

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Εναλλακτικές προτάσεις αξιοποίησης του λεπτόκοκκου
τμήματος των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και
κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)

Γεωργία Γεωργίου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Μαρία Ντούλα

Μάιος 2020

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Εναλλακτικές προτάσεις αξιοποίησης του λεπτόκοκκου τμήματος των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)

ΓΕΩΡΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Μαρία Ντούλα**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος, 2020

*Σε όλους όσους πίστεψαν
και πιστεύουν σε μένα...*

Αφιερωμένο στον σύζυγο και τα παιδιά μου

Περίληψη

Η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων της Κύπρου είναι θέμα ζωτικής σημασίας καθώς η Κύπρος, όπως και όλα τα νησιά της Μεσογείου, λόγω των ιδιαίτερων γεωμορφολογικών και κλιματικών συνθηκών, ανήκει στις περιοχές που θα πληγούν σε μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή. Η αειφόρος διαχείριση του ορυκτού πλούτου της Κύπρου είναι σημαντική για τον μετριασμό των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Πρακτικές, όπως η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), θα βοηθήσουν στη σημαντική μείωση των επιπτώσεων των λατομικών και μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον του νησιού.

Τα ΑΕΚΚ χωρίζονται σε δυο τύπους, στα αδρανή (χαλίκια, άμμος, τούβλα και σκυρόδεμα) και στα μη αδρανή (πλαστικό, ξυλεία, μέταλλα και άλλα οργανικά υλικά) και μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν, περίπου κατά 90%. Προκύπτουν από δραστηριότητες όπως η ολική ή μερική κατεδάφιση ή ανακαίνιση κτιρίων, η κατασκευή κτιρίων και δημοσίων υποδομών, κατασκευή και συντήρηση δρόμων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει τα ΑΕΚΚ ως ένα ρεύμα αποβλήτων με προτεραιότητα διαχείρισης.

Η ανεξέλεγκτη απόρριψή τους, εκτός από τη ρύπανση του εδάφους, της ατμόσφαιρας και των υπογείων υδάτων, έχει σημαντική επίπτωση και στην αισθητική υποβάθμιση της περιοχής απόρριψής τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο της μεταπτυχιακής διατριβής γίνεται καταγραφή του στόχου, η σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης και ανάλυση του προβλήματος σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ιστορική αναδρομή της εξέλιξη της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ στην Κύπρο, αλλά και σε Ευρωπαϊκή κλίμακα, παρουσιάζονται οι πηγές προέλευσης των ΑΕΚΚ, γίνεται ανάλυση της σύστασής τους, περιγράφονται τα επικίνδυνα συστατικά τους και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη απόρριψή τους και ακολουθεί ανάλυση του θεσμικού πλαισίου και συγκεκριμένα του Ευρωπαϊκού και του Κυπριακού. Στη συνέχεια περιγράφονται τα παραγόμενα υλικά από την επεξεργασία των ΑΕΚΚ καθώς και τρόποι επαναχρησιμοποίησης, προσδιορίζονται οι περιοχές που βρίσκονται τα υφιστάμενα λατομεία της Κύπρου, το

προσδόκιμο ζωής τους σύμφωνα με την αδειοδοτημένη περιοχή, και σε ποιο βαθμό επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον της περιοχής.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, ο οποίος είναι η καταγραφή του προβλήματος διάθεσης των ΑΕΚΚ που παράγονται στην Κύπρο και η αναζήτηση εναλλακτικών πρακτικών αξιοποίησης του λεπτόκοκκου κλάσματος αυτών, καθώς και η μεθοδολογία προσέγγισης της έρευνας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των δεδομένων που συλλέχτηκαν από δυο μεγάλες μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ που υπάρχουν στην Κύπρο, καθώς και τριών περιοχών στις οποίες γίνεται παράνομη εναπόθεση υλικών ΑΕΚΚ. Γίνεται ανάλυση της κοκκομετρικής διαβάθμισης των υλικών, ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό των λεπτόκοκκων υλικών που παράγεται από την επεξεργασία των υλικών ΑΕΚΚ. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χημικής ανάλυσης της περιεκτικότητάς τους σε άζωτο, κάλιο, φώσφορο αλλά και του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, για τον προσδιορισμό των θρεπτικών συστατικών των υλικών αυτών, έτσι ώστε να προσδιορισθούν οι συνθήκες ανάμιξής τους με οργανικά υλικά προκειμένου να βελτιωθεί η θρεπτική τους ικανότητα και να αξιοποιηθούν στην ανάπλαση ή τη δημιουργία χώρων και περιοχών πρασίνου. Τα υλικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά εδαφοβελτιωτικών για τη δημιουργία χώρων πρασίνου, εντός ή εκτός πόλεων, σε χώρους μη προσβάσιμους από το κοινό, όπως είναι η χρήση τους στη δημιουργία περιοχών πρασίνου σε αυτοκινητόδρομους, περίπτωση που εξετάζεται στη μεταπτυχιακή διατριβή.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνονται εισηγήσεις και προτάσεις για τη χρήση του μείγματος λεπτόκοκκου υλικού των ΑΕΚΚ με κόμποστ, έτσι ώστε να γίνεται ορθή και αποτελεσματική εκμετάλλευση του στη δημιουργία χώρων πρασίνου.

Summary

The rational management of Cyprus' natural resources is a matter of vital importance, as Cyprus, like all Mediterranean islands, is one of the areas that will most affected by climate change due to its special geomorphological and climatic conditions. Proper management of Cyprus' mineral wealth is important for mitigating the effects on the environment. Practices such as recycling and reuse of excavation, construction and demolition waste (ECDW) will help significantly reduce the impact of quarrying and mining activities on the island's environment.

ECDWs are divided into two types, aggregates (gravel, sand, bricks and concrete) and non-aggregates (plastic, wood, metals and other organic materials) and can be easily recycled by about 90%. They result from activities such as the total or partial demolition or renovation of buildings, the construction of buildings and public infrastructure and construction and maintenance of roads. The European Union has recognized ECDW as a waste stream with management priority.

Their uncontrolled disposal, in addition to soil, air and groundwater pollution, has a significant impact on the aesthetic degradation of disposal areas.

The first chapter of the master's thesis records the target and the importance and necessity of the study and the analysis of the problem for solid waste management.

The second chapter provides a historical review of the evolution of ECDW recycling in Cyprus and on a European scale, the sources of ECDW are presented, their composition is analyzed, their dangerous components are described and the environmental impact of their uncontrolled disposal and this is followed by an analysis of the legislative framework, in particular the European and Cypriot ones. Then, the materials produced by the processing of ECDW are described as well as ways of reuse, the areas where the existing quarries of Cyprus are located, their life expectancy according to the licensed area, and to what extent they affect the natural environment of the area.

The third chapter presents the purpose of this master's thesis, which is the recording of the problem of disposal of ECDW produced in Cyprus and the search

for alternative practices for the utilization of their fine grained part as well as the methodology of research approach.

The fourth chapter analyzes the data collected from two large ECDW recycling units that exist in Cyprus, as well as three areas in which ECDW materials are illegally discharged. The granular grading of materials is analyzed, in order to calculate the percentage of fine-grained materials produced by the processing of ECDW materials. The results of chemical analysis of pH and electrical conductivity as well as their content in nitrogen, potassium, phosphorus are presented, to determine the nutrients of these materials, so as to define the conditions of their mixing with organic materials in order to improve their nutritional status and to be utilized in the regeneration or creation of green spaces and areas. These materials can be used as feedstock materials for the preparation of nutritional substrates to create green spaces, inside or outside cities, in areas inaccessible to the public, such as their use in creating green areas at highways, case considered in this master's thesis.

Finally, in the fifth chapter, proposals are made for the use of the mixture of fine-grained ECDW material with compost, so that it can be properly and effectively exploited in the creation of green spaces.

Ευχαριστίες

Η συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής σημαίνει το τέλος μιας προσπάθειας τριών ετών για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος». Μιας προσπάθειας η οποία στην αρχή φαινόταν πολύ δύσκολη, σχεδόν ακατόρθωτη.

Θέλω να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου Δρ. Μαρία Ντούλα για την πολύτιμη καθοδήγηση της και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους πίστεψαν σε μένα, την οικογένειά μου και όλους τους αξιόλογους ανθρώπους και φίλους που με βοήθησαν στην εκπλήρωση του στόχου μου.

Το μεγαλύτερο «ευχαριστώ» το οφείλω στον Χαράλαμπο, στον Άγγελο, στην Ιωάννα και στην Παντελίνα.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
1.1 Στόχοι, σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης	2
1.2 Ανάλυση του προβλήματος	3
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση	5
2.1 Παραγόμενες ποσότητες των αποβλήτων στις Ευρωπαϊκές χώρες και στην Κύπρο	6
2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.....	8
2.3 Κυπριακή νομοθεσία σχετικά με τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.....	10
2.4 Ανάλυση των χαρακτηριστικών των αποβλήτων	12
2.4.1 Απόβλητα Κατεδαφίσεων.....	13
2.4.2 Απόβλητα Εκσκαφών	13
2.4.3 Απόβλητα Οδοποιίας	14
2.4.4 Απόβλητα Εργοταξίου.....	14
2.4.5 Επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ.....	16
2.5.1 Αμιάντος	18
2.6 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την απόρριψη των ΑΕΚΚ	19
2.7 Εναλλακτική Διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.....	20
2.7.1 Γενικά	20
2.7.2 Πρόληψη	20
2.7.3 Αποδόμηση – Επαναχρησιμοποίηση	20
2.7.4 Ανακύκλωση	21
2.7.5 Ανάκτηση ενέργειας	21
2.7.6 Υγειονομική ταφή.....	21
2.8 Εναλλακτική διαχείριση των παραγόμενων υλικών	22
2.8.1 Σκυρόδεμα	22
2.8.2 Τούβλα, πλακάκια, κεραμίδια	22
2.8.3 Ξυλεία	23
2.8.4 Μέταλλα	23
2.8.5 Άσφαλτος	23
2.8.6 Απόβλητα εκσκαφών	24
2.9 Λατομεία της Κύπρου	24
2.10 Συμπεράσματα	25
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία	27
3.1 Ερωτήματα της έρευνας	27
3.2 Μεθοδολογία προσέγγισης της έρευνας	27
3.2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	28
3.2.2 Καθορισμός και υλοποίηση στρατηγικής προσέγγισης των ερωτημάτων της έρευνας	28
3.2.3 Ανάλυση και αξιολόγηση της πληροφορίας	30
3.2.4 Συμπεράσματα – προτάσεις	30
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα	31
4.1 Δεδομένα από τη μονάδα συλλογής και διαλογής ΑΕΚΚ.....	31
4.2 Αποτελέσματα ανάλυσης λεπτόκοκκου υλικού ΑΕΚΚ.....	35
4.3 Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης ΑΕΚΚ	38

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα	43
5.1 Γενικά συμπεράσματα	43
5.2 Δημιουργία περιοχών πρασίνου σε αυτοκινητόδρομους.....	44
5.3 Προσδιορισμός πιθανών χώρων εφαρμογής προς ανάπτυξη πράσινων ζωνών.....	55
5.4 Σχέδιο μεταφοράς των ΑΕΚΚ από τους χώρους απόρριψης σε αδειοδοτημένους χώρους επεξεργασίας	56
5.5 Τεχνικές προδιαγραφές Αδρανών Υλικών	57
5.6 Προτάσεις.....	62
Παραρτήματα	64
A.1 Φωτογραφίες εγκαταστάσεων διαλογής ΑΕΚΚ	64
A.2 Φωτογραφίες παράνομων χώρων απόθεσης ΑΕΚΚ	66
Βιβλιογραφία	68
Λίστα Πινάκων	
Πίνακας 1: Παραγόμενα απόβλητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση το έτος 2016.....	6
Πίνακας 2: Ποσότητα των ΑΕΚΚ από το 2012 μέχρι το 2017.....	8
Πίνακας 3: Απόβλητα κατασκευαστικού τομέα σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κατάλογο Αποβλήτων.....	15
Πίνακας 4: Επικίνδυνα συστατικά που βρίσκονται στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους.....	17
Πίνακας 5: Ποσότητες ανά είδος ΑΕΚΚ της Μονάδας συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στο χωριό Μονή της επαρχίας Λεμεσού	31
Πίνακας 6: Ποσότητες ΑΕΚΚ ανά είδος της Μονάδας συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στα Πυργά Λάρνακας	32
Πίνακας 7: Ποσότητες παραγόμενου υλικού των ΑΕΚΚ ανά μέγεθος της Μονάδας Πυργών	33
Πίνακας 8: Κοκκομετρική σύσταση λεπτόκοκκου μέρους ΑΕΚΚ.....	36
Πίνακας 9: Συνολικές ποσότητες των συστατικών του κλάσματος μικρότερου των 63mm στις δύο μονάδες συλλογής ΑΕΚΚ στην Κύπρο με βάση τον μέσο όρο των τριών ετών	37
Πίνακας 10: Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης.....	37
Πίνακας 11: Όγκοι ΑΕΚΚ στις τρεις ανεξέλεγκτες περιοχές διάθεσης.....	40
Πίνακας 12: Ποσότητες λεπτόκοκκου κλάσματος ΑΕΚΚ και τα συστατικά αυτού για τους τρεις χώρους παράνομης απόρριψής	42
Πίνακας 13: Χημική ανάλυση κόμποστ	49
Πίνακας 14: Σύσταση κόμποστς τα οποία παρασκευάστηκαν από διαφορετικά υλικά.....	51
Πίνακας 15: Αναλογίες ανάμιξης ΑΕΚΚ και κόμποστ και οι τελικές τιμών των θρεπτικών παραμέτρων, της αγωγιμότητας και της άμμου	52
Πίνακας 16: Αναλογίες ανάμιξης Άμμου-ΑΕΚΚ και κόμποστ και οι τελικές τιμών των θρεπτικών παραμέτρων, της αγωγιμότητας και της άμμου	53
Πίνακας 17: Συνολικές διαθέσιμες ποσότητες από τις δυο μονάδες και τους τρεις παράνομους χώρους.....	54
Πίνακας 18: Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού Τύπου 1	57
Πίνακας 19: Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού Τύπου 2	58
Πίνακας 20: Επίπεδα των βασικών απαιτήσεων των προϊόντων για χρήση σε τεχνικά έργα και οδοποιία σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 13242.....	59

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάστασεις αργίλου, ιλύος, άμμου και χαλικιών.....	29
Σχήμα 2: Σχετικές διαστάσεις αργίλου, ιλύος, άμμου και χαλικιών.....	29
Σχήμα 3: Σύστημα για δημιουργία χώρων πρασίνου με υλικά ΑΕΚΚ.....	45
Σχήμα 4: Τομή κατασκευής φράγματος θορύβου.....	46
Σχήμα 5: Πυρήνας διαστρωμάτωσης, ο οποίος θα καλυφθεί με υλικά διαμέτρου μεγαλύτερη των 20mm.....	48

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Ιεράρχηση επιλογών για τη Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων	9
Εικόνα 2: Εργασίες κατεδάφισης οικοδομής με υδραυλικό εκσκαφέα	13
Εικόνα 3: Εργασίες εκσκαφής υπόγειου χώρου οικοδομής.....	13
Εικόνα 4: Εργασίες εκσκαφής για την κατασκευή δρόμου.....	14
Εικόνα 5: Εργασίες για την κατασκευή κτιρίου.....	14
Εικόνα 6: Ανεξέλεγκτη απόρριψη υλικών ΑΕΚΚ.....	19
Εικόνα 7: Λατομείο στην Κύπρο εντός δασικής γης.....	25
Εικόνα 8: Περιοχή των σημείων 1 και 2 πριν από την τοποθέτηση μπαζών	38
Εικόνα 9: Περιοχή των σημείων 1 και 2 μετά από την τοποθέτηση μπαζών.....	39
Εικόνα 10: Περιοχή του σημείου 3 πριν από την τοποθέτηση μπαζών.....	39
Εικόνα 11: Περιοχή του σημείου 3 μετά από την τοποθέτηση μπαζών.....	40
Εικόνα 12: Τρισδιάστατα η περιοχή των Σημείων 1 και 2.....	41
Εικόνα 13: Τρισδιάστατα η περιοχή του Σημείου 3.....	42
Εικόνα 14: Αναχώματα σε αυτοκινητόδρομο στη Γερμανία.....	46
Εικόνα 15: Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας-Λεμεσού.....	56

Λίστα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Σύσταση αποβλήτων ΑΕΚΚ σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	12
Διάγραμμα 2: Σύστημα Διαλογής ΑΕΚΚ	34
Διάγραμμα 3: Κοκκομετρική Διαβάθμιση από Εγκαταστάσεις ΑΕΚΚ	35
Διάγραμμα 4: Κοκκομετρική Διαβάθμιση από τους παράνομους χώρους εναπόθεσης Υλικών	36

Λίστα Χαρτών

Χάρτης 1: Χάρτης με υφιστάμενες και νέες μονάδες ΑΕΚΚ.....	57
--	----

Ακρωνύμια

ΑΕΚΚ: Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων

ΧΥΤΑ: Χώρος υγειονομικής ταφής αποβλήτων

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η Κύπρος, όπως και όλα τα νησιά της Μεσογείου, λόγω των ιδιαίτερων γεωμορφολογικών και κλιματικών συνθηκών, είναι από τις περιοχές που θα πληγούν σε μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή. Η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων της Κύπρου είναι θέμα ζωτικής σημασίας καθώς η Κύπρος είναι ένα νησί με φυσικό πλούτο, όπως δάση που καλύπτουν περίπου το 20% του νησιού, καλλιεργήσιμες εκτάσεις, περιοχές φυσικού κάλλους, ορυκτό πλούτο, υδάτινα και άλλα οικοσυστήματα, τα οποία πρέπει να διαφυλαχτούν και να διασφαλισθεί η αειφορία τους, ειδικά στις νέες κλιματικές συνθήκες.

Η σωστή διαχείριση του ορυκτού πλούτου της Κύπρου είναι σημαντική για τον μετριασμό των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Πρακτικές όπως η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), θα βοηθήσει στη σημαντική μείωση των επιπτώσεων των λατομικών και μεταλλευτικών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον του νησιού.

Τα ΑΕΚΚ χωρίζονται σε δυο τύπους, τα αδρανή (χαλίκια, άμμος, τούβλα και σκυρόδεμα) και τα μη αδρανή (πλαστικό, ξυλεία, μέταλλα, γυαλί, χαρτί και άλλα οργανικά υλικά). Μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν περίπου κατά το 90% και έτσι μπορούν να διατηρήσουν την χωρητικότητα των χώρων υγειονομικής ταφής (Christensen and Andersen, 2010).

Τα ΑΕΚΚ προκύπτουν από δραστηριότητες όπως η ολική ή μερική κατεδάφιση ή ανακαίνιση κτηρίων, η κατασκευή κτηρίων και δημοσίων υποδομών, κατασκευή και συντήρηση δρόμων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει τα ΑΕΚΚ ως ένα ρεύμα αποβλήτων με προτεραιότητα διαχείρισης, λόγω του ότι ορισμένα από τα υλικά αυτά

έχουν μεγάλη αξία και η τεχνολογία για το διαχωρισμό και την ανάκτηση είναι γνωστή και χαμηλού κόστους.

Παρόλα αυτά, το ποσοστό ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των ΑΕΚΚ διαφέρει μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ και κυμαίνεται από 10% έως και 90%. Σε ορισμένα κράτη μέλη, αυτή η κατηγορία αποβλήτων απορρίπτεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Πολύ σημαντικό είναι ο διαχωρισμός να γίνεται στην πηγή, γιατί μπορεί να περιέχουν μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, με κίνδυνο πρόκλησης σημαντικότερων επιπτώσεων στο περιβάλλον.

1.1 Στόχοι, σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης

Η διαχείριση των ΑΕΚΚ αποτελεί αναγκαιότητα και προτεραιότητα για την Κύπρο, για τη διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Λόγω της σύστασής τους και της ανεξέλεγκτης απόρριψής τους ρυπαίνουν τόσο το έδαφος, όσο και τα υδατικά συστήματα εξαιτίας διαρροής τοξικών και χημικών ρύπων.

Σύμφωνα την Κυπριακή νομοθεσία η ανακύκλωση των ΑΕΚΚ είναι υποχρεωτική και σύμφωνα με τον Κανονισμό 5 για την διαχείριση ΑΕΚΚ (Κ.Δ.Π. 159/2011), ο ιδιοκτήτης του έργου έχει την πλήρη ευθύνη για τη διαχείριση των παραγόμενων ΑΕΚΚ (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2019β).

Με βάση τα πιο πάνω, κρίνεται αναγκαία η μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης, ο εντοπισμός και καταγραφή των ποσοτήτων και της σύστασης των ΑΕΚΚ, το ποσοστό αυτών που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε άλλα έργα, καθώς και η ανάπτυξη διαχειριστικών σχεδίων και η αξιολόγηση του οφέλους των σχεδίων αυτών (περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό).

Η έρευνα αυτή είναι αναγκαία και πολύ σημαντική καθώς η Κύπρος είναι από τις περιοχές που θα πληγούν σε μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή και απαιτείται ανάπτυξη διαχειριστικών σχεδίων προστασίας του φυσικού πλούτου της. Η χρήση των ΑΕΚΚ στην κατασκευή δρόμων, οικοδομών κλπ., θα αντικαταστήσει τα λατομικά υλικά και θα συνδράμει στην αύξηση του προσδόκιμου ζωής των λατομείων και μεταλλείων της Κύπρου μειώνοντας ταυτόχρονα την καταστροφή μεγάλων εκτάσεων κρατικού δάσους, καθώς τα περισσότερα λατομεία βρίσκονται σε δασικές εκτάσεις.

1.2 Ανάλυση του προβλήματος

Ο κλάδος της κατασκευαστικής βιομηχανίας διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο σε παγκόσμιο επίπεδο. Η αύξηση του πληθυσμού και η ανάγκη κατασκευής οικοδομικών και τεχνικών έργων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων.

Για την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ πρέπει να γνωρίζουμε τις πηγές προέλευσής τους, τη σύσταση και το είδος τους, εάν είναι επικίνδυνα ή όχι, καθώς και τις παραγόμενες ποσότητες, τόσο σε βάρος όσο και σε όγκο. Η σύσταση των υλικών μπορεί να διαπιστωθεί με δειγματοληψία, με επιτόπια επιθεώρηση και με εργαστηριακές αναλύσεις.

Από τις εξετάσεις αυτές είναι δυνατόν να εντοπιστούν τα υλικά στα οποία μπορούν να διαχωριστούν τα ΑΕΚΚ και ποιες οι ποσότητες αυτών, έτσι ώστε, στη συνέχεια, να προσδιορισθούν ο βέλτιστος τρόπος αξιοποίησής τους, με επαναχρησιμοποίηση σε άλλα έργα.

Στην Κύπρο το προσδόκιμο ζωής των υφιστάμενων λατομείων είναι τα 40 χρόνια. Η επαναχρησιμοποίηση των υλικών όπως χώμα, χαλίκια, πέτρες, κομμάτια σκυροδέματος, επιχρίσματα, τούβλα, κεραμικά πλακάκια θα βοηθήσει ώστε να παραταθεί ο χρόνος ζωής των λατομείων και συνεπώς να περιορισθεί η ανάγκη δημιουργίας νέων. Με αυτό το τρόπο αναμένονται πολλά περιβαλλοντικά οφέλη, όπως ο περιορισμός της αποψίλωσης των δασών της Κύπρου (τα διαβασικά και ασβεστολιθικά πετρώματα βρίσκονται σε δασική γη), μείωση της προκαλούμενης ρύπανσης από την επεξεργασία των πρωτογενών υλικών και την ανεξέλεγκτη απόρριψη των ΑΕΚΚ, μείωση του κινδύνου πυρκαγιών και πλημμυρών αλλά και αισθητική αναβάθμιση των εν λόγω χώρων.

Επιπλέον, η μειωμένη τιμή των υλικών από τη διαλογή των ΑΕΚΚ τα οποία επαναχρησιμοποιούνται σε κατασκευαστικά έργα, κτίρια και δρόμους επιφέρει μείωση της αξίας ενός έργου, με αποτέλεσμα την κατασκευή περισσότερων και φθηνότερων κτιρίων και δρόμων με ταυτόχρονη βελτίωση της διαβίωσης των κατοίκων της Κύπρου. Ως πλεονεκτήματα της επαναχρησιμοποίησης των ΑΕΚΚ θα μπορούσαν να αναφερθούν επίσης η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε όλα τα στάδια της εναλλακτικής επεξεργασίας των αποβλήτων, η επιμήκυνση του χρόνου ζωής των ΧΥΤΑ, άμβλυνση των

πιέσεων και εντάσεων στις τοπικές κοινωνίες και τέλος ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης και εμπέδωσης νέων πολιτισμικών αξιών.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) αποτελούν σήμερα ένα από τα μεγαλύτερα σε όγκο ρεύματα αποβλήτων. Η ανεξέλεγκτη απόρριψή τους, εκτός από τη ρύπανση του εδάφους, της ατμόσφαιρας και των υπογείων υδάτων, έχει σημαντική επίπτωση και στην αισθητική υποβάθμιση της περιοχής απόρριψής τους. Η ανακύκλωση των δομικών υλικών σε κατάλληλες μονάδες διαχείρισης, με παράλληλη παροχή νέων εκμεταλλεύσιμων υλικών, αποτελεί τη σύγχρονη τάση της περιβαλλοντικής μηχανικής στην περιοχή της εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων (Μουσιόπουλος και άλλοι, 2008).

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ιστορική αναδρομή της εξέλιξη της ανακύκλωσης των ΑΕΚΚ στην Κύπρο αλλά και σε Ευρωπαϊκή κλίμακα. Θα παρουσιαστούν, οι πηγές προσέλευσης των ΑΕΚΚ, θα γίνει ανάλυση της σύστασής τους, θα περιγραφούν τα επικίνδυνα συστατικά τους και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη απόρριψή τους. Θα ακολουθήσει η ανάλυση του θεσμικού πλαισίου και συγκεκριμένα του Ευρωπαϊκού και του Κυπριακού. Στη συνέχεια θα περιγραφούν τα παραγόμενα υλικά από την επεξεργασία των ΑΕΚΚ και πως μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, θα προσδιορισθούν οι περιοχές που βρίσκονται τα υφιστάμενα λατομεία της Κύπρου, το προσδόκιμο ζωής του σύμφωνα με την αδειοδοτημένη περιοχή, και σε ποιο βαθμό επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον της περιοχής. Το κεφάλαιο αυτό θα ολοκληρωθεί με την παρουσίαση συμπερασμάτων.

2.1 Παραγόμενες ποσότητες των αποβλήτων στην Κύπρο και στις Ευρωπαϊκές χώρες

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων αντιπροσωπεύουν το 25% - 30% του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στην Ευρώπη. Είναι από τα πιο βαριά και ογκώδη απόβλητα που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτελούνται από υλικά, όπως σκυρόδεμα, τούβλα, μέταλλα, σίδηρο, πλαστικά, γύψο, ξύλο, γυαλί, αμίαντο και χώμα, υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν (Ελληνικός Οργανισμός ανακύκλωσης, 2019).

Σύμφωνα με στατιστικές μελέτες της Eurostat, το 2004 τα παραγόμενα απόβλητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν 2,69 δισεκατομμύρια τόνους και το 2006 ήταν 2,73 δισεκατομμύρια τόνους. Το 2008 τα παραγόμενα απόβλητα μειώθηκαν στους 2,62 δισεκατομμύρια τόνους, αριθμητικά περίπου όπως ήταν το 2004. Τα ποσοστά των αποβλήτων των χωρών της Ευρώπης για το έτος 2016 να μειώθηκαν στα 2,53 δισεκατομμύρια τόνους. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα ποσοστά των παραγόμενων απόβλητων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2016 (EUROSTAT, 2017).

Πίνακας 1: Παραγόμενα απόβλητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση το έτος 2016 (%) (EUROSTAT, 2017)

	Εξόρυξη και λατόμευση (%)	Βιομηχανοποίηση (%)	Ενέργεια (%)	Κατασκευή και κατεδάφιση (%)	Άλλες οικονομικές δραστηριότητες (%)	Νοικοκυριά (%)
EU-28	25	10	3	36	16	8
Βέλγιο	0	23	1	31	26	8
Βουλγαρία	82	3	8	2	3	2
Τσεχία	1	18	4	40	23	14
Δανία	0	5	4	58	16	17
Γερμανία	2	14	3	55	17	9
Εσθονία	26	37	25	5	6	2
Ιρλανδία	16	35	2	10	28	10
Ελλάδα	78	6	4	1	4	7
Ισπανία	18	11	3	28	26	17
Γαλλία	1	7	0	59	14	9
Κροατία	12	8	2	24	31	22
Ιταλία	0	17	2	33	29	19

Κύπρος	5	33	0	36	10	16
Λετονία	0	19	11	4	30	34
Λιθουανία	1	41	2	8	32	17
Λουξεμβούργο	0	7	2	75	11	6
Ουγγαρία	1	17	16	23	25	18
Μάλτα	8	1	0	69	13	8
Ολλανδία	0	10	1	70	13	6
Αυστρία	0	9	1	73	10	7
Πολωνία	38	17	11	10	18	5
Πορτογαλία	3	17	1	12	35	33
Ρουμανία	87	4	4	0	3	2
Σλοβενία	0	26	14	10	38	12
Σλοβακία	3	32	9	9	29	18
Φινλανδία	76	8	1	11	3	1
Σουηδία	77	4	1	7	7	3
Ην. Βασίλειο	6	4	0	49	30	10
Ισλανδία	0	25	0	4	31	40
Νορβηγία	3	14	2	27	32	22
Μοντενέγκρο	19	2	18	37	10	13
Β. Μακεδονία	49	51	0	0	0	0
Σερβία	79	3	12	1	2	3
Τουρκία	11		26			37
Βοσνία και Ερζεγοβίνη	2	27	71	0	0	0
Κόσσοβο	14	20	40	6	10	11

Στην Κύπρο, σύμφωνα με στοιχεία του Τμήματος Περιβάλλοντος, από τις αδειοδοτημένες μονάδες ανακύκλωσης, οι ποσότητες των παραγόμενων αποβλήτων για τα έτη 2012-2017 κυμαίνονται από το 76% έως 87%. Στον Πίνακα 2, φαίνεται η ποσότητα των ΑΕΚΚ από το 2012 μέχρι το 2017 και η ποσότητα που ανακυκλώθηκε. Το 2013, 2014 και το 2015 παρατηρήθηκε μείωση στα ΑΕΚΚ λόγω της οικονομικής κρίσης και τα προβλήματα των τραπεζών. Οι τράπεζες δεν έδιναν στεγαστικά δάνεια και έτσι παρατηρήθηκε μείωση στον κατασκευαστικό τομέα.

Πίνακας 2: Ποσότητα των ΑΕΚΚ από το 2012 μέχρι το 2017 (Ευγενίου, 2020)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ποσότητα ΑΕΚΚ (tn)	69.000,66	53.920,70	58.497,46	47.012,02	158.970,38	206.173,07
Ποσότητα που ανακυκλώθηκε (tn)	55.855,50	41.057,42	18.370,00	25.054,00	132.395,00	179.127,00
Ποσοστό ανακύκλωσης (%)	80,95	76,15	31,40	53,30	83,28	86,88

Σημειώνεται ότι ένας από τους στόχους της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Απόβλητα (2008/98/ΕΚ) είναι ότι τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλισθεί η επίτευξη μέχρι το 2020 το 70% τουλάχιστον, των μη επικίνδυνων αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων.

2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Η ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων ώθησε τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, τον Ιούλιο του 1975, να θεσπίσουν τον πρώτο Ευρωπαϊκό νόμο για τα στερεά απόβλητα (75/442/ΕΟΚ). Ο νόμος αυτός υποχρέωνε τα Κράτη μέλη να θεσπίσουν ειδικούς κανόνες για τον περιορισμό, επεξεργασία και ανακύκλωση, ειδικών κατηγοριών απόβλητων, όπως ραδιενεργά απόβλητα, τα στερεά απόβλητα από μεταλλεία και λατομεία, τα γεωργικά απόβλητα, τα υγρά απόβλητα και τα αέρια απόβλητα (Euroρα, 1975).

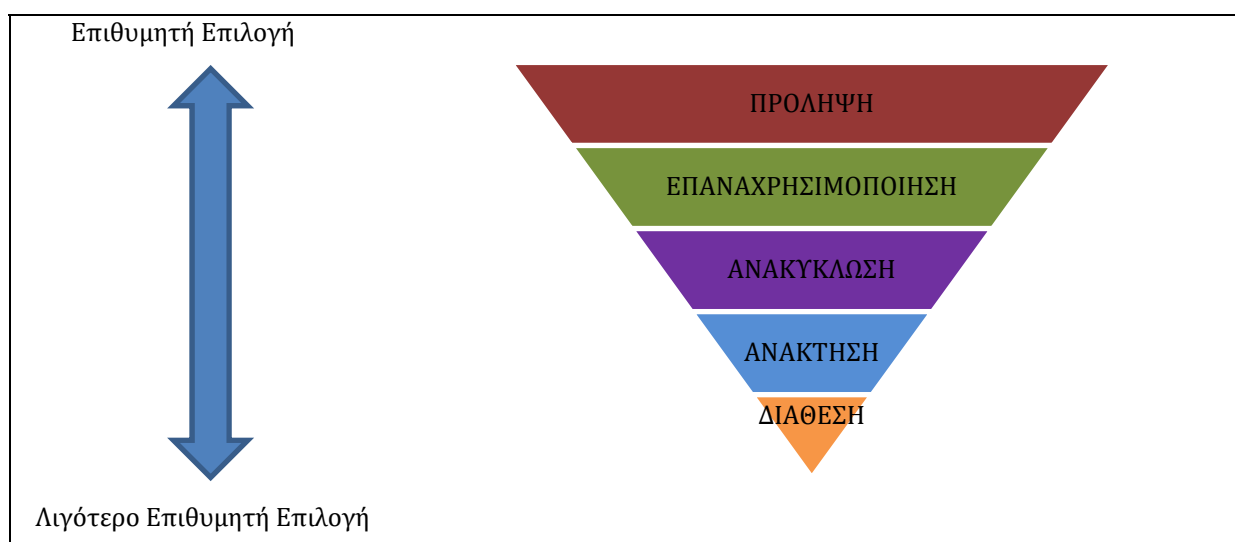
Με το ψήφισμα του στις 7 Μαΐου 1990 σχετικά με την πολιτική στον τομέα των αποβλήτων, το Συμβούλιο ανέλαβε την υποχρέωση να τροποποιήσει την πιο πάνω οδηγία, προκειμένου να γίνει καλύτερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων. Έτσι η πιο πάνω οδηγία τροποποιήθηκε στις 18 Μαΐου 1991 με τον αριθμό 91/156/ΕΟΚ (Euroρα, 1990).

Στις 5 Απριλίου 2006, για λόγους σαφήνειας και ορθολογισμού κρίθηκε σκόπιμο να γίνει κωδικοποίηση της εν λόγω οδηγίας με την νέα οδηγία, με αριθμό 2006/12/ΕΚ. Η οδηγία 2006/12/ΕΚ τροποποιήθηκε επίσης στις 19 Νοεμβρίου 2008 με την νέα οδηγία 2008/98/ΕΚ.

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ, η οποία τροποποιήθηκε στις 5/7/2018, αποσκοπεί στην προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αλλά και στην εξασφάλιση και τη βελτίωση των όρων της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την αποτελεσματική προστασία των φυσικών πόρων, μέσω της πρόληψης και της ανακύκλωσης. Βάζει μια τάξη στη διαχείριση των επικίνδυνων και μη αποβλήτων, αφού καθορίζει το σχετικό ειδικό νομικό πλαίσιο. Αποσαφηνίζει, επίσης, βασικές έννοιες όπως «απόβλητο», «ανάκτηση», «ανακύκλωση», «διάθεση» και διαφυλάσσει τους φυσικούς πόρους με ενίσχυση της ανακύκλωσης και της ανάκτησης, εισάγοντας συγκεκριμένα μέτρα και προγράμματα για την πρόληψη, λαμβάνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής των προϊόντων και ενισχύοντας την οικονομική αξία των αποβλήτων (Σκορδίλης, 2011).

Με βάση την οδηγία, η οποία έχει καθοριστική σημασία για την μετάβαση της ΕΕ σε μια κυκλική οικονομία, αυτή ισχύει η ακόλουθη ιεράρχηση όσον αφορά τα απόβλητα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1:

- 1) πρόληψη,
- 2) προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση,
- 3) ανακύκλωση,
- 4) άλλου είδους ανάκτηση, π.χ. ενέργειας, και
- 5) διάθεση.



Εικόνα 1: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Επίσης, με βάση την οδηγία αυτή, μέχρι τις 12/12/2020 η προετοιμασία για την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση άλλων υλικών,

(συμπεριλαμβανομένων των εργασιών υγειονομικής ταφής όπου γίνεται χρήση αποβλήτων για την υποκατάσταση άλλων υλικών) να αυξηθεί κατά 70% τουλάχιστον ως προς το βάρος των ΑΕΚΚ, εκτός φυσικού χώματος και πετρών (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2016).

Τον Δεκέμβριο του 2019, έγινε η παρουσίαση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η οποία έχει ως στόχο να καταστεί η Ευρώπη, πρώτη κλιματικά ουδέτερη Ήπειρος στον κόσμο μέχρι το 2050, με μηδενικές εκπομπές αερίων, όπου η οικονομική ανάπτυξη θα είναι αποσυνδεδεμένη από την χρήση φυσικών πόρων. Επίσης παρουσίασε μια δέσμη μέτρων που θα μπορέσει να βοηθήσει τους πολίτες αλλά και τις επιχειρήσεις να αποκομίσουν οφέλη από την μετάβαση σε πράσινες λύσεις. Σύμφωνα με την δράση της Πράσινης Συμφωνίας για βιώσιμη βιομηχανία, προτείνεται η μείωση της εξόρυξης πρώτων υλών, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση τους (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

2.3 Κυπριακή νομοθεσία

Η διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων στην Κύπρο επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής του περί Αποβλήτων Νόμου του 2011 (Ν.185(Ι)/2011). Η κυπριακή πολιτική που ακολουθείται στη διαχείριση αποβλήτων βασίζεται κυρίως στην ιεράρχηση των αποβλήτων (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση, τελική διάθεση) και στον ορθό περιβαλλοντικά χειρισμό τους. Απώτερος σκοπός είναι η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τη μείωση/εξάλειψη των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διαχείρισης των αποβλήτων, την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης και γενικά της περιβαλλοντικά ορθής διαχείρισης ώστε να μειώνεται η απόρριψή τους σε χώρους ταφής και να περιορίζεται ο συνολικός αντίκτυπος στη χρήση των πόρων βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της χρήσης τους.

Για την διαχείριση των αποβλήτων ΑΕΚΚ, η Κυπριακή Δημοκρατία έχει θεσπίσει τους περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων Κανονισμούς (Διαχείριση Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις) του 2011 (Κ.Δ.Π. 159/2011), οι οποίοι εκδόθηκαν με βάση τα άρθρα 5 και 8 των περί Στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων Νόμων του 2002 μέχρι 2011, οι οποίοι τροποποιήθηκαν το 2013 (Κ.Δ.Π. 220/2013), με

σκοπό την λήψη μέτρων για την διαχείριση των ΑΕΚΚ για την επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση τους (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2019α).

Σύμφωνα με τον κανονισμό 5, ο ιδιοκτήτης του έργου έχει την πλήρη ευθύνη για τη διαχείριση των παραγόμενων ΑΕΚΚ και πρέπει πριν από την έναρξη οποιουδήποτε έργου, να ετοιμάσει Ολοκληρωμένο Σχέδιο Διαχείρισης ΑΕΚΚ, του οποίου φέρει την πλήρη ευθύνη για την υλοποίηση του και να καταθέσει στην Αρμόδια Αρχή, πριν από την έναρξη των εργασιών εκτέλεσης του έργου, τραπεζική εγγύηση για τη διασφάλιση της εκπλήρωσης των υποχρεώσεων του με βάση το ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης ΑΕΚΚ. Η τραπεζική εγγύηση έχει την ίδια διάρκεια ισχύος με το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης του έργου και επιστρέφεται σε αυτόν μόνο μετά την ημερομηνία λήξης της έγκρισης και όταν επιβεβαιωθεί από την Αρμόδια Αρχή ότι εκπλήρωσε όλους τους όρους του Σχεδίου Διαχείρισης.

Για την επίτευξη των πιο πάνω υποχρεώσεων ο παραγωγός ΑΕΚΚ υποχρεούται όπως διατηρεί και λειτουργεί αδειοδοτημένο Ατομικό Σύστημα Διαχείρισης ΑΕΚΚ ή να συμμετέχει σε αδειοδοτημένο Συλλογικό Σύστημα Διαχείρισης ΑΕΚΚ, το οποίο εκδίδεται δυνάμει των κανονισμών Κ.Δ.Π. 159/2011 και των εκάστοτε τροποποιήσεων του από την Αρμόδια Αρχή, η οποία είναι το Τμήμα Περιβάλλοντος σύμφωνα με τον περί Αποβλήτων (Τροποποιητικό) Νόμο (Ν. 3(I)/2016).

Επίσης η Κύπρος έχει θεσπίσει τον νόμο που προνοεί την διαχείριση των στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων Νόμο 215(I)/2002. Με βάση τον νόμο αυτό, πρέπει η απομάκρυνση, μεταφορά και διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων να γίνεται από αδειοδοτημένο εργολάβο. Ο κάθε εργολάβος που αναλαμβάνει την κατεδάφιση ενός κτιρίου, οφείλει να διενεργεί έλεγχο για επικίνδυνα υλικά πριν την κατεδάφιση ενός κτιρίου και να προχωρά σε διαχωρισμό των υλικών στην πηγή. Επίσης, για τις νέες οικοδομές ο μελετητής οφείλει να καταθέσει σχέδιο διαχείρισης τόσο των επικίνδυνων όσο και των μη επικίνδυνων αποβλήτων (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2020).

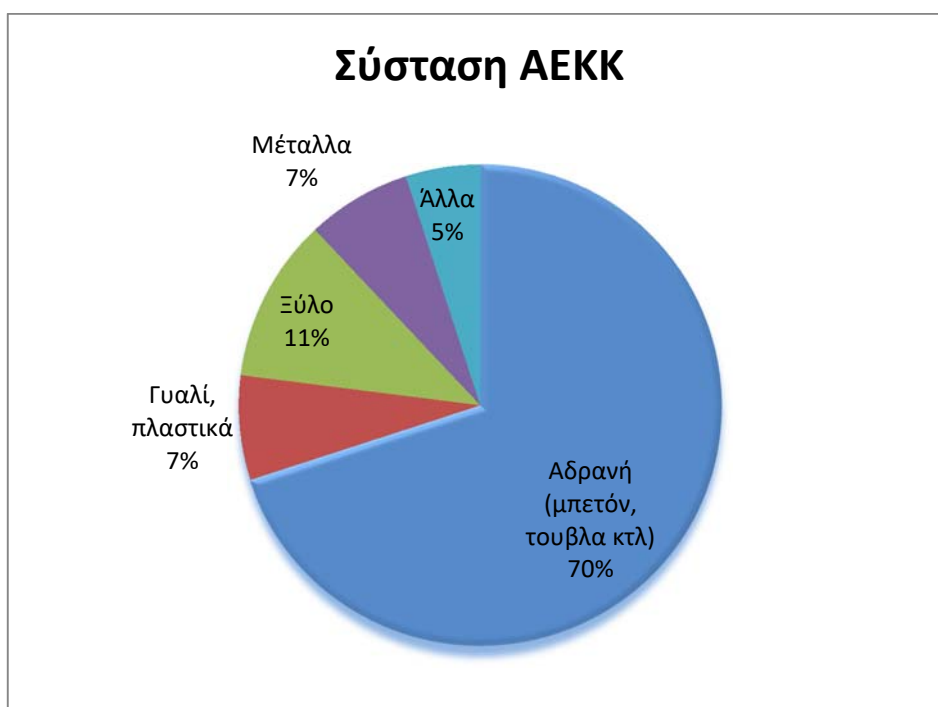
Παρά το έντονο ενδιαφέρον που παρατηρείται, από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, στην Ευρώπη αλλά και σε διεθνές επίπεδο για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ, στην Κύπρο έχει θεσπιστεί ο περί αποβλήτων νόμος το 2011 (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2019). Η αδειοδότηση άρχισε το 2011 με μικρές μονάδες ανακύκλωσης και το 2012 δημιουργήθηκαν οι δυο πρώτες μεγάλες μονάδες ανακύκλωσης.

Παρά το γεγονός ότι σήμερα λειτουργούν δύο μεγάλες μονάδες ανακύκλωσης, αρκετοί εργολάβοι μεταφέρουν και απορρίπτουν τα υλικά αυτά σε φυσικές τοποθεσίες όπως

ποταμούς και βουνοπλαγιές, περιοχές οι οποίες είναι δύσκολο να εντοπιστούν από τους λειτουργούς του Τμήματος Περιβάλλοντος. Για αυτόν το λόγο δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες των υλικών που προέρχονται από νέες οικοδομές είτε από κατεδαφίσεις παλαιών κατασκευών.

2.4 Ανάλυση των χαρακτηριστικών των αποβλήτων

Τα ΑΕΚΚ παράγονται παγκοσμίως από τη δραστηριοποίηση του κατασκευαστικού τομέα (κατασκευές, ανακαινίσεις, μικρής και μεγάλης κλίμακας κατεδαφίσεις κτηρίων, δημόσιων υποδομών κ.α.) και από έργα συντήρησης και κατασκευής οδικών δικτύων. Βασικά τους γνωρίσματα είναι ο μεγάλος τους όγκος, το μεγάλο τους ειδικό βάρος και η ποικιλία των υλικών τους, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1 (Πετσόπουλος, 2019). Η σύστασή τους ποικίλει και εξαρτάται από τον χρόνο και την περιοχή κατασκευής, το είδος της κατασκευής, την ιστορική και πολιτιστική, ακόμα και την οικονομική αξία της κατασκευής. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για την κατασκευή ενός κτιρίου θα καθορίσουν και την σύσταση των αποβλήτων (Coronado et al., 2011).



Διάγραμμα 1: Σύσταση αποβλήτων ΑΕΚΚ σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EUROSTAT, 2017)

2.4.1 Απόβλητα Κατεδαφίσεων

Τα απόβλητα κατεδαφίσεων (Εικόνα 2), τα οποία παράγονται από ανακαινίσεις, μικρής και μεγάλης κλίμακας κατεδαφίσεις κτηρίων και δημόσιων υποδομών, αποτελούνται από χώμα, χαλίκια, πέτρες, κομμάτια σκυροδέματος, επιχρίσματα, τούβλα, κεραμικά πλακάκια, συστημάτων απορροής νερού, θραύσματα από είδη υγιεινής, μεταλλικά στοιχεία, μονωτικά υλικά, γυαλί κ.α.



Εικόνα 2: Εργασίες κατεδάφισης οικοδομής με υδραυλικό εκσκαφέα

2.4.2 Απόβλητα Εκσκαφών

Τα απόβλητα εκσκαφών (Εικόνα 3) είναι μητρικά υλικά εκσκαφών όπως άργιλος, άμμος, πέτρες, χαλίκια και άλλα υλικά που προκύπτουν από τις εν λόγω δραστηριότητες. Τα υλικά αυτά προκύπτουν από κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα, όπως τις γέφυρες, δρόμους και υπόγειες κατασκευές, μπορεί όμως να προέρχονται και από φυσικά φαινόμενα, όπως σεισμούς, πλημμύρες κ.λπ. (Φρέρης, 2017).



Εικόνα 3: Εργασίες εκσκαφής υπόγειου χώρου οικοδομής

2.4.3 Απόβλητα Οδοποιίας

Τα εν λόγω υλικά (Εικόνα 4) αφορούν άσφαλτο και οποιαδήποτε άλλα υλικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οδοστρωμάτων, βάσεων και υποβάθρων, δηλαδή, χαλίκια, άμμος, σκύρα καθώς και τα υλικά που προκύπτουν από την ανακατασκευή και την ανακαίνιση οδών, καθώς και από έργα υπόγειων υδραυλικών και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στις πόλεις (Κωνσταντοπούλου, 2015)



Εικόνα 4: Εργασίες εκσκαφής για την κατασκευή δρόμου

2.4.4 Απόβλητα Εργοταξίου

Τα απόβλητα εργοταξίου (Εικόνα 5) αποτελούνται από σκυρόδεμα, πλαστικό, ξύλο, χαρτί (κυρίως από τις συσκευασίες των υλικών), μέταλλα, καλώδια, γυαλί και γενικά περισσεύματα όλων των υλικών που χρησιμοποιούνται σε ένα εργοτάξιο.



Εικόνα 5: Εργασίες για την κατασκευή κτιρίου

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ταξινομήσει όλα τα απόβλητα με κωδικό αριθμό όπως φαίνονται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Πίνακας 3). Τα ΑΕΚΚ καταγράφονται με τον κωδικό αριθμό 17 και ταξινομούνται σε έξι κατηγορίες, στην

πρώτη (17 01) ανήκουν το σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά, στη δεύτερη (17 02) ξύλο, γυαλί και πλαστικό, στην τρίτη (17 03) μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα της, στην τέταρτη (17 04) μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους), στην πέμπτη (17 05) χώματα (συμπεριλαμβανομένων των χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μπάζα εκσκαφών και στην έκτη (17 06) μονωτικά υλικά και υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμίαντο. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014).

Πίνακας 3: Απόβλητα κατασκευαστικού τομέα σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κατάλογο Αποβλήτων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014).

17 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΧΩΜΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΑΠΟ ΜΟΛΥΣΜΕΝΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ)
17 01 σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά
17 01 01 Σκυρόδεμα
17 01 02 Τούβλα
17 01 03 πλακάκια και κεραμικά
17 01 06* μείγματα ή επιμέρους συστατικά από σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 01 07 μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακιδίων και κεραμικών, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 01 06
17 02 ξύλο, γυαλί και πλαστικό
17 02 01 Ξύλο
17 02 02 Γυαλί
17 02 03 Πλαστικά
17 02 04* γυαλί, πλαστικό και ξύλο που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες ή έχουν μολυνθεί από αυτές
17 03 μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
17 03 01* μείγματα ορυκτής ασφάλτου που περιέχουν λιθανθρακόπισσα
17 03 02 μείγματα ορυκτής ασφάλτου, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 03 01
17 03 03* λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
17 04 μέταλλα (συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων τους)
17 04 01 χαλκός, μπρούντζος, ορείχαλκος
17 04 02 Αργίλιο
17 04 03 Μόλυβδος
17 04 04 Ψευδάργυρος
17 04 05 σίδηρος και χάλυβας
17 04 06 Κασσίτερος
17 04 07 μεικτά μέταλλα
17 04 09* απόβλητα μετάλλων μολυσμένα από επικίνδυνες ουσίες
17 04 10* καλώδια που περιέχουν πετρέλαιο, λιθανθρακόπισσα και άλλες επικίνδυνες ουσίες
17 04 11 καλώδια, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 04 10 L 370/78 EL Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 30.12.2014
17 05 χώματα (συμπεριλαμβανομένων των χωμάτων εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες), πέτρες και μπάζα εκσκαφών
17 05 03* χώματα και πέτρες που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 05 04 χώματα και πέτρες, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 05 03
17 05 05* μπάζα εκσκαφών που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
17 05 06 μπάζα εκσκαφών, εκτός εκείνων που αναφέρονται στο 17 05 05

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

* επικίνδυνα απόβλητα.

2.5 Επικίνδυνα υλικά στα ΑΕΚΚ

Τα ΑΕΚΚ δύνανται να περιέχουν μικρές ποσότητες επικίνδυνων ή τοξικών υλικών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων υλικών είναι ο αμίαντος, ο μόλυβδος και άλλα βαρέα μέταλλα, οι υδρογονάνθρακες, οι κόλλες, τα χρώματα, τα συντηρητικά για επεξεργασία ξύλου κ.α. Παρόλο που οι ποσότητες επικίνδυνων υλικών είναι μικρές σε σχέση με τη συνολική ποσότητα των ΑΕΚΚ, θα πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για τη διαχείρισή τους (Γκαλμπένης και Τσίμας, 2005).

Τα επικίνδυνα υλικά εντοπίζονται στα υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων και όχι στις εκσκαφές. Είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν και να διαχωριστούν τα επικίνδυνα υλικά κατά την διάρκεια της κατασκευής ενός έργου παρά στους χώρους κατεδάφισης. Σημαντικό είναι κατά τη διάρκεια καταρτισμού σχεδίου διαχείρισης ενός έργου να γίνεται εντοπισμός και καταγραφή τυχόν επικινδύνων ουσιών, η οποία θα συντελέσει στην καλύτερη και ορθότερη διαχείρισή τους τόσο από περιβαλλοντικής όσο και από οικονομικής και τεχνικής πλευράς (Μεσημέρης, 2010).

Τα υλικά του Πίνακα 3 τα οποία σημειώνονται με αστερίσκο χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα. Στον Πίνακα 4 δίνονται τα επικίνδυνα συστατικά που βρίσκονται στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισής τους.

Πίνακας 4: Επικίνδυνα συστατικά που βρίσκονται στα ΑΕΚΚ και οι επιθυμητές πρακτικές διαχείρισης τους (Μπάνια, 2009).

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 τη διάθεση
Κόλλες	Διαλύτες, ισοκυανιούχες ενώσεις	Εύφλεκτα, τοξικά, Διεγερτικά	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση-επεξεργασία πριν 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 τη διάθεση, αναζήτηση
Υλικά επικαλύψεις 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	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση με σκοπό εξειδικευμένη διαχείριση
Ορυκτές Ίνες	Ίνες που μπορούν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα	Δερματικές και πνευμονικές ενοχλήσεις	Απομάκρυνση για ξεχωριστή διάθεση
Επεξεργασμένο ξύλο	Χαλκός, αρσενικό, χρώμιο, πίσσα μικροβιοκτόνα, μυκητοκτόνο	Τοξικό, Οικοτοξικό, Εύφλεκτο	Ανακύκλωση, τα επικίνδυνα υλικά είναι δεσμευμένα στο ξύλο, μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων κατά την απόθεση, αναθυμιάσεις τοξικής αιθάλης και υπολείμματα παράγονται κατά την καύση
Μπογιές και στρώματα επικάλυψης	Διαλύτες μολύβδου, χρωμίου, βαναδίου	Τοξικό, εύφλεκτο	Μικρό ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αν είναι δεσμευμένο στο υπόστρωμα, πιθανή τοξική αιθάλης κατά την καύση
Εξοπλισμός μεταφοράς ενέργειας	PCB	Οικοτοξικό	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που πρέπει να απομακρυνθούν υπό ελεγχόμενες συνθήκες
Πηγή φωτός	CB, Υδράργυρος, νάτριο	Καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος	Ανακύκλωση/απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Συστήματα	CFCs	Καταστρέφουν	Απομάκρυνση με σκοπό την

εξαερισμού		το στρώμα του όζοντος	εξειδικευμένη απόθεση
Συστήματα πυροπροστασίας	CFCs	Τοξικό	Απομάκρυνση με σκοπό την εξειδικευμένη απόθεση
Ρυπασμένες υφάνσιμες ίνες που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές	Ραδιονουκλίδια	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Βαρέα μέταλλα (Cd, Hg)	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Ζωτικά προϊόντα	Άνθρακας	Τοξικό	Εξειδικευμένη απολύμανση πριν την κατεδάφιση/ανακαίνιση
Φιάλες γκαζιού	Προπάνιο, βουτάνιο, ακετυλένιο	Εύφλεκτα	Επιστροφή στον προμηθευτή
Πληρωτικές ίνες	Ισοκυανιούχες ενώσεις	Τοξικό	Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση
	Φθαλικός ανυδρίτης	Διεγερτικό	Απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Έλαια και καύσιμα	H/C		Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυψοσανίδες	Πιθανή πηγή H ₂ S στο χώρο διάθεσης		Επιστροφή στον προμηθευτή, ανακύκλωση, απομάκρυνση για εξειδικευμένη διαχείριση
Γυαλί			Παρουσιάζει δυσκολίες στη συλλογή και μεταφορά προς επεξεργασία
Δρόμοι	Πίσσα, διαλύτες		Ανακύκλωση και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα κύλισης είναι μεγάλη
	Βαρέα μέταλλα περιλαμβανομένου του υδραργύρου και του χαλκού	Τοξικά	Ανακύκλωση και ανάκτηση αν η ικανότητα εκχύλισης είναι χαμηλή. Ξεχωριστή διάθεση αν η ικανότητα κύλισης είναι μεγάλη

2.5.1 Αμίαντος

Το πιο επικίνδυνο υλικό στις κατεδαφίσεις ή στις ανακαινίσεις παλιών κτιρίων είναι ο αμίαντος. Ο αμίαντος είναι ένα ινώδες υλικό, μηχανικά ισχυρό και άκρως ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, απρόσβλητο από χημικές δράσεις και έχει αντοχή τετραπλάσια του χάλυβα. Συνήθως είναι υφασμένος σε υφάσματα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση τσιμέντου και πλαστικών υλών (Δερμιτζάκη, 2007).

Η Κύπρος θεωρείται ως μια από τις πιο αρχαίες πηγές αμιάντου. Οι επιφανειακές εμφανίσεις αμιάντου, λόγω της χαρακτηριστικής ινώδους δομής του, εύκολα προκάλεσαν το ενδιαφέρον και γρήγορα βρέθηκαν χρήσεις που αξιοποιούσαν τις χαρακτηριστικές φυσικές του ιδιότητες. Η παραγωγή αμιάντου πάνω σε οργανωμένη κλίμακα άρχισε το 1904 στο σημερινό χώρο του μεταλλείου. Από τότε μέχρι το κλείσιμο του μεταλλείου το 1988, υπολογίζεται ότι παρήχθησαν ένα εκατομμύριο τόνοι ινών αμιάντου και εξορύχτηκαν 130 εκατομμύρια τόνοι πετρώματος (Γεωπάρκο Τροόδους, 2019). Μέχρι πρόσφατα το 90% περίπου του αμιάντου χρησιμοποιείτο για την παραγωγή προϊόντων αμιαντοσιμέντου, όπως σωλήνων, πλακών στεγάσεων, επίπεδων πλακών για χωρίσματα τοίχων, αεραγωγών κλπ.

2.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα απόβλητα προκύπτουν μέσα από τον κύκλο ζωής των κτιρίων, κατά την φάση της κατασκευής, τροποποίησης και κατεδάφισης και προκαλούν πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα απόβλητα αυτά που απορρίπτονται σε δάση, ρυάκια, χαράδρες προκαλούν διάβρωση του εδάφους, μολύνουν πηγάδια, υπόγεια και επιφανειακά νερά, προσελκύουν παράσιτα, δημιουργούν πυρκαγιές και μειώνουν την ομορφιά των φυσικών περιοχών, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6. Πολύ πιο σοβαρά προβλήματα μπορεί να προκύψουν από την απόρριψη των αποβλήτων αυτών καθώς ενδέχεται να περιέχουν επικίνδυνες ουσίες όπως ο αμιάντος, τα βαρέα μέταλλα και οι ανθεκτικές οργανικές ενώσεις (Esin and Cosgun, 2007).



Εικόνα 6: Ανεξέλεγκτη απόρριψη υλικών ΑΕΚΚ

2.7 Εναλλακτική Διαχείριση

2.7.1 Γενικά

Ο πρωταρχικός περιβαλλοντικός στόχος σχετικά με το θέμα αυτό πρέπει να είναι η πρόληψη και η μείωση της δημιουργίας αποβλήτων από εκσκαφές, κατεδαφίσεις και κατασκευές (Esin and Cosgun, 2007).

Η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και η αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείρισή τους αποτελούν βασικές αρχές της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής νομοθεσίας και στρατηγικής. Στο πλαίσιο της συνολικής στρατηγικής για τη διαχείριση των αποβλήτων, έχουν καθοριστεί τα ρεύματα αυτών που λαμβάνουν προτεραιότητα, με στόχο τη μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε ρεύματος. Τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων σύμφωνα με τη στρατηγική της ΕΕ για τα απόβλητα θεωρούνται ως ρεύματα αποβλήτων «προτεραιότητας» (Fatta et al., 2002).

2.7.2 Πρόληψη

Το ρεύμα των αποβλήτων από τις κατασκευές παρουσιάζει λιγότερες δυσκολίες ως προς την διαχείρισή του, διότι οι ποσότητες και οι τύποι των υλικών που εισέρχονται στα εργοτάξια είναι γνωστοί. Η εστίαση στην πρόληψη των αποβλήτων πρέπει να σχετίζεται τόσο με τις ποσοτικές, όσο και τις επικίνδυνες πτυχές. Θα πρέπει να καθιερωθεί καλή επικοινωνία μεταξύ του συμβαλλόμενου και των άλλων εμπλεκόμενων, προκειμένου να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν εναλλακτικά υλικά, και να υιοθετήσουν τεχνολογίες ελαχιστοποίησης παραγωγής αποβλήτων. Επίσης, η κατάρτιση των εργαζομένων θα βελτιώσει τις δεξιότητες όσον αφορά στον χειρισμό των υλικών και στην εκτέλεση των εργασιών κατασκευής, στον επιτόπιο έλεγχο, στην επιτόπια διαλογή, στην καλύτερη υλικοτεχνική υποστήριξη, στην καλύτερη αποθήκευση και χειρισμό των υλικών, στη χρήση λιγότερων συσκευασιών κ.α., και συνεπώς θεωρούνται μεγάλης σημασίας (Fatta et al., 2002).

2.7.3 Αποδόμηση - Επαναχρησιμοποίηση

Η αποδόμηση είναι μια συστηματική και προγραμματισμένη αποσυναρμολόγηση δομικών υλικών με απώτερο στόχο τη μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης για τη μείωση των αποβλήτων ΑΕΚΚ. Η αποδόμηση προσφέρει πολλά οφέλη, όπως μείωση του κόστους των κτιρίων μέσω επαναχρησιμοποίησης και

ανακύκλωσης, μείωση των ενεργειακών αναγκών για την παραγωγή νέων υλικών, εξοικονόμηση πολύτιμου χώρου ταφής και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

2.7.4 Ανακύκλωση

Ανακύκλωση είναι η διαδικασία κατά την οποία διάφορα υλικά όπως το χαρτί, το γυαλί, τα μέταλλα και το πλαστικό, μετά από επεξεργασία μετατρέπονται σε πρώτη υλη και παράγονται νέα προϊόντα τα οποία ανακυκλώνονται. Μέρος της διαδικασίας της ανακύκλωσης είναι και η μετατροπή βλαβερών για το περιβάλλον υλικών σε λιγότερο ή και καθόλου βλαβερά. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ομαλότερα η επανένταξή τους στο φυσικό περιβάλλον το οποίο ουσιαστικά ολοκληρώνει την διαδικασία της ανακύκλωσης με φυσικό τρόπο.

2.7.5 Ανάκτηση ενέργειας

Τα οικοδομικά απόβλητα είναι βαριά και ογκώδη και λόγω των χαρακτηριστικών τους είναι ακατάλληλα για καύση. Μεταξύ των αποβλήτων αυτών υπάρχουν και υλικά τα οποία είναι ακατάλληλα για καύση, όπως είναι η επεξεργασμένη ξυλεία και οι πλαστικές σωλήνες, οι οποίες με την καύση τους παράγουν επιβλαβείς ουσίες για το περιβάλλον όπως διοξίνες και χλωροβενζόλιο.

Η «παραγωγή ενέργειας από απόβλητα» είναι ένας ευρύς όρος που δεν καλύπτει μόνο την αποτέφρωση αποβλήτων. Περιλαμβάνει διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας (π.χ. με τη μορφή ηλεκτρικού ρεύματος/ή θερμότητας ή παραγωγής καυσίμων που προέρχονται από απόβλητα), με διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017).

2.7.6 Υγειονομική ταφή

Σύμφωνα με την οδηγία 2018/850 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, η διαχείριση των αποβλήτων στην Ένωση θα πρέπει να βελτιωθεί με στόχο την προστασία, τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, την προστασία της υγείας του ανθρώπου, τη συνετή, αποδοτική και ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ορθή εφαρμογή της ιεράρχησης των αποβλήτων, θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την εφαρμογή, περιορισμών στην υγειονομική ταφή των απόβλητων που είναι κατάλληλα

για ανακύκλωση ή ανάκτηση άλλων υλικών ή ενέργειας, όπως είναι τα υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων.

2.8 Εναλλακτική διαχείριση των παραγόμενων υλικών

Με τον όρο εναλλακτική διαχείριση των παραγόμενων υλικών εννοούμε τους τρόπους αξιοποίησης των δομικών υλικών που προκύπτουν κυρίως από τις εργασίες κατασκευής και κατεδάφισης.

2.8.1 Σκυρόδεμα

Η συνεχής βιομηχανική ανάπτυξη δημιουργεί σοβαρά προβλήματα κατασκευής και διάθεση αποβλήτων κατεδαφίσεων. Από τη μια πλευρά, υπάρχει μια κρίσιμη έλλειψη φυσικών αδρανών για την παραγωγή νέου σκυροδέματος, από την άλλη οι τεράστιες ποσότητες κατεδαφισμένου σκυροδέματος που παράγεται από κατεστραμμένες και απαρχαιωμένες κατασκευές, δημιουργεί σοβαρό οικολογικό και περιβαλλοντικό πρόβλημα. Ένας από τους τρόπους επίλυσης αυτού του προβλήματος είναι η χρήση αυτού του σκυροδέματος ως «αδρανών υλικών». Ένα τέτοιο «ανακυκλωμένο» συσσωμάτωμα θα μπορούσε επίσης να αποτελέσει μια αξιόπιστη εναλλακτική λύση για τη χρήση φυσικών αδρανών στην κατασκευή σκυροδέματος (Raosa, Jhab and Misraa, 2006).

2.8.2 Τούβλα, πλακάκια, κεραμίδια

Κατά την διάρκεια της κατασκευής ενός κτιρίου, τα συγκεκριμένα υλικά που θα περισσέψουν, μπορούν να φυλαχθούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλα μελλοντικά έργα. Επίσης η επαναχρησιμοποίηση των κεραμιδιών, είναι εφικτή εάν πριν από την κατεδάφιση ενός κτιρίου, γίνει προσεκτική αφαίρεση και φύλαξη τους.

Τα κεραμίδια, τα τούβλα και τα πλακάκια εύκολα μπορούν να ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν σε έργα υποδομής. Λόγω του κινδύνου παραμόρφωσης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δρόμους βαριάς κυκλοφορίας παρά μόνο σε δρόμους ελαφριάς κυκλοφορίας.

Τα πιο πάνω υλικά μπορούν να αντικαταστήσουν φυσικά υλικά όπως η άμμος και τα χαλίκια και να αναμειχτούν μαζί με σκυρόδεμα και φυσικά αδρανή και να δημιουργηθεί ένα μείγμα το οποίο να χρησιμοποιηθεί στα εργοτάξια αλλά και στο πρόχυτο σκυρόδεμα. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξομάλυνση και πλήρωση ορυγμάτων για σωλήνες.

Από τη θραύση ερυθρών τούβλων και κεραμιδιών, μπορεί να παραχθεί άμμος με διαφορετικούς χρωματισμούς, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιφανειακή κάλυψη γηπέδων τένις. Τα εν αχρηστία τούβλα και κεραμίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταξύ άλλων για το σχηματισμό υποστρωμάτων καλλιέργειας φυτών, δηλαδή να αναμειχτούν με οργανικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φυτών (Μουσιόπουλος και άλλοι, 2008).

2.8.3 Ξυλεία

Το ξύλο χρησιμοποιείται στις οικοδομές σε σκελετούς, πόρτες, παράθυρα, εξωτερικά κουφώματα, ερμάρια, πάγκους κουζίνας κτλ. Από την ανακύκλωση του ξύλου προκύπτουν άλλα προϊόντα ξυλείας που περιέχουν ίνες ξύλου όπως το κόντρα πλακέ. Η ανακυκλωμένη ξυλεία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την διαμόρφωση εξωτερικών χώρων και κήπων, σε επιφάνειες για ιππασία ακόμα και ως στρωμένη κτηνοτροφίας. Χρησιμοποιείται στην γεωργία για εδαφοβελτιωτικό μετά από κομποστοποίηση, όπως επίσης και ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ενέργειας (Αναστασοπούλου, Βασιλείου και Καραλής, 2012).

2.8.4 Μέταλλα

Κατά την κατεδάφιση ή την κατασκευή ενός κτιρίου προκύπτουν διάφορα μέταλλα από τον σκελετό του κτιρίου, κάγκελα, μεταλλικά κουφώματα, αλουμίνιο, σωλήνες, σιδερόβεργες από το οπλισμένο σκυρόδεμα (χάλυβας) κτλ. Ανακυκλώνοντας τα διάφορα μέταλλα που παράγονται από τις κατασκευές και τις κατεδαφίσεις κτιρίων, επιτυγχάνουμε προστασία του περιβάλλοντος αφού αποφεύγεται η διάνοιξη και λειτουργία νέων μεταλλείων αλλά και η απόρριψη μετάλλων στο περιβάλλον.

2.8.5 Άσφαλτος

Οι υφιστάμενοι δρόμοι μετά από κάποια χρόνια χρειάζονται συντήρηση ή ανακατασκευή. Η συντήρηση και η ανακατασκευή είναι προτιμότερη από την

κατασκευή νέων δρόμων γιατί η κατασκευή νέων δρόμων απαιτεί νέα υλικά και εκτός του ότι είναι ασύμφορη, δεν είναι φιλική προς το περιβάλλον, αφού οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται. Από την συντήρηση και την κατασκευή προκύπτουν πολλά υλικά όπως η άσφαλτος και υλικά εκσκαφών.

Η άσφαλτος η οποία αφαιρείται από τους δρόμους μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στον ίδιο δρόμο ή να μεταφερθεί με φορτηγά για να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά. Θερμαίνεται, αναμοχλεύεται και αναμειγνύεται με νέο υλικό και γίνεται η διάστρωση του στον ίδιο δρόμο. Η αποθηκευμένη άσφαλτος αναμειγνύεται με το νεοκατασκευασμένο υλικό και μεταφέρεται στους νέους δρόμους και γίνεται επίστρωση.

2.8.6 Απόβλητα εκσκαφών

Τα υλικά των εκσκαφών μπορεί να είναι άμμος, χώμα, πέτρες κ.α. που προκύπτουν από εκσκαφές για την κατασκευή δρόμων και κτιρίων. Ο διαχωρισμός και η επαναχρησιμοποίηση τους είναι αρκετά διαδεδομένος αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε στο ίδιο το έργο είτε σε άλλα έργα ως υλικά επιχωμάτωσης.

2.9 Λατομεία της Κύπρου

Η λατομική βιομηχανία στην Κύπρο είναι έντονα δραστηριοποιημένη. Υπάρχουν Παγκύπρια περίπου 150 λατομεία που παράγουν διάφορα πετρώματα και βιομηχανικά ορυκτά, εκ των οποίων περί τα 30 βρίσκονται στο τελικό στάδιο εκμετάλλευσης και αποκατάστασης του χώρου των λατομικών εργασιών.

Για επιτόπια χρήση παράγονται, αδρανή υλικά κυρίως από ασβεστόλιθο και διάβαση για τις ανάγκες της οικοδομικής βιομηχανίας και των άλλων κατασκευών (δρόμοι κλπ), χαβάρες και χαβαροχάλικα για επιχωματώσεις και υποθεμελιώσεις οδικών έργων, μαργαϊκός ασβεστόλιθος, άργιλος και γύψος ως πρώτη ύλη για τη τροφοδότηση της τσιμεντοβιομηχανίας της Χώρας, ασβεστόλιθος για παραγωγή ασβέστη, άργιλος για ικανοποίηση των αναγκών των τουβλοποιιών και γύψος για παραγωγή επιχρισμάτων, ασβεστολιθικός ψαμμίτης για παραγωγή οικοδομικής πέτρας και πέτρας επενδύσεως κτιρίων.

Επίσης γίνονται εξαγωγές ασβέστη, τσιμέντου, επιχρισμάτων και οικοδομικής πέτρας, αλλά κυρίως εστιάζονται στον μπετονίτη (ενεργοποιημένο ή μη) που εξάγεται κυρίως

υπό μορφή διαβαθμισμένου προϊόντος για οικιακή χρήση (cat-litter), στο διαβαθμισμένο γύψο για ικανοποίηση αναγκών παραγωγής γυψοσανίδων, τσιμέντων και επιχρισμάτων, και στις αλεσμένες ούμπρες και ώχρες για παραγωγή βαφών (Υπηρεσία Μεταλλείων, 2019).

Τα περισσότερα λατομεία βρίσκονται εντός δασικής γης όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7 και σύμφωνα με υπολογισμούς της Υπηρεσίας Μεταλλείων, το προσδόκιμο ζωής των υφιστάμενων λατομείων είναι μέχρι 40 χρόνια.



Εικόνα 7: Λατομείο στην Κύπρο εντός δασικής γης.

2.10 Συμπεράσματα

Τα υλικά από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις λόγω του όγκου τους και της σύστασής τους αποτελούν ένα πολυδιάστατο πρόβλημα με σοβαρές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Η αξιοποίηση των υλικών αυτών εμφανίζεται στις μέρες μας πολύ ελκυστική λόγω των προφανών περιβαλλοντικών αλλά και οικονομικών οφελών από την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση τους. Η εξεύρεση λύσεων για τη σωστή διαχείριση των αποβλήτων αυτών, αποτελεί προτεραιότητα και είναι αναγκαία για τον περιορισμό και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων που προκαλεί η ανεξέλεγκτη απόρριψή τους.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των ΑΕΚΚ είναι ο περιορισμός της ανεξέλεγκτης απόρριψής τους και της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλεί, η εξοικονόμηση χώρων ταφής, η μείωση χρήσης φυσικών πόρων όπως επίσης και η εξοικονόμηση ενέργειας.

Η Κύπρος βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο, αφού μόλις το 2011 θεσπίστηκε η νομοθεσία για τα απόβλητα. Η κατάρτιση Στρατηγικού Σχεδίου για την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ από την κυβέρνηση θα βοηθήσει στην επίτευξη του στόχου αυτού. Επίσης στην ενίσχυση των προσπαθειών αυτών θα βοηθήσει και η παροχή οικονομικών κινήτρων προς τους εμπλεκόμενους, εργολάβους και διαχειριστές οικοδομικών αποβλήτων όπως και η σωστή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Ερωτήματα της έρευνας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η καταγραφή του προβλήματος διάθεσης των ΑΕΚΚ που παράγονται στην Κύπρο και η αναζήτηση εναλλακτικών πρακτικών αξιοποίησης του λεπτόκοκκου κλάσματος αυτών.

Η υλοποίηση του σκοπού της μεταπτυχιακής διατριβής επιτυγχάνεται με τον προσδιορισμό των απαντήσεων στα ακόλουθα ερευνητικά ζητήματα:

- Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην Κύπρο, όσον αφορά στην παραγωγή, διάθεση και επεξεργασία των ΑΕΚΚ,
- Προσδιορισμός των ποσοτήτων των λεπτόκοκκων υλικών των ΑΕΚΚ (μικρότερων των 63mm) και των βασικών φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους
- Αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων αξιοποίησης αυτού του κλάσματος των ΑΕΚΚ μέσα από μεθόδους σύμφωνες με την κείμενη νομοθεσία.

3.2 Μεθοδολογία προσέγγισης της έρευνας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την προσέγγιση των ερευνητικών ζητημάτων της μεταπτυχιακής διατριβής περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

3.2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο της μεταπτυχιακής διατριβής και συμβάλλει στην επιστημονική τεκμηρίωση και κατανόηση του αντικειμένου της έρευνας.

Για τη συλλογή των δεδομένων και του επιστημονικού υλικού χρησιμοποιήθηκαν διεθνείς βάσεις βιβλιογραφίας, όπως Elsevier, SpringerLink, Scopus και Wiley Online Library, και λέξεις κλειδιά, όπως «υλικά κατεδαφίσεων», «υλικά εκσκαφής», «ανάπλαση χώρων», «Κύπρος», «λεπτόκοκκο υλικό», «εδαφοβελτιωτικό» κ.λπ. Περαιτέρω, στην αναζήτηση καθορίστηκαν κριτήρια επιλογής, όπως η χρονολογία των δημοσιευμένων άρθρων.

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες και δεδομένα διαθέσιμα από κρατικές υπηρεσίες της Κύπρου σχετικές με το θέμα, όπως το Τμήμα Περιβάλλοντος, την Υπηρεσία Μεταλλείων, το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας κα. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης δεδομένα εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ανακύκλωσης ΑΕΚΚ. Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν οι Στρατηγικοί Σχεδιασμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Κύπρου στους οποίους περιέχονται πολιτικές, οδηγίες και νομοθεσίες.

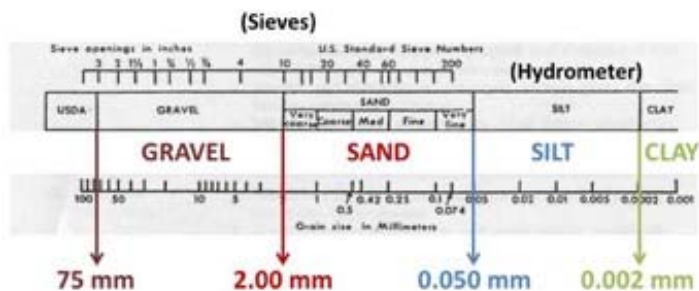
3.2.2 Καθορισμός και υλοποίηση στρατηγικής προσέγγισης των ερωτημάτων της έρευνας

Έχοντας εντοπίσει τα κυριότερα θέματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των ΑΕΚΚ και κυρίως με το λεπτόκοκκο κλάσμα αυτών και σε συνδυασμό με τον βασικό σκοπό της έρευνας, καταστρώθηκε η στρατηγική προσέγγιση των ερευνητικών ζητημάτων και καθορίστηκαν οι τρόποι συλλογής της απαραίτητης πληροφορίας.

Συγκεκριμένα καθορίστηκαν:

- Το υλικό στο οποίο θα επικεντρωθεί η μελέτη και το οποίο είναι το λεπτόκοκκο μέρος των ΑΕΚΚ, μικρότερο των 63mm. Το λεπτόκοκκο αυτό μέρος αποτελείται από άργιλο (0,001-0,002mm), ιλύ (0,001-0,05mm), άμμο (0,050-2mm) και χαλίκια (2mm-63mm). Οι διαστάσεις των υλικών αυτών δίνονται στα Σχήματα 1 και 2.

USDA Soil Classification System Particle Size Limits



Σχήμα 1: Διάστασεις αργίλου, ιλύος, άμμου και χαλικιών (Atkinson J., 2000)

2 mm έως 75 mm	0,05 mm έως 2mm	0,002 έως 0,05mm	Μικρότερο από 0,002mm

Σχήμα 2: Σχετικές διαστάσεις αργίλου, ιλύος, άμμου και χαλικιών (Atkinson J. 2000).

- Οι βασικές φυσικοχημικές ιδιότητες του λεπτόκοκκου υλικού μετά από δειγματοληψία και χημική ανάλυση. Συγκεκριμένα συλλέχθηκαν δύο δείγματα του υλικού, το ένα από έναν χώρο παράνομης διάθεσης στην περιοχή του χωριού Εργάτες της επαρχίας Λευκωσίας (Σημείο 1 στην Εικόνα 10) και το άλλο από την Μονάδα συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στο χωριό Πυργά της επαρχίας Λάρνακας (Χάρτης 1). Τα δείγματα αναλύθηκαν για περιεκτικότητα σε χαλκία, άμμο, ιλύ, άργιλο, pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς και για περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, κάλιο και φώσφορο).
- Οι ποσότητες του λεπτόκοκκου υλικού στα ΑΕΚΚ δύο εταιρειών συλλογής και επεξεργασίας ΑΕΚΚ στην Κύπρο καθώς σε τρεις χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης.
- Τα υλικά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή θρεπτικών υποστρωμάτων μετά από ανάμειξη με το λεπτόκοκκο μέρος των ΑΕΚΚ καθώς και ενδημικά φυτά της Κύπρου που θα ευδοκίμουν σε αυτά τα υποστρώματα, λαμβάνοντας υπόψη τις φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων.

- Εντοπίστηκαν περιοχές που βρίσκονται αδειοδοτημένες μονάδες συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ αλλά και περιοχές στις οποίες εντός του 2020 και 2021 θα δημιουργηθούν νέες μονάδες, με σκοπό να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα των προτάσεων της μεταπτυχιακής διατριβής, κυρίως ως προς το κόστος μεταφοράς και χρήσης των υλικών αλλά και το περιβαλλοντικό όφελος.

3.2.3 Ανάλυση και αξιολόγηση της πληροφορίας

Στο στάδιο αυτό και μετά τη συλλογή της απαραίτητης πληροφορίας όλα τα δεδομένα αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν σε σχέση με τα ερευνητικά ζητήματα στα οποία επικεντρώνεται η μεταπτυχιακή διατριβή.

Διερευνήθηκε η πιθανότητα δημιουργίας θρεπτικών μειγμάτων του λεπτόκοκκου κλάσματος των ΑΕΚΚ με κόμποστ, με σκοπό τη δημιουργία θρεπτικών υποστρωμάτων, κατάλληλων για την ανάπτυξη φυτών και την ανάπλαση χώρων ή τη δημιουργία πράσινων ζωνών, εκτός πόλεων και μη προσβάσιμων σε ανθρώπους (π.χ. αυτοκινητόδρομοι, λατομεία). Για κάθε μία από τις προτάσεις προσδιορίστηκαν τα αναμενόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τα κατάλληλα είδη φυτών, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στο κλίμα της Κύπρου. Ακολούθησε ανάλυση του κόστους σε σχέση με το περιβαλλοντικό όφελος.

3.2.4 Συμπεράσματα-προτάσεις

Στο στάδιο αυτό η μεταπτυχιακή διατριβή ολοκληρώνεται με την παρουσίαση προτάσεων βασισμένων σε όλα τα προηγούμενα στάδια και τις μελέτες, λαμβάνοντας υπόψη τα αναμενόμενα περιβαλλοντικά οφέλη, τα σχετικά κόστη, την κείμενη νομοθεσία αλλά και τις τεχνικές απαιτήσεις για την ορθή διαχείριση των ΑΕΚΚ και κυρίως του λεπτόκοκκου κλάσματος αυτών.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1 Δεδομένα από μονάδες συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ

Για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων και των ποσοτήτων του λεπτόκοκκου μέρους των ΑΕΚΚ, συλλέχθηκαν καταρχάς δεδομένα από τις δυο μεγάλες μονάδες συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στην Κύπρο από το 2016 έως το 2018, σχετικά με τον όγκο των υλικών ανά είδος, όπως φαίνεται στους Πίνακες 5 και 6.

Πίνακας 5: Ποσότητες ανά είδος ΑΕΚΚ της Μονάδας συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στο χωριό Μονή της επαρχίας Λεμεσού.

ΜΟΝΑΔΑ ΜΟΝΗΣ				
Είδος Αποβλήτου	Κωδικός	Ποσότητες (t)		
		2016	2017	2018
Σκυρόδεμα χωρίς οπλισμό	17.01.01	13.261,58	23.337,73	18.557,16
Σκυρόδεμα με οπλισμό	17.01.01	9.511,51	0	0
Τούβλα	17.01.02	3.051,20	4.225,84	4.340,80
Πλακάκια και κεραμικά	17.01.03	1.016,83	1.164,01	724,10
Ανάμεικτα δομικά υλικά	17.09.04	15.949,08	21.872,88	18.333,55
Άσφαλτος ακατέργαστη	17.03.02-001	1.767,20	3.021,06	3.717,95
Άσφαλτος (μιλινγκ)	17.03.02-002	30,20	0	0
Χώμα - πέτρες	17.05.04	3.613,80	9.509,92	30.053,36
Μπάζα εκσκαφών	17.05.06	6.595,67	9.048,79	7.307,85
Υαλοπίνακες αυτοκινήτων	16.01.20	0	0,90	0
Υλικά δομικών κατασκευών με βάση τον γύψο	17.08.02	377,92	399,18	256,40
Εύλο	17.02.01	733,54	651,08	2.251,93
Γυαλί	17.02.02-001	205,35	150,14	137,42
Γυαλί μορφοποιημένο (μπουκάλια)	17.02.02-003	645,55	474,58	668,75
Διάφορα, μεγάλη ποσότητα χαρτονίων	17.09.04	114,89	201,10	122,08
Διάφορα, μεγάλη ποσότητα πλαστικών	17.09.04	66,96	6,08	5,80
Ελαστικά	16.01.03	32,90	279,62	137,72

Ξύλινη συσκευασία	15.01.03	3,26	1,26	0
Πετροβάμβακας	17.06.03	1,62	8,06	1,16
Κλαδέματα		0	0	739,98
Ελαστικοί σωλήνες		0	0	38,90
ΣΥΝΟΛΟ		56.979,06	74.355,23	87.395,91

Πίνακας 6: Ποσότητες ΑΕΚΚ ανά είδος της Μονάδας συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ στα Πυργά Λάρνακας.

ΜΟΝΑΔΑ ΠΥΡΓΩΝ				
Είδος Αποβλήτου	Κωδικός	Ποσότητες (t)		
		2016	2017	2018
Σκυρόδεμα χωρίς σπλισμό	17.01.01-023	6.023,08	9.711,54	13.323,54
Σκυρόδεμα με σπλισμό	17.01.01-024	5.361,37	11.178,80	10.308,50
Μείγμα σκυροδέματος, τούβλων, πλακιδίων και κεραμικών	17.01.07	13.606,94	6.310,10	7.908,92
Γυαλί καθαρό	17.02.02-001	78,26	72,92	84
Γυαλί μορφοποιημένο (μπουκάλια)	17.02.02-003	10,14	65,52	142,46
Άσφαλτος ακατέργαστη	17.03.02-001	6.538,16	6.107,88	2.586,06
Άσφαλτος (μιλινγκ)	17.03.02-002	21.697,62	54.859,10	15.762,04
Μπάζα εκσκαφών	17.05.06-001	186.706,08	134.026,26	32.318,28
Ψιλομερή αδρανή υλικά	17.05.06-006	0	14.220,51	13.710,14
Μονωτικά υλικά	17.06.04-001	0	11,18	31,10
ΣΥΝΟΛΟ		226.414,71	233.563,81	96.175,04

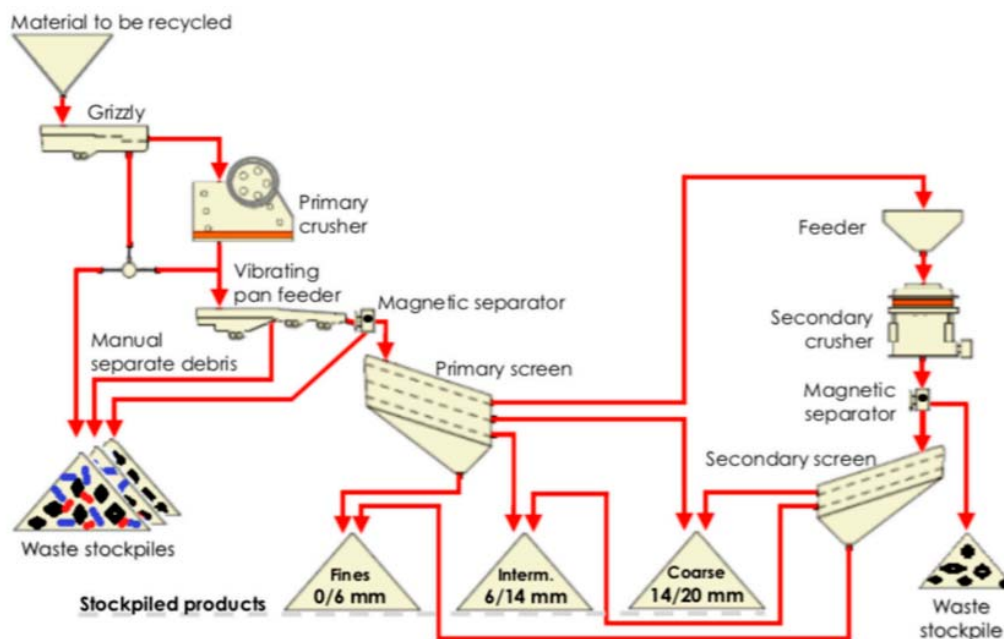
Η δεύτερη μονάδα ανακύκλωσης επιπλέον των δεδομένων του Πίνακα 6 διαθέτει και αναλυτικά τις ποσότητες ανά μέγεθος του παραγόμενου υλικού μετά την επεξεργασία του στην μονάδα και την διέλευσή του από σπαστήρα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7. Οι ποσότητες αυτές θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του ποσοστού των υλικών με διάμετρο μικρότερη των 63mm για το σκοπό της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης, στον Πίνακα 7 φαίνονται διάφορα μεγέθη παραγόμενων υλικών. Τα υλικά αυτά παράγονται ανάλογα με τη χρήση του υλικού, αν δηλαδή το υλικό χρησιμοποιηθεί σε επιχωματώσεις ή πρόσμικτο σε σκυρόδεμα, δε θα περάσει από όλα τα στάδια του διαχωρισμού. Μπορούν να παραχθούν μεγαλύτερες ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού εάν γίνει διαχωρισμός όλων των υλικών σε περιστρεφόμενο κόσκινο, το οποίο θα διαχωρίσει τα σκύρα σε τρία μεγέθη όπως φαίνεται στο διάγραμμα ροής μίας τυπικής μονάδας ανακύκλωσης (Διάγραμμα 2).

Πίνακας 7: Ποσότητες παραγόμενου υλικού των ΑΕΚΚ ανά μέγεθος της Μονάδας Πυργών.

Παραγόμενο υλικό	Ποσότητες (t)		
	2016	2017	2018
Φυτόχωμα 0 έως 4mm	348	1,034	186
Κοκκινόχωμα 0 έως 20mm	8	0	0
Στείρα ΑΕΚΚ 4 έως 10mm	4,000	2,198	2,276
Στείρα ΑΕΚΚ 0 έως 20mm	0	7,650	12,245
Στείρα ΑΕΚΚ 10 έως 20mm	3,000	544	2,129
Υποθεμέλιο ΑΕΚΚ 0 έως 40mm	12,000	2,828	7,490
Στείρα ΑΕΚΚ 0 έως 63mm	18,000	3,069	143
Στείρα ΑΕΚΚ 20 έως 63mm	2,000	2,597	4,245
Στείρα ΑΕΚΚ 0 έως 126mm	7,261	3,408	5,712
Στείρα ΑΕΚΚ 60 έως 100mm	840	393	1,569
Στείρα ΑΕΚΚ 100 έως 150mm	3,000	115	14
Στείρα ΑΕΚΚ 0 έως 200mm	28,000	11,849	1,277
Μείγμα ορυκτής ασφάλτου	69	60,967	18,406
Διάφορα είδη πέτρας	0	22,599	32,959
ΣΥΝΟΛΟ	78,526	119,251	88,651
<i>Ποσοστό υλικού μικρότερου των 63mm</i>	<i>50%</i>	<i>17%</i>	<i>33%</i>
Μέσος όρος ποσοστού για υλικά μικρότερα των 63mm.	33,34%		

Προκειμένου να υπολογισθεί το ποσοστό των σωματιδίων διαμέτρου μικρότερης των 63mm επί του συνόλου των ΑΕΚΚ της δεύτερης μονάδας, χρησιμοποιήθηκαν οι ποσότητες των σωματιδίων διαμέτρου 0-4mm, 4-10mm, 0-20mm, 10-20mm, 0-40mm, 0-63mm και 20-63mm του Πίνακα 7, για τις οποίες ήταν επιβεβαιωμένο το μέγεθος των σωματιδίων. Για τις υπόλοιπες κατηγορίες του Πίνακα 7, παρόλο ότι περιέχουν υλικό μεγέθους έως 63mm, εντούτοις δεν υπήρχαν στοιχεία από τη μονάδα, ώστε να γίνει ακριβής προσδιορισμός του ποσοστού των σωματιδίων αυτών και για το λόγο αυτό οι ποσότητες αυτές δεν ελήφθησαν υπόψη.



Διάγραμμα 2: Σύστημα Διαλογής ΑΕΚΚ (Martinho, Picado-Santos and Capitão, 2018).

Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούν σύστημα διαλογής ανάλογα με τα μεγέθη των υλικών που θέλουν να παράξουν. Τα υλικά περνούν πρώτα από τον σπαστήρα, στη συνέχεια από δονούμενη μεταλλική λαμαρίνα στην οποία γίνεται χειρωνακτικός διαχωρισμός των άχρηστων υλικών. Τα μέταλλα διαχωρίζονται από μαγνήτη, ενώ τα υπόλοιπα υλικά περνούν από το πρώτο κόσκινο, το οποίο μπορεί να είναι περιστρεφόμενο κυκλικό ή δονούμενο ή ραβδοκόσκινο. Το κόσκινο διαχωρίζει τα υλικά σε τρία μεγέθη, 0-6mm, 6-14mm και 14-20mm. Τα μεγαλύτερα από 20mm μεταφέρονται σε άλλον σπαστήρα για να επαναληφθεί η θραύση και ο διαχωρισμός του υλικού. Η Μονάδα Πυργών από την οποία συλλέχτηκαν τα δεδομένα χρησιμοποιεί κόσκινα που διαχωρίζουν τα υλικά όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.

Παρά το γεγονός ότι η σύσταση των ΑΕΚΚ είναι μεταβλητή και επιπλέον εξαρτάται από παράγοντες όπως το είδος των δραστηριοτήτων κάθε έτους, για τις ανάγκες της μελέτης θα θεωρηθεί ότι το ποσοστό των υλικών με διάμετρο μικρότερη των 63mm είναι η ίδια και για τις δύο μονάδες, αλλά και στους ανεξέλεγκτους χώρους απόθεσης ΑΕΚΚ.

Η μεταπτυχιακή διατριβή επικεντρώθηκε στην ποσότητα των υλικών διαμέτρου μικρότερης των 63mm οι οποίες ήταν επιβεβαιωμένες. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι μεγαλύτερες ποσότητες λεπτόκοκκων υλικών είναι δυνατόν να παραχθούν και από τα υπόλοιπα υλικά του Πίνακα 7, εάν αυτά περάσουν ξανά από δευτερεύοντα

σπαστήρα και από κόσκινα ώστε να διαχωριστεί το κλάσμα το μικρότερο των 63mm, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.

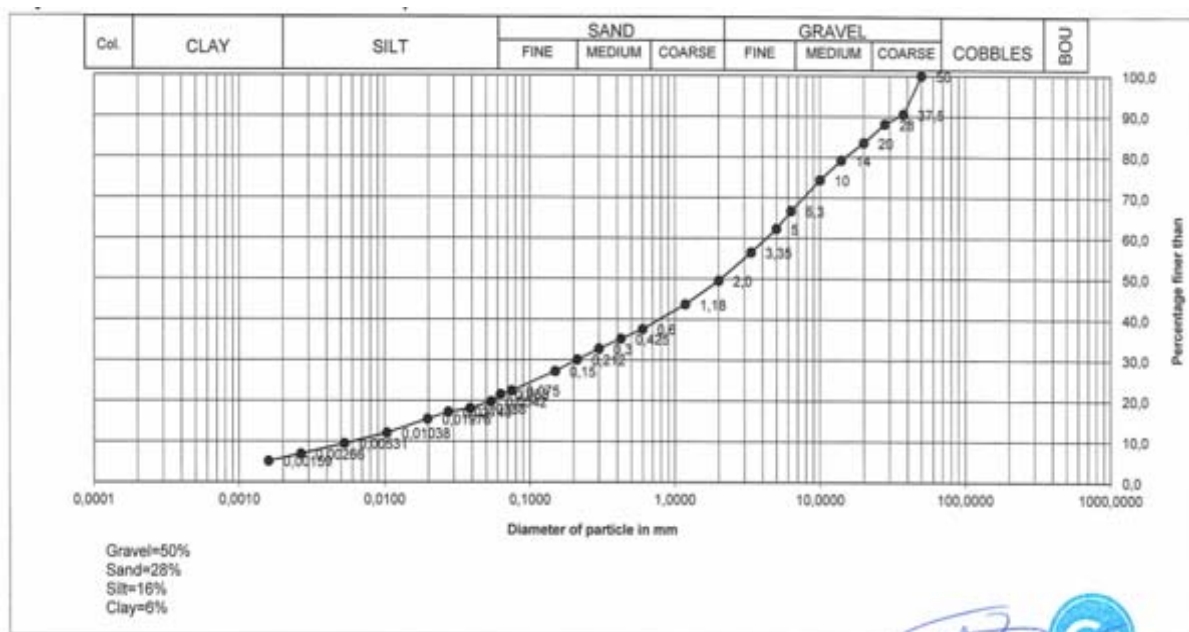
Συνεπώς, από τα δεδομένα των Πινάκων 6 και 7, προκύπτει ότι, η μονάδα Πυργών για τα έτη 2016, 2017 και 2018 παρέλαβε συνολικά 556.153,02 t ΑΕΚΚ, εκ των οποίων επεξεργάστηκε για μείωση μεγέθους τους 286.428 t, δηλαδή περίπου το 52%. Καθώς δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα από τη μονάδα Μονής, θεωρούμε το 52% ως μέσο όρο της ποσότητας των ΑΕΚΚ που επεξεργάστηκε και από τη μονάδα Μονής το ίδιο χρονικό διάστημα για μείωση μεγέθους.

Με βάση τα παραπάνω, για τη μονάδα Μονής, ισχύει:

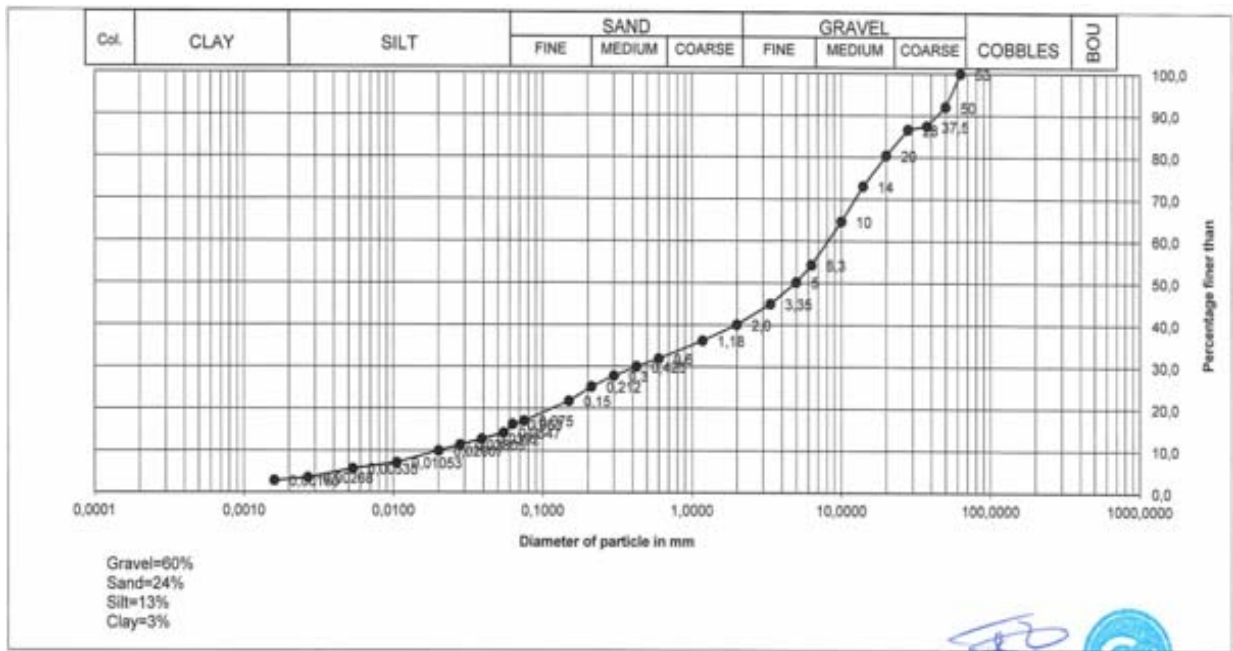
- Σύνολο ποσότητας ΑΕΚΚ : 218.730,20 t
- Ποσότητα ΑΕΚΚ προς μείωση μεγέθους : $218.730,20 \times 0,52 = 113.739,7 \text{ t}$
- Ποσότητα υλικών με διάμετρο μικρότερη των 63mm : $113.739,70 \times 0,333 = 37.875,30 \text{ t}$

4.2 Αποτελέσματα ανάλυσης λεπτόκοκκου υλικού ΑΕΚΚ

Τα αποτελέσματα για τον προσδιορισμό της κοκκομετρικής σύστασης των δύο δειγμάτων που ελήφθησαν δίνονται στα Διαγράμματα 3 και 4 και στον Πίνακα 8.



Διάγραμμα 3: Κοκκομετρική σύσταση από Μονάδα συλλογής και επεξεργασίας υλικών ΑΕΚΚ.



Διάγραμμα 4: Κοκκομετρική σύσταση από τους παράνομους χώρους εναπόθεσης υλικών.

Πίνακας 8: Κοκκομετρική σύσταση λεπτόκοκκου μέρους ΑΕΚΚ.

Συστατικά	Μονάδα 1 %	Παράνομοι χώροι %	M.0 %
Χαλίκια	50	60	55
Άμμος	28	24	26
Ιλύς	16	13	14,5
Άργιλος	6,0	3,0	4,5

Από τα παραπάνω δεδομένα και με χρήση του μέσου όρου των τιμών του Πίνακα 8, συμπεραίνεται ότι η ποσότητα του λεπτόκοκκου υλικού η οποία ανήκει στην κατηγορία χαλίκια είναι σχεδόν το 55% του συνόλου του λεπτόκοκκου υλικού, η άμμος το 26%, η ιλύς το 14,5% και η άργιλος το 4,5%

Με βάση την περιεκτικότητα των ΑΕΚΚ σε υλικά μικρότερα των 63mm και το μέσο όρο της κοκκομετρίας των υλικών αυτών, υπολογίζονται στον Πίνακα 9, οι ποσότητες των υλικών που παρήγαγαν από το 2016 έως το 2018, οι δύο μονάδες συλλογής ΑΕΚΚ στην Κύπρο.

Πίνακας 9: Συνολικές ποσότητες των συστατικών του κλάσματος μικρότερου των 63mm στις δύο μονάδες συλλογής ΑΕΚΚ στην Κύπρο με βάση τον μέσο όρο των τριών ετών.

Συστατικά	Μονάδα Μονής t	Μονάδα Πυργών t	Σύνολο t
Χαλίκια	20.831	52.459	73.290
Άμμος	9.848	24.799	34.647
Ιλύς	5.492	13.830	19.322
Άργιλος	1.704	4.292	5.996

Όσον αφορά στη θρεπτική κατάσταση των υλικών αυτών, διενεργήθηκε χημικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε άζωτο, κάλιο, φώσφορο αλλά και του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Στον Πίνακα 10 δίνονται τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης.

Πίνακας 10: Αποτελέσματα χημικής ανάλυσης.

Παράμετρος	Μονάδα	Δείγμα από παράνομο χώρο	Δείγμα από Μονάδα Πυργών	Όρια*
pH σε πάστα κορεσμού	-	7,95	8,27	6,5-8,0
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	mS/cm	2,63	2,43	2.0
Νιτρικά	mg/kg ξ.μ.	1,7	2,6	≤75
Φώσφορος (Olsen)	mg/kg ξ.μ.	6,4	7,7	10-25
Κάλιο	mg/kg ξ.μ.	366	406	100-400

*=σύμφωνα με τις συνήθειες προδιαγραφές φυτοχώματος

Από τον Πίνακα 10 συμπεραίνεται ότι, παρά το γεγονός της λήψης των δειγμάτων από διαφορετικές περιοχές και συνθήκες έκθεσης και επεξεργασίας των δειγμάτων, οι φυσικοχημικές ιδιότητές τους δε διαφέρουν σημαντικά.

Όσον αφορά στην αντίδρασή τους (pH) και σύμφωνα με τη μεθοδολογία αξιολόγησης των εδαφών και των υλικών προς αξιοποίηση στη γεωργία (Norton, Shainberg, Cihacek and Edwards, 1999) αυτή είναι μέτρια αλκαλική ενώ και η ηλεκτρική αγωγιμότητα αν και σχετικά υψηλή, εν τούτοις δεν είναι απαγορευτική για εφαρμογή στο έδαφος. Στην Κύπρο δεν υπάρχουν κριτήρια ποιότητας για κόμποστ. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η επιθυμητή τιμή για την ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μικρότερη των 4,0 mS/cm (Doula, et al., 2015).

Όσον αφορά στα θρεπτικά στοιχεία, τα υλικά είναι πτωχά σε άζωτο και φώσφορο αλλά πλούσια σε κάλιο. Συνεπώς με κατάλληλη ανάμιξη με οργανικά υλικά θα μπορούσε να βελτιωθεί η θρεπτική τους ικανότητα και να αξιοποιηθούν στην ανάπλαση ή τη δημιουργία χώρων και περιοχών πρασίνου.

4.3 Ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης ΑΕΚΚ

Εντοπίστηκαν τρεις χώροι παράνομης απόθεσης υλικών ΑΕΚΚ για τους οποίους υπολογίστηκαν οι όγκοι των αποβλήτων. Ο υπολογισμός βασίστηκε στη σύγκριση των ισοϋψών από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας για χρόνο πριν την απόθεση των υλικών στην περιοχή, με τις αντίστοιχες καμπύλες για τα σημερινά υψόμετρα. Οι τρεις αυτοί χώροι (Εικόνες 8 έως 11) εντοπίστηκαν αρχικά από το Google Earth και στη συνέχεια έγινε επιτόπια επίσκεψη. Οι τρεις περιοχές χαρακτηρίζονται στις Εικόνες 8-11 ως Σημείο 1, Σημείο 2 και Σημείο 3.



Εικόνα 8: Περιοχή των σημείων 1 και 2 πριν από την τοποθέτηση μπαζών.



Εικόνα 9: Περιοχή των σημείων 1 και 2 μετά από την τοποθέτηση μπαζών.



Εικόνα 10: Περιοχή του σημείου 3 πριν από την τοποθέτηση μπαζών.

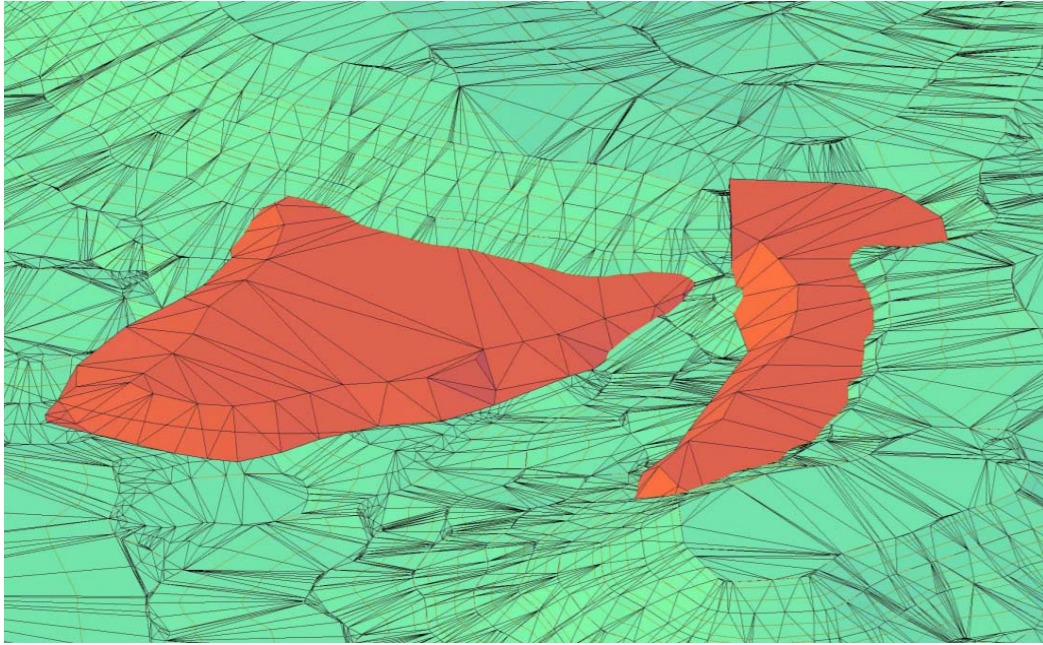


Εικόνα 11: Περιοχή του σημείου 3 μετά από την τοποθέτηση μπαζών.

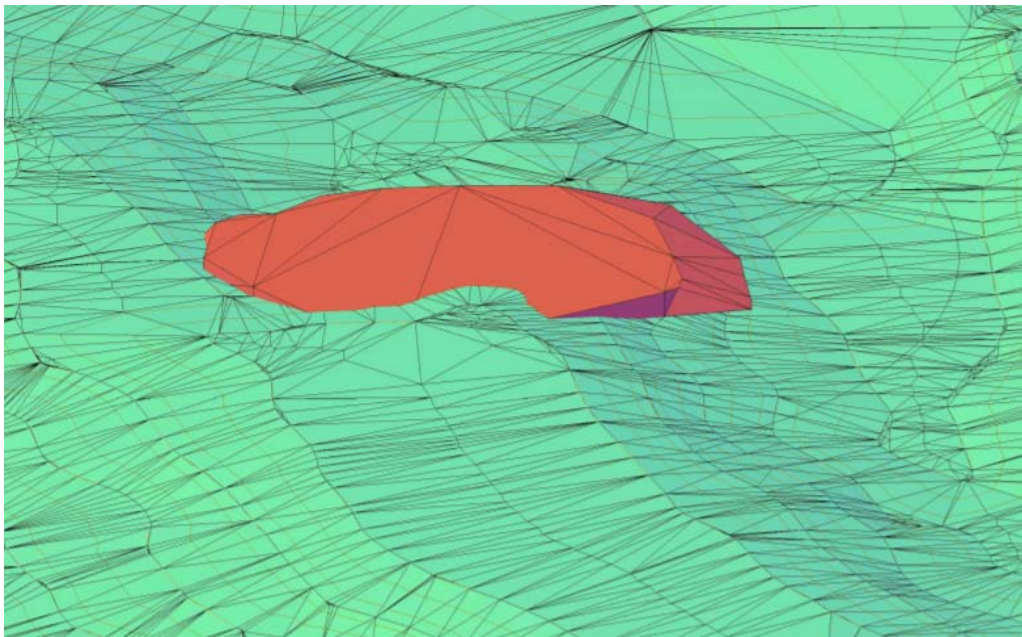
Στον Πίνακα 11 δίνονται οι υπολογισμένοι όγκοι των ΑΕΚΚ που έχουν αποθεθεί στις τρεις αυτές περιοχές. Στις Εικόνες 12 και 13 φαίνονται τρισδιάστατα οι όγκοι όπως υπολογίστηκαν από το πρόγραμμα AutoCAD Civil 3D, συγκρίνοντας τις ισοϋψείς καμπύλες (έτος 1993) του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας, με τα σημερινά υψόμετρα τα οποία μετρήθηκαν με φορητό GPS.

Πίνακας 11: Όγκοι ΑΕΚΚ στις τρεις ανεξέλεγκτες περιοχές διάθεσης

Περιοχές απόθεσης	Όγκος αποβλήτων (m ³)
Σημείο 1	66.842
Σημείο 2	193.031
Σημείο 3	9.152
Σύνολο	269.025



Εικόνα 12: Τρισδιάστατη απεικόνιση των Σημείων 1 και 2.



Εικόνα 13: Τρισδιάστατη απεικόνιση του Σημείου 3

Από τους συνολικούς όγκους των αποβλήτων του Πίνακα 11 για τα τρία σημεία ανεξέλεγκτης διάθεσης, υπολογίστηκαν οι ποσότητες των υλικών με διάμετρο μικρότερη των 63mm με βάση τον Πίνακα 7, και θεωρώντας ότι

1. Το ποσοστό των ΑΕΚΚ στους παράνομους χώρους διάθεσης που θα μπορούσε να επεξεργασθεί από τις μονάδες προς μείωση μεγέθους είναι το 52%, και
2. Ο μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα των υλικών που θα επεξεργασθούν σε υλικά με διάμετρο μικρότερη των 63mm είναι 33,34%.

Πίνακας 12. Ποσότητες λεπτόκοκκου κλάσματος ΑΕΚΚ και τα συστατικά αυτού για τους τρεις χώρους παράνομης απόρριψής

Περιοχές απόθεσης	Όγκος αποβλήτων (m ³)	Συνολική ποσότητα παραγόμενων υλικών (m ³)	Συνολική ποσότητα 0-63mm (m ³)	Χαλίκια (m ³)	Άμμος (m ³)	ΐλύς (m ³)	Άργιλος (m ³)
Σημείο 1	66.842	34.758	11.588	6.374	3.013	1.680	521
Σημείο 2	193.031	100.376	33.465	18.406	8.701	4.852	1.506
Σημείο 3	9.152	4.759	1.587	873	413	230	71
<i>Σύνολο</i>	<i>269.025</i>	<i>139.893</i>	<i>46.640</i>	<i>24.653</i>	<i>12.127</i>	<i>6.762</i>	<i>2.098</i>

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

5.1 Γενικά συμπεράσματα

Σήμερα στην Κύπρο παράγονται μεγάλες ποσότητες ΑΕΚΚ τα οποία είτε συλλέγονται και διαχειρίζονται από αδειοδοτημένες μονάδες, είτε απορρίπτονται σε παράνομους χώρους διάθεσης.

Εκτός από τα ογκώδη και μεγάλου μεγέθους ΑΕΚΚ, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία περί ασφαλούς χρήσης, η μελέτη αυτή κατέδειξε ότι το λεπτότερο κλάσμα των ΑΕΚΚ παράγεται σε σημαντικές ποσότητες και θα μπορούσε να επαναχρησιμοποιηθεί καθώς,

1. υπάρχουν μεγάλες ποσότητες αυτών διαθέσιμες,
2. είναι υλικά που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, εφόσον προέρχονται από μονάδες συλλογής και επεξεργασίας, επιβαρύνοντας τους χώρους αυτούς,
3. υπάρχει έλλειψη υλικών και συνεπώς η επαναχρησιμοποίηση θα υποστήριζε την αειφορία και την οικονομία πόρων (π.χ. μείωση εξορύξεων από λατομεία).

Εναλλακτικοί τρόποι χρήσης αυτού του λεπτότερου υλικού είναι στη δημιουργία χώρων πρασίνου, εντός ή εκτός πόλεων, αλλά πάντα σε χώρους μη προσβάσιμους από το κοινό. Μια τέτοια περίπτωση είναι και η χρήση τους στη δημιουργία περιοχών πρασίνου σε αυτοκινητόδρομους, η οποία και μελετάται στη συνέχεια. Η επιλογή της χρήσης αυτής έγινε με γνώμονα την ασφάλεια του κοινού, καθώς στις περιοχές αυτές δεν υπάρχει πρόσβαση και συνεπώς μηδενίζεται ο οποιοσδήποτε πιθανός κίνδυνος της

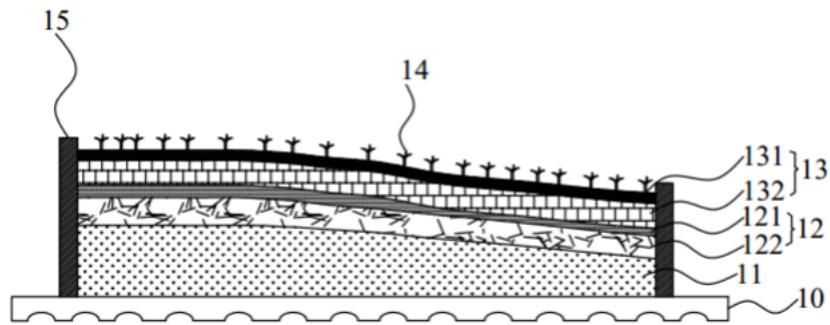
επαφής των ανθρώπων με τα υλικά αυτά. Παρόλα αυτά, και σύμφωνα με τη νομοθεσία, το κλάσμα των υλικών που ανήκει στις κατηγορίες χωρίς αστερίσκο (*) του Πίνακα 3, από τη Ευρωπαϊκή οδηγία 2008/98/ΕΚ, δεν αναμένεται να είναι επισφαλές για τους ανθρώπους, την πανίδα της περιοχής αλλά και γενικά το περιβάλλον. Σε κάθε όμως περίπτωση απαιτείται επιβεβαίωση της καταλληλότητας των υλικών αυτών πριν από κάθε χρήση.

Σύμφωνα με τον Νόμο 215(Ι)/2002 της Κυπριακής Δημοκρατίας, πρέπει να γίνεται διαχωρισμός στην πηγή, έτσι ώστε να εντοπίζονται τα επικίνδυνα υλικά και να απομακρύνονται από αδειοδοτημένο εργολάβο. Έτσι θεωρείται ότι ακολουθείται η ενδεδειγμένη διαδικασία, γίνεται απομάκρυνση των επικίνδυνων υλικών και στις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων μεταφέρονται τελικά μόνο τα μη επικίνδυνα υλικά.

5.2 Περιοχές πρασίνου σε αυτοκινητόδρομους

Σύμφωνα με τους Castro et al. (2019), η ανάμειξη λεπτόκοκκων υλικών ΑΕΚΚ με κοπριά τροποποίησε το pH του εδάφους στο οποίο προστέθηκε και βελτίωσε τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών, με θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών. Στην εργασία των Castro et al. (2019) έγινε ανάμειξη υλικού των ΑΕΚΚ με κοπριά και παρασκευάστηκαν μείγματα με διαφορετικές αναλογίες αυτών των υλικών. Για όλα τα μείγματα έγινε προσδιορισμός pH, φωσφόρου και άνθρακα και αποδείχτηκε ότι η καλύτερη αναλογία των υλικών είναι 25gr ανακυκλωμένου υλικού με 10gr κοπριά, δηλαδή περίπου 71% ανακυκλωμένου υλικού και 29% κοπριά.

Στο Σχήμα 3 φαίνεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα, στο οποίο υποδεικνύεται ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούνται υλικά ΑΕΚΚ, ως υπόστρωμα για κατασκευή χώρων πρασίνου. Σύμφωνα με τη μελέτη των Luo, Guo, Gao and Liu (2018), τοποθετείται ένα στρώμα από ΑΕΚΚ, μέχρι το επιθυμητό υψόμετρο και στη συνέχεια τοποθετείται ένα στρώμα αποστράγγισης το οποίο χωρίζεται σε δυο στρώματα. Το πρώτο αποτελείται από χαλίκια μεγαλύτερα από 10cm και το δεύτερο αποτελείται από χονδροειδή άμμο μικρότερη των 2mm. Στη συνέχεια τοποθετείται φυτόχωμα και τελευταίο το μείγμα από ΑΕΚΚ και κοπριά, 10cm ύψος, στο οποίο θα φυτευτούν διάφορα φυτά.



Σχήμα 3: Σύστημα για δημιουργία χώρων πρασίνου με υλικά ΑΕΚΚ (Luo, Guo, Gao and Liu, 2018)

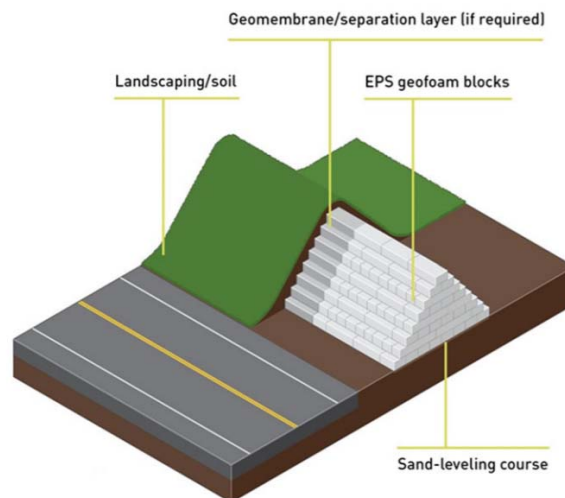
Όπου:

- 15: Μπετόν ή ξύλο για σταθεροποίηση της κατασκευής
- 14: Φυτικά στρώματα από βότανα και χαμηλούς θάμνους
- 131: 1^ο στρώμα εδάφους, πάχους 10cm από μείγμα ΑΕΚΚ με οργανική ύλη
- 132: 2^ο στρώμα εδάφους πάχους 10-30cm από φυτόχωμα
- 121: Στρώμα πάχους 20-30cm / (μέγεθος σωματιδίου) \leq 2mm από χονδροειδή άμμο από ΑΕΚΚ
- 122: Στρώμα πάχους 20-30cm / (μέγεθος σωματιδίου) \geq 10cm από χαλίκια ΑΕΚΚ
- 11: Κατασκευή στρώματος αποβλήτων ΑΕΚΚ πάχους σύμφωνα με σχεδιασμός ανύψωσης
- 10: Θεμέλιο

Όσον αφορά στη χρήση των υλικών αυτών στα σύγχρονα έργα οδοποιίας, επιδιώκεται η απομόνωση των αυτοκινητόδρομων ώστε να μη δημιουργούνται οχλήσεις στους οικισμούς και τις αγροτικές περιοχές όπως φαίνεται στην Εικόνα 14. Οι τοίχοι μπορούν να μειώσουν το επίπεδο θορύβου κατά μέσο όρο 15 dB(A) και το επίπεδο θορύβου διέλευσης κατά 20 dB(A). Ο τοίχος θα πρέπει να έχει επαρκές μήκος και απαιτεί μεγαλύτερη επιφάνεια σε σύγκριση με έναν ηχομονωτικό τοίχο. Όταν όμως φυτευτεί και διαμορφωθεί η κορυφογραμμή του, μπορεί να ενταχθεί (προσαρμοστεί) στη γενικότερη εικόνα του τοπίου και της περιοχής (Κρατική Υπηρεσία Περιβάλλοντος Βαυαρίας, 2014α).



Εικόνα 14: Αναχώματα σε αυτοκινητόδρομο στη Γερμανία (Κρατική Υπηρεσία Περιβάλλοντος Βαυαρίας, 2018).



Σχήμα 4: Τομή κατασκευής φράγματος θορύβου (Arellano, Özer, Bartlett and Vaslestad, 2018).

Τα κόστη ανά τετραγωνικό μέτρο για μία αποτελεσματική θωράκιση της περιοχής με τοίχο ύψους, για παράδειγμα, τεσσάρων μέτρων σε περιοχή εκτός αστικού ιστού είναι σημαντικά χαμηλότερα (συμπεριλαμβανομένου του κόστους απόκτησης γης) συγκρινόμενα με τα κόστη ενός ηχομονωτικού τοίχου (Κρατική Υπηρεσία Περιβάλλοντος Βαυαρίας, 2014β).

Για τον πυρήνα του ηχομονωτικού τοίχου κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά ΑΕΚΚ αντί οποιαδήποτε άλλα υλικά όπως ογκόλιθοι, χαλίκια ή μπλοκς (Σχήμα 4). Η κατασκευή τοίχων απαιτεί μεγάλη έκταση γης. Ωστόσο, η δημιουργία τέτοιων τοίχων οδηγεί σε σημαντική αύξηση της αξίας της περιοχής που γειτνιάζει, η οποία αντισταθμίζει την απώλεια γης (Anonymous, 2017).

Έτσι, σε πολλές μη επικλινείς περιοχές που τις διασχίζει κάποιος αυτοκινητόδρομος δημιουργούνται αναχώματα ποικίλου ύψους παράλληλα με τα όρια του αυτοκινητόδρομου. Με αυτόν τον τρόπο:

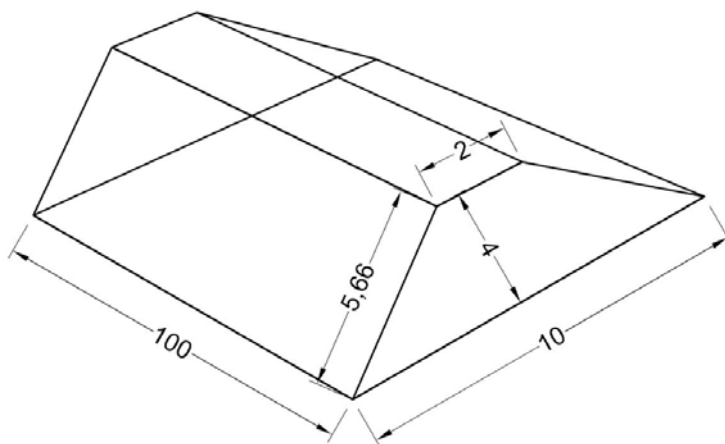
1. Μειώνεται η ηχορύπανση στους οικιστικούς ιστούς, αλλά και οι αρνητικές επιπτώσεις στα ζώα εκτροφής και της άγριας πανίδας.
2. Βελτιώνεται το αισθητικό αποτέλεσμα μετά τη διάνοιξη ενός αυτοκινητόδρομου.
3. Προσφέρεται καταφύγιο στην άγρια ζωή ιδιαίτερα όταν αυτή η ζώνη δημιουργείται κοντά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις εντατικής μορφής.
4. Αποτελεί διάδρομο για την ορνιθοπανίδα καθώς συνδέει της δασωμένες περιοχές οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους και έτσι μειώνεται το φαινόμενο της απομόνωσης το οποίο επιδρά αρνητικά στο ποσοστό αναπαραγωγικής επιτυχίας των πτηνών.
5. Με τη σωστή επιλογή φυτικών ειδών εξασφαλίζονται μεγάλοι πληθυσμοί εντόμων ωφέλιμων στη γεωργία (έντομα επικονιαστές κ.ά.).
6. Μπορεί να εξασφαλιστεί η μελισσοβοσκή σχεδόν όλες τις εποχές του έτους, εφόσον γίνει επιλογή μελισσοτροφικών φυτών για φύτευση.

Για τις εν λόγω κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα υλικά κατεδαφίσεων με διάμετρο μικρότερη των 2mm. Απαιτείται όμως ανάμιξη αυτών με οργανικά υλικά (π.χ. κόμποστ), τα οποία θα βελτιώσουν τις ιδιότητες των ΑΕΚΚ και θα αποτελέσουν ιδανικό υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών.

Αρχικά τα υλικά πρέπει να διαχωριστούν ανάλογα με την κοκκομετρία τους. Αυτό μπορεί να γίνει με περιστρεφόμενο κυκλικό κόσκινο ή δονούμενο κόσκινο στις επιθυμητές διαμέτρους.

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση, τα υλικά με διάμετρο μεγαλύτερη των 2mm, δηλαδή χονδρή άμμος και χαλίκια χρησιμοποιούνται στη διαστρωμάτωση ώστε να δημιουργηθεί ένας πυρήνας, ύψους 4m, πλάτους 10m και μήκους ανάλογα με την

περιοχή που πρόκειται να καλυφθεί (στη συγκεκριμένη περίπτωση θεωρήθηκε μήκος 100m), όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Πυρήνας διαστρωμάτωσης, ο οποίος θα καλυφθεί με υλικά διαμέτρου μεγαλύτερη των 20mm.

Ο όγκος του πυρήνα διαστρωμάτωσης είναι :

$$V_{\text{πυρήνα}} = \frac{(10+2) \times 4}{2} \times 100 = 2.400 \text{ m}^3$$

Προκειμένου δηλαδή να γεμίσει ο πυρήνας διαστρωμάτωσης με υλικό απαιτούνται 2.400m³. Προκειμένου να υπολογισθεί η ποσότητα του υλικού σε τόνους που απαιτείται για τον πυρήνα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το ειδικό βάρος των υλικών.

Σύμφωνα με τις διαστάσεις των υλικών που απαιτούνται για τον πυρήνα, στον κατασκευαστικό τομέα προσδιορίζονται ως (Σαββίδης, 2020):

1. Χαλίκι (20-32mm)
2. Σκύρα (32-50mm)

Σύμφωνα με τον Λουπασάκη (2013), τα υλικά με διάμετρο μεγαλύτερη των 4mm ανήκουν στα χονδρόκοκκα υλικά, και το ειδικό βάρος τους είναι κατά μέσο όρο 2,67 t/m³ (Ηρακλής, 2020). Συνεπώς προκειμένου να γεμίσει πυρήνας διαστρωμάτωσης μήκους 100 μ απαιτούνται:

$$\text{Χονδρόκοκκα υλικά (χαλίκια), } t = 2.400\text{m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 = 6.408 \text{ t}$$

Όπως προκύπτει από τους Πίνακες 9 και 12, οι διαθέσιμες ποσότητες χαλικιών από τις δύο μονάδες και τους τρεις παράνομους χώρους, είναι:

- Μονάδα Μονής: 20.831t ΑΕΚΚ
- Μονάδα Πυργών: 52.459t ΑΕΚΚ
- 1^η περιοχή παράνομης διάθεσης : $6.374\text{m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 \text{ ΑΕΚΚ} = 17.019\text{t}$
- 2^η περιοχή παράνομης διάθεσης : $18.406 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 \text{ ΑΕΚΚ} = 49.144\text{t}$
- 3^η περιοχή παράνομης διάθεσης : $873 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 \text{ ΑΕΚΚ} = 2.331\text{t}$

Συνολικά είναι διαθέσιμοι από τα έτη 2016, 2017 και 2018, *141.874 t χαλικιών*, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία πυρήνα διαστρωμάτωσης μήκους *2.213 m*, δηλαδή περίπου 2 χιλιομέτρων.

Τα υλικά με διάμετρο μικρότερη από 2mm θα αποτελέσουν τη βάση ενός μείγματος ως θρεπτικό υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Για το μείγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κόμποστ από την αγορά ή τοπικούς παραγωγούς. Στη δεύτερη περίπτωση είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί χημική ανάλυση του κόμποστ ώστε να μπορεί να υπολογισθεί η αναλογία τους στο μείγμα. Μία τυπική χημική ανάλυση κόμποστ της αγοράς δίνεται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13: Χημική ανάλυση κόμποστ (Manal, Assem, Farag and Tawfeek, 2017).

Ιδιότητα	EC (dS/m)	pH (1:2.5)	O.M (%)	N (%)	C/N ratio	P (%)	K (%)
Τιμή	1,91	8,06	26,2	0,52	20:1	0,4	0,6

Τα φυτά που θα χρησιμοποιηθούν για τη φύτευση της περιοχής προτείνεται να είναι ιθαγενή/ενδημικά είδη της Κύπρου (φρύγανα και θάμνοι) και κατά προτίμηση μελισσοτροφικά. Η επιλογή των φυτών αυτών είναι η βέλτιστη λύση, λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα της Κύπρου, καθώς θα έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό και μόνο κατά τις ξηροθερμικές περιόδους των 3 πρώτων ετών.

Τα είδη που προτείνεται να φυτευτούν είναι τα εξής:



Achillea cretica



Berberis cretica



Centaurea akamantis



Cichorium spinosum



Cistus sp



Medicago arborea



Myrtus communis



Nerium oleander



Origanum sp



Phlomis luraniifolia



Pistacia lentiscus



Quercus coccifera



Rhamnus alaternus



Rhus coriaria



Salvia fruticosa



Spartium junceum



Thymus sp.



Vitex agnus-castus

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (El-Sayed, 2015) οι ιδανικές συνθήκες υποστρώματος για την ανάπτυξη αυτών των φυτών είναι:

1. Ιδιότητες του κόμποστ

- pH < 8,0
- Αγωγιμότητα 2-8 dS/m
- Οργανική ουσία 40-70 %

2. Ιδιότητες τελικού μείγματος

- pH <7,8-8,0
- Αγωγιμότητα < 2 -3 dS/m
- Οργανική ουσία 8-12%
- Άμμος 50-70%

Όσον αφορά στη σύσταση του κόμποστ η παραπάνω απαίτηση καλύπτεται όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία για το εύρος των φυσικοχημικών παραμέτρων των διάφορων τύπων κόμποστς. Στον Πίνακα 14, δίνεται η σύσταση διάφορων κόμποστς, τα οποία προέκυψαν με τη χρήση διαφορετικών υλικών (El-Sayed, 2015), ενώ στην τελευταία στήλη δίνεται ο μέσος όρος των συστατικών προς διευκόλυνση των υπολογισμών. Σε κάθε περίπτωση οι υπολογισμοί θα πρέπει να γίνονται θεωρώντας την ακριβή σύσταση του κόμποστ που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Πίνακας 14: Σύσταση κόμποστς τα οποία παρασκευάστηκαν από διαφορετικά υλικά.

Ιδιότητες	Μείγματα υλικών που κομποστοποιήθηκαν					Μέσος όρος
	A1	A2	A3	A4	A5	
pH	7.3	7.6	7.2	7.8	6.3	6.62
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (dS/m)	4.1	3.1	3.6	2.6	3.2	3.32
Οργανικός άνθρακας (%)	16.6	18.98	20.64	20.93	23.89	20,21
Οργανική ουσία (%)	28.6	32.7	35.6	36.1	41.2	34.8
Ολικό άζωτο (%)	0.95	1.26	1.32	1.13	1.68	1.27
Ολικός φωσφόρος (%)	0.31	0.27	0.51	0.32	1.13	0.51
Ολικό κάλιο (%)	0.27	0.35	0.62	0.51	2.11	0.77
Αναλογία άνθρακα/αζώτου (C/N ratio)	17.47	15.06	15.64	18.52	14.22	16.19

Όπου:

- A1: Κοπριά βοοειδών (100:0)
- A2: Κοπριά βοοειδών και υπολείμματα φυτών (50:50)
- A3: Κοπριά βοοειδών και κατάλοιπα ζαχαροκάλαμου (50:50)
- A4: υπολείμματα φυτών (100:0)
- A5: κατάλοιπα ζαχαροκάλαμου (100:0)

Προκειμένου να υπολογισθεί η ιδανική αναλογία ανάμιξης των υλικών ΑΕΚΚ με κόμποστ, θεωρήθηκε ο μέσος όρος των παραμέτρων του Πίνακα 14 και η σύσταση του λεπτόκοκκου κλάσματος των ΑΕΚΚ του Πίνακα 10. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ιδανική αναλογία ανάμιξης υλικών ΑΕΚΚ διαμέτρου μικρότερης των 2mm με κόμποστ, είναι 70:30 αντίστοιχα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 15, όπου παρουσιάζονται διάφορες αναλογίες ΑΕΚΚ με κόμποστ και οι αντίστοιχες τιμές των χημικών ιδιοτήτων των μιγμάτων που θα προκύψουν. Το ποσοστό άμμου στο μείγμα είναι σημαντικός παράγοντας επιτυχίας εγκατάστασης των φυτών και για τον λόγο αυτό ελήφθη υπόψη στους υπολογισμούς του Πίνακα 15 καθώς και στην επιλογή της βέλτιστης αναλογίας κόμποστ/ΑΕΚΚ.

Πίνακας 15: Αναλογίες ανάμιξης ΑΕΚΚ και κόμποστ και οι τελικές τιμών των θρεπτικών παραμέτρων, της αγωγιμότητας και της άμμου.

	ΑΑΕΚ	κόμποστ	40:60	30:70	60:40	70:30	80:20
EC (dS/m)	2,43	3,32	2,96	3,05	2,79	2,69	2,61
Οργανική ουσία (%)	0	34,84	20,9	24,4	13,9	10,4	6,9
Κάλιο (%)	4,06x10 ⁻²	0,772	0,479	0,553	0,333	0,260	0,187
Άζωτο (%)	0	1,268	0,761	0,888	0,507	0,380	0,254
Φωσφόρος (%)	7,7x10 ⁻⁴	0,508	0,305	0,356	0,204	0,153	0,102
Άμμος (%)	58	5,0*	26,2	20,9	36,8	42,1	47,4
Ειδικό βάρος, t/m³	2,67	0,65	1,46	1,26	1,86	2,06	2,27

* (Misra, et al., 2003)

Η αναλογία αυτή (70:30) παρουσιάζει τις βέλτιστες τιμές για τις περισσότερες ιδιότητες που διασφαλίζουν τη σωστή εγκατάσταση και ανάπτυξη των φυτών, δεν έχει όμως τη βέλτιστη τιμή περιεκτικότητας άμμου, για την οποία η απαίτηση είναι να βρίσκεται μεταξύ 50 και 70%. Η περίπτωση της αναλογίας 80:20 έχει τη βέλτιστη τιμή για την περιεκτικότητα άμμου, εμφανίζει όμως μειωμένη τιμή οργανικής ουσίας, παράγοντας πολύ σημαντικός για την ανάπτυξη των φυτών. (Καρτσωνάκη, 2006).

Στην περίπτωση που επιλεγεί να αναμιχθούν ΑΕΚΚ, κόμποστ και άμμος, θα μπορούσε, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η άμμος να προέρχεται από διαχωρισμό του κλάσματος άμμου από τα ΑΕΚΚ, ή να μεταφερθεί άμμος από άλλο σημείο. Η ορθότερη πρακτική στην περίπτωση αυτή είναι να χρησιμοποιηθεί άμμος από τα ΑΕΚΚ, η ποσότητα της οποίας είναι αρκετά μεγάλη. Στον Πίνακα 16 δίνονται πιθανές αναλογίες ανάμιξης Άμμου-ΑΕΚΚ-Κόμποστ και υπολογίζονται οι ποσοστιαίες περιεκτικότητες στα

συστατικά ενδιαφέροντος. Όσον αφορά στην άμμο, αυτή θεωρήθηκε ότι δεν περιέχει θρεπτικά συστατικά, καθώς όπως είναι γνωστό από τα κλάσματα άμμου-ιλύος-αργίλου τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία την έχει η άργιλο, σε μικρότερο βαθμό η ιλύς και σε αμελητέο ποσό η άμμος (Doula and Sarris, 2016).

Πίνακας 16: Αναλογίες ανάμιξης Άμμου-ΑΕΚΚ και κόμποστ και οι τελικές τιμών των θρεπτικών παραμέτρων, της αγωγιμότητας και της άμμου.

	Άμμος	ΑΕΚΚ	Κόμποστ	5:60:35	10:50:40	10:60:30	20:50:30
EC (dS/m)		2,43	3,32	2,62	2,54	2,45	2,21
Οργανική ουσία (%)		0	34,84	12,2	13,9	10,4	10,4
Κάλιο (%)		$3,66 \times 10^{-2}$	0,772	0,29	0,327	0,25	0,25
Αζωτο (%)		0	1,27	0,44	0,51	0,38	0,38
Φωσφόρος (%)		$6,4 \times 10^{-4}$	0,51	0,18	0,20	0,15	0,15
Άμμος (%)	100	58	5,0*	42	41	46	51
Ειδικό βάρος, t/m ³	2,67	2,67	0,65	1,83	1,60	1,80	1,53

* (Misra, et al., 2003)

Από τον Πίνακα 16 προκύπτει ότι η βέλτιστη αναλογία ανάμιξης είναι:

- 20% άμμος (μετά από διαχωρισμό της από το συνολικό λεπτόκοκκο κλάσμα των ΑΕΚΚ)
- 50% ΑΕΚΚ (χωρίς διαχωρισμό του λεπτόκοκκου κλάσματος)
- 30% Κόμποστ

Εάν λοιπόν υποτεθεί ότι θα παρασκευασθεί ένα στρώμα ύψους 50cm επάνω από τον πυρήνα διαστρωμάτωσης, θα πρέπει να υπολογιστεί η ποσότητα των ΑΕΚΚ, η ποσότητα κόμποστ αλλά και η επιπλέον ποσότητα της άμμου που θα πρέπει να προστεθεί. Η πηγή της άμμου αυτής μπορεί να είναι πάλι ΑΕΚΚ ή και άλλης προέλευσης.

Ο όγκος του στρώματος του υλικού πάνω από τον πυρήνα διαστρωμάτωσης είναι :

$$V_{\text{στρώματος}} = (5,66 + 2 + 5,66) \times 100 \times 0,50 = 666 \text{ m}^3 \quad [3]$$

Προκειμένου να δημιουργηθεί το υπόστρωμα φύτευσης των 666 m³, απαιτούνται:

- Άμμος ΑΕΚΚ = $666 \times 0,20 = 133,2 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 = 355,6 \text{ t}$
- Λεπτόκοκκο κλάσμα ΑΕΚΚ = $666 \times 0,50 = 333 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ t/m}^3 = 889,1 \text{ t}$
- Κόμποστ = $666 \times 0,30 = 199,8 \text{ m}^3 \times 0,65 \text{ t/m}^3 = 129,9 \text{ t}$

Από τους Πίνακες 9 και 12 προκύπτουν οι διαθέσιμες ποσότητες των κλασμάτων που απαιτούνται για το υπόστρωμα φύτευσης από τις δύο μονάδες και τους τρεις παράνομους χώρους και συγκεντρώνονται στον Πίνακα 17.

Πίνακας 17: Συνολικές διαθέσιμες ποσότητες από τις δυο μονάδες και τους τρεις παράνομους χώρους.

Συστατικά (t)	Μονάδα Μονής	Μονάδα Πυργών	1 ^η Περιοχή παράνομης διάθεσης	2 ^η Περιοχή παράνομης διάθεσης	3 ^η Περιοχή παράνομης διάθεσης	ΣΥΝΟΛΟ
Άμμος	9.848	24.799	3.013	8.701	413	46.774
Ιλύς	5.492	13.830	1.680	4.852	230	26.084
Άργιλος	1.704	4.292	521	1.506	71	8.094
ΣΥΝΟΛΟ	80.952					

Συνολικά είναι διαθέσιμοι από τα έτη 2016, 2017 και 2018, 80.952 t λεπτόκοκκου υλικού, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία υποστρώματος φύτευσης μήκους 9.105 m, δηλαδή 9,1 χιλιομέτρων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, παρουσιάζεται στη συνέχεια ένα σενάριο δημιουργίας αναχώματος μήκος 2 χιλιομέτρων αξιοποιώντας τις ποσότητες ΑΕΚΚ για τα έτη 2016, 2017 και 2018. Για την κατασκευή του απαιτούνται:

1. Πυρήνας διαστρωμάτωσης : 128.160 t χαλικιών (όλη η ποσότητα των τριών ετών)
2. Υπόστρωμα φύτευσης:
 - 17.782 t λεπτόκοκκου κλάσματος ΑΕΚΚ, χωρίς διαχωρισμό κλασμάτων
 - 7.112 t άμμου από ΑΕΚΚ, μετά από διαχωρισμό κλασμάτων της ποσότητας των 80.952-17.782 = 63.170 t ΑΕΚΚ που θα περισσέψουν από τη χρήση των 17.782 t του λεπτόκοκκου κλάσματος
 - 2.598 t κόμποστ

Οι παραπάνω ποσότητες αντιστοιχούν μόνο για τα έτη 2016-2018 και συνεπώς είναι φανερό το όφελος που μπορεί να προκύψει από την υιοθέτηση μίας τέτοιας πρακτικής αξιοποίησης του λεπτότερου κλάσματος των ΑΕΚΚ. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι υπάρχει η δυνατότητα χρήσης μεγαλύτερων ποσοτήτων ΑΕΚΚ για παραγωγή χαλικιών ή άλλων κλασμάτων με μικρότερη διάμετρο προκειμένου να καλυφθούν οι ποσότητες που απαιτούνται από τα κλάσματα αυτά για τη δημιουργία των αναχωμάτων.

5.3 Προσδιορισμός πιθανών χώρων εφαρμογής των μειγμάτων προς ανάπτυξη πράσινων ζωνών

Οι περιοχές που μπορεί να γίνει η εφαρμογή των μειγμάτων προς ανάπτυξη πράσινων ζωνών είναι η διαμόρφωση λατομείων ή μεταλλείων, αλλά κυρίως οι αυτοκινητόδρομοι.

Στην Κύπρο υπάρχουν περίπου 250 km αυτοκινητόδρομων, οι οποίοι σχεδόν όλοι περνούν δίπλα από κατοικημένες περιοχές. Η μόνη προστασία από τον θόρυβο είναι τα διάφορα δέντρα που έχουν φυτευτεί μετά την κατασκευή του αυτοκινητόδρομου, τα οποία κατά καιρούς ανανεώνονται. Στην Εικόνα 15, όπου φαίνεται ο αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας-Λεμεσού, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι κατά μήκος του είναι ελάχιστες οι φυτεμένες περιοχές. Το τμήμα αυτό του αυτοκινητόδρομου βρίσκεται πολύ κοντά σε κατοικημένη περιοχή, και η δημιουργία πράσινων ζωνών και αναχωμάτων με εγκατάσταση φυτών θα συνέδραμε καταλυτικά στη μείωση του θορύβου.

Η κατασκευή ηχοπετασμάτων συνεπώς είναι σημαντική για τη συγκεκριμένη περιοχή. Η εγκατάσταση ξύλινων ή μεταλλικών ηχοπετασμάτων είναι δαπανηρή και επιπλέον δε είναι σε αρμονία με το περιβάλλον, σε σχέση με την κατασκευή αναχώματος από υλικά ΑΕΚΚ και φύτευση φυτών.

Σε αρκετά σημεία ο αυτοκινητόδρομος βρίσκεται σε πιο ψηλό επίπεδο από την γύρω περιοχή και στα πρανή του δεν υπάρχει βλάστηση λόγω της ποιότητας των υλικών επιχωμάτωσης που έχουν τοποθετηθεί εκεί. Σε αυτή την περίπτωση ή και στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η κατασκευή αναχώματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μείγμα ΑΕΚΚ με κόμποστ ως εδαφοβελτιωτικό για την φύτευση δέντρων τα οποία θα συμβάλουν στην μείωση του θορύβου, αλλά και στην δημιουργία πρασίνου κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου, πρακτική που θα συμβάλλει και στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα.



Εικόνα 15: Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας-Λεμεσού.

5.4 Σχέδιο μεταφοράς των ΑΕΚΚ από τους χώρους απόρριψης σε αδειοδοτημένους χώρους επεξεργασίας.

Οι δυο αδειοδοτημένες μονάδες βρίσκονται σε περιοχές κοντά σε αυτοκινητόδρομους όπου η πρόσβαση τους είναι εύκολη και σε κεντρικά σημεία της Κύπρου στα οποία έχουν πρόσβαση όλες σχεδόν οι περιοχές. Επίσης θα αρχίσουν την λειτουργία τους εντός του 2020 και 2021 ακόμα τέσσερις μεγάλες μονάδες ΑΕΚΚ, οι οποίες μπορούν να καλύψουν όλες τις πόλεις της Κύπρου όπως φαίνεται στο χάρτη 1 με αποτέλεσμα το κόστος της μεταφοράς των υλικών να είναι πολύ μικρό. Το κόστος της μεταφοράς των υλικών από τους παράνομους χώρους ή από τις περιοχές όπου γίνονται οι εργασίες κατασκευών, κατεδαφίσεων ή εκσκαφών, θα υπολογιστεί με βάση την απόσταση που βρίσκεται η πιο κοντινή μονάδα επεξεργασίας.



Χάρτης 1: Χάρτης με υφιστάμενες και νέες μονάδες ΑΕΚΚ.

5.5 Τεχνικές προδιαγραφές Αδρανών Υλικών

Τεχνικές προδιαγραφές είναι οι τεχνικές απαιτήσεις που καθορίζουν τα ελάχιστα αναγκαία χαρακτηριστικά ενός υλικού, ενός προϊόντος ή μιας προμήθειας ειδών, προκειμένου να ανταποκρίνονται στην χρήση για την οποία προορίζονται. Στους Πινάκες 18 και 19 φαίνεται η κοκκομετρική διαβάθμιση των υλικών για θεμέλιο και υποθέμελιο, όπως καθορίζεται από τον Τόμο Γ του Τμήματος Δημοσίων Έργων, των Τεχνικών Προδιαγραφών για οδικά και τεχνικά έργα (Τμήμα Δημοσίων Έργων, 2020).

Πίνακας 18: Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού Τύπου 1

Άνοιγμα Κόσκινου CYS EN 933-2* (mm)	Ποσοστό που διέρχεται από τα κόσκινα κατά βάρος (%)
	0/32 GA80
63	100
45	98-100
31,5	80-99
20	60-82
16	52-76
10	40-62
6,3	30-50

4	22-42
2	13-34
1	9-27
0,063	0-9

* Κόσκινα σύμφωνα με το ISO 3310-1 & 3310-2 και ISO 565

Πίνακας 19: Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού Τύπου 2

Άνοιγμα Κόσκινου CYS EN 933-2* (mm)	Ποσοστό που διέρχεται από τα κόσκινα κατά βάρος (%)
	0/32 GA80
80	-
63	100
45	98-100
40	-
31,5	80-99
20	60-99
16	52-99
10	40-85
6,3	30-70
4	22-60
2	13-48
1	9-40
0,063	3-15

* Κόσκινα σύμφωνα με το ISO 3310-1 & 3310-2 και ISO 565

Τα αδρανή υλικά από τα οποία συνίσταται το θεμέλιο, υποθεμέλιο και ερείσματα πρέπει να προέρχονται από θραύση σκληρού πετρώματος, να αποτελούνται από σκληρά, υγιή και καθαρά τεμάχια και κόκκους, απαλλαγμένα από μαλακά ή διαβρωμένα υλικά και επικολημένους ρύπους και να είναι διαβαθμισμένο μείγμα που θα συνάδει με τις απαιτήσεις του Προτύπου CYS EN13242 όπως φαίνονται στον Πίνακα 20 (Υπουργείο Εσωτερικών, 2011).

Πίνακας 20: Επίπεδα των βασικών απαιτήσεων των προϊόντων για χρήση σε τεχνικά έργα και οδοποιία σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 13242.

CYS EN 13242: Αδρανή υλικά σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία					
Παράγραφος στα Πρότυπα	ΙΔΙΟΤΗΤΑ		ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟ ΟΡΙΟ		
	ΕΛΛΗΝΙΚΑ	ΑΓΓΛΙΚΑ	ΑΔΡΑΝΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΔΡΑΝΗ ΥΠΟΘΕΜΕΛΙΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΑΔΡΑΝΗ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΩΣΕΩΝ
4.4	Σχήμα χονδρών αδρανών	Particle shape of coarse aggregates	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία F120	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία F135	Δηλώνεται η κατηγορία F1
4.2	Μέγεθος Αδρανών	Particle size	Δηλώνεται το d/D του προϊόντος. Το d=0	Δηλώνεται το d/D του προϊόντος. Το d=0	Δηλώνεται το d/D του προϊόντος.
5.4	Πυκνότητα αδρανών	Particle density	Η τιμή να μην είναι μικρότερη από 2,00Mg/m ³ ως ξηρή πυκνότητα	Η τιμή να μην είναι μικρότερη από 2,00Mg/m ³ ως ξηρή πυκνότητα	Η τιμή να μην είναι μικρότερη από 2,00Mg/m ³ ως ξηρή πυκνότητα
4.6	Περιεκτικότητα σε παιπάλη	Fines content	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία f9	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία f15	Δηλώνεται η κατηγορία f
4.7	Ποιότητα παιπάλης	Fines quality	Όταν η περιεκτικότητα σε παιπάλη είναι μεγαλύτερη του 3% δηλώνονται το MB και το SE4. Πρέπει το MB να είναι όχι μεγαλύτερο των 10g/Kg ή το SE4 να είναι όχι μικρότερο του 30%.	Όταν η περιεκτικότητα σε παιπάλη είναι μεγαλύτερη του 3% του MB δηλώνεται και είναι όχι μεγαλύτερο των 20g/Kg.	Όταν η περιεκτικότητα σε παιπάλη είναι μεγαλύτερη του 3% του MB δηλώνεται και είναι όχι μεγαλύτερο των 20g/Kg.
4.5	Ποσοστό θραυστών επιφανειών χονδρών	Percentage of crushed surfaces of coarse	Επιτρεπτή κατηγορία C90/3	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δεν υπάρχει απαίτηση

	αδρανών	aggregates			
5.2	Αντοχή σε κατακερματισμό χονδρών αδρανών	Resistance to fragmentation of coarse aggregates	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία LA35	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία LA50	Δηλώνεται η κατηγορία LA
6.2	Θειικά διαλυτά σε οξύ	Acid soluble sulfates	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δηλώνεται η κατηγορία AS, όταν τα αδρανή θα επιχωματώσουν ή θα επιχώσουν υλικά που οξειδώνονται.
6.3	Συνολική περιεκτικότητα θείου	Total sulfur	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δηλώνεται η κατηγορία S, όταν τα αδρανή θα επιχωματώσουν ή θα επιχώσουν υλικά που οξειδώνονται.
6.4.3	Υδροδιαλυτά συστατικά	Water soluble constituents	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δεν υπάρχει απαίτηση	Δηλώνονται τα αποτελέσματα της σχετικής δοκιμής, όταν τα αδρανή θα επιχωματώσουν ή θα επιχώσουν υλικά που οξειδώνονται.
7.3.3	Αντοχή σε ψύξη-απόψυξη	Durability against freeze thaw	Ανώτατη επιτρεπτή κατηγορία MS35 για το χονδρό αδρανές (3). Δεν υπάρχει απαίτηση στα λεπτά αδρανή (4)	Δηλώνεται η κατηγορία MS για το χονδρό αδρανές (3). Δεν υπάρχει απαίτηση στα λεπτά αδρανή (4)	Δηλώνεται η κατηγορία MS για το χονδρό αδρανές (3). Δεν υπάρχει απαίτηση στα λεπτά αδρανή (4)

Σημειώσεις:

- 1) Χονδρό αδρανές στα πιο πάνω καθορισμένα διαβαθμισμένα μίγματα αδρανών σημαίνει το μέγεθος το μεγαλύτερο από 6,3mm

- 2) Τα κόσκινα που θα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του μεγέθους των προϊόντων είναι αυτά της βασικής σειράς μαζί με τη σειρά 2, όπως καθορίζονται στον Πίνακα (Table) 1, της παραγράφου 10 (clause)4, του προτύπου CYS EN 13242.
- 3) Η ιδιότητα της αντοχής σε ψύξης - απόψυξη για όλα τα χονδρά αδρανή, ελέγχεται με τη δοκιμή θειικού μαγνησίου (MS), σύμφωνα με το πρότυπο EN 1367-2:2009. Στη δοκιμή συμμετέχουν όλα τα κοκκομετρικά κλάσματα των χονδρών αδρανών συμπεριλαμβανομένων και των διαβαθμισμένων μιγμάτων, τα οποία έχουν ποσοστό μεγαλύτερο του 5% στα μεγέθη που ορίζονται στο Παράστημα Γ (Annex C) του προτύπου αυτού.
- 4) Το Υπουργείο Εσωτερικών θα προχωρήσει στη διεξαγωγή έρευνας καθορισμού ορίων ή/και μεθόδων ελέγχου όσον αφορά τη δοκιμή Αντοχή σε ψύξη - απόψυξη, σχετικά με τον έλεγχο των Λεπτών Αδρανών.

Για να μπορέσουν τα πιο πάνω υλικά να αντικατασταθούν από υλικά ΑΕΚΚ, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας Πλαίσιο 2008/98/ΕΚ της ΕΕ, πρέπει να πληρούν τις τεχνικές απαιτήσεις για τους συγκεκριμένους σκοπούς και να συμμορφώνονται προς την κείμενη νομοθεσία και τα πρότυπα που ισχύουν για τα προϊόντα αυτά, όπως επίσης η χρήση τους να μην έχει δυσμενή αντίκτυπο στο περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία και να υπάρχει αγορά και ζήτηση.

Συγκρίνοντας τον Πίνακα 8, στον οποίο φαίνεται η κοκκομετρική διαβάθμιση των υλικών ΑΕΚΚ, με τα επιτρεπτά όρια της κοκκομετρικής διαβάθμισης στους Πίνακες 18 και 19, παρατηρούμαι ότι τα ποσοστά χαλικιών, άμμου, ιλύος και αργίλου συνάδουν μεταξύ τους έκτος από το ποσοστό της αργίλου και της ιλύς. Σύμφωνα με τα πιο πάνω μπορεί να γίνει μερική αντικατάσταση των αδρανών υλικών από τα υλικά ΑΕΚΚ σε τεχνικά έργα και έργα οδοποιίας.

Η Κυπριακή Δημοκρατία βρίσκεται σε διαβουλεύσεις με τα εμπλεκόμενα τμήματα για να εντάξει την υποχρεωτική χρήση των υλικών ΑΕΚΚ στα τεχνικά έργα και έργα οδοποιίας με ποσοστό περίπου στο 20%.

Επίσης η χρήση των υλικών ΑΕΚΚ δεν πρέπει να έχει δυσμενή αντίκτυπο στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, και παρόλο που οι ποσότητες επικίνδυνων υλικών είναι μικρές σε σχέση με τη συνολική ποσότητα των ΑΕΚΚ, η Κυπριακή Δημοκρατία έχει θεσπίσει τον Νόμο 215(Ι)/2002, με τον οποίο ο διαχωρισμός πρέπει να γίνεται στην πηγή, έτσι ώστε να εντοπίζονται τα επικίνδυνα υλικά και να απομακρύνονται από αδειοδοτημένο εργολάβο. Έτσι θεωρείται ότι ακολουθείται η

ενδεδειγμένη διαδικασία, γίνεται απομάκρυνση των επικίνδυνων υλικών και στις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων μεταφέρονται τελικά μόνο τα μη επικίνδυνα υλικά.

5.6 Προτάσεις

Η χρήση των υλικών ΑΕΚΚ είναι πολύ σημαντική, τόσο στην οικονομία όσο και στο περιβάλλον. Προτείνεται η δημιουργία νέων μονάδων ανά το Παγκύπριο, οι οποίες θα δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας και θα μειώσουν την χρήση φυσικών πόρων. Επίσης θα γίνεται χρήση των παραγόμενων υλικών, τα οποία θα πωλούνται σε μειωμένες τιμές, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος κατασκευής ενός έργου.

Οι μονάδες ανακύκλωσης ΑΕΚΚ παράγουν διάφορα μεγέθη χαλικιών και άμμου, όπως και άλλων υλικών, λόγω του ότι παραλαμβάνουν υλικά από διάφορα έργα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, Ο σωστός διαχωρισμός θα βοηθήσει στη σωστή και αποτελεσματική εκμετάλλευση του κάθε παραγόμενου υλικού.

Η μοναδική χρήση του λεπτόκοκκου υλικού $\leq 2\text{mm}$ που παράγεται από τις μονάδες ΑΕΚΚ μέχρι σήμερα είναι οι επιχωματώσεις. Προτείνεται η ανάμειξή του με κόμποστ, κοπριά ή τύρφη έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό για χρήση στην ανάπλαση χώρων , όπως τα λατομεία και μεταλλεία αλλά και στα πρανή και στη διαχωριστική νησίδα των αυτοκινητόδρομων.

Επίσης προτείνεται η δημιουργία αναχώματος παράλληλα των αυτοκινητοδρόμων αλλά και η φύτευση φυτών και δέντρων της χλωρίδας της κάθε περιοχής. Οι ποσότητες των ΑΕΚΚ που παρήχθησαν μέσα σε τρία έτη, χωρίς να υπολογισθεί ότι μεγαλύτερες ποσότητες ΑΕΚΚ μπορούν να είναι διαθέσιμες μετά από επεξεργασία (σπάσιμο και διέλευση από κόσκινα) επαρκούν για τη δημιουργία αναχώματος τουλάχιστον 2 χιλ.. Εύκολα υπολογίζεται ότι για τη δημιουργία αναχώματος και στα δύο ρεύματα του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας-Λεμεσού, μήκους 84 χιλ. θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα ΑΕΚΚ 252 χρόνων. Συνεπώς, η ανάπτυξη συγκεκριμένου διαχειριστικού σχεδίου των υλικών αυτών, για την αξιοποίησή τους και στην ανάπλαση χώρων και στη δημιουργία περιοχών πρασίνου, μη προσβάσιμων στο κοινό, ή και προσβάσιμων κατόπιν των ενδεδειγμένων από τη νομοθεσία ελέγχων, είναι απαραίτητη.

Υλικό το οποίο μέχρι σήμερα μεταφερόταν σε υγειονομικούς χώρους ταφής, μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία χώρων πρασίνου με χαμηλό κόστος. Η χρήση αυτή θα βοηθήσει τόσο την οικονομία του Κράτους όσο και το περιβάλλον. Η πρακτική αυτή θα μειώσει σημαντικά την εξόρυξη πρώτων υλών, θα μειώσει την επιβάρυνση των χώρων υγειονομικής ταφής, θα μειώσει τους χώρους παράνομης απόρριψης αλλά και θα συμβάλει στην αειφορία των περιοχών όπου θα εφαρμοσθεί.

Τέλος, προτείνεται ο εντοπισμός των παράνομων χώρων εναπόθεσης υλικών ΑΕΚΚ παγκύπρια και η επεξεργασία των υλικών αυτών, η οποία θα βοηθήσει στην διαμόρφωση, επαναφορά και δεντροφύτευση της περιοχής καθώς και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Παράρτημα Α

Φωτογραφίες

Α.1 Φωτογραφίες εγκαταστάσεων διαλογής ΑΕΚΚ





Α.2 Φωτογραφίες παράνομων χώρων απόθεσης ΑΕΚΚ





Βιβλιογραφία

- Αναστασοπούλου, Μ., Βασιλείου, Β. και Καραλής Κ., 2012. “Ανακύκλωση οικοδομικών απορριμμάτων”, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
- Γεωπάρκο Τροόδους, 2019. Διαθέσιμο στο: <http://www.troodos-geo.org/cgi-bin/hweb?A=2&V=amiantos>.
- Γκαλμπένης, Τ. και Τσίμας, Σ., 2005. “Διαχείριση Οικοδομικών Απορριμμάτων- Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μπάνια, Γ.Φ., 2009. “Ανάπτυξη Συστήματος για την βέλτιστη Διαχείριση αποβλήτων από κατασκευαστικές δραστηριότητες”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Δερμιτζάκη, Σ., 2007. “Ο αμίαντος”, Πτυχιακή εργασία thesis, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2019. Διαθέσιμο στο: <https://www.eoan.gr/el/content/14/apovlita-ekskafo-n-kataskeuon-katedafiseon-aekk>
- Ευγενίου, Ε., 2020. Ποσότητες ΑΕΚΚ από το 2012-2017, Τμήμα Περιβάλλοντος (Προσωπική επικοινωνία 2/2020)
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0955&from=EL>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017. Ο ρόλος της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα στην κυκλική οικονομία
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019. Μια Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el
- Ηρακλής, 2020. Αδρανή υλικά. Όμιλος εταιριών ΗΡΑΚΛΗΣ, Διαθέσιμο στο: https://www.lafarge.gr/sites/greece/files/atoms/files/05_12selido_adrani.pdf

- Κακλόπουλος, Σ., 2015. “Ανακύκλωση και διαχείριση αδρανών υλικών”, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ελλάδα.
- Καρτσωνάκη, Μ., 2006. “Επίδραση της Συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής οργανικών υλικών”, Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυσικής, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
- Κωνσταντοπούλου, Φ., 2015. «GREEN BUILDING», Πανεπιστήμιο Πειραιά
- Κρατική Υπηρεσία Περιβάλλοντος Βαυαρίας, 2014. Διαθέσιμο στο: https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_36_laerm_strasse_schiene.pdf
- Κρατική Υπηρεσία Περιβάλλοντος Βαυαρίας, 2018. Διαθέσιμο στο: <https://www.lfu.bayern.de/laerm/strassenverkehr/abschirmung/index.htm>
- Λουπασάκης, Κ., 2013. Σημειώσεις Μαθήματος Τεχνική Γεωλογία ΙΙ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διαθέσιμο από: http://www.legah.metal.ntua.gr/pdf/tex2/2014/dialexis/08%20Τεχνικής%20Γεωλογίας%20ΙΙ%20_%20Αδρανή%20υλικά.pdf
- Μουσιόπουλος, Ν. και άλλοι, 2008. “Αξιοποίηση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων”, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ. – Πανεπιστημιούπολη, Θεσσαλονίκη
- Πετσόπουλος, Ι., 2019. “Η Εναλλακτική Διαχείριση των μη Επικίνδυνων Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) στις Κυκλάδες και Εναλλακτική Πρόταση Χρήσης των Ανακτώμενων Υλικών της”, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
- Σαββίδης, Μ., 2020. Αδρανή υλικά. Όμιλος εταιριών Μ. Σαββίδης (Σκύρα Βάσας) Λτδ, Διαθέσιμο από: <https://skyravassas.com/m-s-skyra-vassas-ltd/#1484209656247-2cd7f0b4-8423c7ad-d3db4181-34e4>)
- Σκορδίλης, Α., 2011. “Παρουσίαση Οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα Απόβλητα”, Διάλεξη του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας.

Τμήμα Δημοσίων Έργων, 2020. Διαθέσιμο στο:
[http://www.mcw.gov.cy/mcw/PWD/pwd.nsf/all/A704AC6F815C2C3BC22579A600358043/\\$file/%CE%A4%CE%9F%CE%9C%CE%9F%CE%A3%20%CE%93%20-%20%20%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%20-%205-2020\(25.05.20\).pdf?openelement](http://www.mcw.gov.cy/mcw/PWD/pwd.nsf/all/A704AC6F815C2C3BC22579A600358043/$file/%CE%A4%CE%9F%CE%9C%CE%9F%CE%A3%20%CE%93%20-%20%20%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%20-%205-2020(25.05.20).pdf?openelement)

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2016. Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, Διαθέσιμο στο:
http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/page20_gr/page20_gr?OpenDocument

Τμήμα Περιβάλλοντος Κύπρου, 2019α. Διαθέσιμο στο:
<http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/8FF31E700BD2002C225807C00336E25?OpenDocument>

Τμήμα Περιβάλλοντος Κύπρου, 2019β. Διαθέσιμο στο:
<http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/8FF31E700BD2002C225807C00336E25?OpenDocument>.

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2020. Ο Περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων Νόμος - (Ν. 215(I)/2002), Διαθέσιμο στο:
[http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/422FEC1A3B218D09C225807C003781BA/\\$file/N215\(I\)-2002.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/422FEC1A3B218D09C225807C003781BA/$file/N215(I)-2002.pdf)

Υπηρεσία Μεταλλείων Κύπρου, 2019. Διαθέσιμο στο:
http://www.moa.gov.cy/moa/mines/minesSrv.nsf/dmlindex_gr/dmlindex_gr?OpenDocument

Υπουργείο Εσωτερικών, 2011. Το περί του Καθορισμού των Επιπέδων των Βασικών Απαιτήσεων Ορισμένων Προϊόντων Δομικών Κατασκευών Διάταγμα του 2011 (Κ.Δ.Π. 164/2011), Διαθέσιμο στο:
<http://www.moi.gov.cy/moi/moi.nsf/All/40B39D6E8848ECD6C2257B89002EDE7B>

Φρέρης, Δ., 2017. “Επιχειρηματικός Σχεδιασμός Μονάδας Ανακύκλωσης Αδρανών Υλικών”, ΤΕΙ Κρήτης

- Anonymous, 2017. "Bevölkerung muss vor Lärm geschützt werden". Available at: <https://www.gossauer-nachrichten.ch/gossau/detail/article/bevoelkerung-muss-vor-laerm-geschuetzt-werden-00116091/>
- Arellano, D., Özer, A.T., Bartlett, S.F. and Vaslestad, J., 2018. 5th International Conference on Geofoam Blocks in Construction Applications Proceedings of EPS 2018, Springer.
- Atkinson, J., 2000. "Soil description and classification", City University of London, Available at: <https://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech>
- Castro, M. et al., 2019. "Promotion of plant growth in soils degraded by urban mining through the addition of construction and demolition waste", The Journal of Solid Waste Technology and Management, Volume 45, Number 1, Ingenta.
- Christensen, T. and Andersen, L., (2010). "Solid Waste Technology & Management", Chapter 2.5: Construction and Demolition Waste, Wiley
- Coronado, M. et al., 2011. "Estimation of Construction and Demolition Waste (C&DW) Generation and Multicriteria Analysis of C & DW Management", Waste and Biomass Valorization volume 2 pages 209-225, SpringerLink
- Doula, M.K., Elaiopoulos, K., Kouloumpis, P. and Zorpas, A.A. (2015). "Composting pistachio wastes: The use of clinoptilolite to improve compost quality". 5th International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2015), 14 - 18 June 2015, Mykonos Island, Greece).
- Doula, M.K., Sarris, A. 2016. "Soil Environment". In: Environment and Development, S. Pouloupoulos & V. Inglezakis (Eds) pp. 213-286. Elsevier, ISBN: 9780444627339
- El-Sayed G. K., 2015. "Some Physical and Chemical Properties of Compost". Int J Waste Resources 5: 172. doi: 10.4172/2252-5211.1000172
- Esin, T. and Cosgun, N., 2007. "A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey", Building and Environment, Volume 42, Issue 4, Pages 1667-1674, Elsevier.
- Europa, 1975. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1966/404/oj?locale=el>

- Europa, 1990. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0156:EL:HTML>
- EUROSTAT, 2011. Διαθέσιμο στο: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5579424/KS-SF-11-044-EN.PDF/df200003-4957-4faa-b148-66d52caee458>
- EUROSTAT, 2017. Διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/el
- EUROSTAT, 2019. Διαθέσιμο στο: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9629294/8-04032019-BP-EN.pdf/295c2302-4ed1-45b9-af86-96d1bbb7acb1>
- Fatta, D., Papadopoulos, A., Kourmoussis, F., Mentzis, A., Sgourou, E., Moustakas, K. and Loizidou, M., 2002. "Generation and management of construction and demolition waste in Greece", National Technical University of Athens, Thomas Telford
- Luo, H., Guo, H.L., Gao, Y.S. and Liu, J.J., 2018. "A Study of Using Construction Waste and Recyclable Materials in Modern Landscape Design", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Science.
- Manal, M.H., Assem, A. A., Farag, A.A. and Tawfeek, A., 2017. "The Action and Interaction of Different Planting Dates and Organic Fertilizers on the Growth and Yield of Okra Plants", Journal of Agriculture and Ecology Research International pp.1-14 ISSN: 2394-1073
- Martinho F. C. G., Picado-Santos L. G. and Capitão S. D., 2018. "Feasibility Assessment of the Use of Recycled Aggregates for Asphalt Mixtures. Sustainability", Volume 10, issue 6, doi.org/10.3390/su10061737
- Misra, R.V., Roy and R.N., Hiraoka, H. 2003. "On-farm composting methods". Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Raoa A., Jhab K.N. and Misraa S., 2006. "Use of aggregate from recycled construction and demolition waste in concrete" *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 50, Issue1, pp.71-81, ScienceDirect, doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.05.010

Shami M., 2006. A comprehensive review of building deconstruction and salvage: deconstruction benefits and hurdles, *International Journal of Environmental Technology and Management*, Volume 6, issue 3-4, doi.org/10.1504/IJETM.2006.008998

Norton, D., Shainberg, I., Cihacek, L., and Edwards, J.H., 1999. Erosion and soil chemical properties. In: Lal, R. (Ed.), *Soil Quality and Soil Erosion*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 39-56 pp