων, καλώδια, μονωτικά υλικά κ.λπ.). Ένας ακόμα κίνδυνος που ελλοχεύει είναι αυτός της πυρκαγιάς, καθώς πολλά από τα υλικά είναι εύφλεκτα (Λιάλιος, 2007).

Αιτία αυτής της κατάστασης είναι τόσο η έλλειψη νόμιμων χώρων απόθεσης όσο και η ανεπάρκεια εφαρμογής του ολοκληρωμένου πλαισίου διαχείρισης και ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ σε οργανωμένα δίκτυα συλλογής και αξιοποίησης των υλικών τους.

Συνήθως μέρος των ΑΕΚΚ χρησιμοποιείται σε έργα επιχωμάτωσης, σε αποκαταστάσεις λατομείων κι ένα μικρό ποσοστό καταλήγει στο μοναδικό νόμιμο ΧΥΤΑ που υπάρχει στην Αττική και βρίσκεται στα Λιόσια (η χωρητικότητά του άλλωστε δεν επαρκεί για την απόθεση μεγάλων ποσοτήτων ΑΕΚΚ) ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες απορρίπτονται είτε σε μη ελεγχόμενους είτε σε ακατάλληλους χώρους π.χ. στην ύπαιθρο που είναι και η πιο εύκολη και οικονομική λύση.

Όσον αφορά την καταγραφή των παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ, ουσιαστικά δεν υπάρχει γιατί οι κατασκευαστικές εταιρίες δεν είναι υποχρεωμένες να καταγράφουν και να αναφέρουν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων που παράγουν. Προς το παρόν, ο μόνος τρόπος για την εκτίμηση των

παραγόμενων ποσοτήτων των αποβλήτων αυτών είναι μέσω της χρήσης στοιχείων από την νέες οικοδομικές άδειες σχετικά και τον αριθμό των αδειών κατεδάφισης εφόσον δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία των ποσοτήτων παραγωγής και της ακριβούς σύνθεσής τους (Fatta et al., 2003).

Η μοναδική προσπάθεια στη χώρα, για εναλλακτική διαχείριση μπαζών έγινε μετά το σεισμό της 7ης Σεπτεμβρίου 1999. Μέσω ενός ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE – χρηματοδοτικός φορέας που υποστηρίζει πολλά έργα σε κάθε χώρα κάθε χρόνο - η εταιρία TOMH AE λειτούργησε το 2002-2003 πιλοτικά 2 μονάδες επεξεργασίας στα Α. Λιόσια και στη Θεσσαλονίκη έχοντας ως στόχο τη διαχείριση και ανακύκλωση των υλικών που προέκυψαν από το σεισμό (LIFE00 ENV/GR/000739).

Το 2012, καταγράφηκε η πιο πρόσφατη προσπάθεια για τη δημιουργία ενός συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων που έγινε από τη «ΣΑΝΚΕ Ε.Π.Ε» με τους ακόλουθους όρους:

- Η γεωγραφική εμβέλεια του συστήματος περιλαμβάνει τις γεωγραφικές ενότητες: α) Αν. Αττικής, β) Εύβοιας και γ) Βοιωτίας. Για την διεύρυνση της εμβέλειάς του και σε άλλες περιοχές θα πρέπει να προσκομιστούν στον Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. στοιχεία (ΑΕΠΟ νέας εγκατάστασης, οικονομικά στοιχεία κλπ).
- Μέσω του συστήματος μπορούν να διαχειρίζονται οι κωδικοί ΑΕΚΚ οι οποίοι περιλαμβάνονται στις αδειοδοτήσεις των συνεργαζόμενων εγκαταστάσεων.
- Το σύστημα οφείλει να συνεργάζεται (νομική δέσμευση συνεργασίας) με αδειοδοτημένους συλλέκτες - μεταφορείς και εγκαταστάσεις.
- Ποσοστό 2% επί των ετήσιων χρηματικών εισφορών που καταβάλλουν οι παραγωγοί στο σύστημα, θα αποδίδεται στον Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π., σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 24 του ν.2939/01, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει. Η διάρκεια ισχύος της απόφασης αυτής είναι έξι χρόνια, αρχής γενομένης από την 23^η.12.2011 και μπορεί να ανανεώνεται με τροποποίηση ή αναθεώρηση της προβλεπόμενης

μελέτης, κατόπιν έγκρισης του Διοικητικού Συμβουλίου του Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.

- Το σύστημα υποχρεούται να υλοποιήσει το επιχειρησιακό του σχέδιο, όπως αυτό περιγράφεται στον τροποποιημένο/ συμπληρωμένο φάκελο για την έγκρισή του.
- Το σύστημα, πέραν των προβλεπόμενων από τη νομοθεσία ετησίων εκθέσεων, θα υποβάλλει σε εξαμηνιαία βάση στοιχεία στον Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. για την πρόοδο της ανάπτυξής του.
- Κατά τη διάρκεια ισχύος της εξαετούς έγκρισης του συστήματος ο Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. μπορεί να τροποποιήσει τους όρους του. Προς τούτο ο Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. απαιτεί υποβολή τροποποιημένου φακέλου από το σύστημα (Παπαδάκη, 2013)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ

4.1. Διαχείριση ΑΕΚΚ

Στην Ελλάδα σύμφωνα με τον κανονισμό για τη διαχείριση των αποβλήτων (1997), οι χώροι υγειονομικής ταφής πρέπει να κατέχουν άδεια λειτουργίας, η οποία δίδεται από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος και στην οποία περιγράφονται αναλυτικά η ποσότητα και ο τύπος των αποβλήτων που πρόκειται να γίνονται αποδεκτά στο χώρο διάθεσης. Συνεπώς για να είναι τα ΑΕΚΚ αποδεκτά στο χώρο τελικής διάθεσης πρέπει να περιγράφονται στην άδεια λειτουργίας της αντίστοιχης εγκατάστασης.

Παρά το γεγονός ότι τα ΑΕΚΚ έχουν αναγνωρισθεί ως ρεύμα αποβλήτων πρώτης προτεραιότητας, δεν έχουν τεθεί εθνικοί ποσοτικοί στόχοι για την ανακύκλωση υλικών από τα απόβλητα αυτά. Μόνο στην περιφέρεια του Δουβλίνου έχει τεθεί ως στόχος, η ανακύκλωση των υλικών από ΑΕΚΚ να φθάσει το 82% μέχρι το έτος 2004. Η Εθνική Υπηρεσία Δρόμων συντάσσει τις προδιαγραφές για την κατασκευή δρόμων όπου θα περιγράφονται αναλυτικά τα υλικά των οποίων θα επιτρέπεται η χρήση για την κατασκευή δρόμων, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά τους και τα απόβλητα που πρόκειται να παραχθούν από τη χρήση τους. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και η Τοπική Αυτοδιοίκηση, προκειμένου να προωθήσουν τη δημιουργία μονάδων ανακύκλωσης υλικών από ΑΕΚΚ, προχώρησαν στις επιδοτήσεις τέτοιων μονάδων.

4.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα όσον αφορά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ

Στην Ελλάδα έχει εκδοθεί η ΚΥΑ 36259/2010 που καθορίζει μέτρα, όρους και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδικά από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Στην ΚΥΑ αυτή αναφέρονται τα εξής:

- Στον ορισμό των ΑΕΚΚ εντάσσονται μόνο τα απόβλητα που προκύπτουν από οικοδομικές εργασίες, ενώ εξαιρούνται αυτά που προκύπτουν από λοιπά έργα υποδομής (π.χ. οδοποιία, σήραγγες κλπ) ή

εξορυκτικές δραστηριότητες (π.χ. μεταλλεία, λατομεία κλπ). Τα ΑΕΚΚ πρέπει να αξιοποιούνται και όχι να καταλήγουν σε χώρους ταφής ενώ τίθενται και ποσοτικοί στόχοι για την αξιοποίησή τους.

- Κατά την κατεδάφιση πρέπει να γίνεται επιλεκτική κατεδάφιση και πρότερη αποξήλωση, ώστε να επιτυγχάνεται διαχωρισμός των υλικών κατεδάφισης, με σκοπό την αξιοποίησή τους.
- Οι εργολάβοι υποχρεούνται να συνεργάζονται με τους προμηθευτές υλικών, τους κατασκευαστές προϊόντων που προορίζονται για οικοδομικές εργασίες και τους ιδιοκτήτες, ώστε να ενσωματώνουν αυξανόμενη ποσότητα ανακυκλωμένου υλικού στα έργα προκειμένου να αναπτύσσονται οι αγορές για ανακυκλωμένα υλικά.
- Σε περίπτωση που τα απόβλητα αυτά έχουν αναμιχθεί με άλλα επικίνδυνα απόβλητα ή σε κάθε περίπτωση που έχουν καταστεί επικίνδυνα απόβλητα οι εργασίες διαχείρισής τους να πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που προβλέπονται στη σχετική νομοθεσία για τα επικίνδυνα απόβλητα.
- Κάθε εγκατάσταση που εκτελεί εργασίες εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ πρέπει να ενταχθεί ή να συμβληθεί με εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης, που λειτουργούν στο πλαίσιο του Νόμου 2939/2001 για να εξασφαλίζεται ή εκπλήρωση των υποχρεώσεων που απορρέουν από τη νομοθεσία (Νόμος 2939/2001).
- Ο παραγωγός ΑΕΚΚ (δηλαδή ο εργολάβος κατασκευής) υποχρεούται με την έναρξη των εργασιών να προσκομίζει στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες μαζί με επικυρωμένο αντίγραφο των στοιχείων Διαχείρισης Αποβλήτων και μια εγγυητική επιστολή αναγνωρισμένης Τράπεζας ποσού 0,2 % επί του συνολικού προϋπολογισμού του έργου αποκλειστικά για έργα εκσκαφών και 0,5 % επί του συνολικού προϋπολογισμού του έργου για έργα κατασκευών και κατεδαφίσεων
- Ο εργολάβος εντός 30 ημερών από την αποπεράτωση των εργασιών διαχείρισης των ΑΕΚΚ, οφείλει να καταθέτει στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες βεβαίωση παραλαβής των ΑΕΚΚ από εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης, στην οποία εκτός από τα στοιχεία του υπόχρεου, τη διεύθυνση και τη δραστηριότητα

προέλευσης των αποβλήτων αναφέρονται επίσης τα ακριβή στοιχεία σχετικά με τις κατηγορίες και τις ποσότητες των ΑΕΚΚ που παρελήφθησαν, βάσει των σχετικών παραστατικών (Δελτίων Αποστολής, Τιμολογίων κλπ) που τηρούνται στο αρχείο του εν λόγω συστήματος. Έτσι μόνο επιστρέφεται η εγγυητική επιστολή τραπέζης.

- Οι διαχειριστές των ΑΕΚΚ (δηλαδή οι εργολάβοι) υποχρεούνται να οργανώνουν ατομικά ή συλλογικά συστήματα ή να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων που παράγονται από τη δραστηριότητά τους, στο πλαίσιο του Νόμου 2939/2001.
- Οι διαχειριστές ΑΕΚΚ (δηλαδή οι εργολάβοι) 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, τηρουμένων των διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας για τη διαχείριση των μη επικίνδυνων αποβλήτων, καθώς και συστημάτων επαναχρησιμοποίησης των δυνάμενων να αξιοποιηθούν υλικών.

Η ανωτέρω ΚΥΑ εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων που θέσπισε ο Νόμος 2939/2001, σύμφωνα με τον οποίο συστήνονται ειδικοί Φορείς, τα Συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων, που εισπράττουν τέλη από τους παραγωγούς αποβλήτων (δηλαδή εργολάβους) στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής τους ευθύνης. Οι Φορείς αυτοί αδειοδοτούνται από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), τον πρώην Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ).

Επιπρόσθετα εκδόθηκε πρόσφατα ειδική διευκρινιστική Εγκύκλιος (4834/25.1.2013) περί διαχείρισης περίσσειας υλικών εκσκαφών που προέρχονται από δημόσια έργα, σύμφωνα με την οποία πρέπει να αξιοποιούνται καταλλήλως τα περίσσεια υλικά από δημόσια έργα που αποπερατώθηκαν ή έχει ανασταλεί η λειτουργία τους, με σκοπό προλαμβάνεται η παραγωγή πρόσθετων ΑΕΚΚ.

Τέλος το θεσμικό πλαίσιο περιλαμβάνει και το Νόμο 4030/2011 «Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις», ο οποίος στο άρθρο 40 περιλαμβάνει θέματα σχετικά με τα ΑΕΚΚ.

Πιο συγκεκριμένα, σε ανενεργά λατομεία ανεξαρτήτως του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων. Στα λατομεία αυτά μπορούν να χωροθετούνται εγκαταστάσεις ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων (ΟΕΔΑ) των ΑΕΚΚ. Η λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των ΑΕΚΚ σε λατομεία δεν πρέπει να παρατείνεται πέραν του χρόνου αποκατάστασης του λατομείου. Επιτρέπεται η απόθεση προϊόντων εκσκαφών από την κατασκευή δημόσιων έργων, στα οποία περιλαμβάνονται και τα έργα με σύμβαση παραχώρησης, σε ανενεργά λατομεία για τη μερική ή ολική αποκατάστασή τους μετά από εκπόνηση μελέτης αποκατάστασης που περιλαμβάνει και τη φυτοτεχνική μελέτη, καθώς και έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ).

Η αποκατάσταση των χώρων που ανήκουν στο Δημόσιο γίνεται με δαπάνη και μέριμνα των εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ. Για την αποκατάσταση ενός εκάστου λατομείου προκηρύσσεται από την Αποκεντρωμένη Διοίκηση διαγωνισμός κατά τις κείμενες διατάξεις, με προσφορές που υποβάλλονται στη βάση μελέτης αποκατάστασης. Η επίβλεψη της αποκατάστασης πραγματοποιείται από την αναθέτουσα αρχή σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς.

Όπως σε Ευρωπαϊκό επίπεδο η διαχείριση των ΑΕΚΚ βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, παρομοίως και στην Ελλάδα η έλλειψη εξειδικευμένου θεσμικού πλαισίου μέχρι το 2010 είχε οδηγήσει στην έλλειψη ορθής διαχείρισης των ΑΕΚΚ, πέρα από την απλή ταφή τους σε ΧΑΔΑ ή παλαιά / ανενεργά λατομεία, χωρίς καμία πρότερη επεξεργασία ή άλλου είδους αξιοποίηση.

Στην Ελλάδα ο ιδιωτικός τομέας έχει αναγνωρίσει το υψηλό δυναμικό ανακύκλωσης που χαρακτηρίζει τα ΑΕΚΚ και ως εκ τούτου έχει εκδηλώσει το ενδιαφέρον αξιοποίησής του. Σημειώνεται ότι μέχρι και τις αρχές του τρέχοντος έτους έχουν αδειοδοτηθεί 8 Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης των ΑΕΚΚ, από τον Εθνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) , όπως αντίστοιχα λειτουργούν ήδη για άλλα είδη αποβλήτων (π.χ. ορυκτέλαια, μπαταρίες, ελαστικά κλπ), ενώ εκκρεμεί

και η αδειοδότηση των 2 υπολοίπων συστημάτων που έχουν υποβάλλει αίτηση (EOAN, 2015).

Στα Συστήματα αυτά συλλέγονται τα ΑΕΚΚ από τα έργα του οικοδομικού τομέα και επεξεργάζονται, με σκοπό την αξιοποίηση τους. Τα Συστήματα διαχείρισης των ΑΕΚΚ λειτουργούν Μονάδες Διαχείρισης των ΑΕΚΚ, όπου τα απόβλητα αυτά υπόκεινται στις ακόλουθες εργασίες:

- Διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών (π.χ. μέταλλα, πλαστικό κλπ), τα οποία στη συνέχεια πωλούνται,
- επεξεργασία και παραγωγή δευτερογενών οικοδομικών προϊόντων (π.χ. χαλίκι κλπ),
- παραλαβή των υλικών εκσκαφών και, χωρίς επεξεργασία, απόθεση / χρήση τους ως υλικών επικάλυψης / επιχώσεων on-site, με σκοπό την αποκατάσταση των χώρων τελικής διάθεσης (ήτοι ανενεργά λατομεία).

Ωστόσο η οικονομική ύφεση που είχε σημαντικό αντίκτυπο στην οικοδομική δραστηριότητα, επηρέασε αρνητικά και τις παραγόμενες ποσότητες ΑΕΚΚ στη χώρα μας, με σκοπό να υπο-λειτουργούν οι Μονάδες αυτές και να κινδυνεύει η βιωσιμότητά τους.

4.3. Ανάκτηση ενέργειας και ύλης από ΑΕΚΚ

Είναι γεγονός ότι η ανακύκλωση αλλά και η ανάκτηση των ΑΕΚΚ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην μείωση της ανάγκης για χρήση φυσικών πρωτογενών πηγών. Όπως είναι γνωστό, τα απόβλητα που προέρχονται από τις κατεδαφίσεις χαρακτηρίζονται από ενεργειακό περιεχόμενο όπως και περιεχόμενο πρώτων υλών, που μπορεί να ποσοτικοποιηθεί βάση αυτών που ήταν αναγκαία για την κατασκευή του κτιρίου.

Πιο αναλυτικά, το ισοζύγιο ενέργειας και ύλης είναι αυτό που χαρακτηρίζει ένα οικοδόμημα τόσο κατά την διαδικασία κατασκευής όσο και κατά την κατεδάφισή του. Η ενέργεια καθώς και οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή ενός κτιρίου, όπως παραδείγματος χάριν για την παραγωγή των δομικών υλικών, έχει μια οικονομική αξία και αντιπροσωπεύει την περιβαλλοντική επένδυση

για την συγκεκριμένη κατασκευή και χαρακτηρίζεται από το ρεύμα εισόδου, ενώ το ρεύμα εξόδου που αφορά στα απόβλητα ενδέχεται να έχει και αρνητική αξία κυρίως λόγω του κόστους επεξεργασίας τους.

Τα απόβλητα που προέρχονται από τις κατεδαφίσεις εμπεριέχουν τα ίδια συστατικά και την ίδια ενσωματωμένη ενέργεια με τα πρωτογενή δομικά υλικά. Τα απόβλητα αυτά είναι σύνηθες να μην αξιοποιούνται καθώς καταλήγουν στην χωματερή (Roussat et al., 2009). Τα δομικά υλικά αλλά και όλα τα υλικά γενικά απαιτούν κάποιο ποσό ενέργειας κατά την παραγωγή τους, όπως για παράδειγμα για την εξόρυξη των πρώτων υλών, τη μεταφορά, την ανάδευση και τις φυσικοχημικές επεξεργασίες μέχρις ότου καταλήξουν στην παραγωγή του τελικού προϊόντος. Τα εν λόγω υλικά λοιπόν εκτός από την οικονομική, έχουν και ενεργειακή αξία η οποία αντιπροσωπεύει την ενεργειακή επένδυση που πραγματοποιήθηκε κατά την παραγωγή τους. Η ενεργειακή αυτή αξία όμως συνήθως χάνεται καθώς δεν προχωρά η ανάκτησή της από τα απόβλητα (Solis – Guzman et al, 2015).

Επιπλέον, υλικά και μέταλλα όπως το αλουμίνιο, ο χάλυβας, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος καθώς και τα πλαστικά όπως το πολυστυρένιο, το πολυαιθυλένιο και το PVC συνήθως απαιτούν και την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή τους (Cole, 1999; Craighil & Powel, 1999; Yohanis & Norton, 2002; Scheuer et al., 2003; Venkatarama Reddy & Jagadish, 2003; Thomark, 2006; Harvey, 2011; Feldman, 2013).

Συνεπώς είναι πολύ σημαντική η κατά το δυνατό μικρότερη απώλεια της ενέργειας αυτής μέσω της ανακύκλωσης και της ανάκτησής της από τα απόβλητα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η παραγωγή αλουμινίου και χάλυβα μέσω ανακυκλωμένων υλικών η οποία απαιτεί την κατανάλωση πολύ λιγότερης ενέργειας από ότι η παραγωγή της με πρωτογενείς πρώτες ύλες. Έτσι λοιπόν, η παραγωγή ενός τόνου χάλυβα με χρήση scrap δηλαδή από παλιοσίδερα και κομμάτια και εξαρτήματα σιδήρου και χάλυβα, απαιτεί κατανάλωση ενέργειας 10GJ έναντι 30GJ που απαιτούνται για επεξεργασία πρώτων υλών. Επιπλέον, η ανακύκλωση αλουμινίου εξοικονομεί 200GJ/τόνο που παράγεται συγκρινόμενη με την παραγωγή αλουμινίου από πρωτογενείς πρώτες ύλες (Scheuer et al., 2003; Thomark, 2006; Harvey, 2011; Nautiyal et al, 2015; The Aluminum Association, 2015).

Ένα σημαντικό μέρος των πρώτων υλών από διάφορα υλικά που υπάρχουν στα κτίρια και προέρχονται από τον ορυκτό πλούτο της γης καθώς και η αξία χρήσης τους χάνεται κατά τη κατεδάφισή τους. Επιπλέον η ενεργειακή αξία των αποβλήτων κατεδάφισης έγκειται στο γεγονός ότι εμπεριέχουν τις ίδιες πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διαδικασία παραγωγής των υλικών κατασκευής. Τα απόβλητα κατεδάφισης χαρακτηρίζονται από δυο δείκτες, οι οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ο πρώτος δείκτης αφορά στην «Ένταση των Υλικών» (Material Intensity, EI) και είναι ένα μέτρο της συνολικής ποσότητας των αβιοτικών πρώτων υλών που εξήχθησαν από το περιβάλλον για την παραγωγή προϊόντων.
- Ο δεύτερος δείκτης ονομάζεται «Δείκτης Πιθανών Πρώτων Υλών» (Indicator of Potential Resources, Ipr) και αφορά στο μη-ανανεώσιμο χαρακτήρα των υλών που περιέχονται στα απόβλητα κατεδαφίσεων.

Όπως είναι φυσικό, όσο πιο σπάνιο και μη ανανεώσιμο είναι το απόβλητο κατεδάφισης τόσο δυσκολότερη είναι η ανάκτησή του ενώ σε κάποιες περιπτώσεις, η διαδικασία είναι μη αντιστρέψιμη. Ο ρυθμός μείωσης των αποθεμάτων από την εξαγωγή πρώτων υλών από το έδαφος μπορεί να μειωθεί αποτελεσματικά μέσω της επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων. Πρέπει λοιπόν να είναι γνωστή η αξία των πρώτων υλών που υπάρχουν στα απόβλητα προκειμένου να δίνεται προτεραιότητα στην ανάκτηση εκείνων που είναι πιο σημαντικά.

Το γενικό συμπέρασμα επομένως είναι ότι έχει μεγάλη αξία η ανάκτηση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων γιατί με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η εξαγωγή υλικών από την γη και διατηρούνται τα αποθέματα ιδιαίτερα όταν πρόκειται για σπάνια και μη ανανεώσιμα υλικά.

Προκειμένου να γίνει δυνατή η σύγκριση διάφορων εναλλακτικών διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων κατεδάφισης είναι σημαντικό να υπάρχει η γνώση του ισοζυγίου ενέργειας και ύλης, που αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο. Για την ορθή σύγκριση αλλά και για να υπολογιστεί το ποσοστό της αρχικής περιβαλλοντικής επένδυσης το οποίο μπορεί να εξοικονομηθεί είναι σημαντική η χρήση των παρακάτω όρων:

- Ενσωματωμένη Ενέργεια (EE)
- Ένταση των Υλικών (EI)
- Δείκτης Πιθανών Πρώτων Υλών (Ipr)

Κάθε απόβλητο i χαρακτηρίζεται αρχικά από τη δική του EE, EI και τον Ipr. Μετά την κατεδάφιση όμως του κτιρίου, τα απόβλητα είναι δυνατόν να διαχειριστούν με τέσσερις διαφορετικές μεθόδους (Roussat et al., 2009):

1. Τα απόβλητα των κτιρίων εναποτίθενται στην χωματερή και επομένως όπως είναι φυσικό, όλη η ενέργεια και η ύλη που εμπεριέχεται σε αυτά, χάνεται,

$$\Delta E = EE_i \quad \text{και} \quad \Delta MI = MI_i, \quad (1)$$

(ΔE = Ενέργεια, ΔMI = η Ένταση των Υλικών που χάνεται αντίστοιχα).

2. Στη περίπτωση αυτή γίνεται ανάκτηση ενέργειας E_i , η οποία δεχόμαστε ότι επιτρέπει την εξοικονόμηση ενός υποθετικού ρεύματος ενέργειας MI_{oei} από ορυκτά καύσιμα (fossil energy) που θα ήταν απαραίτητο για να παρέχει την ενέργεια E_i . Συνεπώς, η ενέργεια που χάνεται είναι η αρχική EE_i μείον την ανακτώμενη,

$$\Delta E = EE_i - E_i \quad (2)$$

και αντίστοιχα η απώλεια Έντασης των Υλικών ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της αρχικής Έντασης των Υλικών του προϊόντος i μείον τη δυναμικότητα του καυσίμου που απαιτείται για να παρέχει την ίδια ενέργεια E_i ,

$$\Delta MI = MI_i - MI_{oei} \quad (3)$$

3. Στην τρίτη περίπτωση, το απόβλητο i που ανακτήθηκε θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενός προϊόντος j . Μέσω λοιπόν της αξιοποίησης των αποβλήτων είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας (EE_j) και ρεύματος ύλης (MI_j) που είναι απαραίτητα για την παραγωγή του προϊόντος j από φυσικά υλικά και αποτυπώνεται στις σχέσεις:

$$\Delta E = EE_i + E_{vi} - E_{ej} \quad (4)$$

$$\Delta MI = MI_i + MI_{vi} - MI_{ji} \quad (5)$$

4. Τέλος, στην τελευταία περίπτωση τα απόβλητα ανακυκλώνονται. Με τον τρόπο αυτό, η αρχική ενεργειακή επένδυση και ύλη μπορούν να εξοικονομηθούν.

Παρολαυτά ακόμα και κατά την ανακύκλωση, μια νέα κατανάλωση ενέργειας (E_{ri}) και μια νέα κατανάλωση ροής υλικών (MI_{ri}) είναι απαραίτητη,

$$\Delta E = E_{ri}, \Delta MI = MI_{ri} \quad (6)$$

Χαρακτηριστικό είναι τα παράδειγμα κατεδάφισης ενός παλιού στρατοπέδου έκτασης 34 εκταρίων όπου κατεδαφίστηκαν εικοσιπέντε κτίρια. Στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα απόβλητα τα οποία παρήχθησαν (Roussat et al., 2009).

Πίνακας 4.1.: Παραγόμενα απόβλητα από κατεδάφιση στρατοπέδου (Roussat et al, 2009)

ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΜΑΖΑ (τόνοι)
Χάλυβας	118,00
Αλουμίνιο	2,20
Πλακίδια	229,00
Σκυρόδεμα	18.575,00
Ξύλο	378,00
Τούβλα	595,00
Κεραμικά υλικά	255,00
Χαλκός	0.30
Πέτρες	318,00
Υαλοβάμβακας	233,00
Υαλοπίνακας	21.90
Γυψοσανίδες	114,00
PVC	18,00

Όπως προκύπτει από τον πίνακα, το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων απόβλητων ήταν αδρανή όπως σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια, κεραμικά υλικά και πέτρες ενώ τα υπόλοιπα ήταν μέταλλα όπως χάλυβας, αλουμίνιο, χαλκός και

ψευδάργυρος αλλά και ξύλα, γύψος, πλαστικό, (PVC), υαλοπίνακες και υαλοβάμβακες.

Η διαχείρισή τους λοιπόν θα μπορούσε να γίνει με βάση τα εξής σενάρια:

- Όλα τα παραγόμενα απόβλητα να καταλήξουν στη χωματερή.
- Να γίνει επιλεκτική κατεδάφιση, ανάκτηση των αδρανών υλικών και χρήση τους στην κατασκευή δρόμων αλλά και ανακύκλωση μετάλλων, ενώ τα υπόλοιπα απόβλητα θα οδηγηθούν στη χωματερή.
- Να γίνει επιλεκτική κατεδάφιση και ανάκτηση ή ανακύκλωση αποβλήτων.
- Να πραγματοποιηθεί ανάκτηση και καύση των υλικών. Με αυτό τον τρόπο, υλικά όπως μέταλλα, γυαλί, υαλοβάμβακες και PVC ανακυκλώνονται, τα αδρανή ανακτώνται και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οδοστρώματος, αλλά το ξύλο καίγεται με ανάκτηση θερμότητας.
- Τέλος να γίνει ανακύκλωση όλων των αποβλήτων και ως εκ τούτου τα αδρανή υλικά θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων τσιμεντόλιθων σκυροδέματος και τα απόβλητα ξύλου για την παραγωγή μοριοσανίδων (νοβοπάν).

Τα απόβλητα που παρουσιάζονται στο παραπάνω παράδειγμα είναι συνολικής μάζας 20580 τόνων ενώ αντιπροσωπεύουν μια συνολική ενσωματωμένη ενέργεια περίπου 34000 GJ και ένταση υλικών 31000 τόνων. Συνεχίζοντας, η κατανομή της περιεχόμενης ενέργειας και ύλης για κάθε απόβλητο φαίνεται στον πίνακα 4.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 4.2.: Κατανομή περιεχόμενης ενέργειας και ύλης των αποβλήτων (Roussat et al, 2009)

ΑΠΟΒΛΗΤΟ	ΕΕ (%)	ΜΙ (%)	Ιpr (%)
Χάλυβας	13,66	3,70	4,50
Αλουμίνιο	1,37	0,30	0,00
Πλακίδια	2,54	1,60	0,00
Σκυρόδεμα	47,18	82,00	0,00
Ξύλο	6,00	0,90	0,00

Τούβλα	2,27	2,50	0,00
Κεραμικά υλικά	2,88	1,70	0,00
Χαλκός	0,07	0,20	0,00
Πέτρες	0,08	2,00	0,30
Υαλοβάμβακας	15,93	3,70	0,00
Γυψοσανίδες	2,22	0,70	0,00
PVC	4,11	0,20	93.8
Υαλοπίνακας	1,42	0,20	0,00
Ψευδάργυρος	0,26	0,20	1,30

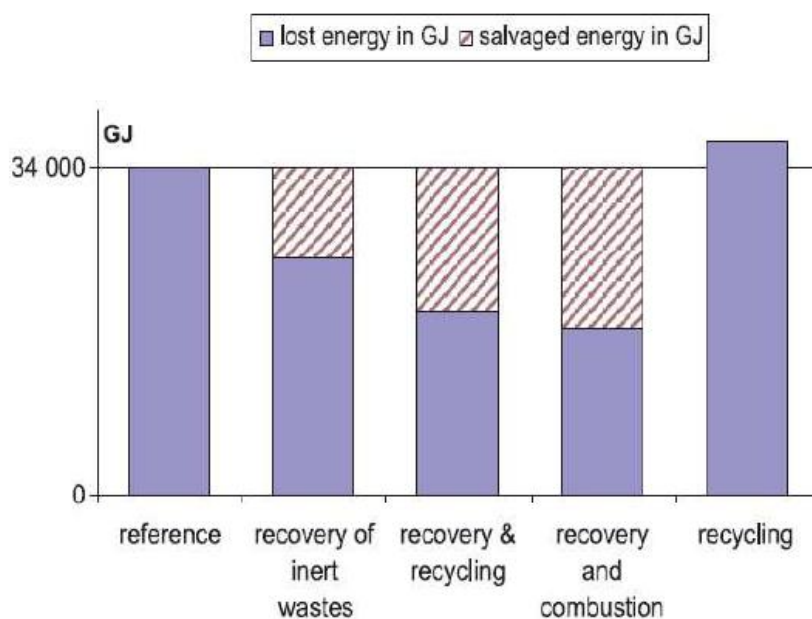
Είναι γεγονός ότι από την ανάκτηση των αδρανών αποβλήτων κατεδάφισης και από την ανακύκλωση των μετάλλων μπορούν να εξοικονομηθούν πάνω από 4000 GJ και 5000 GJ αντίστοιχα. Δηλαδή, η ανάκτηση υλικών όπως τα αδρανή απόβλητα κατεδάφισης και κυρίως το σκυρόδεμα αντιπροσωπεύουν περίπου το 90% της αρχικής συνολικής δυναμικότητας.

Επομένως κατέχουν σημαντικό ρόλο στο ισοζύγιο μάζας αφού οδηγούν στην εξοικονόμηση φυσικών πρωτογενών πηγών. Επιπλέον όπως φαίνεται από την συγκεκριμένη μελέτη, η ανακύκλωση μετάλλων οδήγησε στην εξοικονόμηση 1000 τόνων αβιοτικού υλικού, ενώ σε συνδυασμό με την ανάκτηση αδρανών υλικών, η εξοικονόμηση της αρχικής επένδυσης σε αβιοτικό υλικό ήταν της τάξεως του 95%. Έτσι λοιπόν, τα παραπάνω υλικά αντιπροσωπεύουν την υψηλότερη δυνατή ενσωματωμένη ενέργεια των οποίων η ανάκτησή τους μειώνει το συνολικό ενεργειακό κόστος.

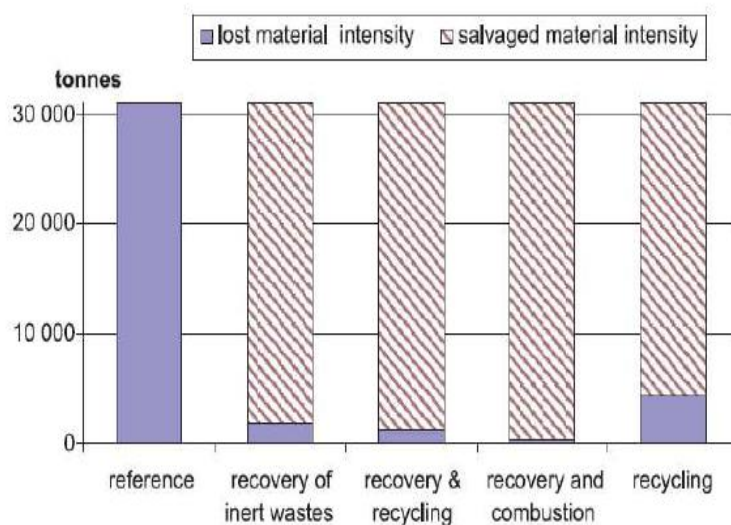
Επιπλέον, το ξύλο αποτελεί άλλο ένα πολύ σημαντικό υλικό για το ενεργειακό ισοζύγιο λόγω του ότι η ανάκτηση θερμότητας μειώνει το ενεργειακό κόστος. Επίσης, μείζονος σημασίας θεωρείται η επίδραση του PVC στην απώλεια ενέργειας λόγω ποσότητας, ενώ παράλληλα η ανακύκλωση υαλοπίνακα και υαλοβάμβακα

εξοικονομεί περίπου 5% της αρχικής ενσωματωμένης ενέργειας και για τον λόγο αυτό δεν επηρεάζει σημαντικά την ενεργειακή ισορροπία.

Παρακάτω, στο σχήμα 4.1 εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ισοζυγίου για κάθε σενάριο ενώ στο σχήμα 4.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την ενέργεια και για την ένταση ύλης συγκρίνοντας την απώλεια ενέργειας και ύλης με την εξοικονόμηση αυτών αντίστοιχα.



Σχήμα 4.1.: Απώλεια και εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε σενάριο (Roussat et al., 2009)



Σχήμα 4.2.: Απώλεια και εξοικονόμηση ύλης για κάθε σενάριο (Roussat et al., 2009)

Οι έννοιες της περιεχόμενης ενέργειας και ύλης είναι απαραίτητες προκειμένου να οριστεί η απώλεια ενεργειακών και φυσικών πηγών λόγω της κατεδάφισης κτιρίων. Επιπλέον είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό των κατά προτεραιότητα ανακτώμενων απόβλητων λαμβάνοντας υπόψη τους προαναφερθέντες δείκτες.

Τέλος, η γνώση του ισοζυγίου ενέργειας και ύλης για κάθε εναλλακτικό σενάριο επεξεργασίας των ΑΕΕΚ από όσα παρουσιάστηκαν βοηθά στην επιλογή της καλύτερης μεθόδου επεξεργασίας που θα οδηγήσει στη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας και ύλης.

4.4. Επαναχρησιμοποίηση ΑΕΚΚ

Είναι γεγονός ότι, ορισμένα υλικά που υπάρχουν στα απόβλητα είτε αυτά προέρχονται από κατασκευές, είτε από κατεδαφίσεις, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Για το λόγο αυτό απαραίτητη είναι η απομάκρυνσή τους πριν την έναρξη της κατεδάφισης ή της κατασκευής. Πρόκειται για μια διαδικασία πιο επίπονη άλλα και με υψηλότερο κόστος σε σύγκριση με τη συμβατική κατεδάφιση. Επίσης, είναι απαραίτητος ο προσεκτικός διαχωρισμός, η ταυτοποίηση καθώς και ο έλεγχος των υλικών που προκύπτουν.

Υλικά χαμηλής αξίας όπως τούβλα και πλακάκια, έχουν συνήθως μεγαλύτερο κόστος ανάκτησης από αυτό της αγοράς νέων υλικών σε αντίθεση με τα προϊόντα υψηλότερης αξίας που ανακτώνται ήδη σε κάποιο βαθμό, όπως μέταλλα και ξυλεία.

Είναι απαραίτητο να υπάρχει η γνώση για το αν ένα χρησιμοποιημένο προϊόν μπορεί να επιτελέσει τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε. Για τον λόγο αυτό και εφόσον δεν είναι γνωστή η ακριβής χρονική διάρκεια χρήσης ενός υλικού αλλά ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιήθηκε, θα πρέπει να διεξαχθεί έλεγχος απόδοσης (performance test). Η εν λόγω δραστηριότητα έχει υψηλό κόστος και κρίνεται ασύμφορη ειδικά όταν πρόκειται για μικρές ποσότητες υλικών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα τούβλα που έχουν ψηθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες. Παρόλο που τα τούβλα αυτά θεωρούνται ακατάλληλα για εξωτερική χρήση, η εμφάνισή τους μοιάζει με αυτή των τούβλων που έχουν κατασκευαστεί για

αυτόν τον λόγο και όπως είναι φυσικό παρουσιάζεται δυσκολία στο να διαχωριστούν αυτά οπτικά.

Αντίθετα, τα μέταλλα, λόγω της οικονομικής τους αξίας, ανακτώνται στο μεγαλύτερο ποσοστό όταν υπάρχουν ως απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις. Τα μέταλλα λοιπόν σπάνια επαναχρησιμοποιούνται γιατί συνήθως ανακυκλώνονται με εξαίρεση υλικά όπως οι καλωδιώσεις, οι σκελετοί στήριξης παραθύρων κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και άλλα υλικά, τα οποία έχουν αρκετά υψηλό κόστος ανακύκλωσης.

Επιπλέον, πρόσφορα υλικά στο να επαναχρησιμοποιηθούν είναι διάφορα τμήματα ξυλείας όπως δοκάρια υποστήριξης στέγης και πόρτες. Η μόνη δυσκολία που προκύπτει στην ανακύκλωση της ξυλείας, είναι συνήθως το γεγονός ότι τα υλικά αυτά έχουν ρυπανθεί από πολλά υλικά όπως βίδες, καρφιά, μπουγιές, και συντηρητικά. (ΕΕΔΣΑ, 2010)

4.5. Ανακύκλωση ΑΕΚΚ

Η ανακύκλωση αποτελεί δείγμα πολιτισμού της κάθε κοινωνίας. Η περιβαλλοντικά και κοινωνιολογικά ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων είναι πλέον απαραίτητη για τη συνέχιση της ανθρώπινης επιβίωσης. Το κύριο όφελος της ανακύκλωσης είναι το γεγονός ότι το περιβάλλον φορτίζεται με μικρότερες ποσότητες σκουπιδιών. Επιπλέον, εξοικονομούνται σημαντικές ποσότητες ενέργειας, πρώτων υλών και χρημάτων. Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή ενός προϊόντος από πρώτη ύλη είναι πολλαπλάσια απ' ότι όταν αυτό παράγεται από κάποιο παλιό υλικό. Δυστυχώς στην Ελλάδα η ανακύκλωση δεν είναι ακόμα τόσο οργανωμένη όσο σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η Γερμανία.

Η ελαχιστοποίηση της παραγωγής των ΑΕΚΚ μπορεί να επιτευχθεί μέσω δύο κυρίως διαδικασιών:

- Μέσω της εφαρμογής τεχνικών μείωσης της παραγόμενης ποσότητας, τόσο κατά τον σχεδιασμό ενός έργου όσο και στη φάση των προμηθειών
- Μέσω της εφαρμογής συγκεκριμένης πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων στην οποία θα πρέπει να συμμετέχουν όλοι όσοι

εμπλέκονται στον κλάδο της κατασκευής αναλαμβάνοντας τις ευθύνες τους.

Από την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, προκύπτει η παραγωγή αδρανών υλικών για χρήση σε πολλές κατασκευαστικές εφαρμογές. Τα υλικά που εξάγονται από την επεξεργασία των αδρανών απορριμμάτων αξιοποιούνται σε διάφορες κατηγορίες τεχνικών έργων, όπως αυτοκινητόδρομοι, πεζοδρόμια και παρόμοια έργα συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην εξοικονόμηση πρώτων υλών. Στην εν λόγω περίπτωση το ενδιαφέρον εστιάζεται στο κλάσμα ορυκτής προέλευσης (mineral materials), που είναι και το μεγαλύτερο.

Από προχωρημένες διεργασίες διαχωρισμού μπορούν να προκύψουν προϊόντα για ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως παρουσιάζονται παρακάτω (Πασχάλη – Μάνου και συν. 205:

- Δευτερογενής ασφαλτος για ανάμιξη
- Μίγμα για την παραγωγή τούβλων
- Μίγμα για την παραγωγή κλίνκερ τσιμέντου
- Μίγμα για την παραγωγή σκυροδέματος (έως C20-25)
- Υλικό υποστρώματος οδών
- Υλικό στεγάνωσης ή επικάλυψης ΧΥΤΑ
- Γενικά οπουδήποτε απαιτούνται αδρανή υλικά και άμμος.

Αν ληφθεί υπόψη η τιμή των ανακυκλωμένων αδρανών (οι τιμές διαφέρουν ανάλογα με την καθαρότητά τους), η εξοικονόμηση των πρώτων υλών (έχει υπολογιστεί ότι η χρήση τους σε ποσοστό 20% κ.β. στην παραγωγή νέου σκυροδέματος θα μπορούσε να μειώσει την εξόρυξη κατά 7,7 εκατομμύρια τόνους αδρανών από τα λατομεία το χρόνο), η προστασία του περιβάλλοντος (λιγότερες επιπτώσεις στο μορφολογικό ανάγλυφο και μείωση της παραγωγής των αποβλήτων λατομείων) και το δεδομένο ότι μόνο το 6% της παραγωγής αδρανών υλικών προερχόταν από ανακυκλωμένα απόβλητα, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το έδαφος είναι πρόσφορο για αύξηση της χρήσης των ανακτημένων αδρανών (del Rio Merino et al., 2010).

Όπως είναι φυσικό η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ συναντά κάποια σημαντικά προβλήματα, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

- Ο φτηνός τρόπος διάθεσης των ΑΕΚΚ σε χωματερές ή σκουπιδότοπους.
- Η μη επιβολή τέλους αποβλήτων.
- Η διαθεσιμότητα φτηνών πρωτογενών υλικών σε σύγκριση με το υψηλότερο κόστος των ανακυκλωμένων ΑΕΚΚ.
- Οι συντηρητικοί προσδιορισμοί και διασαφηνίσεις για το έργο του πολιτικού μηχανικού.
- Η ανυπαρξία πολιτικής που να ζητά από τους σχεδιαστές, κατασκευαστές και εργολάβους να χρησιμοποιούν κατάλληλο ποσοστό από ανακυκλωμένα υλικά από ΑΕΚΚ σε έργα.
- Η έλλειψη γνώσης των επαγγελματιών της κατασκευαστικής βιομηχανίας σχετικά με την εφαρμογή ανακυκλωμένων ποσοτήτων.

Έρευνα που διενεργήθηκε από το πολυτεχνείο του Hong Kong, έδειξε ότι για να ξεπεραστούν τα παραπάνω εμπόδια θα πρέπει να υιοθετηθούν από τις κυβερνήσεις μέτρα για την προώθηση της χρήσης ανακυκλωμένου σκυροδέματος, ιδίως για τα δημόσια έργα.

Επιπλέον, προτείνεται η μελέτη και εφαρμογή της χρήσης των ανακυκλωμένων προϊόντων στην βιομηχανία προκατασκευών μιας και εκεί είναι ευκολότερο να εξασφαλιστεί η ποιότητα στα τελικά προϊόντα λόγω της ύπαρξης ενός συστήματος διασφάλισης της ποιότητας. Το εν λόγω σχέδιο θα μπορούσε να εφαρμοστεί αρχικά για την παραγωγή μη οικοδομικών προϊόντων όπως διαχωριστικοί τοίχοι, διαχωριστικά δρόμων, φράκτες γεφυρών, ηχομονώσεις, υλικά πλακόστρωσης αφού αυτές οι χρήσεις θα έβρισκαν μικρότερη αντίσταση από τους μηχανικούς οι οποίοι αντιμετωπίζουν ακόμα με σκεπτικισμό τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών στις κατασκευαστικές εφαρμογές (Poorn, 2007).

4.6. Πρακτικές Ανακύκλωσης

A) Επίπεδα τεχνολογικών εφαρμογών

Το εύρος των πιθανών τεχνολογικών λύσεων που μπορούν να εφαρμοσθούν στην ανακύκλωση των ΑΕΚΚ είναι αρκετά μεγάλο. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει από ένα απλό κινητό θραυστήρα για το ανόργανο κλάσμα των ΑΕΚΚ μέχρι κεντρικές

μονάδες ανακύκλωσης εξοπλισμένες για τη διαχείριση όλων των ρευμάτων των αποβλήτων αυτών. Η επιλογή της καταλληλότερης πρακτικής διαφέρει και για τον λόγο αυτό, εξετάζεται ανά περίπτωση και παράλληλα εξαρτάται από τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του εργοταξίου, καθώς και από τη σύσταση του προς επεξεργασία απόβλητου.

B) Επιλογή χώρου ανακύκλωσης

Η επιλογή του χώρου διαχείρισης των ΑΕΚΚ για την θραύση και τον διαχωρισμό, δηλαδή εάν θα πραγματοποιηθεί στο χώρο του εργοταξίου ή σε άλλο χώρο (on ή off-site) εξαρτάται από μία σειρά παραγόντων, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Η διαθεσιμότητα μηχανημάτων.
- Η ποιότητα του ανακυκλωμένου μίγματος αδρανών προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί στο συγκεκριμένο εργοτάξιο.
- Ο διαθέσιμος χώρος και χρόνος.
- Η απόσταση μεταξύ του εργοταξίου και της πιο κοντινής κεντρικής μονάδας ανακύκλωσης ή του πιο κοντινού χώρου υγειονομικής ταφής (Symonds Group, 1999).

Κάθε είδος επεξεργασίας, είτε πρόκειται για on-site, είτε πρόκειται για off-site έχει τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3.: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα επεξεργασίας on και off-site (Symonds Group, 1999)

Πλεονεκτήματα θραύσης και διαχωρισμού on-site	Πλεονεκτήματα θραύσης και διαχωρισμού off-site
<ul style="list-style-type: none"> - Χαμηλότερο κόστος διαχείρισης και μεταφοράς υλικών - Χαμηλότερο κόστος επένδυσης μηχανημάτων - Μειωμένες απαιτήσεις μεταφοράς, δεδομένου ότι τα ανακυκλωμένα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν on-site 	<ul style="list-style-type: none"> - Ευκολότερος έλεγχος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις κοντινές περιοχές - Πιο πρακτική η χρήση εξοπλισμού μεγαλύτερου εύρους και δυναμικότητας - Χαμηλότερο λειτουργικό κόστος των μηχανημάτων ανά τόνο ΑΕΚΚ - Ευκολότερος έλεγχος ποιότητας των ανακυκλωμένων υλικών - Δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης των υλικών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΚΚ

5.1. Επεξεργασία ΑΕΚΚ

Στην περίπτωση των ΑΕΚΚ από τις μεθόδους διαχείρισης στερεών αποβλήτων χρησιμοποιούνται οι εξής:

- Η εδαφική εναπόθεση
- Η ανακύκλωση – επαναχρησιμοποίηση
- Η καύση του ελαφρού κλάσματος αυτών

Η κυριότερη μέθοδος διαχείρισης των ΑΕΚΚ είναι η εδαφική εναπόθεση. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι, στις χώρες της Ε.Ε., το ποσοστό των ΑΕΚΚ που οδηγούνται σε χώρους ταφής ή απορρίπτονται ανεξέλεγκτα, χωρίς να τηρούνται πάντοτε οι απαραίτητες προδιαγραφές (π.χ. διαχωρισμός επικίνδυνων αποβλήτων πριν από την τελική διάθεση) φτάνει στο 70% (European Commission, 2011).

Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση αποτελεί την πλέον φιλική περιβαλλοντικά μέθοδο, αλλά και την πιο διαδεδομένη ταυτόχρονα, διαχείρισης των ΑΕΚΚ (Symonds, 1999). Η ανάγκη εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθόδου υπαγορεύεται από το γεγονός ότι:

- επιτρέπει την ορθολογική χρήση μεγάλων ποσοτήτων φυσικών πόρων, που διαφορετικά θα εξορύσσονταν,
- συμβάλλει στη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής και παρατείνει το χρόνο ζωής τους και
- μειώνει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την ταφή τους (στραγγίσματα από την αποσύνθεση των μη αδρανών υλικών).

Το ποσοστό ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εκτιμάται ότι αγγίζει περίπου το 25 - 30%, τη στιγμή που επιστημονικές εκτιμήσεις και έρευνες υποστηρίζουν ότι το ποσοστό αυτό είναι δυνατόν να πλησιάσει το 90% (NYC Department of Design & Construction, 2003). Αναφορικά με τις εργασίες οι οποίες εκτελούνται κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των ΑΕΚΚ, αυτές μπορούν να διακριθούν στις εξής φάσεις:

- δημιουργία και περισυλλογή των υλικών,

- επεξεργασία και διαχωρισμός των υλικών,
- παραγωγή πρωτογενών ή δευτερογενών υλικών και
- επανεισαγωγή των ανακυκλωμένων υλικών στην αγορά προς υποκατάσταση των φυσικών πρώτων υλών.

Όσον αφορά την καύση του ελαφρού κλάσματος των ΑΕΚΚ, αποτελεί την λιγότερο διαδεδομένη μέθοδο διαχείρισής τους.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ΑΕΚΚ μπορεί να ανακυκλωθεί με σχετικά απλή τεχνολογία καθώς και ότι η απόρριψή τους, δεδομένου του όγκου τους, καταλαμβάνει πολύτιμο χώρο στους χώρους διάθεσης απορριμμάτων, προκύπτει ότι είναι απαραίτητη η ορθολογική διαχείρισή τους μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους (Παπαδάκη, 2013).

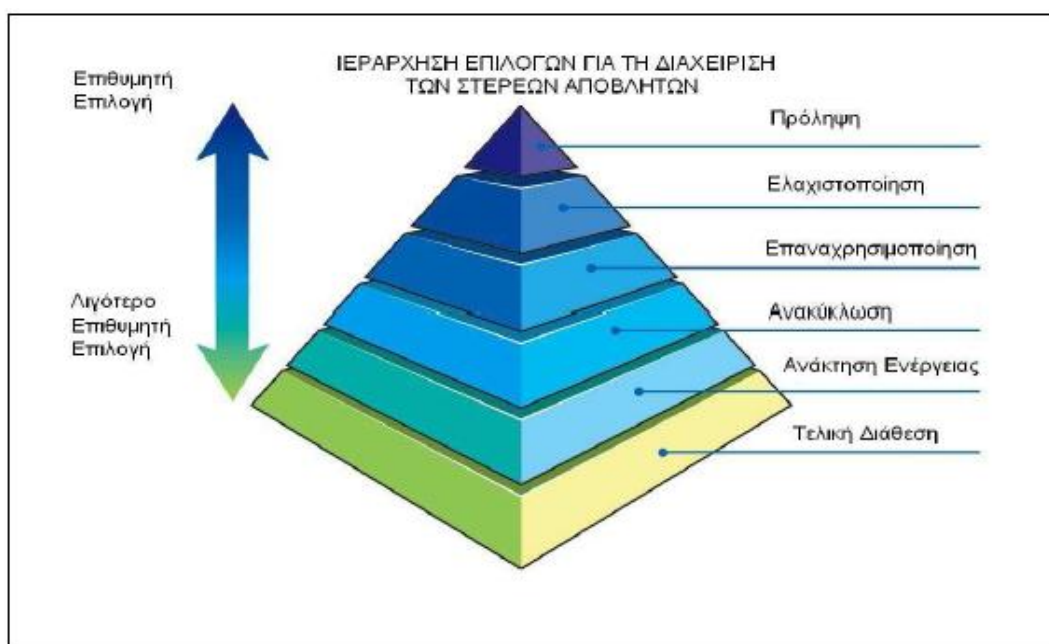
Γενικότερα, οι βασικές αρχές, της εναλλακτικής διαχείρισης, σύμφωνα με το Ν.2939/2001 είναι (ΦΕΚ 179/Α/6.8.2001):

- Πρόληψη δημιουργίας των αποβλήτων
- Επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση
- Ανάκτησης ενέργειας
- «Ο ρυπαίνων πληρώνει»
- Ευθύνη όλων όσων ασχολούνται με τη διαχείριση των προϊόντων, όπως είναι οι προμηθευτές υλικών, οι παραγωγοί, οι εισαγωγείς, οι έμποροι, οι διανομείς, οι δημόσιες αρχές, οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, τα ινστιτούτα και τα ιδρύματα.
- Δημοσιότητα προς τους χρήστες και καταναλωτές.
- Μη διάκριση των προϊόντων

Οι διεργασίες που συνθέτουν την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ ξεκινούν με τη διαλογή και τον διαχωρισμό, ένα ποσοστό του συγκεκριμένου κλάσματος αποβλήτου μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, ένα άλλο ποσοστό μπορεί να ανακυκλωθεί, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ο συγκεκριμένος τρόπος διαχείρισης μπορεί να έχει τεράστιες προοπτικές για την Ελλάδα η οποία στο συγκεκριμένο τομέα υστερεί σε

σχέση με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου το ποσοστό ανακύκλωσης αγγίζει το 100% (ΕΕΔΣΑ, 2010).

Στο Σχήμα 5.1 αποτυπώνεται η πολιτική ιεράρχηση του τρόπου διαχείρισης των ΑΕΚΚ από την περισσότερο προς τη λιγότερο επιθυμητή επιλογή (Παπαχρήστου κ.α., 2009).



Σχήμα 5.1: Ιεράρχηση επιλογών διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Παπαχρήστου κ.α., 2009)

Ανάλογα με τις ιδιομορφίες και τις υποδομές που υπάρχουν σε κάθε χώρα υπάρχουν διάφορες δυνατότητες πρόληψης, αξιοποίησης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις:

Η πρόληψη έχει σκοπό τη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που προέρχονται από διάφορες εργασίες κατεδάφισης.

Η εναλλακτική διαχείριση περιλαμβάνει τις εργασίες συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, διαλογής, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των υλικών από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις, έτσι ώστε μετά την επαναχρησιμοποίησή τους να επιστρέφουν στο ρεύμα αγοράς.

Η επαναχρησιμοποίηση αναφέρεται σε οποιαδήποτε ενέργεια στην οποία τα υλικά χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς που σχεδιάστηκαν, με ή χωρίς την υποστήριξη βοηθητικών προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά (ΕΕΔΣΑ, 2010).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επαναχρησιμοποίηση ενός υλικού, είναι να μπορεί να εξυπηρετήσει τους σκοπούς για τους οποίους πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί. Οι βασικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τον έλεγχο αυτό είναι η ακριβής χρονική διάρκεια χρήσης και η κατάσταση του υλικού. Ένας τέτοιος έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε εμπειρικά, είτε με τη διεξαγωγή ελέγχου απόδοσης, η οποία θεωρείται δραστηριότητα υψηλού κόστους και κρίνεται ασύμφορη για μικρές ποσότητες υλικών (Παπαδάκη, 2013).

Σε διεθνές επίπεδο υπάρχουν εταιρίες εμπορίου επαναχρησιμοποιούμενων υλικών οικοδομών. Ένα εύστοχο παράδειγμα τέτοιας εταιρίας είναι η επιχείρηση Gardiners Reclaimed Building Materials Ltd που εδρεύει στην Αγγλία. Κάποια από τα υλικά που εμπορεύεται η συγκεκριμένη εταιρεία είναι τούβλα, ξυλεία στέγης, κεραμίδια, φυσικές πέτρες, κουφώματα, και άλλα προϊόντα. Στην Εικόνα 5.1 φαίνονται κάποια από τα επαναχρησιμοποιημένα υλικά οικοδομών που εμπορεύεται η εταιρία.



Εικόνα 5.1: Επαναχρησιμοποιημένα υλικά οικοδομών (Gardines Ltd, 2010)

Επεξεργασία, είναι η οποιαδήποτε δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, αφότου τα απόβλητα παραδοθούν σε εγκατάσταση που διαθέτει άδεια για να περιορισθούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητες τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους και να βελτιωθεί η ανάκτηση των περιεχομένων χρήσιμων υλικών.

Ανακύκλωση, είναι η εκ νέου ένταξη διαφόρων υλικών στην παραγωγική διαδικασία προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν για τον αρχικό ή για άλλους σκοπούς. Στην ανακύκλωση δεν συμπεριλαμβάνεται η ανάκτηση ενέργειας. Ένα μεγάλο ποσοστό των κατασκευαστικών αποβλήτων μπορεί να ανακυκλωθεί με σχετικά απλή τεχνολογία. Ήδη σε πολλές χώρες τα κύρια προϊόντα ανακύκλωσης των οικοδομικών απορριμμάτων χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε διάφορες εφαρμογές (Μανές, 2009). Τέτοια προϊόντα είναι, κυρίως, σκύρα και γενικά υλικά επιχωματώσεων. Οι κυριότερες χρήσεις τους είναι είτε ως υλικό οδοποιίας, είτε ως υλικό επιχωματώσεων σε τεχνικά έργα, είτε ως υλικό αποκατάστασης λατομείων, ανεξέλεγκτων χωματερών και ΧΥΤΑ.

Ανάκτηση ενέργειας, νοείται η χρήση των καυσίμων υλικών των εν λόγω αποβλήτων ως μέσου παραγωγής ενέργειας με άμεση καύση και ανάκτηση της θερμότητας, χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί αυτό, η ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα πραγματοποιείται με την εφαρμογή τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας. Τέτοιες τεχνολογίες είναι οι εξής (ΕΕΔΣΑ, 2010):

- Αποτέφρωση – καύση
- Πυρόλυση
- Αεριοποίηση

Τα οφέλη από την εφαρμογή των τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας είναι πολλά και σημαντικά. Καταρχήν, η ανάκτηση ενέργειας με τον τρόπο αυτό οδηγεί στη κάλυψη σημαντικού ποσοστού των ενεργειακών απαιτήσεων. Επιπλέον, μειώνει την επιβάρυνση των χώρων εναπόθεσης των αποβλήτων με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να αυξάνεται η διάρκεια ζωής των ΧΥΤΑ. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό καθώς παρατείνεται η λειτουργία των ήδη υπάρχοντων ΧΥΤΑ όσο το δυνατόν περισσότερο, με ευεργετικά αποτελέσματα τόσο για το περιβάλλον όσο και για τις τοπικές κοινωνίες (Moussioropoulos et al., 2007).

Κατά τη δεκαετία του 1990, η καύση των στερεών αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας αυξήθηκε σταθερά τόσο σε πανευρωπαϊκό επίπεδο όσο και σε παγκόσμιο.

Αξιοποίηση ονομάζεται κάθε εργασία, συμπεριλαμβανομένων των επιχωματώσεων, αποκατάστασης ανενεργών λατομείων και ανεξέλεγκτων χωματερών, επικαλύψεων χώρων υγειονομικής ταφής και γενικά αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή αναπλάσεων χώρων.

Το εύρος των πιθανών τεχνολογικών λύσεων που μπορούν να εφαρμοσθούν στην ανακύκλωση των ΑΕΚΚ είναι πολύ μεγάλο και περιλαμβάνει από έναν απλό κινητό θραυστήρα για το ανόργανο κλάσμα των ΑΕΚΚ (π.χ. σκυρόδεμα), μέχρι κεντρικές μονάδες ανακύκλωσης, εξοπλισμένες για τη διαχείριση όλων των ρευμάτων των αποβλήτων αυτών. Η επιλογή της καταλληλότερης πρακτικής εξετάζεται ανά περίπτωση και εξαρτάται από τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του εργοταξίου, καθώς και από τη σύσταση του προς επεξεργασία απόβλητου. Γενικά, οι πρακτικές διαχείρισης μπορούν να επιμερισθούν σε τρία επίπεδα τεχνολογικών εφαρμογών, ως εξής (LIFE00 ENV/GR/000739):

- Επίπεδο 1 (Level 1) : Περιλαμβάνει κινητές μονάδες θραύσης και διαχωρισμού που είναι κατάλληλες για την επεξεργασία του ανόργανου κλάσματος των ΑΕΚΚ.
- Επίπεδο 2 (Level 2) : Περιλαμβάνει επιπλέον σύστημα απομάκρυνσης των μετάλλων και ένα πιο σύνθετο σύστημα διαχωρισμού και κοσκίνισης, οπότε καθίσταται κατάλληλο για την επεξεργασία ανάμικτων αλλά κυρίως ανόργανων ΑΕΚΚ.
- Επίπεδο 3 (Level 3) : Περιλαμβάνει επιπλέον διαχωρισμό που πραγματοποιείται χειρωνακτικά, μονάδα πλύσης και εγκαταστάσεις για την επεξεργασία ΑΕΚΚ όπως για παράδειγμα το ξύλο, οπότε καθίσταται κατάλληλο για την επεξεργασία οποιουδήποτε μικτού και ρυπασμένου με επικίνδυνα υλικά ΑΕΚΚ. (Symonds Group, 1999).

Στην Ελλάδα, ενδείκνυται η χρήση μικρών κινητών μονάδων σε εργοτάξια κατεδάφισης ή στα ελληνικά νησιά (όπου μια μόνιμη μονάδα ανακύκλωσης ΑΕΚΚ δε θα είναι βιώσιμη) και συνίσταται η δημιουργία σταθερών εγκαταστάσεων και

καθετοποιημένων μονάδων στα μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα (Οικονόμου και Ζυγούρας, 2006).

5.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε μια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων ΕΚΚ περιγράφεται παρακάτω ανάλογα με το τμήμα της διαδικασίας στην οποία ανήκει (Παπαδάκη, 2013). Για τη μεταφορά των αποβλήτων κατά τη λειτουργία μιας μονάδας εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ απαιτείται η χρήση ερπυστριοφόρου εκσκαφέα, λαστιχοφόρου φορτωτή, μεταφορικών ταινιών και των φορητών μεταφοράς των αδρανών.

Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας

Χρησιμοποιείται για την εκτέλεση εκσκαφών και κατεδαφίσεων, καθώς και την ανύψωση οικοδομικών υλικών για τροφοδοσία των σπαστήρων ή τη φόρτωση αποβλήτων στα φορητά οχήματα.

Λαστιχοφόρος φορτωτής

Ο λαστιχοφόρος φορτωτής χρησιμοποιείται για τη μεταφορά οικοδομικών και χωματουργικών υλικών, για την τροφοδοσία των σπαστήρων ή για τη φόρτωση μεταφορικών μέσων.

Μεταφορικές ταινίες

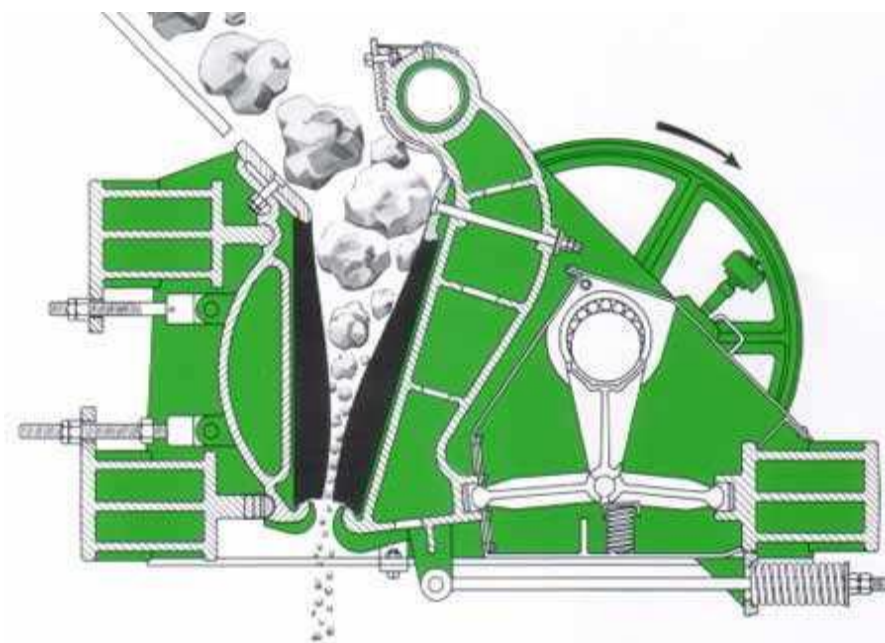
Χρησιμοποιούνται για να μεταφέρονται τα υλικά στα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και στην τελική απόθεση σε σωρούς.

Φορητά μεταφοράς αδρανών υλικών

Πρόκειται για οχήματα που είναι ανατρεπόμενα και μεταφέρουν τα ΑΕΚΚ στις μονάδες επεξεργασίας από τον τόπο προέλευσής τους καθώς και τα τελικά προϊόντα προς τον τόπο αξιοποίησής τους.

Σπαστήρες

Χρησιμοποιούνται για τη θραύση πρωτογενών οικοδομικών υλικών στην επιθυμητή κοκκομετρία. Υπάρχουν διάφορα είδη σπαστήρων, όπως ο σπαστήρας τύπου «ψαλίδα», ο τύπου «σιαγώνων» (εικόνα 5.2) ή τύπου κρούσεως, τα επονομαζόμενα «σφυριά», καθώς επίσης και υδραυλικοί θραυστήρες, οι κρουστήρες, οι σπειροειδείς σπαστήρες και οι αλεστές των υπολειμματικών υλικών (Παπαδάκη, 2013).



Εικόνα 5.2.: Σπαστήρας τύπου σιαγώνων (παπαδάκη, 2013)

Υδραυλικό ψαλίδι-Υδραυλική σφύρα

Το υδραυλικό ψαλίδι και η υδραυλική σφύρα προσαρμόζονται στον ερπυστριοφόρο εκσκαφέα και χρησιμοποιούνται σε δευτερογενή θραύση για τη μείωση του μεγέθους μεγάλων τσιμεντένιων όγκων.

Κόσκινα

Τα κόσκινα ταξινόμησης χρησιμοποιούνται συνήθως μαζί με σπαστήρες για την ταξινόμηση των παραγόμενων υλικών ανάλογα με την επιθυμητή κοκκομετρία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κόσκινων. Αυτά που συναντώνται στις περισσότερες

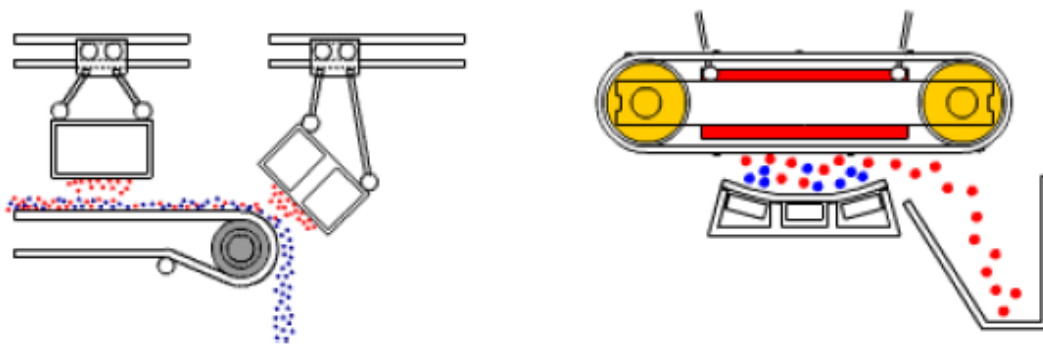
μονάδες εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ είναι τα δονούμενα κόσκινα, τα ραβδοκόσκινα, τα περιστρεφόμενα κυκλικά κόσκινα και τα δισκοειδή.

Σταθμός χειροδιαλογής

Με τη βοήθεια των εργατών πραγματοποιείται η διαλογή των αποβλήτων, απομακρύνοντας τα υλικά που υπόκεινται σε διαφορετική επεξεργασία από το υπόλοιπο ρεύμα αποβλήτων σε ειδικούς κάδους μέσα στο σταθμό χειροδιαλογής.

Μαγνητικοί διαχωριστές

Για την απομάκρυνση των μεταλλικών προσμίξεων από το ρεύμα των αδρανών αποβλήτων χρησιμοποιούνται μαγνητικοί διαχωριστές όπως φαίνεται στην εικόνα 5.3:



Εικόνα 5.3: Μαγνητικοί διαχωριστές

Αεροδιαχωριστής

Ο αεροδιαχωριστής χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση με τη βοήθεια του αέρα ανεπιθύμητων προσμίξεων που δεν είναι δυνατό να απομακρυνθούν με τους μαγνήτες και τη χειροδιαλογή.

5.3. Περιγραφή Επεξεργασίας Αδρανών

Οι ποσότητες των ΑΕΚΚ, αφού συλλεχθούν, μεταφέρονται στα κέντρα ανακύκλωσης όπου ζυγίζονται, επιθεωρούνται και ταξινομούνται ανάλογα με το είδος τους, όπως για παράδειγμα:

- Σπασμένα τούβλα
- Ενισχυμένο μπετόν
- Μη-ενισχυμένο μπετόν
- Ανάμεικτα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων
- Μικτά ή «καθαρά» υλικά εκσκαφών (ΤΕΔΚ Ν. Ροδόπης, 2009)

Η επεξεργασία των ΑΕΚΚ (σχήμα 5.2) αποτελεί προϊόν συνδυασμού μηχανικής και χειρωνακτικής διαλογής και συγκεκριμένα με διαδοχική σειρά προδιαλογέα, κόσκινου δύο μεγεθών, πρώτης αεροδιαλογής ελαφρού κλάσματος, μαγνητικού διαχωριστή, θαλάμου χειρωνακτικής διαλογής, δεύτερης αεροδιαλογής ελαφρών υπολειμμάτων, μηχανικής θραύσης σε σιαγανοφόρο σπαστήρα, δεύτερου μαγνητικού διαχωριστή και ταινίας απομάκρυνσης τελικού προϊόντος (ΕΕΔΣΑ, 2010).



Σχήμα 5.2.: Διαδικασία επεξεργασίας ΑΕΚΚ (ΕΕΔΣΑ, 2010)

Σε πρώτη φάση, σπασμένα τούβλα, πλακάκια, ενισχυμένο μπετόν και μη ενισχυμένο μπετόν εξετάζονται μέσω μηχανικής διαδικασίας (π.χ. κόσκινο) έτσι ώστε να αφαιρεθεί το κλάσμα υλικών που έχει μέγεθος 0-45 mm.

Το κλάσμα αυτό χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, σε υλικά διαστάσεων 0-4 mm και σε υλικά 4-45 mm. Το υπόλοιπο υλικό πάει σε μηχανήματα κρούσης και θραύσης (impact crusher). Το κλάσμα με διαστάσεις μεγαλύτερες των 45 mm τοποθετείται σε μια προσωρινή στοίβα για επανα-θραύση, ενώ το κλάσμα 0-45 mm μειώνεται σε υπο-κλάσματα 0-4mm, 4-8mm, 8-16mm, 16-32mm και 32-45mm.

Για την απομάκρυνση των σιδηρούχων μετάλλων, το υλικό περνάει μέσα από ένα μαγνητικό διαχωριστή (magnetic separator) προτού διαιρεθεί σε κατηγορίες 0-45mm και >45mm. Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει και χειρονακτική διαλογή υλικών, πριν τον μαγνητικό διαχωρισμό τους. Υπάρχει, επίσης, αυτοματοποιημένη ή ημι-αυτοματοποιημένη ή χειρονακτική διαλογή και άλλων υλικών, όπως για παράδειγμα είναι τα πλαστικά, το χαρτί, ξύλα και άλλα μη σιδηρούχα υλικά. Σε ορισμένες μονάδες ο διαχωρισμός των ελαφρών υλικών (π.χ. πλαστικά, χαρτιά κ.α.) γίνεται με την χρήση αεροδιαχωριστήρων.

Οι παράγοντες που καθορίζουν το είδος του θραυστήρα είναι οι υπάρχουσες συνθήκες αλλά και η επιθυμητή μορφή του παραγόμενου αδρανούς προϊόντος. Ο θραυστήρας κρούσης δίνει ένα πιο σταθερό και προβλέψιμο μίγμα υλικών, όπου οι κόκκοι χαρακτηρίζονται για τις κοφτερές ακμές τους. Η λειτουργία αυτή είναι παρόμοια με αυτή μιας συμβατικής μηχανής κοπής γκαζόν.

Οι θραυστήρες με σιαγόνες είναι σφηνοειδούς μορφής, όπου μία από τις δύο πλευρές κινείται προς την άλλη και συνθλίβει τα υλικά. Η τροφοδοσία των υλικών γίνεται στο πάνω μέρος, ενώ το στενό άκρο της εξόδου δύναται να καθορίσει και τη φύση των διασπασμένων υλικών (ΕΕΔΣΑ, 2010).

Η επιλογή ανάμεσα στα δυο είδη θραυστήρων εναπόκειται στην επιστημονική κατάρτιση και διακριτική ευχέρεια του υπευθύνου λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας και κυρίως καθορίζεται από τη χρήση για την οποία προορίζεται το παραγόμενο κονιορτοποιημένο υλικό. Οι θραυστήρες κρούσης παράγουν πιο ομοιόμορφο μίγμα αδρανών, έχουν μικρότερο κόστος αγοράς αλλά μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας ειδικά όταν επεξεργάζονται σκληρά υλικά όπως το οπλισμένο

σκυρόδεμα. Γενικότερα οι θραυστήρες κρούσης έχουν σχεδιαστεί για την επεξεργασία υψηλότερων ροών υλικών σε σχέση με τους θραυστήρες με σιαγόνες.

5.4 . Κατηγορίες ροής αποβλήτων

Τα κράτη – μέλη πρέπει να ενθαρρυνθούν να υιοθετήσουν τις ακόλουθες ταξινομήσεις (που λαμβάνονται από τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων) ως το πλαίσιο εντός του οποίου θα πραγματοποιηθεί η μελλοντική διαχείριση αποβλήτων των κατασκευών και κατεδάφισης, καθώς και η συλλογή και καταγραφή δεδομένων της παραγωγής αποβλήτων :

- Σκυρόδεμα, (ΕΚΑ 17 01 01).
- Τούβλα, (ΕΚΑ 17 01 02).
- Πλακάκια & Κεραμικά, (ΕΚΑ 17 01 03).
- Ξύλο (ΕΚΑ 17 02 01).
- Γυαλί (ΕΚΑ 17 02 02).
- Πλαστικό (ΕΚΑ 17 02 03).
- Μείγματα Ασφάλτου, Πίσσας, Λιθανθρακόπισσας και προϊόντα πίσσας, (ΕΚΑ 17 03 00).
- Μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους) (ΕΚΑ 17 04 00).
- Χώματα (περιλαμβ. χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μπάζα εκσκαφών (ΕΚΑ 17 05 00).
- Μονωτικά Υλικά & υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμιάντο (ΕΚΑ 17 06 00).
- Υλικά με βάση τη γύψο (ΕΚΑ 17 08 00)
- Ανάμεικτα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΕΚΑ 17 09 04).
- Επικίνδυνα συστατικά αποβλήτων

5.4.1. Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα αποτελείται από:

- χονδρόκοκκα αδρανή (χαλίκια ή θρυμματισμένοι λίθοι) 80%

- λεπτόκοκκα αδρανή (άμμος)
- νερό (8%)
- τσιμέντο (6-15%) και
- προσμίξεις

Το σκυρόδεμα αποτελεί κατά μέσο όρο το 60-70% των ΑΕΚΚ (Παπαδάκη, 2013).

Διάθεση σε χωματερές

Η σημαντικότερη αρνητική περιβαλλοντική επίπτωση στη διάθεση του σκυροδέματος από ΑΕΚΚ σε χωματερές, είναι η κατανάλωση του χώρου (γης) των αδρανών αποβλήτων. Η μέθοδος αυτή έχει ήδη απαγορευθεί σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες και ο στόχος είναι να επιτευχθεί 100% επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση του αδρανούς αυτού αποβλήτου.

Επαναχρησιμοποίηση

Επαναχρησιμοποίηση της υφιστάμενης κατασκευής από σκυρόδεμα και ανανέωση του εσωτερικού του κτιρίου ή του φλοιού του, με υαλοπετάσματα (curtain wall).

Επαναχρησιμοποίηση προκατασκευασμένων στοιχείων ή μπλοκ μέσω της προσεκτικής αποδόμησης ή κοπής σε μικρότερα τεμάχια και καθαρισμού των στοιχείων αυτών από τα κονιάματα.

Με την άμεση επαναχρησιμοποίηση αποφεύγεται η παραγωγή σκυροδέματος, και ως εκ τούτου, οι σχετικές επιπτώσεις της παραγωγής τσιμέντου που είναι ενεργειακά απαιτητικές (0,735MJ/kg), καθώς και την αποφυγή απελευθέρωσης επί το πλείστον βλαβερών αερίων και ουσιών κατά τη παραγωγή τσιμέντου: Διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), υποξειδίου του αζώτου (NO_x), διοξειδίου του Θείου (SO₂), μικρές ποσότητες χλωριούχων και φθοριούχων ουσιών, μονοξειδίου του άνθρακα (CO), βαρέων μετάλλων, άλλων οργανικών ουσιών και σκόνης.

Ανακύκλωση

Το σκυρόδεμα από ΑΕΚΚ μπορεί να υποστεί επανεπεξεργασία σε χονδρόκοκκα ή λεπτόκοκκα αδρανή. Το πρώτο βήμα πριν τη θραύση είναι να

καθαριστεί το σκυρόδεμα από υπολείμματα άλλων υλικών όπως η μόνωση και ο χαλύβδινος οπλισμός. Η διαλογή αυτών και άλλων υλικών από αυτό μπορεί να γίνει στο εργοτάξιο (κινητοί θραυστήρες) ή σε ειδικές εγκαταστάσεις (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

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 μαγνήτες μπορούν να απομακρύνουν τα στοιχεία χάλυβα τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να ανακυκλωθούν. Μετά τη διαλογή και επεξεργασία, τα εν λόγω αδρανή μπορούν να χρησιμοποιηθούν: σε οδικά έργα, σε επιχωματώσεις, ως υλικό πλήρωσης στα λατομεία (backfilling), στην κατασκευή αυλών και χώρους στάθμευσης, σε επιχωματώσεις εκσκαφών σωληνώσεων, κατασκευή περιβάλλοντος χώρου, θεμέλια κτιρίων, κλπ. (Σταθακόπουλος, 2011).

Το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα είναι σαφώς κατώτερο του φυσικού όσον αφορά την ποιότητα. Για το λόγο αυτό το σκυρόδεμα δεν επαναχρησιμοποιείται άμεσα, μπορεί όμως να ανακυκλωθεί προς παρασκευή υποκατάστατων χαλίκιων, άμμου κ.τ.λ. Η χρήση τους αφορά κυρίως στην οδοποιία.

Μέρος των ΑΕΚΚ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία στη παραγωγή κυβόλιθων σκυροδέματος, αντικαθιστώντας με αυτών τον τρόπο τον ασβεστόλιθο (Soutsos et al., 2011) ενώ έρευνα μεταξύ φυσικού και ανακυκλωμένου από ΑΕΚΚ σκυροδέματος, έδειξε ότι τα ΑΕΚΚ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή χαμηλής και μεσαίας ποιότητας σκυροδέματος όπου δεν επικρατούν ακραίες συνθήκες που θα επηρεάσουν την αντοχή του (Marinkovic et al., 2010).

Τα τελευταία χρόνια η ανακύκλωση σκυροδέματος αποτελεί μία συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνική για την αξιοποίηση των υπολειμμάτων από μία εργασία κατεδάφισης. Μέχρι λίγα χρόνια πριν η συνήθης πρακτική για τα υπολείμματα σκυροδέματος ήταν η ταφή τους είτε σε ΧΥΤΑ είτε ανεξέλεγκτη. Η μεγαλύτερη δυσκολία στην ανακύκλωση του σκυροδέματος είναι η αφαίρεση του οπλισμού από το εσωτερικό του (Μανές, 2009).

Οικονομικές επιπτώσεις

Η ανακύκλωση σκυροδέματος είναι κερδοφόρα επιχείρηση, αλλά έχει ορισμένα όρια, τα οποία απαιτούν προσοχή. Αυτά είναι:

- Το κόστος μεταφοράς, το οποίο υποχρεώνει την αγορά να προσανατολίζεται προς τις αστικές περιοχές, πρέπει να διατηρείται σε χαμηλές τιμές.
- Η αγορά για ανακυκλωμένα υλικά επηρεάζεται από τις προδιαγραφές των χρηστών και από διάφορες προκαταλήψεις και επιφυλάξεις.
- Η διαθεσιμότητα των τροφοδοτουμένων στο συγκρότημα υλικών προσδιορίζεται από το μέγεθος των κατεδαφίσεων, η οποία γίνεται κυρίως μέσα σε παλαιότερες και μεγαλύτερες πόλεις.

Οι τιμές κόστους διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία και τις συνθήκες, που επικρατούν στην περιοχή. Η τεχνολογική βελτίωση της παραγωγής και τα κίνητρα που πρέπει να παρέχει η διοίκηση για την τόνωση της ανακύκλωσης θα συντελέσουν στη μείωση του κόστους εκμετάλλευσης (Εφραιμίδης, 2008)

5.4.2. Τούβλο – πλακάκια – κεραμικά

Κεραμικό: ανόργανο, μη μεταλλικό στερεό που εκπονήθηκε από την επίδραση της θερμότητας και ψύξης. Κεραμικά υλικά μπορούν να έχουν μια κρυσταλλική ή εν μέρει κρυσταλλική δομή, ή μπορεί να είναι άμορφα. Επειδή τα περισσότερα είναι κρυσταλλικά κεραμικά, ο ορισμός τους συχνά περιορίζεται σε ανόργανα κρυσταλλικά υλικά.

Τούβλο: κεραμικό υλικό που ενώνεται με τη βοήθεια συνδετικού κονιάματος ή κόλλας.

Πλακάκι: βιομηχανικό κομμάτι από ανθεκτικό υλικό, όπως κεραμικό με ένα σκληρό φινίρισμα λούστρου που χρησιμοποιείται για επικάλυψη σε στέγες, πατώματα και τοίχους. Τα περισσότερα κεραμικά δομικά προϊόντα παράγονται από τοπικά διαθέσιμα υλικά, όπως ο πηλός.

Διάθεση σε χωματερές

Η σημαντικότερη αρνητική περιβαλλοντική επίπτωση στη διάθεση αυτών των υλικών από ΑΕΚΚ σε χωματερές, είναι η κατανάλωση του χώρου (γης). Πολλές φορές αυτού του είδους απορρίμματα είναι αναμειγμένα με ενδεχομένως μολυσμένα στοιχεία όπως μονωτικά υλικά, κονιάματα, τσιμέντο που ίσως περιέχουν βλαβερές ουσίες (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Επαναχρησιμοποίηση

Η επαναχρησιμοποίηση τέτοιων οικοδομικών απορριμμάτων πρέπει να γίνεται μέσω της προσεκτικής κατεδάφισης υφιστάμενων κατασκευών. Παρόλο που τέτοια υλικά μπορούν να έχουν διάρκεια ζωής μεγαλύτερη των 100 χρόνων συνήθως κατεδαφίζονται σε πολύ λιγότερο διάστημα. Για την επαναχρησιμοποίηση τούβλων πλακιδίων και κεραμικών είναι σημαντικό να απομακρυνθεί οποιοδήποτε κονίαμα ή συνδετική κόλλα. Αυτό είναι ίσως μια από τις πιο δύσκολες και χρονοβόρες διαδικασίες που απαιτεί χειρονακτική εργασία. Επίσης, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η αντοχή και η φέρουσα ικανότητα της τοιχοποιίας που είναι κατασκευασμένη από ανακυκλωμένα τούβλα. Ευρωπαϊκά και Εθνικά πρότυπα είναι πολύ αυστηρά και είναι εξαιρετικά δύσκολο να είμαστε σίγουροι ότι τα επαναχρησιμοποιούμενα τούβλα που θα χρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές θα διαρκέσουν. Έτσι συνήθως προτιμάτε να επαναχρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις όψεων ή εσωτερικών τοίχων.

Η επαναχρησιμοποίηση των τούβλων και κεραμιδιών επιτρέπει να αποφευχθεί η κατανάλωση ενέργειας (έως και 30% του κόστους παραγωγής) καθώς και οι εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα, που συνήθως εμφανίζονται κατά τη διαδικασία κατασκευής τους. Είναι κυρίως τριών ειδών:

- Εκπομπές που προέρχονται από την κεραμική μετατροπή της πρώτης ύλης στο φούρνο. Οι εκπομπές είναι υδροχλωρικό οξύ (HCL), υδροφθορικό οξύ (HF), θειικό οξύ (SO_x) και CO₂.
- Εκπομπές καυσαερίων από τις διεργασίες καύσης (από τις μονάδες ξήρανσης και όπτησης). Οι εκπομπές είναι μονοξείδιο του άνθρακα (CO), CO₂, οξείδια του αζώτου (NO_x) και σωματίδια.
- Οι εκπομπές οργανικών ενώσεων που οφείλονται στη χρήση οργανικών ουσιών (πρόσθετα).

Ανακύκλωση

Τα οικοδομικά απορρίμματα από τούβλα, πλακάκια και κεραμικά από μια κατεδάφιση είναι σε αναμεμιγμένη μορφή. Αυτά μπορούν να θρυμματιστούν και να κοσκινιστούν αντικαθιστώντας την άμμο, χαλίκια ή πέτρες για διάφορες εργασίες. Αν και τα τεχνικά κριτήρια για τη χρήση των κοκκωδών κεραμικών υλικών είναι λίγα, το μίγμα πρέπει να είναι απολύτως απαλλαγμένο από στοιχεία που μολύνουν, όπως ο

πετροβάμβακας, το σκυρόδεμα, τα βαρέα μέταλλα και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs77) που μπορεί να διαφύγουν και να προκαλέσουν ρύπανση των υπογείων υδάτων. Έτσι για την περαιτέρω ανακύκλωση τους, ο καθαρισμός τους είναι το πρώτο και βασικό στάδιο (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Επιλογές ανακύκλωσης είναι οι εξής:

- Άθραυστα, για τη συμπλήρωση και σταθεροποίηση μικρών δρόμων ιδιαίτερα σε υγρές περιοχές όπως δάση και πεδιάδες. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται ευρέως στη Δανία όπου είναι δύσκολη η προμήθεια της πέτρας. Το μείγμα χρησιμοποιείται άθραυστο.
- Θρυμματισμένα, ως υλικά υπόβασης για την κατασκευή οδικών έργων. Η μέθοδος αυτή είναι διαδεδομένη και εφαρμόζεται στην Αγγλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία. Μόνο στη Γερμανία, η μέγιστη περιεκτικότητα σε τούβλο για τέτοια χρήση είναι 30%, λόγω των ποιοτικών απαιτήσεων για τον παγετό και την αντοχή σε κρούσεις. Το μείγμα αντικαθιστά φυσικά υλικά, όπως άμμος και τα χαλίκια, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγάλες ποσότητες για το σκοπό αυτό.
- Θρυμματισμένα, για την εξομάλυνση και πλήρωση χαντακιών για δίκτυα σωλήνων. Αντικαθιστά φυσικά υλικά όπως την άμμο. Θρυμματισμένα, αντικαθιστούν την άμμο στην παραγωγή σκυροδέματος. Αυτό συνήθως εφαρμόζεται στην Αυστρία, τη Δανία, την Ελβετία και ιδιαίτερα στην Ολλανδία.
- Θρυμματισμένα κόκκινα τούβλα και κεραμίδια για την κατασκευή άμμου για τένις. Το λεπτό επιφανειακό στρώμα διαστρώνεται πάνω από χονδρόκοκκα στρώματα που μπορούν να περιέχουν θρυμματισμένα τούβλα. Η διαδικασία είναι πιο αποτελεσματική όταν πραγματοποιείται σε εργοστάσια τούβλων ή κεραμιδιών, όπου υπάρχει περίσσεια ακατάλληλου υλικού.
- Θρυμματισμένα τούβλα και κεραμίδια ως υποστρώματα φυτών. Το υλικό μπορεί να αναμιχθεί με βιοδιασπώμενα οργανικά υλικά και είναι τέλειο για πράσινες στέγες: το πορώδες του υλικού επιτρέπει τη διατήρηση νερού και βοηθά στη διατήρηση των φυτών κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων.

Εμπόδια στην ανακύκλωση

Το μειωμένο κόστος των τούβλων, πλακιδίων και ειδών κεραμικής που παράγονται από πρώτες ύλες.

Παράγοντες προώθησης

- Σχεδιασμός για το τέλος του κύκλου ζωής τους (σχεδιασμός για προσεκτική κατεδάφιση (αποδόμηση) για επαναχρησιμοποίηση των τούβλων και κεραμιδιών.
- Αύξηση της διάρκειας ζωής των κτιρίων (> 100 έτη) για τη μείωση των ποσοτήτων των αποβλήτων που παράγονται.
- Φόροι ή καλύτερα απαγορεύσεις διάθεσης σε χωματερές ή χώρους υγειονομικής ταφής τέτοιων απορριμμάτων, για την προώθηση εναλλακτικών λύσεων.
- Συνεχής επιστημονική έρευνα για τη βελτίωση των τεχνικών διαχωρισμού και καθαρισμού των τούβλων από άλλα ανάμεικτα απόβλητα και ειδικά από μολυσματικούς παράγοντες.

5.4.3. Ξύλο

Ξύλο: ο φυτικός ιστός, η συμπαγής, σκληρή και ινώδης κυτταρική ουσία. Τα χημικά συστατικά του ξύλου κυτταρίνη, λιγνίνη και ημικυτταρίνες επηρεάζουν την πυκνότητα του ξύλου διαφορετικά. Επίσης αποτελείται από οργανικές ουσίες τα λεγόμενα εκχυλίσματα όπως λιπαρά οξέα, ρητινικά οξέα, κεριά και τα τερπένια.

Κατηγορία Α: Προϊόντα ξύλου που διατηρούν τη φυσική δομή του ξύλου. (πριστή ξυλεία και τα προϊόντα της, πάσσαλοι, στύλοι, στρωτήρες, ξυλεία μεταλλείων, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, επικολλητό ξύλο, σύνθετο ξύλο, μοριοπλάκες).

Κατηγορία Β: Προϊόντα ξύλου που παράγονται μετά από χημική ή/και θερμομηχανική κατεργασία του ξύλου και που δεν διατηρούν τη φυσική δομή του, δηλαδή δεν είναι δυνατό να αναγνωρισθεί η προέλευσή τους. (ινοπλάκες (MDF), το χαρτί, η κυτταρίνη και τα προϊόντα της, διάφορα πλαστικά, συνθετικές ίνες, αιθανόλη, ακετόνη, γλυκόζη, συνθετική βανίλια, τερεβινθέλαιο, δεψικές ουσίες).

Το ξύλο αποτελεί κατά μέσο όρο το 32% των ΑΕΚΚ (Eurostat-Wrap). Το 65% των απορριμμάτων ξύλου που παράγονται στην Ευρώπη ανακτώνται (ως υλικά ή ενέργεια). Το 2004, περίπου το 15% του ξύλου αποβλήτων που παράγονται στην ΕΕ είχε χαρακτηριστεί ως επικίνδυνα απόβλητα (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Η καταλληλότητα των αποβλήτων για ανακύκλωση ξύλου εξαρτάται από το επίπεδο της μόλυνσης. Οι ακόλουθες κατηγορίες συνήθως διακρίνονται σε:

- Μη επεξεργασμένη ξυλεία (Επαναχρησιμοποίηση - Ανακύκλωση)
- Ξυλεία με επίστρωση που δεν περιέχει αλογονούχες οργανικές ενώσεις. (Επαναχρησιμοποίηση - Ανακύκλωση)
- Ξυλεία με επίστρωση που περιέχει οργανικές ενώσεις, (Επαναχρησιμοποίηση - Ανάκτηση ενέργειας)
- Ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικό ξύλου (Επαναχρησιμοποίηση - Ανάκτηση ενέργειας)
- Ξυλεία που περιέχει βλαβερές ουσίες (χαλκό -αρσενικό- χρώμιο κλπ.). (Επαναχρησιμοποίηση - Ανάκτηση ενέργειας)

Διάθεση σε χωματερές

Όπως και με τα υπόλοιπα οργανικά υλικά, η υγειονομική ταφή/ διάθεση σε χωματερές απορριμμάτων ξύλου από ΑΕΚΚ οδηγεί σε εκπομπές μεθανίου (CH_4) που είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου που δείχνει ένα δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη 72 ενώ το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) έχει 1. Η υγειονομική ταφή του ξύλου συνδέεται με την περιττή χρήση της γης. Σε 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.

Επαναχρησιμοποίηση

Ξυλεία από κτίρια που φθάνουν το τέλος της ζωής τους μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί εκ νέου όταν οι κατάλληλες μέθοδοι αποδόμησης έχουν εφαρμοστεί. Στην Ευρώπη και στην Αμερική υπάρχει ανεπτυγμένη αγορά / δίκτυο πώλησης και ζήτησης ξυλείας στο διαδίκτυο από κατεδαφίσεις έτσι ώστε να είναι εύκολη η αναζήτηση τέτοιων υλικών. Σημαντικό ποσοστό ξυλείας που μπορεί να

επαναχρησιμοποιηθεί είναι οι παλέτες μεταφοράς υλικών οι περισσότερες από τις οποίες μπορούν να επιστραφούν και να χρησιμοποιηθούν εκ νέου από τους προμηθευτές με μία μικρή επιδιόρθωση. Επιπλέον οι παρασκευαστές παλετών μπορούν να εξοπλίσουν τις εταιρείες τους με μηχανήματα θρυμματισμού του ξύλου έτσι ώστε να διοχετευτεί σε μικρότερες διατομές για τη παραγωγή άλλων μορφών ξύλου.

Ανακύκλωση

Προκειμένου να προχωρήσει η ανακύκλωση από μείγμα απορριμμάτων από ΑΕΚΚ που περιέχουν ξύλο πρέπει να υπάρξει μία προκαταρκτική επεξεργασία αυτών των απορριμμάτων. Προκαταρκτική επεξεργασία ξυλείας:

- Εφαρμογή τεχνικής δείκτη χρώματος (colour indicator technique) 18 για την ανίχνευση της χημικής μόλυνσης των αποβλήτων ξύλου για την ανακύκλωση σε κάθε δείγμα ξύλου, στο εργοτάξιο.
- Διαχωρισμός στο εργοτάξιο επεξεργασμένου ή μη επεξεργασμένου απορριμμάτων ξύλου.
- Χειρονακτική διαλογή για την απομάκρυνση προσμείξεων μετά από ένα, δύο ή τρία στάδια θραύσης.
- Διαχωρισμός των σιδηρούχων (χάλυβας-μαγνητικά μέταλλα) και μη σιδηρούχων μετάλλων (χαλκός-μόλυβδος-φύλλα αλουμινίου) με μαγνήτες ή κυκλώνες.
- Διαχωρισμός των ορυκτών (σκυρόδεμα) με κοσκίνισμα.
- Διαχωρισμός ελαφριών στοιχείων (πλαστικά) μέσα σε ένα ή πολλαπλά στάδια κοσκίνισματος με αέρα.
- Εφαρμογή τεχνικής δείκτη χρώματος (colour indicator technique) για την ανίχνευση της χημικής μόλυνσης των αποβλήτων ξύλου για την σωστή διοχέτευση του ξύλου στην ανακύκλωση.

Τα τελευταία χρόνια, η ανακύκλωση ξύλου γνώρισε βελτιώσεις σε συνδυασμό με την ανάπτυξη εταιρειών που ασχολούνται με τη δραστηριότητα αυτή (Sawyer & Irle, 2005).

Από την ανακύκλωση ξυλείας προκύπτουν:

- Άλλα προϊόντα ξυλείας όπως το κόντρα πλακέ - Ινοσανίδες (Fibreboard) που περιέχουν ίνες ξύλου όπως το λεγόμενο (MDF).
- Η ανακυκλωμένη ξυλεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαμόρφωση εξωτερικών χώρων και κήπων, σε επιφάνειες για ιππασία εξωτερικές και εσωτερικές αρένες, και για στρωμένη κτηνοτροφία.
- Μέθοδος κομποστοποίησης ή για εδαφοβελτιωτικό μετά από κομποστοποίηση.

Ανάκτηση ενέργειας

Η ανάκτηση ενέργειας είναι τις περισσότερες φορές η μόνη διαθέσιμη επιλογή για τα απόβλητα ξύλου μολυσμένα με επικίνδυνες ουσίες. Τρόποι για την παραγωγή ενέργειας από απόβλητα ξύλου μπορεί να είναι:

- Σε μικρά συστήματα θέρμανσης. (pellets)
- Σε συστήματα θέρμανσης που απαιτούν έγκριση σε εγκαταστάσεις για την αεριοποίηση.
- Στις εγκαταστάσεις για την παραγωγή τσιμέντου και κλίνκερ τσιμέντου.
- Σε αποτεφρωτήρες αστικών αποβλήτων (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Εμπόδια στην ανακύκλωση

Για να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα των προϊόντων που προέρχονται από δευτερογενές ξύλο, τα τυποποιημένα όρια για τοξικά στοιχεία από ανακυκλωμένο ξύλο, είναι η ίδια όπως και για πρώτες ύλες. Οι οριακές τιμές της χημικής μόλυνσης πρέπει να συμμορφώνονται με τους ισχύοντες κανονισμούς.

Παράγοντες προώθησης

Η ανάκτηση υλικών και η ανανεώσιμη ενέργεια αποτελούν στρατηγικούς πολιτικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων. Τα απορρίμματα ξύλου αποτελούν μια πολύτιμη δευτερεύουσα πρώτη ύλη και μπορούν να υποκαταστήσουν αποτελεσματικά τις πρωτογενείς πρώτες ύλες από τα δάση ή τα ορυκτά καύσιμα.

Αυτό βέβαια προϋποθέτει κατάλληλα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων ξύλου, που αξιοποιούν τις ενεργειακές και υλικές ιδιότητες του

ανακτημένου ξύλου που υπάρχει σε αυτά και όχι πρακτικές οι οποίες δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα (υγειονομική ταφή, καύση χωρίς παραγωγή ενέργειας). Αύξηση της ανακύκλωσης ξύλου για παραγωγή μοριοπλακών και ινοπλακών δεσμεύει CO₂ σε προϊόντα ξύλου, συμβάλλει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της έλλειψης ξύλου στη βιομηχανία και μειώνει την πίεση στα δάση.

Επίσης, στην Ευρώπη σήμερα παρατηρείται μια τάση για αυξανόμενη χρήση του ανακτημένου ξύλου για παραγωγή ενέργειας. Αυτό εντείνει δυστυχώς την τάση να χρησιμοποιείται για ανάκτηση ενέργειας και μεγάλη ποσότητα καθαρής ξυλείας. Θα πρέπει να αποφευχθεί να χρησιμοποιηθεί το ξύλο, το οποίο είναι κατάλληλο για την άμεση παραγωγή των προϊόντων ξυλείας, για την παραγωγή ενέργειας. Πρέπει όπως και με τα υπόλοιπα ΑΕΚΚ να προτιμείται πρώτα η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και τέλος η ανάκτηση ενέργειας των μορφών ξύλου που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις προηγούμενες μεθόδους.

Αρνητικές επιπτώσεις χρησιμοποίησης ξυλείας άμεσα σε ανάκτηση ενέργειας

- Οδηγεί σε ενδεχόμενο έλλειψης του ξύλου για τις ξυλοβιομηχανίες, των οποίων τα περιβαλλοντικά διαπιστευτήρια έχουν βελτιωθεί ολόένα και περισσότερο.
- Οδηγεί στην πιθανή χρήση υποκατάστατων προϊόντων, τα οποία μπορεί να μην είναι από ανανεώσιμες πηγές, ανακυκλώσιμα και ενεργειακά αποδοτικά όπως το ξύλο.
- Οδηγεί σε αυξημένη πίεση για την πηγή των δασών, επιπλέον θέτει σε κίνδυνο κυρίως την βιολογική ποικιλομορφία.

Παρόλο λοιπόν που η ανάκτηση ενέργειας είναι μια πολύ καλή επιλογή για την ανάκτηση των υπολειμμάτων ξύλου από ΑΕΚΚ, υποθάλπει κινδύνους ως προς το να γίνει η μοναδική ή κύρια μέθοδος ανάκτησης. Αυτό ευτυχώς διαφυλάσσεται εν μέρει από το γεγονός ότι οι ποσοτικοί στόχοι (70% ανακύκλωσης ΑΕΚΚ), όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες, δεν συμπεριλαμβάνουν την ανάκτηση ενέργειας.

5.1.4. Γύψος

Φυσική γύψος: η γύψος είναι ένα ιζηματογενές ορυκτό. Βρίσκεται σε στρώματα που είχαν σχηματιστεί κάτω από το θαλασσινό νερό εκατομμύρια χρόνια πριν. Το

νερό εξατμίστηκε και άφησε το ορυκτό. Η φυσική γύψος αποτελείται από θειικό ασβέστιο (CaSO_4) και νερό (H_2O). Είναι συνήθως άσπρη, γκρι ή άχρωμη, αλλά μπορεί επίσης να έχει και αποχρώσεις του κόκκινου, καφέ και κίτρινου. Όταν πυρωθεί γίνεται μια λευκή λεπτή σκόνη που ονομάζεται ανυδρίτης ή πιο συχνά "γύψος του Παρισίου".

Συνθετική γύψος: Ένα από τα κύρια υποκατάστατα της φυσικής γύψου προερχόμενη από την δέσμευση του διοξειδίου του θείου, από τα καυσαέρια των θερμικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος ή από τη χημική βιομηχανία.

Διάθεση σε χωματερές

Περίπου 10 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων γυψοσανίδων διατέθηκαν σε χωματερές σε όλο τον κόσμο το 2007. Περίπου 4 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων γύψου αποτίθενται στην Ευρώπη ετησίως (εξαιρουμένων των αποβλήτων που προκύπτουν σε εργοστάσια παραγωγής, που ανέρχονται σε 600.000 - 1.200.000 τόνους).

Η διάθεση αποβλήτων γύψου σε χωματερές οδηγεί στη παραγωγή υδρόθειου (H_2S) που είναι ένα άχρωμο, πολύ δηλητηριώδες εύφλεκτο αέριο με χαρακτηριστική οσμή σάπιου αυγού, όταν αναμιγνύεται με βιοδιασπώμενα απόβλητα,. Η ΕΕ απαιτεί την ταφή αποβλήτων γύψου μόνο σε ειδικά κελιά σε χωματερές αδρανών αποβλήτων για την αποφυγή παραγωγής αυτού του επικίνδυνου αερίου (Lund - Nielsen, 2008).

Ανακύκλωση

Η γύψος είναι μια επ'αόριστον ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη. Προϊόντα από γύψο συγκαταλέγονται μεταξύ των πολύ λίγων υλικών κατασκευών, όπου η ανακύκλωση "κλειστού κύκλου" είναι δυνατή, δηλαδή, όπου τα απόβλητα χρησιμοποιούνται για να κάνουν και πάλι το ίδιο προϊόν. Η βιομηχανία ανακύκλωσης γύψου έχει αναπτύξει ένα σύστημα που αφαιρεί από τις γυψοσανίδες την επένδυση του χαρτιού και αλέθει τη γύψο σε σκόνη σχεδόν στην ίδια ποιότητα με τη γύψο (πρωτογενή μορφή). Το τελικό προϊόν είναι 99% καθαρό. Αυτό είναι ποιοτικώς καλό για την κατασκευή νέων γυψοσανίδων και αποδεικνύεται από το γεγονός ότι πέντε από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές στον κόσμο των γυψοσανίδων το αγοράζουν.

Από το σύνολο των απορριμμάτων γυψοσανίδων το 94% αποτελείται από τη σκόνη γύψου και το υπόλοιπο 6% από χαρτί ή χαρτόνι (ή άλλα υλικά) που περιέχει μηδαμινό ποσοστό γύψου και αυτό το μέρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κομποστοποίηση ή για παραγωγή θερμότητας.

Από την άλλη υπάρχει πάντα ένα υπολειμματικό κλάσμα χαρτιού που παραμένει στη σκόνη γύψου το οποίο εμποδίζει τη βελτίωση των ποσοστών εισαγωγής από ανακυκλωμένη σκόνη στις διαδικασίες παραγωγής που ισχύουν σήμερα.

Η Δανία έχει εδραιωθεί στο χώρο της ανακύκλωσης γύψου από ΑΕΚΚ με ποσοστά που φτάνουν το 65%. Η Αγγλία προωθεί την ανακύκλωση της γύψου από ΑΕΚΚ σε ποσοστό 100% με συμφωνία μεταξύ του κυβερνητικού οργανισμού WRAP και των βιομηχανιών γύψου (Lafarge Plasterboard, British Gypsum, Knauf Drywall) για την αύξηση της ανακύκλωσης (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Η προσοχή εστιάζεται σε διάφορους τομείς για την αύξηση της ανακύκλωσης γύψου:

- Στην ανάπτυξη μεθόδων για την πιο επιτυχή αφαίρεση κλασμάτων χαρτιού από τις γυψοσανίδες.
- Στην αντικατάσταση ανακυκλωμένης γύψου από ΑΕΚΚ από τη φυσική γύψο για τη παραγωγή τσιμέντου (5% γύψου στο τσιμέντο).
- Στη χρησιμοποίηση ανακυκλωμένης γύψου στη γεωργία. Η γύψος χρησιμοποιείται σε καλλιεργητικά μέσα (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.

Εμπόδια στην ανακύκλωση

Τα απορρίμματα προϊόντων γύψου που συλλέγονται από την κατεδάφιση και την ανακαίνιση κτιρίων μπορεί να είναι μολυσμένα με άλλα υλικά, όπως χρώματα, μεταλλικούς συνδέσμους, βίδες, ξύλο και μονωτικά υλικά, μεταξύ άλλων, τα οποία καταστρέφουν δύσκολη την ανακύκλωση. Αυτό είναι αποτέλεσμα των διεργασιών που επικρατούν στη κατεδάφιση σήμερα, όταν ένα κτίριο φτάσει στο τέλος της ζωής με

τη συλλογή και ανάμιξη όλων των απορριμμάτων που δεν επιτρέπει περαιτέρω την ανακύκλωση της γύψου.

Συνεπώς, δεν είναι πάντα δυνατό για τους παραγωγούς γυψοσανίδων να βασίζονται σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης αφού η ανακύκλωση είναι δυνατή μόνο για αμόλυντα απόβλητα γύψου.

Παράγοντες προώθησης

- Αύξηση της τιμής της φυσικής γύψου σε πολλές χώρες. Παρόλο που γενικά στο κόσμο οι ποσότητες γύψου είναι επαρκείς, στην Ευρώπη (Γαλλία, Αγγλία, Ρουμανία) υπάρχει περιορισμένη ποσότητα και η προσπάθεια αντικατάστασης της φυσικής γύψου με ανακυκλωμένη ή συνθετική γύψο αποτελεί μια προνοητική απόφαση για την αποφυγή εισαγωγών από άλλες χώρες.
- Αύξηση των φόρων για απορρίμματα γύψου στις χωματερές. Στην Αγγλία αλλά και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες έχει γίνει αύξηση (Φόρου-εξόδων μεταφοράς) από το 2004 έως το 2011 κατά 117%.
- Η διαλογή και διαχωρισμός των απορριμμάτων γύψου στο εργοτάξιο είναι από τα πιο σημαντικά βήματα προς την ανακύκλωση αυτού του υλικού. Οι ποσότητες που ανακτώνται από τα απορρίμματα όχι τόσο από τις κατασκευές αλλά από τις κατεδαφίσεις είναι ελάχιστες. Ακόμα όμως και στις κατασκευές που τα απορρίμματα γύψου είναι «καθαρά» ως υπολείμματα (φύρα), λόγω του γεγονότος ότι συλλέγονται και τοποθετούνται μαζί με τα υπόλοιπα ΑΕΚΚ καταλήγουν να μολύνονται και να είναι άχρηστα για περαιτέρω ανακύκλωση.

Όσον αφορά τα απόβλητα κατασκευών, εκτιμάται ότι το 25% των υλικών φυσικής γύψου μπορούν να αντικατασταθούν από ανακυκλωμένη 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 εφικτός (Lund - Nielsen, 2008).

5.1.5. Ασφαλτος

Η ασφαλτος είναι ένα υλικό με μεγάλο ιξώδες και ελαστικότητα που παράγεται από το αργό πετρέλαιο 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 σύστασή τους εξαρτάται από την θέση της διαμορφωμένης στρώσης (αρχική, ενδιάμεση, τελική), τη χρήση του οδοστρώματος και τις κλιματολογικές συνθήκες.

Απορρίμματα ασφάλτου παράγονται κατά την εκσκαφή των οδοστρωμάτων σε όλο το πάχος τους ή αφαιρώντας την επιφανειακή στρώση λόγω φθοράς ή αύξησης της ολισθηρότητας. Στην πρώτη περίπτωση προκύπτουν κυρίως πλάκες ασφάλτου και στην δεύτερη τρίμμα ασφαλτομίγματος μετά από χρήση φρέζας ασφάλτου.

Οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων ασφάλτου και οι ποσότητες αυτών που αξιοποιούνται μεταβάλλονται από χώρα σε χώρα της ΕΕ. Τέσσερες χώρες (Γερμανία, Γαλλία, Μ. Βρετανία, Ιταλία) ανακυκλώνουν 37.5 εκ τόνους ασφαλτόμιγμα καλύπτοντας το 80 % της συνολικά ανακυκλούμενης ποσότητας στην ΕΕ των 27 χωρών (47 εκ. τόνους το έτος 2008). Οι παραγόμενες ποσότητες ασφαλτομίγματος από ανάκτηση σε σχέση με την συνολικά παραγόμενη ποσότητα κυμαίνεται στις χώρες της ΕΕ από 0 έως 66 %.

Διάθεση σε χωματερές

- Η διάθεση σε χωματερές ασφαλτομίγματος που έχει μολυνθεί με πίσσα προκαλεί κυρίως μόλυνση του νερού με τις εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAH) και είναι καρκινογόνο επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.
- Η άσκοπη χρήση γης αφού η ασφαλτος μπορεί να ανακυκλωθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί.

Επαναχρησιμοποίηση-ανάκτηση ενέργειας

Η χρήση του τρίμματος ασφάλτου για απλή επίχωση ή η ανάκτηση ενέργειας δεν θεωρείται από την βιομηχανία ασφάλτου ως ενδιαφέρουσες επιλογές «ανάκτησης», γιατί δεν αξιοποιούνται πλήρως οι πρώτες ύλες του (αδρανή και ασφαλτος). Παρακάτω εξετάζονται τρόποι πλήρους αξιοποίησης του παραγόμενου τρίμματος, δηλαδή για την ενσωμάτωσή του στην παραγωγή νέων ασφαλτομιγμάτων.

Ανακύκλωση

Ανακύκλωση σημαίνει την προσθήκη τρίμματος ασφάλτου σε νέο ασφαλτόμιγμα με τα παλαιά αδρανή και άσφαλτο, ώστε να «λειτουργούν» όμοια με την παλαιά τους ιδιότητα και να αντικαθιστούν την χρησιμοποίηση νέων πρωτογενών πρώτων υλών. Οι τεχνικές κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες, τη θερμή και την ψυχρή ανακύκλωση και αυτές σε δυο υποκατηγορίες την ανακύκλωση επί τόπου και την ανακύκλωση σε μόνιμη εγκατάσταση παραγωγής ασφαλτομίγματος. Και στην θερμή και στην ψυχρή ανακύκλωση το τρίμμα πιθανόν να απαιτεί κοσκίνισμα ή και θραύση των τεμαχίων ασφάλτου καθώς και ιδιαίτερο τρόπο προσωρινής αποθήκευσης για να αποφεύγεται η επανασυσσωμάτωσή του. Το ποσοστό ανάμειξης ανακυκλωμένου και πρωτογενούς ασφαλτομίγματος εξαρτάται από την τεχνολογία του συγκροτήματος παραγωγής και από τις ιδιότητες του ανακτώμενου ασφαλτομίγματος.

Θερμή ανακύκλωση σε μόνιμο συγκρότημα παραγωγής ασφαλτομίγματος.

Στην περίπτωση θερμής ανακύκλωσης τρίμματος ασφαλτομίγματος σε μόνιμο συγκρότημα παραγωγής απαιτείται συνολική μεταφορά του παραγόμενου τρίμματος, πιθανή θραύση του ή και κοσκίνισμα και προθέρμανσή 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 εξαρτάται τόσο από την ποιότητα του ανακτώμενου ασφαλτομίγματος όσο και από την επιθυμητή διασφάλιση της ποιότητας του παραγόμενου τελικού προϊόντος.

Παραλλαγή της θερμής ανακύκλωσης είναι η θέρμανση του τρίμματος να γίνεται 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% (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Ψυχρή ανακύκλωση σε μόνιμο συγκρότημα παραγωγής

Σε ζεστό μείγμα: Στην περίπτωση αυτή το τρίμμα ασφαλτομίγματος δεν προθερμαίνεται αλλά απλά προστίθεται στον αναμεικτήρα (μίξερ) του συγκροτήματος και αναμειγνύόμενο με τα θερμά πρωτογενή αδρανή και την άσφαλτο

θερμαίνεται εξ επαφής και ενσωματώνεται στο τελικό προϊόν. Το μέγιστο ποσοστό ανακύκλωσης είναι μόλις 10% ενώ απαιτείται μεγαλύτερη θερμοκρασία στα πρωτογενή αδρανή και αύξηση του χρόνου ανάμειξης.

Σε ψυχρό μείγμα: Η τεχνική αυτή είναι πρόσφατη εξέλιξη μεθόδου που χρησιμοποιούταν παλιότερα. Το ασφαλτόμειγμα περνάει τη διαδικασία θραύσης αλλά αναμιγνύεται με αδρανή χωρίς θερμότητα χρησιμοποιώντας δύο τύπους συνδετικού υλικού, την «αφρώδη άσφαλτο» και το «ασφαλτικό γαλάκτωμα». Και οι δύο μέθοδοι είναι σε θέση να παράγουν υλικά με 90% ανακυκλωμένο περιεχόμενο άσφαλτο.

Ανακύκλωση επί τόπου

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται χωρίς να χρειάζεται η μεταφορά του τριμματος για επεξεργασία και η μεταφορά του ασφαλτομείγματος για διάστρωση στο έργο. Απαιτείται όμως σημαντικός μηχανολογικός εξοπλισμός στον τόπο του έργου και κατά συνέπεια επέμβαση σε φαρδείς δρόμους, απαιτείται η διατήρηση των κατώτερων στρώσεων του οδοστρώματος και η διαστρωμένη επιφάνεια δεν είναι η τελική (συνήθως αντιστοιχισμένη στρώση). 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. Με τον τελευταίο τρόπο είχε γίνει πιλοτικά η επισκευή του οδοστρώματος της ΝΕΟ Αθηνών – Κορίνθου το έτος 2002 (Αναστασοπούλου κ.α., 2012).

Εμπόδια στην ανακύκλωση

Το κόστος θραύσης και κοσκινίσματος των αδρανών είτε για τη ανακύκλωση ασφάλτου είτε για την παρασκευή ασφάλτου από παρθένα υλικά είναι ίδιο. Επιπλέον η διαθεσιμότητα αδρανών σε χαμηλό κόστος δεν προωθεί την επιλογή ανακύκλωσης ευρέως από τους παρασκευαστές ασφάλτου.

Πριν από την απαγόρευση χρήσης του αμιάντου (1997), ίνες αμιάντου χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή ασφάλτου σε χώρες όπως η Γαλλία και αυτό εγείρει το ζήτημα της ανακύκλωσης ασφάλτου που παρήχθη πριν από την ημερομηνία αυτή.

Παράγοντες προώθησης

Το οικολογικό αποτύπωμα άνθρακα για την ανακυκλωμένη ασφάλτο είναι χαμηλότερο από την ασφάλτο που είναι κατασκευασμένη από παρθένα υλικά. Ο δείκτης διοξειδίου του άνθρακα είναι 1,25 kg ισοδυνάμου CO₂ ανά τόνο ετησίως ασφάλτου για ένα 40-ετή ασφαλοτότητα από παρθένα υλικά, ενώ είναι 0,7 kg ισοδυνάμου CO₂ ανά τόνο ασφάλτου που περιέχει ανακυκλωμένη ασφάλτο (χωρίζεται από σχεδόν 1,8).

Ο εκσυγχρονισμός των μονάδων ανακύκλωσης ασφάλτου έγκειται στη βελτίωση και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά την μίξη του ασφαλτομίγματος. Αν με εκτεταμένες έρευνες επιτευχθεί η μείωση αυτή τότε και το κόστος ανακύκλωσης της ασφάλτου θα μειωθεί και έτσι θα προτιμηθεί από τους παραγωγούς.

Απαγόρευση διάθεσης απορριμμάτων ασφάλτου σε χωματερές με μεγάλες αυξήσεις σε ρήτρα. Χώρες έχουν ήδη στραφεί στην ανακύκλωση ασφάλτου σε ποσοστό 70% όπως αναφέρθηκε.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος «απόβλητα ασφάλτου» δεν ενθαρρύνει τη χρήση ανακυκλωμένης ασφάλτου. Η λέξη απόβλητα / απορρίμματα συνδέεται κυρίως με αρνητικό τρόπο. Θεωρώντας την ανακυκλωμένη ασφάλτο ως προϊόν, ως αδρανές υλικό, θα τονώσει την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσή της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΕΚΚ

6.1. Βιωσιμότητα Μονάδων Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί το ποσοστό των ανακυκλωμένων αδρανών που παράγονται από ΑΕΚΚ στις δυτικοευρωπαϊκές χώρες αυξάνει συνεχώς (παράδειγμα – πρότυπο αποτελεί η Ολλανδία στην οποία γίνεται 100% ανακύκλωση αδρανών υλικών), σε αντίθεση με τις χώρες της ΝΑ Ευρώπης. Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με την έκδοση της νέας Οδηγίας για τα απόβλητα (Waste Framework Directive) 2008/98/EC, είναι ότι μέχρι το 2020 το 70% (κ.β.) των παραγόμενων μη επικίνδυνων ΑΕΚΚ να οδεύει προς επεξεργασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή άλλου είδους ανάκτηση (Παπαδάκη, 2013).

Κρίσιμος παράγοντας για την βιωσιμότητα μιας μονάδας ανακύκλωσης ΑΕΚΚ αποτελεί το κόστος παραγωγής και το κόστος διάθεσής τους. Στην Ευρώπη, τα ανακυκλωμένα αδρανή που προέρχονται από την επεξεργασία απόβλητων σκυροδέματος παρουσιάζουν ένα εύρος στην τιμή παραγωγής από 2,5 έως 10 €/τόνο ενώ το εύρος στην τιμή πώλησης είναι από 3 έως 12 €/τόνο. Οι τιμές παραγωγής και διάθεσης των ανακυκλωμένων αδρανών ποικίλουν από χώρα σε χώρα και καθορίζονται από διάφορους παράγοντες όπως η έλλειψη φυσικών αδρανών, η μεγάλη καταναλωτική ζήτηση και η εφαρμογή του νομοθετικού καθεστώτος.

Για παράδειγμα, στο Παρίσι η έλλειψη φυσικών αδρανών προτάσσει τα ανακυκλωμένα αδρανή ως μια ανταγωνιστική εναλλακτική επιλογή. Στο Ρότερνταμ, το υψηλό κόστος παραγωγής των ανακυκλωμένων αδρανών σε σχέση με τα φυσικά απορροφάται από τα υψηλά πρόστιμα που εφαρμόζονται, ενώ στις Βρυξέλλες, η έλλειψη χώρου διάθεσης των ΑΕΚΚ ωθεί τις αντίστοιχες εταιρείες να ρίξουν τις τιμές αγοράς των ανακυκλωμένων αδρανών.

Παρόλο που τα ανακυκλωμένα αδρανή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά υψηλής αξίας, εκτιμάται ότι θα απαιτηθεί ένα εύλογο χρονικό διάστημα έως ότου αποκτήσουν αγοραστική αξία λόγω της ενδεχόμενης αρχικά δυσπιστίας όσον αφορά στην ποιότητά τους (Οικονόμου & Ζυγούρας, 2006).

Για το λόγο αυτό απαιτείται εντατικοποίηση της έρευνας για τη βελτίωση της ποιότητας των ανακυκλωμένων αδρανών κατεδάφισης, σύγκριση της ανταγωνιστικότητάς τους με τα εξορυσσόμενα, ανάπτυξη εμπιστοσύνης μέσω ταυτοποίησης και καταγραφής κατάλληλων ενδεικτικών κατασκευαστικών έργων και γνωστοποίηση των αποτελεσμάτων στο ευρύ κοινό, προβολή των προδιαγραφών όπου αποδεικνύεται ότι ανταγωνίζονται τα εξορυσσόμενα σε τεχνικό επίπεδο και διευκόλυνση της ροής πληροφοριών στην αγορά (Soutsos et al., 2011).

Πάντως σε κάθε περίπτωση, η τιμή πώλησης των παραγόμενων αδρανών υλικών δεν πρέπει να ξεπερνά τις αντίστοιχες τιμές πώλησης λατομικών προϊόντων, αλλά αντιθέτως θα πρέπει να έχουν χαμηλότερη τιμή, ώστε να είναι ανταγωνιστικά.

6.2. Οικονομικά χαρακτηριστικά των ΑΕΚΚ

Τα οικονομικά χαρακτηριστικά στη διαχείριση των ΑΕΚΚ είναι:

- Κόστος εξόρυξης πρωτογενών υλικών και τιμές των πρωτογενών υλικών: στην Ελλάδα, εξαιτίας του ποικιλόμορφου τοπίου (με λόφους, βουνά κλπ), υπάρχει αφθονία πρωτογενών υλικών σε όλη τη χώρα. Συνεπώς οι τιμές εξόρυξης των πρωτογενών υλικών είναι πολύ μικρές, συγκριτικά με άλλες χώρες του εξωτερικού, όπου το ανάγλυφο δεν περιλαμβάνει αφθονία υλικών. Επίσης οι τιμές των δευτερογενών υλικών πρέπει να είναι χαμηλότερες από αυτές των πρωτογενών, ώστε να είναι εφικτή η δημιουργία μιας αγοράς δευτερογενών υλικών στην Ελλάδα.
- Κόστος προσωρινής αποθήκευσης: αφορά το κόστος ενοικίασης containers όπου απορρίπτονται τα ΑΕΚΚ στους χώρους παραγωγής τους (2-3 ευρώ / ημέρα)
- Κόστος μεταφοράς: αφορά το κόστος μεταφοράς των ΑΕΚΚ με τα φορτηγά – οχήματα από το χώρο παραγωγής στη μονάδα διαχείρισης ΑΕΚΚ (100-150 ευρώ / δρομολόγιο εντός του ίδιου Νομού, ήτοι ακτίνας 50-100 χιλιομέτρων)
- Κόστος παραλαβής (ή/και κόστος εισόδου – gate fee): αφορά το κόστος που χρεώνει η μονάδα διαχείρισης των ΑΕΚΚ, εφόσον υποχρεούται να

επεξεργαστεί τα ΑΕΚΚ (10-15 ευρώ / τόνο). Σημειώνεται πως εφόσον τα υλικά αποτελούν «καθαρά» (χωρίς προσμίξεις) υλικά εκσκαφών, τότε παραλαμβάνονται δωρεάν, αφού δεν υπόκεινται σε καμιά επεξεργασία, πριν την απόθεση τους ως υλικά επικάλυψης των ανενεργών λατομείων. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει όλα τα κόστη λειτουργίας της μονάδας, καθώς και τις σχετικές αποσβέσεις για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού. Το κόστος αυτό είναι άκρως απαραίτητο με σκοπό να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα των μονάδων διαχείρισης ΑΕΚΚ, όπως τεκμηριώνουν οι σχετικές έρευνες (Srouf et al, 2013).

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι στην Ελλάδα δεν είναι οικονομικά βιώσιμη η χωροθέτηση μεγάλων μονάδων, εκτός των Νομών Αττικής και Θεσσαλονίκης, διότι το κόστος μεταφοράς είναι αρκετά υψηλό, ενώ η τιμή αγοράς νέων πρωτογενών υλικών είναι αρκετά χαμηλή. Άρα η χωροθέτηση των μονάδων δεν πρέπει να υπερβαίνει μεγάλες αποστάσεις, άνω των 100 χιλιομέτρων, ώστε να μην απειλείται η βιωσιμότητα της μονάδας διαχείρισης ΑΕΚΚ. Η παράμετρος της απόστασης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα χωροθέτησης, όπως προκύπτει και από σχετικές έρευνες.

Κατά συνέπεια στη χώρα σε επίπεδο Περιφέρειας προτιμάται η εγκατάσταση πολλών μικρών – μεσαίων μονάδων σε επίπεδο Νομού, παρά μεγάλων μονάδων, πλην της Αττικής και της Θεσσαλονίκης, όπου τα πληθυσμιακά μεγέθη καθιστούν τις μονάδες αυτές βιώσιμες (Παπαδάκη, 2013).

6.3. Μελέτη μονάδας ανακύκλωσης ΑΕΚΚ στην Ελλάδα

Στην Αττική, συγκεκριμένα στα Άνω Λιόσια, λειτούργησε πιλοτικά μία μονάδα Ανακύκλωσης ΑΕΚΚ από το διάστημα 1/1/2002 έως 30/6/2003. Η εταιρία Τομή ΑΕ με συγχρηματοδότηση από το χρηματοδοτικό μέσο LIFE Environment της ΕΕ ξεκίνησε τη διαχείριση των αποβλήτων μετά τις κατεδαφίσεις του σεισμού του 1999 και τα τελικά προϊόντα διατέθηκαν στην αγορά σε έργα οδοποιίας, σε έργα αποκατάστασης ΧΥΤΑ και ανεξέλεγκτων χωματερών.

Οι βασικοί στόχοι του προγράμματος ήταν :

- Η επίδειξη αποδεκτών μεθόδων διαχείρισης ΑΕΚΚ.
- Η ανάπτυξη συστημάτων επεξεργασίας οικοδομικών υλικών υιοθετώντας τεχνολογίες αιχμής που εφαρμόζονται σε περιβαλλοντικά προηγμένες χώρες της ΕΕ.
- Η ελαχιστοποίηση χρήσης μη ανανεώσιμων υλικών όπως είναι τα λατομικά προϊόντα.
- Η αξιολόγηση των υποψήφιων αγορών διάθεσης των προϊόντων.
- Η αξιοποίηση των αδρανών υλικών με τρόπο ώστε να αποβεί σε ωφέλεια του κοινωνικού συνόλου.
- Η ελαχιστοποίηση της ανεξέλεγκτης απόρριψης ΑΕΚΚ.

Η πρότυπη μονάδα διαχείρισης και ανακύκλωσης αδρανών υλικών, η οποία χωροθετήθηκε εντός του ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων, είχε προδιαγραφές επεξεργασίας ΑΕΚΚ και κυρίως των «βαρέων» υλικών (σκυρόδεμα, τούβλα), αφού τα «ελαφρά» υλικά (κουφώματα, μεταλλικές κατασκευές, κ.λπ.) συνήθως αφαιρούνται προ της κατεδάφισης.

Η δυναμικότητα της μονάδας για τις ανάγκες του έργου καθορίστηκε στους 300 t/ημέρα. Στη μονάδα εισήλθαν περίπου 315.000 τόνοι, από τους οποίους το 70% (220.500 τόνοι) ήταν προϊόντα που προέκυψαν από την ανακύκλωση, ενώ το υπόλειμμα (94.500 τόνοι) αξιοποιήθηκε στην αποκατάσταση των ΧΥΤΑ, ανεξέλεγκτων χωματερών κι ανενεργών λατομείων.

Η κατά μέσο όρο παραγωγή της μονάδας, στη περίοδο πλήρους λειτουργίας, ήταν η ακόλουθη :

- Κλάσμα 0-16 mm (34%) που, κατόπιν ανάμιξης με το κλάσμα των 16-32 mm, διατέθηκε χωρίς χρέωση ως αδρανές υλικό για κατασκευή προσωρινής οδοποιίας, επί του απορριμματικού ανάγλυφου, στο παρακείμενο ΧΥΤΑ.
- Κλάσμα 16-32 mm (22%) που κατόπιν ανάμιξης με αυτό των 0-16 mm διατέθηκε χωρίς χρέωση ως αδρανές υλικό για κατασκευή προσωρινής

οδοποιίας, επί του απορριμματικού ανάγλυφου, στο παρακείμενο ΧΥΤΑ.

- Κλάσμα <50 mm (35%), κυρίως εδαφικό υλικό, προσμίξεις και θραυσμένα τεμάχια τούβλου, τα οποία διατέθηκαν χωρίς χρέωση ως υλικό ημερήσιας κάλυψης του παρακείμενου ΧΥΤΑ.
- Ανακτώμενος σίδηρος (7%) που διατέθηκε χωρίς χρέωση σε ανεξάρτητους ανακυκλωτές.
- Ανακτώμενο ξύλο (2%) που διατέθηκε χωρίς χρέωση σε ανεξάρτητους ανακυκλωτές.

Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε ένας συντελεστής ανακύκλωσης 65%, εάν λάβει κανείς υπόψη ότι το προδιαλεγμένο κλάσμα (< 50mm) δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ανακυκλώσιμο, υπό την έννοια ότι τελικά διατίθεται σε ΧΥΤΑ για την ημερήσια κάλυψη των αποτιθέμενων στερεών αποβλήτων (απαιτούνται σημαντικές ποσότητες ανάμικτου εδαφικού υλικού για την καθημερινή λειτουργία των ΧΥΤΑ).

Μετά το πέρας της λειτουργίας της συγκεκριμένης μονάδας αναλύθηκαν όλα τα αποτελέσματα που προέκυψαν όπως ο υψηλός συντελεστής ανακύκλωσης (65%), τα τεχνικά πλεονεκτήματα, οι πολλαπλές δυνατότητες αξιοποίησης των παραγόμενων προϊόντων (μετά από έλεγχο απεδείχθη ότι τα προϊόντα ήταν αποδεκτής ποιότητας για εφαρμογές ανακύκλωσης), τα περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη και λειτουργία μονάδων διαχείρισης και ανακύκλωσης ΑΕΚΚ, και με βάση τα στοιχεία κόστους που συλλέχθηκαν κατά την υλοποίηση του προγράμματος, προέκυψε ότι η βιωσιμότητα μίας μονάδας διαχείρισης και ανακύκλωσης ΑΕΚΚ εξαρτάται:

α) από το μέγεθός της (βιώσιμη δυναμικότητα μονάδας θεωρείται αυτή πέραν των 350.000 t/έτος) και

β) από την εξασφάλιση τέλους επεξεργασίας (εκτιμάται σε 1,8-2,0 €/t εισερχομένων αποβλήτων) πέραν των τυχόν εσόδων που προέκυψαν από την πώληση των αδρανών προϊόντων στα κλάσματα 0-16 mm και 16-32 mm.

Όσον αφορά τις τιμές πώλησης των παραγόμενων αδρανών υλικών δεν μπορούν να ξεπερνούν τις αντίστοιχες τιμές πώλησης λατομικών προϊόντων, αλλά αντιθέτως θα πρέπει να έχουν χαμηλότερη τιμή, ώστε να είναι ανταγωνιστικά. Οι παραπάνω τιμές δεν περιλαμβάνουν τη διακίνηση των παραγόμενων προϊόντων, αλλά

έχουν συνυπολογισθεί τα λειτουργικά κόστη (προσωπικό, συντήρηση, απαιτούμενη ενέργεια), καθώς και οι αποσβέσεις του αρχικού επενδυμένου κεφαλαίου. Στα οφέλη της μονάδας θα πρέπει να συνεκτιμηθούν τόσο τα κοινωνικά (νέες θέσεις εργασίας, βελτίωση ποιότητας ζωής πολιτών) όσο και τα εθνικά–οικονομικά (νέες επενδυτικές ευκαιρίες, ανάπτυξη παράπλευρων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, κ.λπ.).

Από τα υπάρχοντα στοιχεία και τις εφαρμοζόμενες πρακτικές προκύπτει ότι η ανακύκλωση ΑΕΚΚ μπορεί να γίνει μια κερδοφόρα επιχείρηση.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποια σημεία τα οποία απαιτούν προσοχή, όπως είναι:

- Η τοποθεσία και οι συνθήκες που επικρατούν στην μονάδα ανακύκλωσης, οι οποίες επιδρούν στη διαμόρφωση του κόστους.
- Η τεχνολογική βελτίωση της παραγωγής και τα κίνητρα που πρέπει να παρέχει η διοίκηση για την τόνωση της ανακύκλωσης, που θα συντελέσουν στη μείωση του κόστους εκμετάλλευσης.
- Το κόστος μεταφοράς, το οποίο υποχρεώνει την αγορά να προσανατολίζεται προς τις αστικές περιοχές, πρέπει να διατηρείται σε χαμηλές τιμές. Η αγορά για ανακυκλωμένα υλικά επηρεάζεται από τις προδιαγραφές των χρηστών και από διάφορες προκαταλήψεις και επιφυλάξεις.

Ανακεφαλαιώνοντας, συμπεραίνουμε ότι με τη ανακύκλωση, εξασφαλίζονται και οικονομικά οφέλη και προστασία του περιβάλλοντος, έτσι ώστε η ανακύκλωση να μην αποτελεί μόνον υποχρέωση προς τη φύση, αλλά και μία κερδοφόρο επιχείρηση (Εφραιμίδης, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΚΚ

7.1. Προτάσεις

Ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν ήδη επιτύχει σημαντικά ποσοστά αξιοποίησης των ΑΕΚΚ. Γίνεται κατανοητό ότι υφίσταται μεγάλο περιθώριο βελτίωσης και στην Ελλάδα, με την ανάπτυξη Μονάδων διαχείρισης των ΑΕΚΚ, έτσι ώστε να προστατεύεται το περιβάλλον και ταυτόχρονα να ωφελείται η οικονομία. Ο ιδιωτικός τομέας έχει αναγνωρίσει το υψηλό δυναμικό ανακύκλωσης που χαρακτηρίζει τα ΑΕΚΚ και ως εκ τούτου έχει εκδηλώσει το αρχικό ενδιαφέρον αξιοποίησης του, παρά την οικονομική ύφεση της κατασκευαστικής δραστηριότητας.

Προτείνεται η ανάπτυξη και λειτουργία περαιτέρω μονάδων διαχείρισης ΑΕΚΚ, ώστε να καλύπτεται ολόκληρη η ελληνική επικράτεια. Επιπλέον προτείνεται η επιβολή μέσω νομοθεσίας της αξιοποίησης / χρήσης των δευτερογενών υλικών που παράγονται από ΑΕΚΚ σε μεγάλα έργα υποδομής, ώστε να δημιουργηθεί και ενισχυθεί η αγορά αυτών των υλικών, έναντι των πρωτογενών υλικών που επιβαρύνουν το περιβάλλον με νέες εξορυκτικές δραστηριότητες. Προτείνεται, επίσης η παροχή συγκεκριμένων οδηγιών προς την Τοπική Αυτοδιοίκηση, έτσι ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις της νομοθεσίας σχετικά με την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ, όπως γίνεται αντίστοιχα στις Η.Π.Α.

Σε κατεδαφίσεις κτιρίων να προηγείται η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αφαίρεση των στοιχείων εκείνων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν ξεχωριστά. Έτσι κεραμίδια, ξυλεία στέγης, ξυλεία πατωμάτων, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ενώ κουφώματα (μεταλλικά και ξύλινα), σωληνώσεις, καλωδιώσεις, κιγκλιδώματα κλπ. μπορούν να ανακυκλωθούν ξεχωριστά και τέλος το εναπομείναν κτίριο να κατεδαφιστεί και τα προϊόντα κατεδάφισής του, με περισσότερη πλέον ομοιογένεια, να ανακυκλωθούν ευκολότερα.

Στο πρόσφατο παρελθόν η ύπαρξη αξιόλογων αρχιτεκτονικών στοιχείων στα υπό κατεδάφιση κτίρια οδηγούσε στην προσεκτική αφαίρεσή τους ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν (πχ. μαρμάρινα και κεραμικά στοιχεία, κιγκλιδώματα κλπ.). Έτσι δημιουργείται και το οικονομικό κίνητρο για ενέργειες επαναχρησιμοποίησης,

καθόσον υπάρχει ζήτηση στην κατασκευή νέων κατοικιών με αρχιτεκτονικά στοιχεία του παρελθόντος.

Μια τέτοια διαδικασία πρέπει να 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 συνεργεία για τη σωστή αποδόμηση των κτιριακών συνόλων αφού απαιτούνται συγκεκριμένες γνώσεις και τεχνικές για την εφαρμογή μια τέτοιας διαδικασίας.

Τέλος προτείνεται η διενέργεια ενημερωτικής εκστρατείας που να απευθύνεται προς όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη (τόσο εργολάβους, όσο και πολίτες), έτσι ώστε να ευαισθητοποιηθούν για την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ.

7.2. Μελλοντικές τάσεις στη διαχείριση των αποβλήτων

Η συμβολή των Μονάδων Διαχείρισης Αποβλήτων στην οικονομία είναι πολύ σημαντική, αναλογιζόμενοι ότι ο αριθμός των εργαζομένων στον κλάδο της ανακύκλωσης αυξανόταν σταθερά κατά 7% ανά έτος, το διάστημα 2000-2007. Παρόμοια είναι τα στοιχεία απασχόλησης και στην Αυστραλία. Η αυξανόμενη απασχόληση οφείλεται στην αύξηση των πωλήσεων ανακυκλώσιμων υλικών στην Ε.Ε.

Ειδικότερα για τα ΑΕΚΚ, τα οφέλη της ανακύκλωσης τους με σκοπό την παραγωγή νέων (δευτερογενών) υλικών / προϊόντων είναι πολύ σημαντικά αναλογιζόμενοι ότι ακόμη και στις αναπτυγμένες χώρες, τα ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ αποτελούν ένα μικρό ποσοστό της συνολικής ποσότητας υλικών που απαιτούνται για τις νέες κατασκευές. Για παράδειγμα στη Δανία που ανακυκλώνεται ~90% των ΑΕΚΚ, αυτά αποτελούν μόνο το 6% της συνολικής ποσότητας των υλικών που χρησιμοποιούνται στις νέες κατασκευές.

Πλέον στην Ε.Ε. η διαχείριση των αποβλήτων εντάσσεται στην ευρύτερη στρατηγική για τη διαχείριση των πόρων (resource management, ενώ ήδη προβλέπονται οι μελλοντικές τάσεις, όπου οι πόροι αυτοί θα αποτελούν χρηματιστηριακά είδη (commodities). Το μοντέλο της οικονομίας πρέπει πλέον να

λαμβάνει τις ροές των υλικών, είτε προέρχονται από φυσικούς πόρους ή από απόβλητα. Θα πρέπει δηλαδή να λαμβάνεται υπόψη ο συνολικός κύκλος ζωής των υλικών, από την εξόρυξη μέχρι την τελική διάθεση τους.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αβραμίκος Η., (2002). *Διαχείριση των αποβλήτων που προέρχονται από κατασκευές και κατεδαφίσεις – Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα*. Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ.
- Αγγελόπουλος Κ (2010). *Αξιολόγηση αδρανών υλικών. Συμβολή στη διαχείριση λατομικών περιοχών του Ελληνικού χώρου*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://www.sarmaproject.eu/uploads/media/2010Patra_IGME1.pdf
(Ανακτήθηκε: 30/06/15)
- Αναστασοπούλου Μ, Βασιλείου Β, Κάραλης Κ, (2012). *Ανακύκλωση οικοδομικών απορριμμάτων*. Πάτρα: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
- Γκαλμπένης Χ-Τ, Τσίμας Σ, (2005). *Διαχείριση οικοδομικών απορριμμάτων – Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα*. Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου για την Αξιοποίηση των Βιομηχανικών Παραπροϊόντων στη Δόμηση. ΕΒΙΠΑΡ, Θεσσαλονίκη, 24-26 Νοεμβρίου 2005
- Tiess G, Χαλκιοπούλου Φ, (2011). *Βιώσιμη Διαχείριση για την Παραγωγή Αδρανών και Βιώσιμη Προμήθεια Αδρανών από διάφορες πηγές σε Περιφερειακό, Εθνικό και Διακρατικό επίπεδο*. Εγχειρίδιο. Επεξεργασία ελληνικού κειμένου: Φ., Χαλκιοπούλου. Κρήτη: Πολυτεχνείο Κρήτης
- Eco Efficiency (2009). *Εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)*. Τεχνική και Συμβουλευτική ΕΠΕ
- Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων – ΕΕΔΣΑ (n.d.). *Μέθοδος υπολογισμού παραγόμενων ποσοτήτων ΑΕΚΚ*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.eedsa.gr/library/Downloads/docs/Documents/%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%A4%CE%91/%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%95%CE%A5%CE%A9%CE%9D%20&%20%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%99%CE%A3%CE%95%CE%A9%CE%9D/calculation.doc>
(Ανακτήθηκε: 12/06/15)

- Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων – ΕΕΔΣΑ (2006-2011). *Σύσταση και επικινδυνότητα των ΑΕΚΚ*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=78> (Ανακτήθηκε: 05/06/15)
- Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων – ΕΕΔΣΑ (2010). *Επεξεργασία ΑΕΚΚ*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=79> (Ανακτήθηκε: 05/06/15)
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης – ΕΟΑΝ (2015). Αποφάσεις ΕΟΑΝ για Χορήγηση Εγκρίσεων Συστημάτων. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.eoan.gr/el/content/16/1?slug=apofaseis-eoan-gia-chorigisi-egkrixeon-sustimaton> (Ανακτήθηκε: 01/07/15)
- Εφραιμίδης ΧΙ, (2008). *Παραγωγή αδρανών υλικών από ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων*. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων. ΤΕΕ Αθήνα, 2123 Μαΐου 2008
- Ζουρμπάκης Ε, Κοϊνάκης Ι, (2011). *Η συμβολή του ΙΓΜΕ στην αξιολόγηση και διαχείριση των αδρανών υλικών της Ελλάδας. Διαθεσιμότητα αδρανών υλικών στην Περιφέρεια Κρήτης*. Χανιά, 16 Μαΐου. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://www.sarmaproject.eu/uploads/media/2011_Hania_TUC_4_01.pdf (Ανακτήθηκε: 30/06/15)
- Λιάλιος Γ, (2007). Μαίνεται ο «εμφύλιος» πόλεμος για τα μπάζα. *Εφημερίδα Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ*, Κυριακή, 04/11/2007
- Μανές Ν. (2009). *Διαχείριση δομικών υλικών στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους*. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Ενεργειακός Τομέας, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής. Θεσσαλονίκη
- Μουσιόπουλος Ν., Ιακώβου Ε., Παπαδόπουλος Α., Αχίλλας Χ., Αηδόνης Δ., Αναστασέλος Δ., Μπανιάς Γ. (2009). *Αξιοποίηση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων*. 3ο Πανελλήνιο συνέδριο «Κλιματική Αλλαγή, Βιώσιμη Ανάπτυξη και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αναζητώντας λύσεις για το Ελληνικό Περιβάλλον» του Συμβουλίου Περιβάλλοντος του ΑΠΘ

- Οικονόμου Ν., Ζυγούρας Μ. (2006). *Πρόταση για τη διαχείριση των δομικών απορριμμάτων σε πολεοδομικά συγκροτήματα*. 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη
- Παπαδάκη Μ, (2013). *Βιώσιμη διαχείριση αδρανών υλικών. Μελέτη περίπτωσης: Κρήτη*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση Αποβλήτων. Πάτρα
- Παπαχρήστου Ε., Χατζηαγγέλου Η., Αλιβάνης Κ., Νταρακάς Ε., Μπέλου Α., Ιωαννίδου Δ., Πούλιος Κ. (2009). *Ανάλυση της ποσότητας και σύνθεσης των αστικών στερεών αποβλήτων της Θεσσαλονίκης*. 3ο Διεθνές Συνέδριο ΕΕΔΣΑ, «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων: Στοχεύοντας σε μια κοινωνία μηδενικών αποβλήτων». Ίδρυμα Ευγενίδου, 30-31 Οκτωβρίου 2009, Αθήνα.
- Πασχάλη-Μάνου Κ., Τσομπανίδης Χ., Λουκά Γ., Ταβουλάρης Γ., Χατζηαυγουστής Θ. (2005). *Αδρανή Απόβλητα, Ανακύκλωση και Διάθεση: Η εφαρμογή στη Διαχειριστική Μελέτη Στερεών Αποβλήτων στη Ν. Λέσβο*. Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα 3-6 Φεβρουαρίου 2005
- Σκορδίλης Α. (2008). *Η εναλλακτική διαχείριση των στερεών αποβλήτων, Η κοινωνία της ανακύκλωσης - Παρόν και προοπτικές στην Ελλάδα*. Ημερίδα ΤΕΕ, 25 Ιουλίου 2008, Αθήνα
- Σταθακόπουλος, ΑΠ (2011). *Μοντέλο Διαχείρισης των Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις (Α.Ε.Κ.Κ.): Πεδίο εφαρμογής η ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης*. Διδακτορική Διατριβή. ΑΠΘ, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας των Κατασκευών. Θεσσαλονίκη
- ΤΕΔΚ Ν. Ροδόπης (2009). *Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Κ.Κ.)*. Ανατολική Α.Ε., Αναπτυξιακή Εταιρεία Ανατολικής Θεσσαλονίκης

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- NYC Department of Design & Construction (2003). *Construction & Demolition Waste Manual*. Prepared by Gruzen Samton LLP with City Green Inc.
- Cole R.J. (1999). Energy and greenhouse gas emissions associated with the construction of alternative structural system. *Building and Environment*, 34: 335–348.
- Craighil A., Powel, J.C. (1999). *A Lifecycle Assessment and Evaluation of Construction and Demolition Waste*. CSERGE working paper WM 99-03. CSERGE (Centre for Social and Economic Research on the Global Environment), London.
- Del Rio Merino M., Azevedo I.S.W., Gracia P.I. (2010). Sustainable Construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste Management & Research*, 28(2), 118-119
- European Commission (DG ENV) (2011). *Service contract on management of construction and demolition waste – SR1. Final Report Task 2*. A project under the Framework contract ENV.G.4/FRA/2008/0112. In association with ARCADIS and IEEP. France: Bio Intelligence Service
- European Commission (2015a). *Environment: Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/index.htm> Last updated: 07/08/15 (Ανακτήθηκε: 19/09/15)
- European Commission (2015b). *Environment: Waste*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://ec.europa.eu/environment/waste/index.htm> Last updated: 18/09/15 (Ανακτήθηκε: 19/09/15)
- European Commission (2015c). *Environment: Waste. Construction and Demolition Waste (CDW)*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm Last updated: 18/09/15 (Ανακτήθηκε: 19/09/15)

European Environment Agency – EEA, (2011). *Earnings, jobs and innovation: the role of recycling in a green economy*. EEA Report, No 8/2011. Denmark: Rosendahls – Schultz Grafisk

European Environment Agency – EEA, (2012). *Environmental Indicator Report 2012 – Ecosystem Resilience and Resource Efficiency in a Green Economy in Europe. Part 2. Thematic indicator – based assessments*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2012/environmental-indicator-report-2012-ecosystem/part2.xhtml#chap9>
Last modified: 07/06/12 (Ανακτήθηκε: 10/06/15)

European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production – EIONET, (2013). What is waste? Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://scp.eionet.europa.eu/themes/waste/#4> Last updated: 29/10/13
(Ανακτήθηκε: 17/06/15)

Eurostat, (2012). Generation of waste. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do> Last update: 23/07/15
(Ανακτήθηκε: 18/06/15)

Fatta D., Papadopoulos A., Avramikos E., Sgourou E., Moustakas K., Kourmoussis F. (2003). Generation and management of construction and demolition waste in Greece – An existing challenge. *Resources Conservation and Recycling*, 40 (1), 81-91

Feldman M, (2013). *Recycling, energy conservation and community beautification*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.epa.gov/region03/beyondtranslation/2013BTF/SessionB-Beautification/MichelleFeldman.pdf> (Ανακτήθηκε: 15/09/15)

Gardiners Reclaimed Building Materials (2010). Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.gardinersreclaims.co.uk> (Ανακτήθηκε: 01/07/15)

Harvey LDD, (2011). *Energy and the new reality I. Energy efficiency and the demand for energy services*. Canada: Earthscan

- Jones J, Jackson J, Tudor T, Bates M, (2012). Strategies to enhance waste minimization and energy conservation within organizations: a case study from the UK construction sector. *Waste Management Research*, 30(9), 981-990
- LIFE00 ENV/ GR/000739. Layman's report. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/PDF/LIFE00_ENV_GR_000739_LAYMAN.pdf (Ανακτήθηκε: 30/06/15)
- Lund - Nielsen H, (2008). *Recycling of plasterboard waste – from «nice to have» to necessity*. Gypsum Recycling International (GRI), Global Gypsum Conference in Dubai
- Marinkovic S., Radonjanin V., Malešev M., Ignjatovic I. (2010). Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete. University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering. *Waste Management* 30(11), 2255-64
- Nautiyal H, Shree V, Khurana S, Kumar N, Varum, (2015). Recycling potential of building materials: A review. In: SS Muthu, *Environmental implications of Recycling and Recycled Products*. Singapore: Springer Science & Business Media, pp. 31-50
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). *Environment Statistics*. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/data/oecd-environment-statistics_env-data-en (Ανακτήθηκε: 15/06/15)
- Poon C.S., Chan D., (2007). The use of recycled aggregate in concrete in Hong Kong, *Resources Conservation and Recycling* 50, 293-305
- Roussat N., Mehu J., Dujet C. (2009). Indicators to assess the recovery of natural resources contained in demolition waste. *Waste Management & Research*, 27, 159-166
- Sawyer G. and Irle M. (2005). *Development of colour indicator techniques to detect chemical contamination in wood waste for recycling*. Project code: WOO0034, WRAP

- Scheuer, C., Keaoleian, G.A., Reppe, P. (2003). Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications. *Energy and Building*, 35, 1049–1064
- Solis – Guzman J, Leiva C, Martinez –Rocamora A, Vilches LF, Alba – Rodriguez D, Arenas CG, Marrero M (2015). Recycling of wastes into construction materials. In: SS Muthu, *Environmental implications of Recycling and Recycled Products*. Singapore: Springer Science & Business Media, pp. 51-78
- Soutsos M., Tang K., Millard S. (2011). Use of recycled demolition aggregate in precast products, phase II: Concrete paving blocks. *Construction and Building Materials*, 25(7), 3131-3143
- Srour IM, Chehab GR, El-Fadel M, Tamraz S, (2013). Pilot – based assessment of the economics of recycling construction demolition waste. *Waste Management & Research*, 31(11), 1170-1179
- Symonds, (1999). *Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts*. Report to DGXI, European Commission. Symonds in association with ARGUS, COWI and PRC Bouwcentrum
- Thomark, C. (2001). Conservation of energy and natural resources by recycling building waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 33: 113–130
- Transco Inc (n.d.). Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο: <http://www.transcoinc.com> (Ανακτήθηκε: 02/07/15)
- Venkatarama Reddy B.V., Jagadish, K.S. (2003). Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. *Energy and Building*, 35: 129–137.
- Yohanis Y.G. & Norton, B., (2002). Life-cycle and embodied energy for a generic single storey office building in the UK. *Energy – Oxford*, 27, 77–92.