

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΞΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ

ΤΟΥ ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙΟΥ

ΑΝΤΩΝΗΣ Ν. ΚΑΛΟΜΕΝΟΠΟΥΛΟΣ

Τριμελής Επιτροπή : Ευάγγελος Γιδαράκος. Καθηγητής (Επιβλέπων)

Ευάγγελος Γρηγορούδης. Αναπληρωτής Καθηγητής

Βασίλειος Κουϊκόγλου. Καθηγητής

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην εκπόνησή της. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Ευάγγελο Γιδαράκο για την ανάθεση αυτού του πολύ ενδιαφέροντος θέματος. Μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα πολύ σημαντικό θέμα όπως είναι τα Στερεά Απόβλητα, στο Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και επικίνδυνων Αποβλήτων του Πολυτεχνείου Κρήτης. Επίσης τον ευχαριστώ για τις πολύτιμες συμβουλές του και τις γνώσεις που μου μετέφερε.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την υποψήφια διδάκτορα κ. Φραντζέσκα Πελλέρα για τη βοήθειά της και την άμεση ανταπόκρισή της σε οτιδήποτε χρειάστηκε. Ήταν πάντα διαθέσιμη να ασχοληθεί με κάθε απορία μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τους καθηγητές κ. Ευάγγελο Γρηγορούδη και κ. Βασίλειο Κουϊκόγλου για την αποδοχή τους να συμμετάσχουν στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κωνσταντίνο Μουρτζανό για την βοήθειά του κατά την διαδικασία της δειγματοληψίας στο χώρο του ΧΥΤΑ Αμαρίου, τους φίλους μου για τα ωραία φοιτητικά χρόνια που περάσαμε και φυσικά την οικογένεια μου που είναι πάντα δίπλα μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙΟΥ	10
2.1 Γεωγραφική Θέση	10
2.2 Απορριμματικό φορτίο	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	12
3.1 Κατηγορίες Στερεών Αποβλήτων	12
3.1.1. Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.)	13
3.1.2 Ειδικά απόβλητα	15
3.2 Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων	16
3.2.1 Πρόληψη – Μείωση στην Πηγή.....	18
3.2.2 Επαναχρησιμοποίηση.....	18
3.2.3 Ανακύκλωση	19
3.2.4 Κομποστοποίηση (ή λιπασματοποίηση ή βιοσταθεροποίηση)	25
3.2.5 Αναερόβια χώνευση	26
3.2.6 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	27
3.2.6 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ).....	28
3.2.7 Τελική διάθεση των υπολειμμάτων.....	29
3.3 Στραγγίσματα	29
3.4 Εν δυνάμει τοξικά μέταλλα	30
3.4.1 Ορισμός	30
3.4.2 Πηγές εν δυνάμει τοξικών μετάλλων	30
3.4.3 Περιβαλλοντικός κίνδυνος	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΩΝ Α.Σ.Α.	35
4.1 Μεθοδολογία δειγματοληψίας	35
4.2 Υπολογισμός απαιτούμενου αριθμού δειγμάτων.....	37
4.3 Εργαστηριακές αναλύσεις	40
4.3.1 Εισαγωγή	40
4.3.2 Περιγραφή συσκευών.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ	46
5.1 Αποτελέσματα ICP-MS	46
5.1.1 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα πλαστικού Α΄ δειγματοληψίας	47
5.1.2 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα ζυμώσιμων Α΄ δειγματοληψίας	48
5.1.3 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα χαρτιού Α΄ δειγματοληψίας	48

5.1.4 Αποτελέσματα ICP-MS από χώνευση για τα δείγματα πλαστικού Β΄ δειγματοληψίας	49
5.1.5 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα ζυμώσιμων Β΄ δειγματοληψίας.....	50
5.1.5 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα χαρτιού Β΄ δειγματοληψίας.....	51
5.1.6 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα πλαστικών μπουκαλιών νερού Β΄ δειγματοληψίας	52
5.1.7 Αποτελέσματα ICP-MS από χώνευση για τα δείγματα έντυπου υλικού Β΄ δειγματοληψίας	53
5.2 Αποτελέσματα ICP-MS από TCLP για τα δείγματα των ζυμώσιμων Β΄ δειγματοληψίας	54
5.3 Συμπεράσματα	55
5.4 Προτάσεις	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	61

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την πάροδο των χρόνων τα αστικά απόβλητα αυξάνονται με ραγδαίο ρυθμό μιας και αυξάνεται ο πληθυσμός στις πόλεις, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η σωστή διαχείρισή τους.

Η πιο καθιερωμένη μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων που χρησιμοποιείται παγκοσμίως, και ως επί των πλείστον στην Ελλάδα, είναι η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων.

Τα στραγγίσματα από τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) περιέχουν σύνθετους οργανικούς ρύπους, με αποτέλεσμα η επεξεργασία τους να έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία στις μέρες μας. Εκτός από τις μεγάλες ποσότητες οργανικού υλικού εντός των στραγγισμάτων υπάρχουν επίσης εν δυνάμει τοξικά μέταλλα, χλωριωμένα οργανικά ή ανόργανα άλατα και γενικά διάφορες ουσίες που ενδέχεται να ρυπάνουν τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Γι' αυτό κατά την κατασκευή ενός ΧΥΤΑ απαιτείται εγκατάσταση συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ώστε να αποφευχθούν διαρροές αυτών μέσω του εδάφους και του υπεδάφους και στη συνέχεια να επέλθει περαιτέρω επιβάρυνση στους υπόγειους υδροφορείς.

Η έλλειψη πρόνοιας για διαχωρισμό και απομάκρυνση συγκεκριμένων υλικών όπως είναι τα τοξικά μέταλλα, αποδεδειγμένα οδηγεί σε παραγωγή επικινδύνων αέριων ρύπων αλλά και τοξικών στραγγισμάτων. Γι αυτό χρειάζεται μια συγκεκριμένη στρατηγική διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, με στόχο τη μείωση των υλικών στο στάδιο της παραγωγής και της κατανάλωσης, την ανακύκλωση, την ανάκτηση, την επαναχρησιμοποίησή τους και, τέλος, την ταφή.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται έλεγχος των απορριμμάτων στο χώρο υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) Αμαρίου, για την ύπαρξη εν δυνάμει τοξικών μετάλλων. Σε πρώτο στάδιο έλαβε χώρα η χειροδιαλογή των απορριμμάτων σε κατάλληλο διαμορφωμένο χώρο στο ΧΥΤΑ Αμαρίου και εν συνεχεία η επεξεργασία τους στο Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων της Σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η ανάλυση των δειγμάτων για ανιχνεύσεις τοξικών μετάλλων έλαβε χώρα με χρήση του επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος με φασματομετρία μαζών ICP-MS στο εργαστήριο Υδρογεωχημικής Μηχανικής και Αποκατάστασης Εδάφων.

ABSTRACT

As years go by, the urban waste is getting increased rapidly, as a result of the cities' population increase, so it is essential to have the right management.

The simplest and economic waste management system that is used worldwide, and mostly in Greece, is the sanitary burial of litter.

The leachates from the places of litter sanitary burial (landfills) contain complex organic pollutants, having as a result their treatment to acquire particular importance in our days. Apart from big quantities of organic material inside the wrings, there are also potential toxic metals, chlorinated organic or inorganic salts and in general various substances that probably pollute the ground and underground waters. That's why at the manufacture of a landfill it is required an installation of leachates collection and treatment systems, to avoid leaks of them via the ground and the subsoil and accordingly to have further encumbrance in the underground water-bearings stratum.

The lack of providence for segregation and removal of concrete materials such as the heavy metals, it is proven to lead to production of both dangerous airy pollutants and toxic leachates. This is why it needs a concrete strategy of solid waste management, aiming at the reduction of materials in the stage of production and consumption, the recycling, the recuperation and the re-use and finally the burial of them.

In the present diplomatic study there becomes an investigation on the litter in the place of sanitary burial (landfill) of Amario, for the existence of potential toxic metals. In the first stage, a by-hand sorting of the litter took place in suitably formed place in the landfill of Amario and in continuity their treatment in the Laboratory of Toxic and Dangerous Waste Management (LTDWM), of the Department of Environment Engineers of the Technical university of Crete. The analysis of samples for detections of toxic metals took place with the use of inductively conjugated plasma with ICP-MS spectrometry of masses in the laboratory of Hydrogeochemical Engineering and Re-establishment of Grounds.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση αστικών απορριμμάτων συνεχίζει να αποτελεί σήμερα ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα. Σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση της Eurostat η παραγωγή δημοτικών αποβλήτων στην Ευρώπη παρουσιάζει τάσεις σταθεροποίησης στα 520 κιλά ανά κάτοικο τα τελευταία χρόνια, από το 2002 και μετά (Eurostat, 2015). Στη χώρα μας για την περίοδο του 2013 σύμφωνα με την ίδια έκθεση, καταλήγει το 81% των αστικών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, το 16% ανακυκλώνεται, και το 4% κομποστοποιείται, ενώ υπολογίζεται ότι αναλογούν περίπου 506 κιλά αστικών απορριμμάτων ανά κάτοικο ετησίως (Eurostat, 2015). Η διαχείριση των απορριμμάτων δεν είναι ένα πρόβλημα το οποίο εμφανίστηκε πρόσφατα στην Ελλάδα, αλλά αποτελεί ένα μείζον θέμα εδώ και δεκαετίες, όπως επίσης αντιμετωπίζεται και στις υπόλοιπες χώρες του πλανήτη. Παρόλη την πρόοδο που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας, δεν έχει επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη και ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων, με αποτέλεσμα να μας επιβάλλονται μεγάλα χρηματικά πρόστιμα.

Η παραγωγή των αστικών απορριμμάτων είναι συνδεδεμένη με την παρουσία του ανθρώπου σε μία περιοχή. Το φαινόμενο της απόρριψης υλικών άρχισε να διευρύνεται όταν ο άνθρωπος μπόρεσε να δημιουργήσει υλικά που δεν ήταν άμεσα προϊόντα της φύσης αλλά παράγωγα χημικών διεργασιών. Επίσης γι' αυτήν την έξαρση παραγωγής αστικών απορριμμάτων ευθύνεται η ραγδαία άύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού τους τελευταίους αιώνες (ο πληθυσμός της γης από 1 δις. στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, έχει περίπου σήμερα επταπλασιαστεί).

Αποτέλεσμα αυτού είναι η έντονη ανησυχία των κυβερνήσεων, των ερευνητών, του Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης αλλά και των κατοίκων όσον αφορά στη σωστή διαχείριση και διάθεση των αστικών στερεών και υγρών αποβλήτων. Παρατηρείται λοιπόν αυξημένο ενδιαφέρον από τους πολίτες αλλά και από την πολιτεία για την ανακύκλωση με στόχο τη μείωση των παραγόμενων αποβλήτων στην πηγή παραγωγής τους. Επομένως, κάθε σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, πρέπει να σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ο οποίος θα εξασφαλίζει με σειρά προτεραιότητας τα παρακάτω:

- Την ελαχιστοποίηση της παραγωγής απορριμμάτων, με ενθάρρυνση της μείωσης του καταναλωτισμού.
- Την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή τους.

- Τον έλεγχο των απορριμμάτων και στραγγισμάτων και
- Την ανάκτηση ενέργειας, σε ειδικές εγκαταστάσεις με παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας καθώς και την παραγωγή βελτιωτικού εδάφους (ΕΕΔΣ.Α., 2012)

Επομένως εφαρμόζοντας τις παραπάνω αρχές στη διαχείριση των απορριμμάτων, δε θα υπάρξει επιβάρυνση για το περιβάλλον, αντιθέτως τα απορρίμματα θα μπορούν να θεωρηθούν ως μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας και μάλιστα σε μια εποχή που οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται. Επιδίωξη λοιπόν αποτελεί η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των αποβλήτων εν γένει, η σωστή χρήση προηγμένων μεθόδων επεξεργασίας και η τελική διάθεση όλων των υπολειμμάτων σε μελλοντικούς ΧΥΤΥ.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ο έλεγχος των αστικών απορριμμάτων και η ποιοτική ανάλυση με σκοπό την ύπαρξη εν δυνάμει τοξικών μετάλλων, κατά την άφιξή τους στο χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΧΥΤΑ ΑΜΑΡΙΟΥ

2.1 Γεωγραφική Θέση

Ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Αμαρίου κατασκευάστηκε το 1997 με σκοπό την εξυπηρέτηση της επαρχίας Αμαρίου και βρίσκεται στη θέση «Κουλέ Μασχάλια» του Δήμου Αμαρίου της περιφερειακής ενότητας Ρεθύμνου. Από το 1999 δέχεται τα απορρίμματα 7 δήμων του Νομού Ρεθύμνου, ποσότητα πολύ μεγαλύτερη απ' όση είχε προβλεφτεί στον αρχικό σχεδιασμό. Μετά την παύση λειτουργίας του ΧΥΤΑ Μαρουλά το 2006 ο ΧΥΤΑ Αμαρίου εξυπηρετεί το σύνολο της περιφερειακής ενότητας Ρεθύμνου (Δήμος Αμαρίου, Δήμος Αγίου Βασιλείου, Δήμος Ανωγείων, Δήμος Μυλοποτάμου και Δήμος Ρεθύμνης).

Η συνολική έκταση του ΧΥΤΑ Αμαρίου ανέρχεται σε 179 στρέμματα και βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου 650 μέτρων. Η περιοχή χαρακτηρίζεται ως ορεινή, με χαμηλή βλάστηση και δεν υπάρχουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις για αρκετά χιλιόμετρα περιμετρικά του ΧΥΤΑ.

Οι αρχικές μελέτες που είχαν εκπονηθεί για τον ΧΥΤΑ Αμαρίου, όπως ήταν λογικό δεν λάμβαναν υπόψη τον υπερδιπλασιασμό του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, γι' αυτό κρίθηκε απαραίτητη η διεξαγωγή νέων μελετών.

Ο ΧΥΤΑ έχει κατασκευαστεί σε δύο φάσεις (Α' και Β') και η Α' φάση του χωρίζεται σε δύο κύτταρα. Σε λειτουργία αυτή τη στιγμή βρίσκεται η Α' φάση του ΧΥΤΑ, ενώ η Β' φάση θα λειτουργήσει μετά την πλήρωση με απορρίμματα της Α' φάσης (Ερευνητικό πρόγραμμα για πιθανή ρύπανση στην περιοχή του ΧΥΤΑ Αμαρίου, εκτίμηση επικινδυνότητας και πρόταση για μέτρα αποκατάστασης, Ε. Γιδάρáκος, 2013).

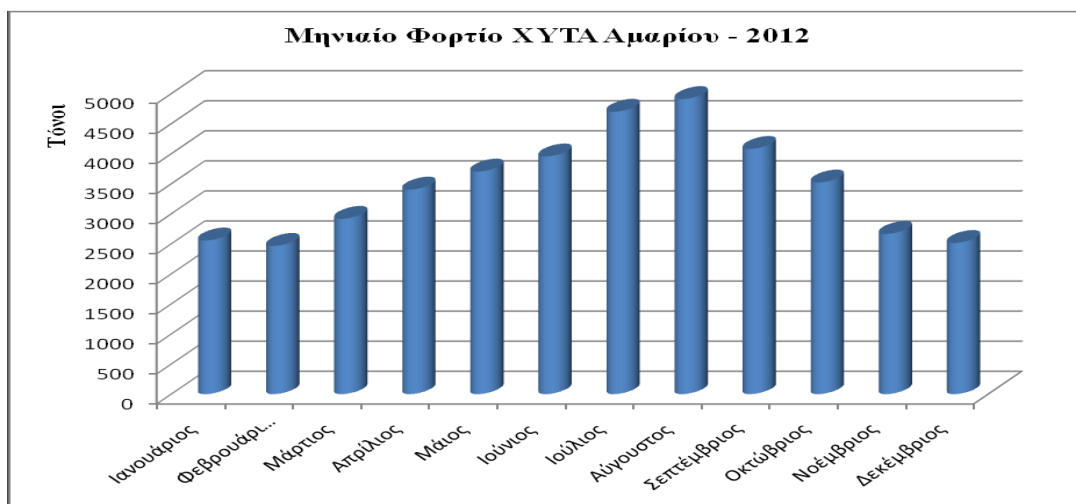


Εικόνα 1: ΧΥΤΑ Αμαρίου (Ερευνητικό πρόγραμμα για πιθανή ρύπανση στην περιοχή του ΧΥΤΑ Αμαρίου, εκτίμηση επικινδυνότητας και πρόταση για μέτρα αποκατάστασης, Ε. Γιδάρáκος, 2013).

2.2 Απορριμματικό φορτίο

Ο ΧΥΤΑ Αμαρίου δέχεται απορριμματικό φορτίο της τάξης των 45000 τόνων αστικών απορριμμάτων ετησίως. Εκτός αυτών στο πεδίο αποτίθεται βιολογική ιλύς, που προέρχεται από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, αλλά και ιλύς που παράγεται στην εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ.

Την περίοδο της αυξημένης τουριστικής κίνησης (Μάιος- Σεπτέμβριος), παρατηρείται αύξηση της παραγωγής στερεών αποβλήτων. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η μηνιαία διακύμανση του εισερχόμενου στο ΧΥΤΑ απορριμματικού φορτίου, για το έτος 2012. Η συνολική ποσότητα για το έτος 2012 ήταν 41385 τόνοι, ενώ η αντίστοιχη για το έτος 2011 ήταν 46825 τόνοι απορριμμάτων.



Εικόνα 2: Μηνιαίο φορτίο Αστικών Απορριμμάτων ΧΥΤΑ Αμαρίου κατά το έτος 2012 (Ερευνητικό πρόγραμμα για πιθανή ρύπανση στην περιοχή του ΧΥΤΑ Αμαρίου, εκτίμηση επικινδυνότητας και πρόταση για μέτρα αποκατάστασης, Ε. Γιδαράκος, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

3.1 Κατηγορίες Στερεών Αποβλήτων

Τα στερεά απόβλητα διαχωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

α. Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.).

β. Ειδικά απόβλητα:

β1. Επικίνδυνα απόβλητα

β2. Μη επικίνδυνα απόβλητα.

β3. Νοσοκομειακά απόβλητα.

Αναλυτικότερα τα Σ.Α. περιλαμβάνουν:

- Αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κλπ.)
- Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ουσιών) απόβλητα που δε μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά (ορισμένα βιομηχανικά, τοξικά ή αδρανή, και απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας).
- Πετρελαιοειδή απόβλητα (προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, διυλιστήρια, χημικά εργοστάσια, ναυπηγεία, κλπ.).
- Απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
- Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων.
- Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα)
- Απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων.
- Ιλεις από την επεξεργασία αστικών λυμάτων και τη βιομηχανία.
- Απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων.
- Ιατρικά απόβλητα.
- Ελαστικά.
- Σκράπ (π.χ. αποσυρθέντων αυτοκινήτων, παλαιών ηλεκτρονικών υπολογιστών, κ.λπ.) (Γιδαράκος, 2012).



Εικόνα 3: Στερεά απόβλητα στο ΧΥΤΑ Αμαρίου

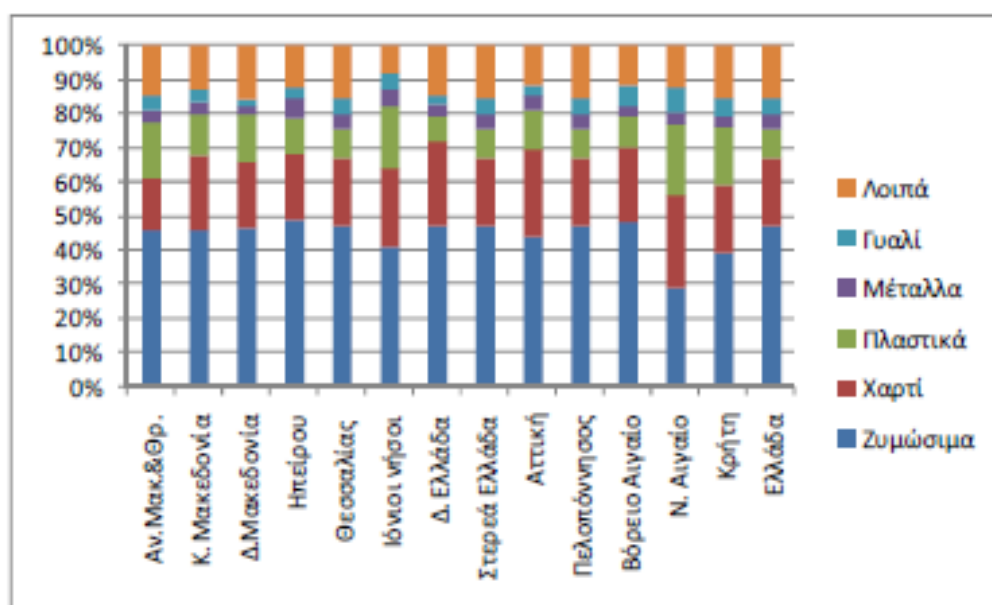
3.1.1. Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.)

Τα Α.Σ.Α. είναι οικιακά και παρεμφερή Στερεά Απόβλητα (ή αστικά απορρίμματα) και περιλαμβάνουν τα απόβλητα που παράγονται κυρίως από οικισμούς, αλλά και τα απόβλητα άλλων δραστηριοτήτων που προσομοιάζουν με αυτά. Οι κυριότερες πηγές παραγωγής οικιακών και παρεμφερών απορριμμάτων, είναι οι κατοικίες, τα εμπορικά καταστήματα και άλλες «αστικές δραστηριότητες (π.χ. εστιατόρια, καφετέριες, ξενοδοχεία, βιοτεχνίες κλπ). Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και Σ.Α. που παράγονται από άλλες δραστηριότητες, αλλά προσομοιάζουν με τα αστικά απορρίμματα. Τέτοια είναι π.χ. ένα τμήμα των Νοσοκομειακών στερεών απορριμμάτων, απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών κλπ.

Τα οικιακά απορρίμματα αποτελούν ένα ιδιαιτέρως ανομοιογενές μείγμα υλικών. Η ποιοτική τους ανάλυση αποσκοπεί στο να προσδιορίσει βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες υλικών σε αυτά, προκειμένου να λάβει χώρα η κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, κ.λπ.).

Πίνακας 1: Μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (Eurostat, 2009)

Ρεύμα Αποβλήτων	Ποσοστό κ.β. (%)
Τροφικά υπολείμματα (οργανικά)	40
Χαρτί- χαρτόνι	29
Πλαστικά	14
Μέταλλα	3
Γυαλί	3
Απόβλητα από κήπους και πάρκα	2
Υπόλοιπα	9
ΣΥΝΟΛΟ	100



Εικόνα 4: Ποιοτική σύσταση Α.Σ.Α. στις περιφέρειες της Ελλάδας (Eurostat, 2009)

Η κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής ομάδες (κλάσματα) υλικών:

Ζυμώσιμα (οργανικό βιοαποδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων): Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου.

Χαρτί: Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.

Μέταλλα: Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Δόκιμος είναι ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα, με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες, λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.

Γυαλί: Το γυαλί διαχωρίζεται σε λευκό, καφέ και πράσινο, όσον αφορά στην ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.

Πλαστικό: Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας, ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).

Δέρμα-Ξύλο-Ύφασμα-Λάστιχο: Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα (ΔΕΥΛ).

Αδρανή: Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λπ.).

Λοιπά: Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

3.1.2 Ειδικά απόβλητα

α. Επικίνδυνα απόβλητα

Ως επικίνδυνο απόβλητο ορίζεται κάθε Σ.Α. ή συνδυασμός Σ.Α., τα οποία λόγω της ποιότητάς τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, έχουν την ιδιότητα να προκαλούν ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν έως και το θάνατο (Turkez, 2012) και να μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα) με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας (Stankovic et al., 2014).

β. Μη επικίνδυνα απόβλητα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα.

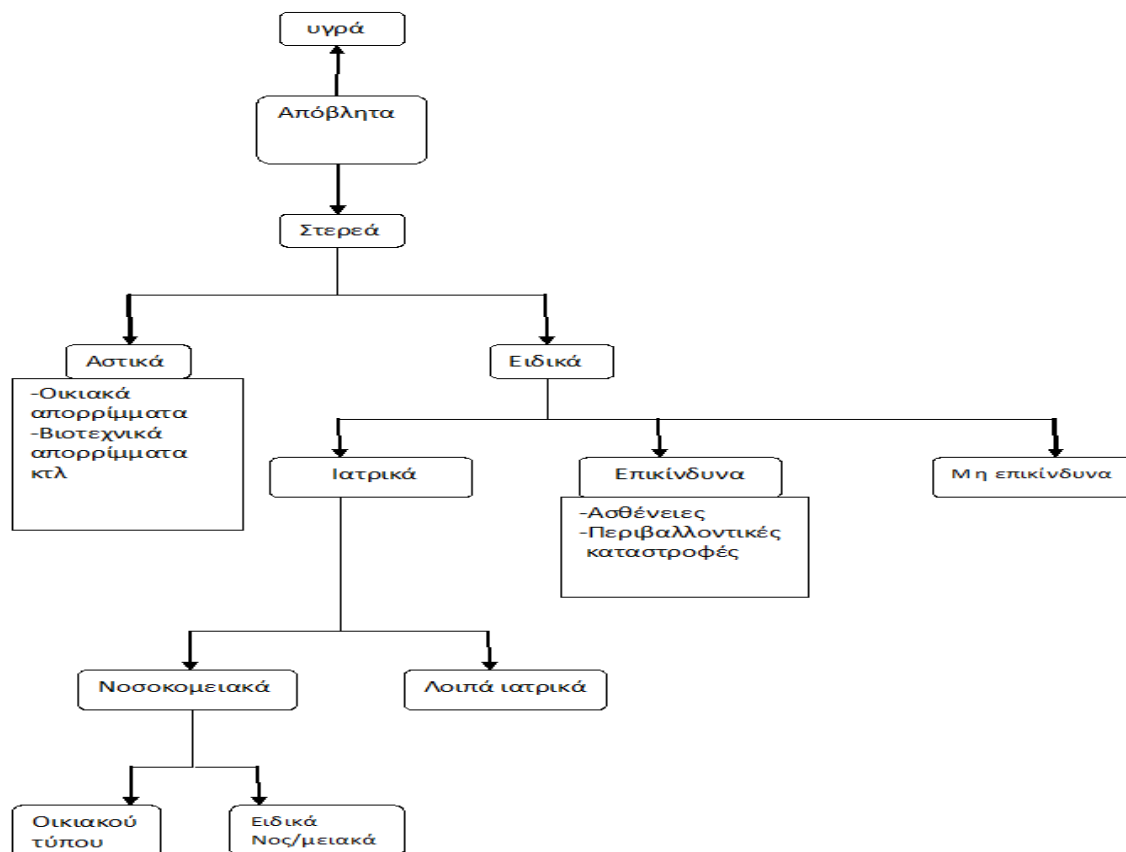
γ. Ιατρικά απόβλητα

- Νοσοκομειακά.
- Λοιπά ιατρικά και φαρμακευτικά απόβλητα.

Ο όρος «νοσοκομειακά απόβλητα» αναφέρεται στα απόβλητα που προέρχονται (παράγονται) από κάθε οργανισμό ή υπηρεσία που ασχολείται με την υγεία, όπως τα νοσοκομεία, τα ιατρικά κέντρα, οι κλινικές και τα ιατρικά και βιολογικά εργαστήρια. Επεκτείνοντας τον όρο σε «ιατρικά απόβλητα» περιλαμβάνουμε τα απόβλητα φαρμακευτικών βιομηχανιών και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους. Γενικά, στα ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνονται ανατομικά,

παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα. Η κοινή γνώμη, εξαιτίας του διλήμματος που προκάλεσε τις τελευταίες δεκαετίες η νόσος του AIDS και των υπολοίπων μεταδοτικών ασθενειών όπως η ηπατίτιδα Β, ανησυχεί διαρκώς και περισσότερο για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων (Βογιατζή, Διαμάντη, 2009). Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία και επιτακτική η σωστή διαχείρισή τους, ώστε να προστατευθεί το περιβάλλον, η υγεία των πολιτών και η ποιότητα ζωής τους.

Στην εικόνα 5 που ακολουθεί παρουσιάζεται αρκετά παραστατικά ο διαχωρισμός των αποβλήτων.

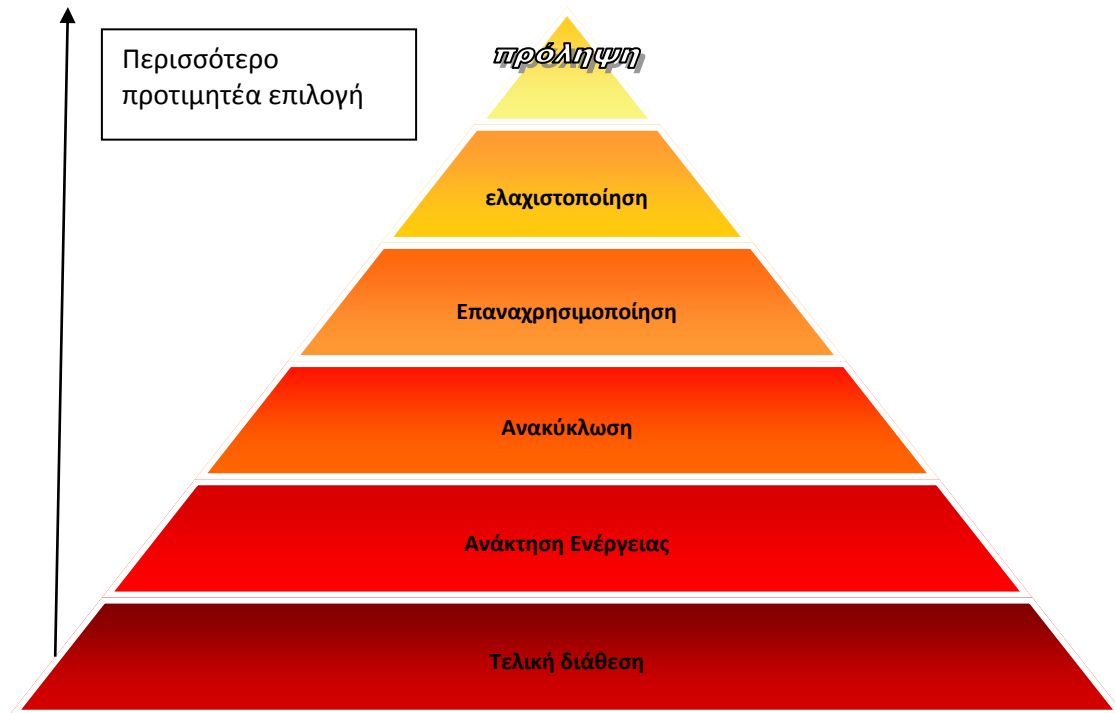


Εικόνα 5: Διαχωρισμός αποβλήτων

3.2 Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων θα πρέπει να ενσωματώνει μέτρα και πρακτικές που προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη σε Εθνικό, Περιφερειακό, αλλά και τοπικό επίπεδο. Η προϋπόθεση αυτή θεωρείται απαραίτητη δεδομένου η αειφόρος ανάπτυξη, στηρίζεται σε τρεις επιμέρους συνιστώσες, οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική, οι οποίες πρέπει να εξετάζονται ταυτόχρονα και ισόρροπα (Λοϊζίδου, 2012).

Σύμφωνα με την οδηγία Οδηγία 2008/98/EK (Άρθρο 4, §1), η πυραμίδα ιεράρχησης στόχων διαχείρισης στερεών αποβλήτων έχει έξι βασικά επίπεδα, την πρόληψη και ελαχιστοποίηση, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την ανάκτηση ενέργειας και τέλος την ασφαλή τελική διάθεση.



Εικόνα 6: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων έχει ως πρωταρχικό σκοπό την αλλαγή της καταναλωτικής συνήθειας των πολιτών, την μείωση των απορριμμάτων στην πηγή, την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών για τις ίδιες ή άλλες ανάγκες, την ανακύκλωση των απορριμμάτων, την ανάκτηση ενέργειας και την τελική διάθεση των υπολειμμάτων σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.

Ο κύριος στόχος αυτής της στρατηγικής είναι να μετατρέψει την Ευρώπη σε κοινωνία της ανακύκλωσης, η οποία να επιδιώκει να προλάβει τη δημιουργία αποβλήτων και, στις περιπτώσεις που δεν είναι εφικτό να τα χρησιμοποιεί ως πόρο.

Για το λόγο αυτό ως πρωταρχικός στόχος θα πρέπει να είναι η αλλαγή στάσης και νοοτροπίας της πολιτείας και των πολιτών ως προς τη διαχείριση των απορριμμάτων, μέσα από μια οργανωμένη προσπάθεια ενημέρωσής του.

3.2.1 Πρόληψη – Μείωση στην Πηγή

Αν και η λογική της πρόληψης, βρίσκεται στην υψηλότερη θέση στην ιεράρχηση των διαφόρων εναλλακτικών μεθόδων που προτείνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Οδηγία 94/62/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου), τα μέτρα προς την κατεύθυνση αυτή είναι είτε ανύπαρκτα είτε πολύ περιορισμένα.



Εικόνα 7: Πρόληψη (<http://moriasnow.gr/article/i-anakyklosi-mpike-sti-zoi-mas>)

Βασική προϋπόθεση για την μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων είναι η αλλαγή της καταναλωτικής συνήθειας (υπερκαταναλωτισμός) των πολιτών. Επίσης, σημαντικό, είναι η αλλαγή λειτουργίας των μηχανισμών της αγοράς, όπως π.χ. η εναπόθεση της ευθύνης διαχείρισης των απορριμμάτων στους παραγωγούς ή την υιοθέτηση εναλλακτικών τρόπων τιμολόγησης των κατοίκων (πρότυπο Ελβετίας όπου η τιμολόγηση γίνεται βάσει του βάρους των απορριμμάτων και όχι με βάση τα τετραγωνικά της κατοικίας όπως στη χώρα μας - “pay as you throw”) (www.ecofokida.gr).

3.2.2 Επαναχρησιμοποίηση

Στην δεύτερη θέση της ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων τοποθετείται η επαναχρησιμοποίηση των υλικών. Η διαδικασία αυτή αφορά κάθε διεργασία, μέσω της οποίας οι συσκευασίες που έχουν μελετηθεί και σχεδιαστεί, προκειμένου να εκπληρώσουν κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής τους ένα ελάχιστο αριθμό διαδρομών ή επιστροφών,

αναπληρώνονται ή χρησιμοποιούνται για διαφορετικό σκοπό με τρόπο αβλαβή για το περιβάλλον.



Εικόνα 8: Επαναχρησιμοποίηση γυάλινου βάζου
(<http://back-to-nature.gr/>)



Εικόνα 9: Επαναχρησιμοποίηση γυάλινου μπουκαλιού
(<http://perierga.gr/>)

Η επαναχρησιμοποίηση των γυάλινων μπουκαλιών είτε μέσω της επιστροφής τους στις εταιρείες ζυθοποιίας για επαναπλήρωση, είτε μέσω της επαναχρησιμοποίησής τους για κάλυψη οικιακών αναγκών, είναι παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης υλικών (Βαγενάς, 2007). Με τη διαδικασία αυτή προκύπτουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η εξοικονόμηση χρημάτων κατά την αγορά υλικών για μία επιχείρηση, η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, και επομένως η μείωση του κόστους και των περιβαλλοντικών δαπανών που αφορούν την διάθεση των αποβλήτων αλλά και η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τις διαδικασίες μεταποίησης και ανεφοδιασμού.

3.2.3 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση αποτελεί μία πολύ ευρύτερη μέθοδο επαναχρησιμοποίησης των υλικών γι' αυτό και βρίσκεται στην αμέσως επόμενη θέση από αυτήν στην προτεινόμενη ιεραρχία από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Κατά την μέθοδο αυτή τα ανακτηθέντα υλικά μετά από επεξεργασία επανέρχονται στο φυσικό και οικονομικό κύκλο.



Εικόνα 10: Ανακύκλωση (<http://www.diaxeiristis.com/2008/11/26/>)

Η ανακύκλωση αφορά τα υλικά: χαρτί, γυαλί, μέταλλα και πλαστικά, αλλά γίνεται προσπάθεια ώστε να επεκταθεί ενσωματώνοντας και άλλα υλικά, όπως πχ. ηλεκτρικές συσκευές, μπαταρίες, αυτοκίνητα, ελαστικά αυτοκινήτων, έλαια οικιακής ή/και βιομηχανικής χρήσης κ.ά.

Για την σωστή λειτουργία ενός συστήματος ανακύκλωσης, βασικές προϋποθέσεις είναι:

- Ύπαρξη συστήματος διαλογής.
- Οργανωτική, οικονομική και θεσμική στήριξη.
- Διάθεση στην αγορά ανακυκλωμένων προϊόντων

3.2.3.1. Χαρτί

Το κλάσμα αυτό είναι κατάλληλο για ανακύκλωση, υπό την προϋπόθεση ότι δεν είναι έντονα ρυπασμένο και βρεγμένο. Τα είδη του χαρτιού που συνήθως ανακτώνται μέσω των προγραμμάτων ανακύκλωσης είναι εφημερίδες, χαρτοσακούλες, χαρτόνι και χαρτί γραφείου.



Εικόνα 11: Ανακύκλωση χαρτιού (<http://www.in2life.gr/>)

Η ανακύκλωση του χαρτιού γίνεται με πολλούς τρόπους, με καλύτερη τη διαλογή του χαρτιού με βάση την ποιότητα.

Διάφορα είδη χαρτιού :

- Εφημερίδες
- Χαρτόνι
- Χαρτί υψηλής ποιότητας (πχ. χαρτί γραφείου)
- Μικτό χαρτί (πχ. περιοδικά)

3.2.3.2. Πλαστικό

Η ανακύκλωση πλαστικών είναι γενικά δύσκολη και πολλές φορές οικονομικά ασύμφορη. Από περιβαλλοντική άποψη είναι σημαντική γιατί πολλά πλαστικά που περιέχουν χλώριο (π.χ. πολυβινυλοχλωρίδιο) όταν καίγονται παράγουν πολύ τοξικές ενώσεις (διοξίνες και φουράνες) και γιατί τα πιο πολλά πλαστικά διασπώνται δύσκολα (οπότε και δεν αποτελούν επιθυμητό υλικό κομποστοποίησης).



Εικόνα 12: Ανακύκλωση πλαστικού (<http://www.anakyklosi-plastikou.gr/>)

Δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ανακύκλωση πλαστικού εάν δεν προηγηθεί διαχωρισμός των διαφορετικών ειδών του. Τα PET, PP, PVC, PE δεν μπορούν να αναμειχθούν ώστε να παραχθεί δευτερογενής ύλη ενώ το PVC δεν πρέπει να ανακυκλωθεί. Μετά το διαχωρισμό τους τα πλαστικά μπορούν να αξιοποιηθούν για την κατασκευή προϊόντων με παραπλήσιες ιδιότητες με τα αρχικά υλικά, ως καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας, για την παραγωγή οργανικών ενώσεων, με πυρόλυση και χημική ανακύκλωση, αλλά και ως εδαφοβελτιωτικά σε γεωργικές δραστηριότητες (<http://siakandaris.gr/>).

3.2.3.4. Γυαλί

Η ανακύκλωση του γυαλιού είναι πολύ σημαντική για την εξοικονόμηση ενέργειας και όχι τόσο για την πρώτη ύλη του. Οι τρόποι ανακύκλωσης είναι δύο, ο πρώτος είναι η

επαναχρησιμοποίηση των μπουκαλιών και ο δεύτερος που αφορά τα μπουκάλια που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, αλλά και τα διάφορα άλλα γυάλινα αντικείμενα, συγκεντρώνονται σε ειδικά διαμορφωμένους κάδους και σε επόμενη φάση μεταφέρονται σε κέντρα συγκέντρωσης όπου γίνεται ο διαχωρισμός του γυαλιού ανάλογα με το χρώμα του.



Εικόνα 13: Ανακύκλωση γυαλιού (<http://www.gigafm.gr/>)

Τα τελικά προϊόντα της ανακύκλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υαλοβάμβακες, fiberglass και σήματα στους δρόμους.

Η ανακύκλωση του γυαλιού υποδιαιρείται ανάλογα με το χρώμα του σε κατηγορίες:

- α) σε λευκό
- β) σε πράσινο και
- γ) σε καφέ.

Γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται για μπουκάλια μύρας και φαρμάκων, τα οποία είναι χημικά ευαίσθητα στο φως, ενώ γυαλί πράσινου χρώματος χρησιμοποιείται για μπουκάλια κρασιών και αναψυκτικών, αποτελώντας την πιο ασύμφορη οικονομικά μορφή γυαλιού.

Απαιτείται ενημέρωση ώστε να μην πετιούνται στους κάδους ανακύκλωσης κεραμικά, πορσελάνες (προσοχή στις διαφανείς), μέταλλα (π.χ. σαμπάνιες), ενισχυμένο γυαλί (με συρματόπλεγμα), αλεξίσφαιρο γυαλί και γυαλί από τζάμια με στόκους.

Γενικά, όσον αφορά στο γυαλί και όπως αναφέρθηκε, η βέλτιστη περιβαλλοντικά και οικονομικά λύση είναι η άμεση επαναχρησιμοποίησή του.

3.2.3.5. Σιδηρούχα μέταλλα

Όπως όλα τα ορυκτά της γης, τα σιδηρομεταλλεύματα είναι περιορισμένα και μη ανανεώσιμα. Αν εξαντληθούν δηλαδή τα υπάρχοντα αποθέματα θα εκλείψουν για πάντα από τον πλανήτη μας. Σήμερα οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν ότι τα αποθέματα σιδήρου επαρκούν για το ορατό μέλλον, άλλοι όμως είναι απαισιόδοξοι. Σε κάθε περίπτωση όμως θα πρέπει γίνουν προσπάθειες για τη διατήρηση των αποθεμάτων, γι' αυτό και αποτελεί ιδιαίτερη επιλογή η ανακύκλωση του σιδήρου (<http://siakandaris.gr/>).



Εικόνα 14: Ανακύκλωση μετάλλων (<http://www.grecycling.gr/>)

Τα μεταλλικά κουτιά αποτελούνται από χάλυβα με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσιτέρου (tincans) για να αποφεύγεται το σκούριασμά του και για να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Η επικάλυψη του κουτιού μπορεί να είναι και από χρώμιο. Ο κασσίτερος είναι υλικό μεγάλης αξίας, πολλαπλάσιας αυτής του χάλυβα, και αντιπροσωπεύει το 0,5-1% του συνολικού βάρους του κουτιού. Χαρακτηριστικά προϊόντα της κατηγορίας αυτής είναι τα υλικά συσκευασίας κονσερβών, γάλακτος κ.λπ. Εκτός από τα μεγάλα ποσά ενέργειας που μπορούν να εξοικονομηθούν με την ανακύκλωση του σιδήρου, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του υλικού αυτού αποτελεί η δυνατότητα να ανακυκλώνεται ξανά και ξανά.

3.2.3.6. Αλουμίνιο

Είναι από τα πιο εμπορεύσιμα στη διεργασία της ανακύκλωσης. Το σημαντικό κέρδος από την ανακύκλωση υλικών όπως στο σίδηρο και στο γυαλί, δεν είναι στην πρώτη ύλη αλλά στην εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 15: ανακύκλωση αλουμινίου (<http://www.flowmagazine.gr/>)

Κατά την ανακύκλωσή τους, τα κουτιά αλουμινίου πρέπει να διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα και τα διμεταλλικά (μαγνητικός διαχωρισμός). Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν πολλές φορές.

3.2.3.7. Μπαταρίες

Η διάθεση των μπαταριών έχει αυξημένη περιβαλλοντική σημασία, παρά τον μικρό όγκο που αυτές αντιπροσωπεύουν στο σύνολο των απορριμμάτων, λόγω της ύπαρξης τοξικών μετάλλων, όπως υδραργύρου, μολύβδου και καδμίου.



Εικόνα 16: ανακύκλωση μπαταριών (<http://www.agelioforos.gr/>)

Οι μπαταρίες χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες για τις οποίες χρησιμοποιούνται διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης και διάθεσης: οι μπαταρίες οχημάτων και οι συνήθεις μπαταρίες οικιακών συσκευών (ραδιοφώνων, φακών, ρολογιών). Στην Ελλάδα η πιο σύγχρονη μονάδα ανακύκλωσης μπαταριών βρίσκεται στην Κομοτηνή, η οποία είναι και η πιο σύγχρονη της Ευρώπης.

3.2.4 Κομποστοποίηση (ή λιπασματοποίηση ή βιοσταθεροποίηση)

Η κομποστοποίηση αποτελεί τη διεργασία επεξεργασίας οργανικών υλικών των απορριμμάτων με αερόβιες συνθήκες. Όπως έχει ήδη επισημανθεί, η Ε.Ε. ασκεί πιέσεις για να μειωθεί το βιοδιασπάσιμο ποσοστό των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που οδεύει προς τελική διάθεση, κατά 25% μέχρι το 2010 (σε σχέση με το 1995), κατά 50% μέχρι το 2016 και κατά 65% μέχρι το 2020 (Οδηγία 91/31/ΕΚ). Ως εκ τούτου, η διαχείριση και επεξεργασία του οργανικού (βιοδιασπάσιμου) κλάσματος των αστικών αποβλήτων, αποτελεί άμεση προτεραιότητα.



Εικόνα 17: Κομποστοποίηση (<http://www.flowmagazine.gr/>)

Υπάρχουν διάφορες βιολογικές και χημικές διαδικασίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετατροπή του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων σε ένα εναλλακτικό αέριο, υγρό ή στερεό τελικό προϊόν. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι βιολογικές διαδικασίες στις οποίες περιλαμβάνονται η αερόβια (που είναι και η ευρέως χρησιμοποιούμενη) και η αναερόβια λιπασματοποίηση ή/και διάφοροι συνδυασμοί αυτών.

Η λιπασματοποίηση αποτελεί μία ρυθμιζόμενη διάσπαση ή αδρανοποίηση των οργανικών ενώσεων των απορριμμάτων, από την οποία σε τελική φάση προκύπτουν με τη βοήθεια μικροοργανισμών:

- Χούμους (humus), δηλ. ένα Βελτιωτικό Εδάφους (ΒΕ), που ονομάζεται κομπόστ, καθώς επίσης CO_2 και H_2O (στην περίπτωση της αερόβιας).

- CH₄ (μεθανογένεση), καθώς επίσης CO₂ και λάσπη (στην περίπτωση της αναερόβιας).

Στην πολύπλοκη αυτή βιοχημική διαδικασία λαμβάνουν μέρος διάφοροι μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα), η δραστηριότητα των οποίων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως την αναλογία C/N (ο άνθρακας αποτελεί πηγή ενέργειας και το άζωτο τροφή των μικροοργανισμών), την υγρασία των απορριμμάτων (η τροφή των μικροοργανισμών είναι πάντα σε διαλυτή μορφή), το διαθέσιμο οξυγόνο (αερόβια ζύμωση), το pH και τη θερμοκρασία (<http://en.wikipedia.org/wiki/Compost>).

Το προϊόν της λιπασματοποίησης λέγεται Βελτιωτικό Εδάφους (BE) και πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ογκώδη αντικείμενα, πλαστικά, γυαλί, μέταλλα και παθογόνους μικροοργανισμούς. Το BE, εφόσον εκπληρεί βασικές προϋποθέσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες (όπως αμπελουργία, ανθοκομία, δενδροκομία κ.λπ.) αυξάνοντας την παραγωγή καθώς είναι σε θέση να εμπλουτίζει το έδαφος με θρεπτικές ουσίες, αυξάνεται το πορώδες του και δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες αερισμού (Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος Κύπρου, 2011).

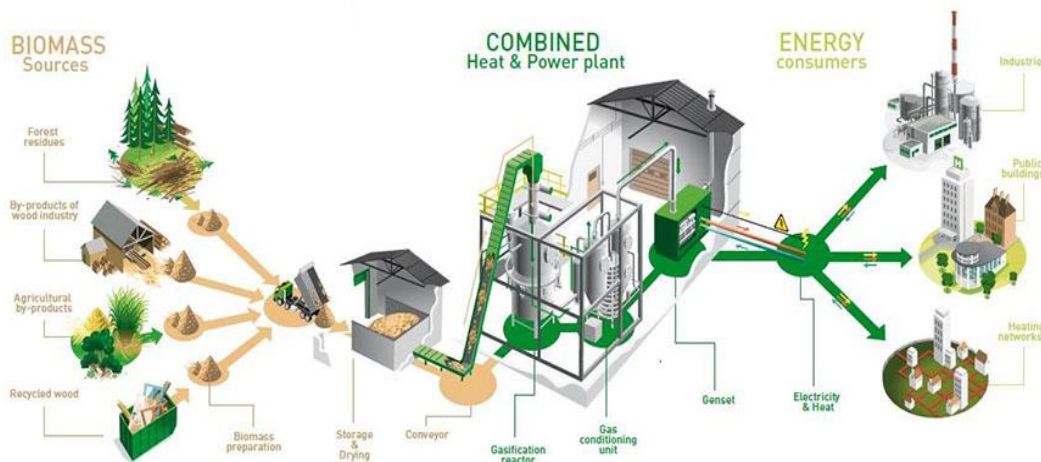
Σχετικά με τις κατηγορίες των προς κομποστοποίηση υλικών και τις προδιαγραφές και τη χρήση του παραγόμενου κομποστ αναφέρονται: α) η Οδηγία 91/676/EWR περί Νιτρικών, β) Ο Κανονισμός 2092/91, που ρυθμίζει τις οριακές τιμές για τα μέταλλα στα βιολογικά λιπάσματα από οικιακά απόβλητα που προορίζονται για τη βιολογική γεωργία και γ) ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός (1774/2002/EK) και η εθνική νομοθεσία για τα Ζωικά υποπροϊόντα (Π.Δ. 211/2006) (www.ecofokida.gr).

3.2.5 Αναερόβια χώνευση

Η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης είναι ηπιότερη από τις θερμικές μεθόδους μιας και είναι φυσική και δεν χαρακτηρίζεται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις αν υπάρχουν τα κατάλληλα συστήματα. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης χωρίζεται σε τρία ξεχωριστά στάδια: την υδρόλυση, την οξεογένεση και την μεθανογένεση. Για την ολοκλήρωση κάθε ενός από τα παραπάνω στάδια είναι υπεύθυνα διαφορετικά είδη μικροοργανισμών (Παπάζογλου, 2011)

3.2.6 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας

Η θερμική επεξεργασία των αποβλήτων έχει ως σκοπό την μείωση του όγκου τους, την μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και κατά το δυνατόν την εκμετάλλευση της περιεχόμενης στα απόβλητα ενέργειας ως θέρμανση, ατμό, ηλεκτρικό ρεύμα ή καύσιμο υλικό.



Εικόνα 18: Ανάκτηση ενέργειας από απορρίμματα (<http://www.syrosaxizoume.gr/>)

Τα αστικά στερεά απορρίμματα μπορούν να αποδώσουν αρκετά ποσά ενέργειας. Η ανάκτηση αυτή μπορεί να είναι αποτέλεσμα:

- θερμικής επεξεργασίας (αποτέφρωση-καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση, τεχνική πλάσματος) (Γιδαράκος, 2012)
- βιολογική επεξεργασία (αναερόβια χώνευση)

Μια άλλη μέθοδος επεξεργασίας διάθεσης απορριμμάτων είναι η καύση, σε ειδικές κλειστές εγκαταστάσεις. Στερεά κατάλοιπα της καύσης είναι η τέφρα και σκουριά που έχουν μικρό όγκο σε σχέση με τα αρχικά απορρίμματα και είναι αποστειρωμένα. Η καύση επιτυγχάνει μείωση του όγκου των απορριμμάτων περίπου κατά 90% και του βάρους τους κατά 70%. Κατά την καύση παράγεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί.

Η θερμική μέθοδος της πυρόλυσης βασίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι ασταθείς και κατά την θέρμανσή τους απουσία οξυγόνου διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα. Ομοιότητες με την πυρόλυση έχει η μέθοδος της αεριοποίησης με βασική διαφορά κατά την εφαρμογή της, αφού η μεν πυρόλυση χρησιμοποιεί εξωτερική

πηγή θερμότητας για να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου η δε αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη και χρησιμοποιεί πρόσθετο καύσιμο αέριο για την επιπλέον μετατροπή των υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα (ΕΕΔΣ.Α.).

Τέλος, στην επεξεργασία των αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με την βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος (Παπάζογλου, 2011).

3.2.6 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ)

Ο ΧΥΤΑ είναι ένας χώρος υπεδάφιος ή υπερεδάφιος, κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε να αποτίθενται σε αυτόν στερεά απόβλητα και να ελέγχονται τα προϊόντα της αποσύνθεσής τους μέχρις ότου αυτά καταστούν μη επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία.

Οι ΧΥΤΑ δεν θα πρέπει να συγχέονται με τις υπάρχουσες χωματερές όπου δεν υπάρχει κατάλληλη υποδομή και η απόρριψη των αποβλήτων είναι συχνά ανεξέλεγκτη. Ο πυθμένας και οι πλευρές της υπεδάφιας διαμόρφωσης στεγανοποιούνται με φυσικά ή σύνθετα υλικά. Η εναπόθεση γίνεται με διάστρωση των αποβλήτων σε στρώσεις, η συμπίεσή τους σε προκαθορισμένο βαθμό και η κάλυψή τους με εδαφικό ή άλλο υλικό σε περιοδική βάση (συνήθως καθημερινή). Μετά την πλήρωση του χώρου εντός του επιτρεπόμενου ανάγλυφου, ο χώρος καλύπτεται με κάλυμμα ελεγχόμενης διαπερατότητας επί του οποίου αναπτύσσεται βλάστηση.

Ένας ΧΥΤΑ μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμος ή αειφορικός αν, εντός μιας γενιάς (περίπου 30 ετών) από την απόθεση των Α.Σ.Α. επιτυγχάνεται πραγματικά κατάσταση οριστικής τελικής διάθεσης με την έννοια ότι τόσο η εναπομείνουσα μάζα στο σώμα του ΧΥΤΑ όσο και οι κάθε είδους εκροές και εκπομπές απ' αυτόν είναι περιβαλλοντικά αποδεκτές χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

Τα βιοαποδομήσιμα υλικά μέσα στο ΧΥΤΑ υφίστανται βιοαποδόμηση με ρυθμό που επηρεάζεται από την υγρασία και την θερμοκρασία, παράγοντας κυρίως διασταλάγματα και βιοαέριο, κύρια συστατικά του οποίου είναι το μεθάνιο (CH_4) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

3.2.7 Τελική διάθεση των υπολειμμάτων

Το τελικό στάδιο στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει τη διάθεση των λοιπών αποβλήτων, σε ένα ειδικά διαμορφωμένο χώρο – Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.). Αφορά δηλαδή στη διάθεση των υπολειμμάτων, αδρανών τα οποία δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, να ανακυκλωθούν ή να λιπασματοποιηθούν. Η μετάβαση από τη διάθεση απορριμμάτων στη διάθεση υπολειμμάτων (που ισοδυναμεί από το 100% της διάθεσης τουλάχιστον στο 30%) αποτελεί το στόχο που έχει θέσει η σύγχρονη κοινωνία.

Η επιλογή της κατάλληλης θέσης για την χωροθέτηση ενός Χ.Υ.Τ.Υ. θα πρέπει να βασίζεται σε περιβαλλοντικά, κοινωνικά, χωροταξικά και οικονομικά κριτήρια.

Η τελική επικάλυψη του Χ.Υ.Τ.Υ., μετά το πέρας των εργασιών απόθεσης, έχει ως στόχο την ελαχιστοποίηση της κατείσδυσης και συνεπώς τον περιορισμό του παραγόμενου στραγγίσματος. Επιπλέον, η τελική επικάλυψη αποτρέπει τη διαφυγή του βιοαερίου προς τα ανώτερα στρώματα, καθώς και την εκπομπή ανεπιθύμητων οσμών. Δημιουργεί δε το κατάλληλο υπόστρωμα για την ανάπτυξη βλάστησης και σταθερό σχετικά έδαφος για τη στήριξη ελαφρών κατασκευών που μπορεί να περιλαμβάνουν οι νέες χρήσεις. Το αδρανές υλικό, που απαιτείται συνολικά για την κάλυψη των απορριμμάτων, ανέρχεται στο 20-25% του συνολικού τους όγκου (Σ.Δ.Α.Ν.Φ.).

3.3 Στραγγίσματα

Τα στραγγίσματα είναι υγρά που δημιουργούνται στον ΧΥΤΑ από την αποσύνθεση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων και από τη διείσδυση στη μάζα τους των νερών της βροχής. Κατά την πορεία των υγρών μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες και έτσι μπορούν να ρυπάνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για πολλά χρόνια μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ, γι' αυτό το λόγο κατά την κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ πρέπει να εγκατασταθούν συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ώστε να προστατευτούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά (<http://www.care-waste.eu/index.php/u4-waste-treatment-medical-doctors-eqf-7/learning-outcome-5-medical-doctors-eqf-7/5-2-landfill-landfill-of-waste-eu-medical-doctors-eqf-7?showall=&lang=el&start=2>).

3.4 Εν δυνάμει τοξικά μέταλλα

3.4.1 Ορισμός

Τα μέταλλα είναι φυσικά παρόντα στα πετρώματα και τα μεταλλεύματα και γι' αυτό εμφανίζονται πάντα στο έδαφος, στα ιζήματα, στα προϊόντα και σε ζωντανούς οργανισμούς. Είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για τη δράση των βιταμινών και των ζωτικών λειτουργιών, αλλά σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν σειρά δυσμενών επιδράσεων που προέρχονται από τη ρύπανση του πόσιμου νερού, από τις υψηλές συγκεντρώσεις στον αέρα κοντά στις πηγές εκπομπής και από την εισαγωγή τους μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο (Ecosystems Database Observatory, 2014).

3.4.2 Πηγές εν δυνάμει τοξικών μετάλλων

Οι πηγές των μετάλλων διακρίνονται σε (Kribek et al., 2014):

- Φυσικές
- Ανθρωπογενείς

3.4.2.1 Φυσικές

Φυσικές διεργασίες όπως η αποσάθρωση και η διάβρωση των πετρωμάτων και του εδάφους απελευθερώνουν συχνά μέταλλα στα υδάτινα οικοσυστήματα και στον αέρα. Άλλες μη σημειακές συνεισφορές προέρχονται από τη σήψη των φυτών και τα κατάλοιπα των ζώων, την ατμοσφαιρική εναπόθεση των αερομεταφερόμενων μορίων από την ηφαιστειακή δραστηριότητα, τη διάβρωση που προκαλεί ο αέρας, τον καπνό της δασικής πυρκαγιάς, τα εκκρίματα των φυτών κλπ. Λόγω των φυσικών πηγών, τα φυσικά επιφανειακά νερά περιέχουν πάντοτε ίχνη μετάλλων.

Οι επιφανειακές απορροές από μεταλλεία και μεταλλευτικές δραστηριότητες έχουν συνήθως χαμηλό pH και περιέχουν υψηλά επίπεδα μετάλλων όπως ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το νικέλιο και το κοβάλτιο. Η καύση των φυσικών καυσίμων ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με σύμπλοκα μετάλλων που στη συνέχεια εναποτίθενται στην επιφάνεια του εδάφους. Οι απορροές με τα νερά των βροχών σε αστικές περιοχές περιέχουν συχνά μέταλλα από τους δρόμους και την ατμοσφαιρική σκόνη. Οι γεωργικές δραστηριότητες με τη χρήση λιπασμάτων υψηλών συγκεντρώσεων σε μέταλλα,

φυτοφάρμακα, ξηρές ουσίες, συντηρητικά μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση των συγκεντρώσεων σε υδάτινα οικοσυστήματα μέσω της απορροής.

3.4.2.2 Ανθρωπογενείς

Περιλαμβάνονται τα απόβλητα των αποχετεύσεων που περιέχουν μέταλλα από μεταβολικά απόβλητα, διαβρώσεις των υδροσωλήνων και καταναλωτικά προϊόντα. Τα βιομηχανικά απόβλητα και η λάσπη αποβλήτων από πολλούς τομείς της βιομηχανικής δραστηριότητας που σχετίζονται με τη χρήση μετάλλων (μεταλλουργίας και κατασκευής μεταλλικών αντικειμένων, ηλεκτρονικών, χρωμάτων και χρωστικών, υφασμάτων, χάρτου κλπ.) αυξάνουν το φορτίο των μετάλλων σε υδάτινα οικοσυστήματα. Επίσης, τα αγροτικά απόβλητα όπως τα απορρίμματα χοίρων και πουλερικών, οι κοπριές και τα λύματα αλλά και η αποτέφρωση αστικών και μη αποβλήτων (διαρροές, ατμοσφαιρική καθίζηση, διάβρωση των αποβλήτων) οδηγούν στην ρύπανση των επιφανειακών υδάτων με μέταλλα (Αναστασιάδου, 2011).

Τα εν δυνάμει τοξικά μέταλλα στα επιφανειακά νερά μπορούν να βρεθούν είτε ως διαλυμένα είτε ως δεσμευμένα σε μικροσωματίδια υδροξειδίων, οξειδίων κλπ. Η διαλυτή φάση αποτελείται από ιόντα και οργανομεταλλικά σύμπλοκα. Η δυναμική τους συμπεριφορά στα επιφανειακά νερά εξαρτάται από τη σύνθεση των ιζημάτων και της χημείας του νερού (http://www.ecodonet.gr/metals_heavy_sources1_greek.php).

Απόβλητα που εμπεριέχουν τοξικά μέταλλα παράγονται καθημερινά σε μεγάλες ποσότητες από βιομηχανίες αλλά και σε μικρές ποσότητες από σπίτια, εξαιτίας άδειων συσκευασιών προϊόντων καθαρισμού, προϊόντων οικιακών επισκευών, υλικών κηπουρικής, προϊόντων οχημάτων αλλά και προϊόντων γενικής φύσης (χρώματα, κόλλες, μπαταρίες κλπ) (European Environmental Agency, 2000, 2001).

Επίσης, οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές περιέχουν επικίνδυνα υλικά, τα οποία μπορεί να είναι βλαβερά για τον άνθρωπο αν δεν ανακυκλωθούν κατάλληλα. Τα απόβλητα από ηλεκτρονικές συσκευές μπορεί να περιέχουν Αρσενικό, Βάριο, Βηρύλλιο, Κάδμιο, Μόλυβδο, Χρώμιο, Μερκούριο και διοξίνες (<http://ewasteguide.info/hazardous-substances>, <https://www.osha.gov/SLTC/metalsheavy/>).

Στην Ελλάδα, τα επικίνδυνα εν γένει απόβλητα (στερεά και λάσπες) υπολογίζονται σε 280.000 τόνους το χρόνο, χωρίς να προσμετρούνται απόβλητα που "ανακυκλώνονται", δηλαδή χρησιμοποιούνται για το μπάζωμα δρόμων ή ως πρόσθετα σε τσιμέντα. Αν όμως συνυπολογιστούν και τα απόβλητα που χρήζουν ειδικής προσοχής και διαχείρισης, όπως

είναι π.χ. οι σκουριές από την εκμετάλλευση του σιδηρονικελίου, η φωσφογύψος από τις βιομηχανίες λιπασμάτων και η ιπτάμενη τέφρα από την καύση του λιγνίτη, αλλά και τα οικιακά απορρίμματα, τότε το ποσό ανέρχεται σε 18-20 εκατ. τόνους στερεών και ημίρρευστων αποβλήτων ετησίως (www.greenpeace.org).

3.4.3 Περιβαλλοντικός κίνδυνος

Ένας λόγος για τον οποίο ελέγχονται τα μέταλλα είναι εξαιτίας της βιοσυσσώρευσης όσο ανεβαίνουμε στην τροφική αλυσίδα. Η βιοσυσσώρευση είναι η αύξηση στη συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας σε έναν βιολογικό οργανισμό κατά τη διάρκεια του χρόνου, έναντι της συγκέντρωσης της χημικής ουσίας στο περιβάλλον. Επιπλέον τα μέταλλα δεν αφομοιώνονται (λόγω αδυναμίας των οργανισμών να τα «αναγνωρίσουν»), ούτε όμως αποβάλλονται από το σύστημα των οργανισμών, κατά συνέπεια συσσωρεύονται, και μάλιστα εκλεκτικά σε ορισμένους ιστούς (συκώτι, νεφρά κ.λ.π) εμφανίζοντας έτσι συγκεντρώσεις πολλαπλάσιες από τις μέσες (κατά βάρος). Κατά συνέπεια επειδή δεν είναι όλοι οι οργανισμοί το ίδιο ανθεκτικοί στη βιοσυσσώρευση παρατηρείται μείωση της βιοποικιλότητας.

Τα μέταλλα αποτελούν περιβαλλοντικό κίνδυνο διότι:

- Υπό κατάλληλες συνθήκες μπορούν να βρεθούν στα φυσικά νερά ως διαλυμένες ενώσεις είτε λόγω άμεσης εκπομπής τους στην υδατική φάση, είτε μετά από διαλυτοποίηση από στερεά απόβλητα, είτε μετά από κατακρήμνιση και βροχόπτωση και να ενσωματωθούν γρήγορα και αναντιστρεπτά στην τροφική αλυσίδα.
- Η επεξεργασία τους είναι εξειδικευμένη και ακριβή και η καύση τους δε αποτελεί επιλογή.
- Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία ως πρώτες ύλες και συστατικά των καταλυτών άρα η απελευθέρωση τους στο περιβάλλον είναι αναπόφευκτη.

Η παρουσία των τοξικών μετάλλων στα επιφανειακά ύδατα επηρεάζεται από κάποια χαρακτηριστικά των νερών όπως η μη κατευθυνόμενη κίνηση κάποιων υλικών. Αυτή η μεταφορά διασκορπίζει και αραιώνει τους ρύπους από την πηγή τους. Επίσης επιτρέπει στην περίπτωση βιο-διασπάσιμων υλικών τον αυτοκαθαρισμό του νερού καθώς αυτό κινείται.

Τα τοξικά μέταλλα διαφέρουν ως προς την τοξικότητά τους σε σημείο που ακόμα και το ίδιο μέταλλο μπορεί να ποικίλει σε τοξικότητα ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς.

Μέχρι πρόσφατα δεν ήταν δυνατό να αναπτυχθεί ένα γενικό ποιοτικό μοντέλο για τα αποτελέσματα της ρύπανσης καθώς και τρόπους ανάρρωσης του βιόκοσμου σε ποτάμια και ρυάκια που δέχονται ρύπανση από τοξικά μέταλλα.

Ο Hellawell (1998) υπέθεσε ότι υπάρχει μια προβλεπτή βαθμολογούμενη απόκριση από εν δυνάμει τοξικά μέταλλα μελετώντας τα αποτελέσματα από μία συνεχή εισαγωγή χαλκού σε ένα πειραματικό ρυάκι και σύγκρινε τα αποτελέσματα με αυτά που παρατηρήθηκαν σε ένα παρόμοιο ρυάκι που δέχεται απόβλητα από ένα εργοστάσιο επένδυσης μετάλλων. Τελικά, παρατήρησε ότι οι επιπτώσεις στο ρυάκι από μία χαμηλή αλλά συνεχή δόση χαλκού ήταν πάρα πολύ κοντινές με μία μεγαλύτερη αλλά κυμαινόμενη παροχή χαλκού.

Όσον αφορά στα μέταλλα η τοξικότητά τους επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες όπως η σκληρότητα, η θερμοκρασία, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και η παρουσία στερεών ή οργανικής ύλης στο νερό. Η τοξικότητα φαίνεται να αυξάνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες γι' αυτό και η πιο επικίνδυνη εποχή για το βιόκοσμο είναι ο χειμώνας.

Η σημασία της μελέτης και του ελέγχου των εν δυνάμει τοξικών μετάλλων παρουσιάζεται στα παρακάτω παραδείγματα που αναφέρονται σε μεγάλες και σημαντικές καταστροφές συσχετιζόμενες με μέταλλα.

- 1932– Minimata: Λύματα που περιέχουν υδράργυρο απελευθερώνονται από τις εργασίες χημικών εταιριών στον κόλπο Minimata στην Ιαπωνία. Ο υδράργυρος συσσωρεύεται στους θαλάσσιους οργανισμούς και δηλητηριάζει ένα μεγάλο μέρος του υδάτινου πλυθισμού.
- 1952- Σύνδρομο Minimata: Το 1952 τα πρώτα αποτελέσματα από την ρύπανση του υδροφορέα από υδράργυρο κάνουν την εμφάνισή τους. Μετά από κατανάλωση ψαριών στον κόλπο Minimata επέρχονται πάνω από 500 θάνατοι ανθρώπων από δηλητηρίαση. Από τότε η Ιαπωνία έχει τους πιο αυστηρούς περιβαλλοντικούς νόμους στον βιομηχανοποιημένο κόσμο. (<http://www.lenntech.com/heavy-metals.htm>, Μάντελα, 2007, Γρηγορόπουλος, 2005).

Εδώ παρατίθενται εν δυνάμει τοξικά μέταλλα και την βιομηχανική τους δραστηριότητα.

- **Αρσενικό (As)**, παρατηρείται σε χρωστικές, χρώματα, εντομοκτόνα, μεταλλουργική επεξεργασία μετάλλων, βυρσοδεψία, γυαλί και κεραμικά.
- **Χρώμιο (Cr) και ενώσεις του**, παρατηρείται σε χρώματα και χρωστικές, τσιμέντο, επιμεταλλώσεις και βυρσοδεψία.

- **Χαλκός (Cu) και ενώσεις του**, παρατηρείται σε πλαστικά, εντομοκτόνα, ηλεκτρικά/ ηλεκτρονικά και επιμεταλλώσεις
- **Μόλυβδος και ενώσεις του**, παρατηρείται σε μπαταρίες, χρώματα πυροτεχνήματα, εντομοκτόνα, εκρηκτικά, τυπογραφία και διυλιστήρια
- **Υδράργυρος και ενώσεις του**, παρατηρείται σε ηλεκτρικά/ ηλεκτρονικά, μπαταρίες, εντομοκτόνα, φωτογραφικά, χρώματα, χαρτί, φαρμακευτικά και τσιμέντο.
- **Ψευδάργυρος και ενώσεις του**, παρατηρείται σε επιμεταλλώσεις, συνθετικές ίνες, χαρτί/χαρτοπολτός και επεξεργασία ελαστικών.
- **Νικέλιο και ενώσεις**, παρατηρείται σε επιμεταλλώσεις, συσσωρευτές και καταλύτες.
- **Κάδμιο και ενώσεις του**, παρατηρείται σε χρώματα, χρωστικές επιμεταλλώσεις και πολυμερή.

Από τα παραπάνω παρατηρείται η ύπαρξη πολλών τοξικών μετάλλων σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Ο υδράργυρος είναι επικίνδυνος, γιατί εισέρχεται στο περιβάλλον από την καύση του άνθρακα, του πετρελαίου ή ορισμένων στερεών αποβλήτων, το κάδμιο μολύνει το νερό, τον αέρα και το έδαφος, προερχόμενο από τις βιομηχανίες επεξεργασίας χαλκού, χρωμάτων και πλαστικού και γενικά όλα τα τοξικά μέταλλα είναι πολύ επικίνδυνες πηγές μόλυνσης του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια όλα αυτά εισέρχονται στον οργανισμό μας μέσω των φυτών, των ζώων που τρέφονται με μολυσμένα φυτά και των γαλακτοκομικών προϊόντων που προέρχονται από τα ζώα. Μπορούν να προκαλέσουν, λοιπόν, πολλά προβλήματα στην υγεία μας, όπως κούραση διαταραχές του νευρικού συστήματος, δερματικές παθήσεις και τοξικά φαινόμενα στο ήπαρ αλλά και μεταλλάξεις, καρκινογενέσεις και τερατογενέσεις.

Κάθε μέταλλο έχει άλλη επίδραση στον οργανισμό. Το κάδμιο δρα στα οστά, τα νεφρά και στο αιμοποιητικό, ενώ έχει αποδειχτεί ότι είναι ύποπτο για καρκίνο και τερατογενέσεις. Ο μόλυβδος προκαλεί αυξημένη αρτηριακή πίεση, ανωμαλίες στη σύνθεση του αίματος, υπερκινητικότητα και βλάβες στον εγκέφαλο, ενώ ο χαλκός προκαλεί αναιμία και κίρρωση του ήπατος. Πέρα όμως από την ατομική δράση κάθε μέταλλου, υπάρχει και η περίπτωση της συνεργείας. Για παράδειγμα, το πόσο τοξικό είναι το κάδμιο στον οργανισμό εξαρτάται από τις αντίστοιχες ποσότητες ψευδαργύρου και όσο αυξάνεται το δεύτερο, τόσο αυξάνεται η τοξικότητα του πρώτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΩΝ Α.Σ.Α.

4.1 Μεθοδολογία δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με βάση τις διεθνείς προδιαγραφές όπως αυτές αποτυπώνονται στο πρότυπο ASTM D5231-92 (2003) (“Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste”) και στον κανονισμό RCRA (Waste Sampling Draft Technical Guidance, EPA530-D-02-002).

Οι κατηγορίες στις οποίες διαχωρίστηκαν τα απορρίμματα ήταν:

- Τροφικά υπολείμματα (αποφάγια, φύλλα)
- Χαρτί (βιβλία, περιοδικά, εφημερίδες, χάρτινες συσκευασίες)
- Πλαστικά (μπουκάλια νερού, αναψυκτικών και απορρυπαντικών και κάθε είδους πλαστικά)

Η διαδικασία της δειγματοληψίας ήταν:

- Κάλυψη της επιφάνειας που θα γίνει το άδειασμα του φορτίου με ειδική πλαστική μεμβράνη.
- Τοποθέτηση του ζυγού σε επίπεδη επιφάνεια και ρύθμισή του.
- Ζύγιση όλων των άδειων δοχείων και καταγραφή των βαρών τους.
- Άδειασμα του φορτίου του απορριμματοφόρου και με τη χρήση φτυαριών και τσουγκρανών γίνεται ανάμιξη και σώριασμα του φορτίου. Χωρισμός σε 4 τμήματα και τυχαία επιλογή του ενός τετάρτου.
- Σε περίπτωση που υπάρχουν ογκώδη αντικείμενα (π.χ. θερμοσίφωνα) τα οποία αποτελούν μεγάλο ποσοστό του συνολικού βάρους τότε καταγράφονται και ζυγίζονται.
- Γίνεται λήψη 1m³ απορριμμάτων με την χρήση κατάλληλου κάδου ώστε να προκύψει το τελικό ημερήσιο δείγμα (ΤΗΔ). Αν είναι αναγκαίο λαμβάνεται πολλαπλάσια ποσότητα δείγματος.
- Διαχωρισμός των κλασμάτων με χειροδιαλογή.
- Τοποθέτηση των δοχείων για το διαχωρισμό των κλασμάτων γύρω από το χώρο εναπόθεσης του ΤΗΔ.
- Άνοιγμα και άδειασμα όλων των τσαντών, σάκων, δοχείων και μπουκαλιών που βρίσκονται στο δείγμα. Τα υγρά από τα μπουκάλια αδειάζονται σε ξεχωριστό δοχείο.

- Όπου υπάρχουν σύνθετα αντικείμενα στο ΤΗΔ (π.χ. καλώδια, σύνθετα υλικά), διαχωρισμός των υλικών όπου είναι δυνατό και τοποθέτηση στα ειδικά δοχεία. Αλλιώς τοποθετούνται στο πιο αντιπροσωπευτικό δοχείο ανάλογα με το ποσοστό κάθε υλικού. Σε περίπτωση που παρατηρείται μεγάλη ποσότητα από συγκεκριμένα υλικά δημιουργείται ανάλογη νέα κατηγορία διαχωρισμού. Σε κάθε άλλη περίπτωση σύνθετων υλικών αυτά τοποθετούνται στο δοχείο με την ένδειξη «Υπόλοιπα».
- Τα αντικείμενα που βρίσκονται σκόρπια στο σωρό του ΤΗΔ μετά από οπτικό έλεγχο κατατάσσονται στο αντίστοιχο κλάσμα.
- Ο διαχωρισμός σύμφωνα με την οδηγία ASTM D5231-92(2003) συνεχίζεται έως ότου το μέγεθος των υλικών προς διαχωρισμό γίνει μικρότερο από 12,7 χιλιοστά. Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανομή των εναπομεινάντων συστατικών στα αντίστοιχα δοχεία διαχωρισμού σύμφωνα με την εξ' όψεως εκτίμηση του ποσοστού του κάθε κλάσματος.
- Καταγραφή των βαρών των δοχείων διαχωρισμού και άλλων υλικών που δεν τοποθετήθηκαν στα δοχεία αν και διαχωρίστηκαν.
- Άδειασμα των δοχείων και αν απαιτείται γίνεται επαναζύγισή τους. Η επανάληψη της ζύγισης απαιτείται ειδικά όταν στα δοχεία διαχωρισμού κατακρατούν υγρασία από εξαιρετικά υγρά απορρίμματα.
- Καθαρισμός του χώρου απόθεσης του φορτίου αλλά και των υλικών που χρησιμοποιούνται για την δειγματοληψία.

Τα απορρίμματα που ζυγίστηκαν στην παρούσα μελέτη είναι Α.Σ.Α. μέσα σε σακούλες που συλλέχθηκαν από απορριμματοφόρο τύπου μύλου ή πρέσας. Στα οχήματα αυτά ο βαθμός συμπίεσης κυμαίνεται από 2-5. Σημειώνεται ότι ο βαθμός συμπίεσης εξαρτάται από την παλαιότητα, την κατάσταση του οχήματος, το είδος των Α.Σ.Α. και το βαθμό που έχουν αποσυμπιεστεί στον κάδο συλλογής.

Η διαδικασία της δειγματοληψίας έγινε σε δύο φάσεις, μία για την περίοδο της άνοιξης και μία για την περίοδο του καλοκαιριού. Η πρώτη φάση ολοκληρώθηκε σε πέντε ημέρες με τη συλλογή δύο δειγματικών κάδων ανά ημέρα. Επομένως, από την πρώτη φάση ελήφθησαν 10 δείγματα από το κλάσμα του χαρτιού (χάρτινες συσκευασίες, περιοδικά και εφημερίδες), 10 δείγματα από το κλάσμα πλαστικού (πλαστικά μπουκάλια νερού, αναψυκτικών, απορρυπαντικών και γενικά κάθε είδους πλαστικά) και 10 δείγματα από το κλάσμα των ζυμώσιμων.

Η δεύτερη φάση ολοκληρώθηκε και αυτή σε πέντε ημέρες με την συλλογή δύο δειγματικών κάδων ανά ημέρα και 10 δειγμάτων ανά κλάσμα (πλαστικό, χαρτί, ζυμώσιμα). Επιπρόσθετα για κάθε δειγματικό κάδο της δεύτερης φάσης συλλέχθηκε για το κλάσμα του χαρτιού μόνο έντυπο υλικό και για το κλάσμα του πλαστικού μόνο πλαστικά μπουκάλια νερό. Από την όλη διαδικασία της δειγματοληψίας συλλέχθηκαν 80 δείγματα.

Πίνακας 2: Δείγματα δρομολογίων Α' φάσης

Α ΦΑΣΗ 24 ΕΩΣ 28 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2014		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ
24/2/2014	A	Δ. ΜΥΛΟΠΠΟΤΑΜΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
25/2/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΑΝΩΓΕΙΩΝ
26/2/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
27/2/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
28/2/2014	A	Δ. ΑΜΑΡΙΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ

Πίνακας 3: Δείγματα δρομολογίων Β' φάσης

Β ΦΑΣΗ 2 ΕΩΣ 6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2014		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ
2/6/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
3/6/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΑΝΩΓΕΙΩΝ
4/6/2014	A	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
	B	Δ. ΜΥΛΟΠΠΟΤΑΜΟΥ
5/6/2014	A	Δ. ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ
6/6/2014	A	Δ. ΑΜΑΡΙΟΥ
	B	Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ

4.2 Υπολογισμός απαιτούμενου αριθμού δειγμάτων

Βασικό στοιχείο κάθε δειγματοληψίας είναι η σωστή επιλογή του μεγέθους και του αριθμού των δειγμάτων n με τη χρήση στατιστικά παραδεκτής μεθόδου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το διεθνές πρότυπο ASTM D5231-92(2003) ("Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste").

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό συνιστάται στους μελετητές η λήψη δειγμάτων μεγέθους 91-136 Kgr (200-300lb). Ο αριθμός των δειγμάτων (n) υπολογίζεται με τη βοήθεια της υπολογιστικής μεθόδου που περιγράφεται στην συνέχεια. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή έχει βασιστεί και δοκιμαστεί σε εφαρμογές δειγματοληψίας σε ΧΥΤΑ των ΗΠΑ στις οποίες υπάρχει ικανός αριθμός στατιστικών στοιχείων σχετικά με τη σύνθεση των ΑΣΑ. Μια επόμενη διαπίστωση των μελετητών είναι ότι η μέθοδος αναφέρεται σε μεγάλους ΧΥΤΑ (πόλεων >100.000) αφού στις ΗΠΑ δεν υπάρχουν ΧΥΤΑ μικρών πόλεων.

Ο αριθμός των δειγμάτων που απαιτούνται για την εξασφάλιση του απαιτούμενου βαθμού ακρίβειας (precision =10%) είναι συνάρτηση των συστατικών (κλασμάτων) που λαμβάνονται υπόψη και του επιπέδου εμπιστοσύνης (90%) στο οποίο θέλουμε να κινηθούμε. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του (n) είναι η εξής:

$$n = \left(\frac{t^* \cdot s}{e \cdot x} \right)^2$$

όπου:

t^* : Τιμή του student test που αντιστοιχεί στο επίπεδο εμπιστοσύνης που αναφερόμαστε,

s : Εκτιμώμενη τυπική απόκλιση,

e : Επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας (=0,1),

x : Εκτιμώμενη μέση τιμή.

Πίνακας 4: Τιμές student test

Number of Samples, n	90 %	95 %
2	6.314	12.706
3	2.920	4.303
4	2.353	3.182
5	2.132	2.776
6	2.015	2.571
7	1.943	2.447
8	1.895	2.365
9	1.860	2.306
10	1.833	2.262
11	1.812	2.228
12	1.796	2.201
13	1.782	2.179
14	1.771	2.160
15	1.761	2.145
16	1.753	2.131
17	1.746	2.120
18	1.740	2.110
19	1.734	2.101
20	1.729	2.093
21	1.725	2.086
22	1.721	2.080
23	1.717	2.074
24	1.714	2.069
25	1.711	2.064
26	1.708	2.060
27	1.706	2.056
28	1.703	2.052
29	1.701	2.048
30	1.699	2.045
31	1.697	2.042
36	1.690	2.030
41	1.684	2.021
46	1.679	2.014
51	1.676	2.009
61	1.671	2.000
71	1.667	1.994
81	1.664	1.990
91	1.662	1.987
101	1.660	1.984
121	1.658	1.980
141	1.656	1.977
161	1.654	1.975
189	1.653	1.973
201	1.653	1.972
∞	1.645	1.960

Η εφαρμογή του τύπου γίνεται σε πέντε βήματα:

1. Χρησιμοποιώντας τον παραπάνω πίνακα για $n=\infty$ και για κάθε επιμέρους συστατικό (κλάσμα) π.χ. γυαλιά, μέταλλα, πλαστικά, υπολογίζεται ο αντίστοιχος αριθμός δειγμάτων (n').

2. Ο αριθμός δειγμάτων που μας ενδιαφέρει (n_0) είναι ο μεγαλύτερος από αυτούς που υπολογίστηκαν προηγουμένως και το συστατικό (κλάσμα) στον οποίο αντιστοιχεί ονομάζεται «κυρίαρχο συστατικό».

3. Για τον αριθμό n που υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα επιλέγεται με τη χρήση του πίνακα 4 η αντίστοιχη τιμή t^* βάσει της οποίας μέσω της παραπάνω εξίσωσης υπολογίζουμε εκ νέου τον αριθμό δειγμάτων (n').

4. Συγκρίνουμε τον n' με τον n_0 και αν διαφέρουν πάνω από 10% τότε επιστρέφουμε στο βήμα 1, αλλιώς προχωρούμε στο επόμενο βήμα.

5. Επιλέγουμε τον μεγαλύτερο από τους n' , n_0 ως τον ζητούμενο αριθμό δειγμάτων που απαιτούνται από κάθε ΧΥΤΑ.

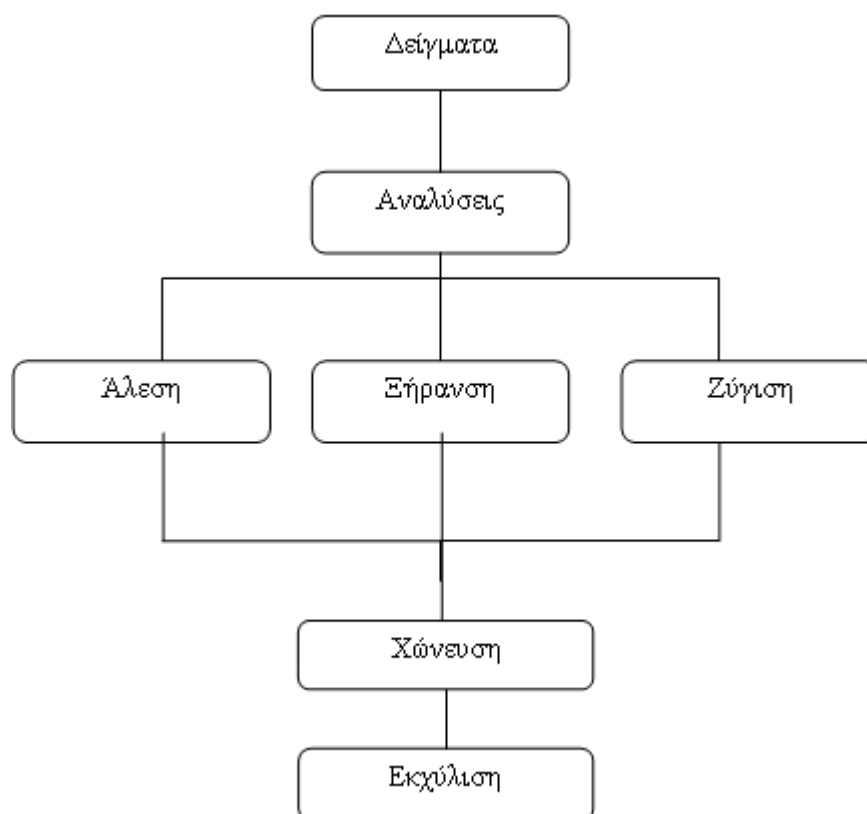
Λόγω της έλλειψης ικανού αριθμού συγκρίσιμων στατιστικών στοιχείων σύνθεσης ΑΣΑ προηγούμενων ετών για την περιφέρεια Κρήτης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τις μετρήσεις πεδίου που διεξήχθησαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Ποιοτική / Ποσοτική Ανάλυση Απορριμμάτων περιφέρειας Κρήτης» κατά την περίοδο 15/9 – 31/10 του έτους 2003.



Εικόνα 19: Κάδος γεμάτος με το δείγμα Α.Σ.Α..



Εικόνα 20: Φορητός ζυγός χρήσης στο πεδίο.



Εικόνα 21: Διεργασίες που ακολουθήθηκαν

4.3 Εργαστηριακές αναλύσεις

4.3.1 Εισαγωγή

Οι εργαστηριακές αναλύσεις των ΑΣΑ γίνονται στα κλάσματα του χαρτιού, πλαστικού, οργανικών και ΔΞΥΛ και περιλαμβάνουν:

- **Προσεγγιστική ανάλυση:** περιλαμβάνει τη μέτρηση του % περιεχομένου σε υγρασία, του % περιεχομένου σε τέφρα, του % περιεχομένου σε πτητική ύλη και τον υπολογισμό του fixed carbon μέσω διαφοράς. Οι παραπάνω αναλύσεις γίνονται σύμφωνα με τα πρότυπα ASTM E790, E830 και E897.
- **Στοιχειακή ανάλυση:** περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της % σύστασης σε άνθρακα (C), υδρογόνο (H) και άζωτο (N). Οι αναλύσεις γίνονται σύμφωνα με τα πρότυπα ASTM E777 και E778 αντίστοιχα για C, H και N.
- **Θερμογόνος δύναμη:** η ανάλυση γίνεται είτε σύμφωνα με το πρότυπο ASTM E955 είτε με άλλη διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδο.

Το εργαστηριακό δείγμα αποτελείται από ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα), πλαστικά συσκευασίας και χαρτιά (χαρτί, χαρτόνι εκτός χαρτιών προσωπικής υγιεινής). Στο πεδίο έγινε η συλλογή των επιμέρους κλασμάτων ενώ η παρασκευή των τριών κλασμάτων του δείγματος γινόταν στο εργαστήριο. Για τη συλλογή των ποσοτήτων απορριμμάτων από κάθε κλάσμα δεν χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός που ήταν πιθανό να αλληλεπιδράσει με το δείγμα και να το αλλοιώσει. Η διαλογή έγινε χειρονακτικά και από τα ίδια κάθε φορά άτομα και με όσο το δυνατό καλύτερη αντιπροσωπευτικότητα των επιλεγμένων υλικών. Η ποσότητα κάθε κλάσματος ήταν 200-500g. Η διαδικασία της δειγματοληψίας, η προσωρινή αποθήκευση και μεταφορά κάθε εργαστηριακού δείγματος στο εργαστήριο έγινε σε υδατοστεγείς σακούλες απορριμμάτων σφραγισμένες με ταινία. Ο χρόνος που μεσολάβησε μεταξύ της συλλογής και της ανάλυσης κυμαινόταν από 1 έως 4 ώρες. Για την παρασκευή του εργαστηριακού δείγματος χρησιμοποιήθηκε ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας (γάντια, μάσκες) ενώ η μείωση του μεγέθους των υλικών έγινε με μαχαίρια και ψαλίδια (εργασία με το χέρι) ώστε να μην επηρεαστεί το περιεχόμενο σε υγρασία των απορριμμάτων.



Εικόνα 22: εργαστηριακά δείγματα (Ζυμώσιμα, Πλαστικά, Χαρτιά) μετά την άλεση

4.3.2 Περιγραφή συσκευών

Μύλος άλεσης

Για την άλεση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε μύλος (μαχαιρόμυλος) της εταιρείας Fritsch μοντέλο P-19 σε συνδυασμό με cyclone separator (Εικόνα 26, Εικόνα 27

Παράρτημα). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μύλου άλεσης φαίνονται στον πίνακα 19 (Παράρτημα). Ο συγκεκριμένος μύλος είναι ικανός για την επεξεργασία υλικών όπως:

- κόκκαλα, ξύλο, δέρμα, πλακέτες H/Y,
- άνθρακας, βακελίτης, γύψος, έδαφος, αδρανή υλικά κατεδάφισης,
- ανόργανα άλατα, εποξικές ρητίνες, κονίες, χρωστικές, τροφές,
- πλαστικά, ελαστικά, υφάσματα, αποξηραμένα φυτά, δημητριακά, κυτταρίνη, απορρίμματα.

Φούρνος ξήρανσης

Ο φούρνος ξήρανσης που χρησιμοποιήθηκε είναι της εταιρείας Innovens μοντέλο Jouan EU2 118 (Εικόνα 28, παράρτημα).

Ζυγός ακριβείας

Για τη ζύγιση ακριβείας των εργαστηριακών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε αναλυτικός ζυγός της AND μοντέλο HR 200 – EC (Εικόνα 29, παράρτημα).

Χώνευση

Για τη μετατροπή των δειγμάτων από στερεή μορφή σε μορφή διαλύματος, ώστε να ακολουθήσει μετέπειτα στοιχειακή ανάλυση με φασματομετρία, επιλέχθηκε η χώνευση σε φούρνο με μικροκύματα. Η χώνευση πραγματοποιήθηκε στον ειδικό φούρνο *MARS 6 Microwave Reactor System CEM*, που βρίσκεται στο χώρο του εργαστηρίου (Εικόνα 30, Παράρτημα).

Τα προγράμματα που επιλέχθηκαν ήταν δύο, ένα για τα ζυμώσιμα και ένα για το χαρτί και το πλαστικό. Πριν εισέλθουν τα δείγματα στο φούρνο τηρήθηκαν οι οδηγίες της μεθόδου. Σύμφωνα με τις οδηγίες:

- από το κάθε δείγμα μετρήθηκαν στη ζυγαριά A & D INSTRUMENTS LTD **100 mg** υλικού για το **πλαστικό**, **200 mg** υλικού για τα **ζυμώσιμα** και **100 mg** υλικού για το **χαρτί**, (ακρίβεια του οργάνου 4 δεκαδικά)

- η ποσότητα αυτή τοποθετήθηκε για το κάθε δείγμα σε διαφορετικό vessel, αφού πρώτα ξεβιδώθηκαν τα καπάκια όλων των vessels με τα ειδικά εργαλεία του μηχανήματος,
- παράλληλα μετρήθηκε **10 mL νιτρικό οξύ** σε γυάλινο δοχείο
- Το οξύ μεταφέρθηκε στο vessel που περιείχε το δείγμα (σκόνη). Η διαδικασία αυτή έγινε στον απαγωγό, φορώντας γάντια και ειδική μάσκα λόγω της έκλυσης αναθυμιάσεων,
- στη συνέχεια το δείγμα βιδώθηκε προσεκτικά, έτσι ώστε η οπή, που βρίσκεται στο καπάκι του vessel, να είναι ελεύθερη (αυτό έγινε για να μπορέσουν να εκλυθούν τα αέρια πιο μετά κατά το ξεβίδωμα),
- μετά το σφράγισμα του vessel, ακολούθησε προσεκτική τοποθέτηση στον φούρνο στις θέσεις που προβλέπει το μηχάνημα. Το πρώτο vessel ήταν το πρότυπο και τοποθετήθηκε στη θέση 1,
- με την τοποθέτηση του πρότυπου δείγματος εισήχθηκε και το θερμόμετρο, που έχει ειδική θέση και συνδέεται με τον φούρνο από τη μία πλευρά και με το vessel από την άλλη. Στο σημείο αυτό, τοποθετήθηκε επίσης ο αισθητήρας πίεσης, που συνδέθηκε όπως και το θερμόμετρο, τόσο με το πρότυπο δείγμα όσο και με τον φούρνο, έπειτα η παραπάνω διαδικασία εφαρμόστηκε για τα υπόλοιπα 9 δείγματα και τοποθετήθηκαν ένα-ένα στις προβλεπόμενες θέσεις. Όταν όλα τα δείγματα ήταν έτοιμα και τοποθετημένα σωστά όπως και οι συνδέσεις του θερμομέτρου και της πίεσης, η συσκευή ήταν έτοιμη να λειτουργήσει. Ο φούρνος διαθέτει αισθητήρες καταμέτρησης οι οποίοι αναγνωρίζουν αυτόματα τον τύπο και τον αριθμό των δειγμάτων, έπειτα καθορίζει αυτόματα όλες τις παραμέτρους, ρυθμίζει την ισχύ και εκτελεί χώνευση σε όλα τα δείγματα που βρίσκονται τοποθετημένα στο εσωτερικό του (<http://cem.com/mars6-technology.html>). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τρία στάδια: στο πρώτο στάδιο η θερμοκρασία αυξάνεται μέχρι να φτάσει στους **210 °C**, στο δεύτερο στάδιο γίνεται η διαδικασία της χώνευσης και στο τρίτο στάδιο η θερμοκρασία πέφτει, καθώς ο φούρνος έχει τη δυνατότητα να προκαλεί διακυμάνσεις στη θερμοκρασία.

Μετά την ολοκλήρωση της χώνευσης ακολούθησε προσεκτικό άνοιγμα του κάθε vessel. Όλα τα διαλύματα διηθήθηκαν με φίλτρο σε πλαστικά μπουκαλάκια και στη συνέχεια αραιώθηκαν με απιονισμένο νερό μέχρι τα 45 mL. Έπειτα τα δείγματα ήταν έτοιμα για ανάλυση και τοποθετήθηκαν προσωρινά στο ψυγείο. Η παραπάνω διαδικασία

πραγματοποιήθηκε 8 φορές με 10 δείγματα κάθε φορά, έτσι ώστε να χωνευτούν και τα 80 δείγματα.

Διαδικασίας μεθόδου εκχύλισης TCLP

Οι απαιτούμενες συσκευές και τα αντιδραστήρια για την πραγματοποίηση της μεθόδου είναι :

- Εργαστηριακός ζυγός (ακρίβεια $\pm 0,01$ gr)
- Φυγοκεντρικά φιαλίδια
- Τράπεζα ανάδευσης
- pH-μετρο
- Συσκευή διήθησης
- Οξικό οξύ
- Καυστικό νάτριο, 1 N
- Νιτρικό οξύ, 1 N
- Υδροχλωρικό οξύ, 1 N

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει δύο διαλύματα εκχύλισης, τα ακόλουθα:

1ο Διάλυμα Εκχύλισης: Παρασκευάζεται με προσθήκη 5,7 mL CH_3COOH (οξικό οξύ) σε 500 mL απιονισμένου νερού, προσθήκη 64,3 mL 1N NaOH και αραίωση με απιονισμένο νερό μέχρι 1 L. pH διαλύματος $4,93 \pm 0,05$.

2ο Διάλυμα Εκχύλισης: Παρασκευάζεται με προσθήκη 5,7 mL CH_3COOH σε 500 mL απιονισμένου νερού και αραίωση μέχρι 1L. pH διαλύματος $2,88 \pm 0,05$.

Το διάλυμα εκχύλισης που χρησιμοποιείται, επιλέγεται με την ακόλουθη διαδικασία:

- Ζυγίζονται 0,5 g του δείγματος (μέγεθος κόκκου < 1 mm).
- Το υλικό μεταφέρεται σε κωνική φιάλη 250 mL και ακολουθεί μέτρηση του pH.
- Προστίθενται 9,65 g απιονισμένου νερού.
- Καταγράφεται η ένδειξη του pH στο διάλυμα και εάν αυτή είναι μικρότερη από 5 χρησιμοποιείται για την πειραματική διαδικασία το 1ο διάλυμα εκχύλισης.
- Εάν το pH είναι μεγαλύτερο του 5 προστίθενται στην φιάλη 3,5 mL 1N
- HCl, ακολουθεί μηχανική ανάδευση και θέρμανση του διαλύματος σε 50°C για 10 min.

- Μετά την ψύξη του διαλύματος σε θερμοκρασία δωματίου ακολουθεί μέτρηση του pH. Εάν το pH είναι μικρότερο του 5, τότε χρησιμοποιείται το 1ο διάλυμα εκχύλισης, εάν pH είναι μεγαλύτερο του 5, χρησιμοποιείται το 2ο διάλυμα εκχύλισης.

Αφού λοιπόν επιλεγεί το κατάλληλο διάλυμα εκχύλισης, η δοκιμή εκτελείται με τα ακόλουθα στάδια:

- Παρασκευή διαλύματος ξηρού δείγματος στερεών αποβλήτων και του επιλεγμένου διαλύματος εκχύλισης σε αναλογία 1:20 μέσα σε πλαστικό δοχείο
- Το πλαστικό δοχείο τοποθετείται στη συσκευή ανάμιξης και αναδύεται στις 30 ± 2 rpm για 18 ± 2 ώρες.
- Μετά από το διάστημα αυτό, το διάλυμα που παράγεται, διηθείται με μικροδιήθηση και ακολουθεί μέτρηση της συγκέντρωσης των τοξικών συστατικών.

Όρια συγκεντρώσεων εν δυνάμει τοξικών μετάλλων

Τα όρια των μετάλλων που εισάγει η πρότυπη μέθοδος TCLP για χαρακτηρισμό επικίνδυνων αποβλήτων εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5: Όρια συγκεντρώσεων επιλεγμένων βαρέων μετάλλων σύμφωνα με την μέθοδο TCLP

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mg/L)
As	5.0
Ba	100.0
Cd	1.0
Cr	5.0
Hg	0.2
Se	1.0
Pb	5.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Αποτελέσματα ICP-MS

Για τον προσδιορισμό των τοξικών μετάλλων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της φασματομετρίας μάζας επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS) και τα μέταλλα που αναλύθηκαν είναι: Cu, As, Cd, Ba, Ni, Mo, Pb, Sb, Zn, Se, Cr, Hg .

Οι ακόλουθες οριακές τιμές ισχύουν για τα κοκκώδη μη επικίνδυνα απόβλητα που γίνονται δεκτά στις ίδιες κυψέλες με τα σταθερά, μη ενεργά επικίνδυνα απόβλητα, υπολογιζόμενες σε $L/S = 2$ και $10 L /kg$, αντίστοιχα, για τη συνολική διαρροή και εκφραζόμενες άμεσα σε mg/ L για τη δοκιμή C0 (πρώτο έκπλυμα της δοκιμής διήθησης σε $L/S = 0,1 L /kg$). Τα κοκκώδη απόβλητα περιλαμβάνουν όλα τα μη συμπαγή απόβλητα.

Τα κράτη μέλη καθορίζουν τις μεθόδους δοκιμής και τις αντίστοιχες οριακές τιμές που πρέπει να χρησιμοποιούνται, από τον πίνακα που ακολουθεί.

Οι οριακές τιμές βάση των οποίων θα συγκριθούν οι τιμές των συγκεντρώσεων των δειγμάτων της παρούσας διπλωματικής δεν μπορούν να εφαρμοστούν απόλυτα, λόγω του ότι τα αποτελέσματα είναι για ολικές συγκεντρώσεις.

Πίνακας 6: Οριακές τιμές για τα μη επικίνδυνα απόβλητα

Συστατικό	L/S = 2 l/kg	L/S = 10 l/kg	C0 (δοκιμή διήθησης)
	mg/kg ξηρά ουσία	mg/kg ξηρά ουσία	mg/l
As	0,4	2	0,3
Ba	30	100	20
Cd	0,6	1	0,3
Cr σύνολο	4	10	2,5
Cu	25	50	30
Hg	0,05	0,2	0,03
Mo	5	10	3,5
Ni	5	10	3
Pb	5	10	3
Sb	0,2	0,7	0,15
Se	0,3	0,5	0,2
Zn	25	50	15

5.1.1 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα πλαστικού Α' δειγματοληψίας

Στον Πίνακα 7 του παραρτήματος παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις, με τις αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις, των τοξικών μετάλλων στα δείγματα πλαστικού περιβλήματος, όπως προσδιορίστηκαν με το ICP-MS.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7 του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το As τον Hg, το Mo και το Se ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης. Οι τιμές για το Cu είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 5,98 έως 46,65 mg/kg, εκτός από μία τιμή, του δείγματος του Αμαρίου (28/2 Α') με 62,15 mg/kg που είναι εκτός επιτρεπτών ορίων. Για το Cd η τιμή του δείγματος από το Μυλοπόταμο (24/2 Α') με 0,59 mg/kg είναι εντός ορίων, ενώ οι τιμές για τα δείγματα Ρεθύμνου (24/2 Α') και (28/2 Β') με 3,35 και 69,32 mg/kg, αντίστοιχα, αλλά και του Αμαρίου (28/2 Α') με 146,71 mg/kg κυμαίνονται εκτός επιτρεπτών ορίων. Για το Ni μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι αυτή του δείγματος από τον Αγ. Βασίλειο (26/2 Β') με 10,67 mg/kg, ενώ οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός ορίων και κυμαίνονται από 4,03 έως 9,34 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Pb τρεις τιμές είναι ανιχνεύσιμες και είναι και οι τρεις πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Οι τιμές αφορούν τα δείγματα του Ρεθύμνου (26/2 Α'), (27/2 Β') και (28/2 Β') με 72,5, 148,22 και 55,87 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Zn μία τιμή είναι εντός επιτρεπτών ορίων και είναι αυτή του δείγματος του Μυλοπόταμου (24/2 Α') με 18,12 mg/kg, οι υπόλοιπες τιμές είναι πολύ υψηλές και εκτός ορίων και κυμαίνονται από 142,82 έως 2047,00 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Cr μία τιμή είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και είναι του δείγματος του Αμαρίου (28/2 Α'). Εντός επιτρεπτών ορίων κυμαίνονται οι τιμές των δειγμάτων του Ρεθύμνου (24/2 Β') και (27/2 Α') με 9,44 και 9,08 mg/kg και των Ανωγείων (25/2 Β') με 8,29 mg/kg, ενώ οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 14,11 έως 31,99 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Ba τρεις τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και μία η οποία είναι εκτός επιτρεπτών ορίων είναι αυτή του δείγματος του Ρεθύμνου (27/2 Α') με 169,90 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 8,59 έως 75,56 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Sb όλες οι τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,8 έως 45,2 mg/kg, αντίστοιχα.

Παρατηρείται, λοιπόν, πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα του πλαστικού, κυμαινόμενα εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.2 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα ζυμώσιμων Α δειγματοληψίας

Όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 8** του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για τα Cd, Pb, Hg, Mo και Se ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης. Για το Cu οι τιμές κυμαίνονται εντός επιτρεπτών ορίων από 5,58 έως 17,26 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Ni έξι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 4,60 έως 9,25 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (24/2 Β΄) και (27/2 Α΄) με τιμές 13,06 και 10,45 mg/kg, του Μυλοποτάμου (24/2 Α΄) με τιμή 18,12 mg/kg και του Αγίου Βασιλείου (26/2 Β΄) με τιμή 19,68 mg/kg. Για το Zn μία τιμή τείνει να ξεπεράσει τα όρια, καθώς είναι αρκετά υψηλή και είναι αυτή του δείγματος από τα΄ Ανώγεια (25/2 Β΄) με 47,14 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 115,08 έως 197,92 mg/kg. Για το Cr δύο τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και είναι αυτές των δειγμάτων του Αμαρίου (28/2 Α΄) και του Ρεθύμνου (28/2 Β΄) με 6,40 και 5,67 mg/kg, αντίστοιχα. Οι τιμές των υπόλοιπων δειγμάτων είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 10,24 έως 30,93 mg/kg. Για το As μία μόνο τιμή είναι ανιχνεύσιμη και βρίσκεται εκτός επιτρεπτών ορίων, η τιμή αυτή αφορά το δείγμα του Μυλοποτάμου (24/2 Α΄) με 2,09 mg/kg. Για το Ba δύο τιμές δεν είναι ανιχνεύσιμες του δείγματος του Ρεθύμνου (25,2 Α΄) και του Αμαρίου (28/2 Α΄), ενώ οι υπόλοιπες είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,27 έως 27,14 mg/kg, αντίστοιχα. Τέλος για το Sb όλες οι τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 1,09 έως 49,53 mg/kg, αντίστοιχα.

Παράλληλα, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα ζυμώσιμων, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.3 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα χαρτιού Α΄ δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 9** του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Cd, Pb, Hg, As, Mo και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Για το Cu μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι του δείγματος του Αμαρίου (28/2 Α΄) με τιμή 95,12 mg/kg, ενώ όλες οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 22,68 mg/kg έως 41,38 mg/kg. Για το Ni δύο τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (25/2 Α΄) και του Αγίου Βασιλείου με 14,34 mg/kg και 12,74 mg/kg αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 3,71 mg/kg έως 7,67 mg/kg. Για το Zn μία τιμή είναι εντός επιτρεπτών ορίων, το δείγμα της οποίας είναι του Ρεθύμνου (24/2 Α΄) με αρκετά υψηλή τιμή 42,65 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός

επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 67,64 mg/kg έως 198,81 mg/kg. Για το Cr δύο τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (26/2 Β') και (27/2 Α') με 11,39 mg/kg και 10,06 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 5,41 έως 8,91 mg/kg. Για το Ba μία τιμή είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και είναι του δείγματος του Ρεθύμνου (24/2 Β'), ενώ όλες οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 8,41 mg/kg έως 67,29 mg/kg. Τέλος για το Sb δύο τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και είναι των δειγμάτων του Αμαρίου (28/2 Α') και του Ρεθύμνου (28/2 Β') με τιμές 0,5 mg/kg και 0,4 mg/kg αντίστοιχα, ενώ οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,85 mg/kg έως 6,27 mg/kg.

Παρατηρείται, λοιπόν, πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα του χαρτιού, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.4 Αποτελέσματα ICP-MS από χώνευση για τα δείγματα πλαστικού Β' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 10 του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Hg, As και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Για το Cu τρεις τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, οι τιμές των οποίων είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 Β') και (3/6 Α') με τιμές **10.803,99** και 94,04 mg/kg, αντίστοιχα και του Αγίου Βασιλείου (5/6 Β') με τιμή 72,86 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 3,32 έως 28,63 mg/kg. Για το Cd δύο τιμές είναι εντός των επιτρεπτών ορίων με 0,49 και 0,75 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (2/6 Β'), (3/6 Α'), (4/6 Α') και (6/6 Β') με 129,25, 15,24, 1,55 και 1,11 mg/kg, των Ανωγείων (3/6 Β') με 19,63 mg/kg και του Αγίου Βασιλείου (5/6 Α') με 1,55 mg/kg. Για το Ni δύο τιμές είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων και είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 Β') και (5/6 Β') με 31,32 και 105,01 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός των επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 2,53 έως 5,74 mg/kg. Για το Pb, τέσσερις τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και τέσσερις εκτός των επιτρεπτών ορίων. Τα δείγματα των τιμών που είναι εκτός επιτρεπτών ορίων είναι του Ρεθύμνου (2/6 Β') και (3/6 Α') με 176,52 και 18,52 mg/kg αντίστοιχα, του Μυλοποτάμου (4/6 Β') με 48,17 mg/kg και του Αγίου Βασιλείου (5/6 Α') με τιμή 19,89 mg/kg. Οι υπόλοιπες δύο τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και είναι 2,41 και 3,72 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Zn όλες οι τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 61,50 έως 200,42 mg/kg. Για το Cr έξι τιμές είναι

εκτός επιτρεπτών ορίων οι οποίες είναι από τα δείγματα του Ρεθύμνου (2/6 B'), (3/6 A'), (4/6 A') και (5/6 B') με 33,73, 14,99, 13,27 και 28,91 mg/kg αντίστοιχα, του Μυλοποτάμου (4/6 B') με 12,61 mg/kg και του Αγίου Βασιλείου (5/6 A') με 11,12 mg/kg. Για το Ba τρεις τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 B') και (6/6 B') με 116,39 και 211,23 mg/kg, αντίστοιχα, και του Αγίου Βασιλείου (5/6 A') με 202,01 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός των επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 6,04 έως 45,41 mg/kg. Για το Sb όλες οι τιμές πάνω από το επιτρεπτό όριο και κυμαίνονται από 1,13 έως 93,89 mg/kg. Τέλος για το Mo μία τιμή είναι ανιχνεύσιμη και είναι εντός επιτρεπτών ορίων με 2,20 mg/kg.

Παρατηρείται, λοιπόν, πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα του πλαστικού, κατά τη B' δειγματοληψία, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.5 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα ζυμώσιμων B' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 11 του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Hg, Mo και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Οι τιμές για το Cu κυμαίνονται από 4,62 έως 44,22 mg/kg και είναι εντός επιτρεπτών ορίων. Για το Cd τέσσερις τιμές είναι πάνω από τα επιτρεπτά όρια, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (3/6 A'), (5/6 B') και (6/6 B') με 1,57, 1,17 και 1,11 mg/kg, αντίστοιχα, και των Ανωγείων (3/6 B') με τιμή 1,31 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,20 έως 0,71 mg/kg. Για το Ni τέσσερις τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Μυλοποτάμου (2/6 A') με 35,44 mg/kg, του Ρεθύμνου (3/6 A') και (4/6 B') με 13,68 και 27,37 mg/kg, αντίστοιχα, και του Αγίου Βασιλείου (5/6 A') με 20,68 mg/kg. Για το Pb τρεις τιμές είναι εντός ορίου ανίχνευσης και είναι εντός επιτρεπτών ορίων που κυμαίνονται από 0,50 έως 2,50 mg/kg. Για το Zn μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι του δείγματος του Αγίου Βασιλείου (5/6 A') με 50,59 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 22,73 έως 42,48 mg/kg. Για το Cr οι τιμές των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 B'), (3/6 A') και (2/6 A') με 14,92, 19,27 και 67,24 mg/kg, αντίστοιχα, του Αγίου Βασιλείου (5/6 A') με 25,67 mg/kg και των Ανωγείων (3/6 B') με 11,05 mg/kg είναι εκτός επιτρεπτών ορίων. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 3,71 έως 8,88 mg/kg. Για το As δύο τιμές είναι εντός ορίου ανίχνευσης και είναι εντός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (2/6 A') και (2/6 B') με 0,80 και -0,87 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Ba όλες οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών

ορίων και κυμαίνονται από 2,59 έως 23,27 mg/kg. Τέλος για το Sb μία τιμή είναι εντός ορίου ανίχνευσης και είναι και εντός επιτρεπτών ορίων με 0,28 mg/kg.

Διαπιστώνεται πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα των ζυμώσιμων, κατά τη Β' δειγματοληψία, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.5 Αποτελέσματα από χώνευση για τα δείγματα χαρτιού Β' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 12 του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Hg, As, Mo, Sb και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Για το Cu μία τιμή είναι πιο υψηλή από τα επιτρεπτά όρια και είναι του δείγματος του Ρεθύμνου (4/6 Α') με 70,93 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,18 έως 48,73 mg/kg. Για το Cd τέσσερις τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και τρεις εκτός επιτρεπτών ορίων. Τα δείγματα των οποίων οι τιμές τους είναι εκτός επιτρεπτών ορίων είναι των Ανωγείων (3/6 Β') με 2,13 mg/kg του Μυλοποτάμου (4/6 Β') με 1,11 mg/kg και του Αμαρίου (6/6 Α') με 3,72 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,18 έως 0,89 mg/kg. Για το Ni μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι του δείγματος του Μυλοποτάμου (4/6 Β') με 40,85 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,07 έως 4,53 mg/kg. Για το Pb μία τιμή είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και τρεις εκτός επιτρεπτών ορίων. Οι τρεις αυτές τιμές είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 Α'), (4/6 Α') και (5/6 Β') με τιμές 14,76, 19,57 και 33,69 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από -0,91 έως 4,68 mg/kg. Για Zn μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι του δείγματος του Ρεθύμνου (4/6 Α') με 67,87 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 13,23 έως 46,46 mg/kg. Οι τιμές για το Cr είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 1,21 έως 6,63 mg/kg. Επίσης για το Ba οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 15,12 έως 67,79 mg/kg.

Παρατηρείται πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα του χαρτιού, κατά τη Β' δειγματοληψία, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.6 Αποτελέσματα από γώνευση για τα δείγματα πλαστικών μπουκαλιών νερού Β' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 13 του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Hg, As, Mo και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Οι τιμές για το Cu είναι όλες εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 12,92 έως 35,53 mg/kg. Για το Cd μία τιμή είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και δύο εντός επιτρεπτών ορίων με τιμές 0,80 και 0,35 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι, του Ρεθύμνου (2/6 Α'), (3/6 Α'), (4/6 Α'), (5/6 Α') και (6/6 Β') με 2,57, 128,41, 65,40, 2,30 και 3,72 mg/kg, αντίστοιχα, των Ανωγείων (25/6 Β') με 25,17 mg/kg και του Μυλοπόταμου (4/6 Β') με 2,22 mg/kg. Για το Ni τρεις τιμές είναι εντός των επιτρεπτών ορίων με 8,11, 7,70 και 4,79 mg/kg, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (2/6 Α'), (2/6 Β'), (3/6 Α'), (4/6 Α') και (5/6 Β'), του Αγίου Βασιλείου (5/6 Α') και του Αμαρίου (6/6 Α') με 28,25, 22,25, 24,62, 34,94, 18,81, 13,60 και 12,48 mg/kg αντίστοιχα. Για το Pb μία τιμή είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και τέσσερεις εντός επιτρεπτών ορίων που κυμαίνονται από 3,86 έως 4,81 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι του Ρεθύμνου (3/6 Α'), (4/6 Α') και (5/6 Β') με 183,20, 21,52 και 16,62 mg/kg αντίστοιχα, του Αγίου Βασιλείου (5/6 Α') με 22,97 mg/kg και των Ανωγείων (3/6 Β') με 32,64 mg/kg. Για το Zn μία τιμή είναι εντός επιτρεπτών ορίων, του δείγματος του Ρεθύμνου (6/6 Β') με 38,77 mg/kg, ενώ οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 69,86 έως 448,04 mg/kg. Για το Cr όλες οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 10,28 έως 76,98 mg/kg. Για το Ba μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι του δείγματος από το Ρέθυμνο (3/6 Α') με 129,90 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 14,04 έως 59,88 mg/kg. Για το Sb όλες οι τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 5,20 έως 142,24 mg/kg.

Άρα υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα των πλαστικών μπουκαλιών, κατά τη Β' δειγματοληψία, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.1.7 Αποτελέσματα ICP-MS από γώνευση για τα δείγματα έντυπου υλικού Β' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 14** του παραρτήματος, οι συγκεντρώσεις για το Hg, As, Mo και Se είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Για το Cd τέσσερις τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και οι υπόλοιπες είναι εκτός επιτρεπτών ορίων, τα δείγματα των οποίων είναι από το Ρεθύμνο (2/6 Α'), (2/6 Β'), (4/6 Α') και (6/6 Α') με 10,06, 4,83, 3,19 και 95,49 mg/kg, αντίστοιχα, από τα Ανώγεια (3/6 Β') με 2,08 και από τον Άγιο Βασίλειο με 69,34 mg/kg. Για το Cu δύο τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι τα δείγματα του Ρεθύμνου (4/6 Α') και (5/6 Β') με 119,21 και 97,36 mg/kg. Για το Ni όλες οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 0,21 έως 6,21 mg/kg. Για το Pb πέντε τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και δύο εντός επιτρεπτών ορίων, με 2,45 και 3,95 mg/kg. Οι τιμές που είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 Α'), (4/6 Α') και (5/6 Β') με 14,66, 31,15 και 43,22 mg/kg, αντίστοιχα. Για το Zn όλες οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 8,09 έως 24,89 mg/kg. Για το Cr όλες οι τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 1,47 έως 7,38 mg/kg. Για το Ba μία τιμή είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι από το δείγμα του Ρεθύμνου (4/6 Α') με 127,28 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εντός επιτρεπτών ορίων και κυμαίνονται από 4,54 έως 84,38 mg/kg. Τέλος για το Sb πέντε τιμές είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης και δύο εντός επιτρεπτών ορίων με τιμές που κυμαίνονται από 0,55 έως 0,09 mg/kg. Οι υπόλοιπες τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων και είναι των δειγμάτων του Ρεθύμνου (2/6 Α'), (2/6 Β') και (3/6 Α') με τιμές 4,68, 2,24 και 1,19 mg/kg αντίστοιχα.

Παρατηρείται, λοιπόν, πως υπάρχουν αρκετά τοξικά μέταλλα στα δείγματα του έντυπου υλικού, κατά τη Β' δειγματοληψία, πολλά από τα οποία δρουν αρνητικά στο περιβάλλον αφού είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

5.2 Αποτελέσματα ICP-MS από TCLP για τα δείγματα των ζυμώσιμων Β' δειγματοληψίας

Όπως φαίνεται στους Πίνακες 15, 16 και 17 του παραρτήματος, τα αποτελέσματα είναι εντός επιτρεπτών ορίων.

Συγκεκριμένα, για τα δείγματα ζυμώσιμων βλέπουμε πως το Cu κυμαίνεται από 0,041 έως 0,4945 mg/kg, το Cd από 0 έως 0,0044mg/kg, το Ni από 0,0152 έως 0,6216mg/kg, το Pb είναι μηδέν και το Zn από 0,4547 έως 6,8346mg/kg. Επίσης το Cr είναι 0,0442mg/kg, το Hg βρίσκεται στο μηδέν, το As κυμαίνεται από 0 έως 0,0125mg/kg, το Ba από 0,0325 έως 0,1086mg/kg, το Sb από 0 έως 0,0308mg/kg και τέλος το Se βρίσκεται στο 0 και το Mo κυμαίνεται από 0 έως 0,0022mg/kg.

Για τα δείγματα πλαστικού βλέπουμε πως το Cu κυμαίνεται από -0,0002mg/kg έως 0,028, το Cd από 0 έως 0,1448mg/kg, το Ni από 0,004 έως 0,1695mg/kg, το Pb είναι μηδέν και το Zn από 0,388 έως 0,857mg/kg. Επίσης το Cr Κυμαίνεται από 0,0027 έως 0,023mg/kg, το Hg και το As βρίσκονται στο μηδέν, το Ba από 0,0191 έως 0,0618mg/kg, το Sb από 0,0238 έως 0,1385mg/kg και τέλος το Se και το Mo βρίσκονται στο 0.

Για τα δείγματα χαρτιού βλέπουμε πως το Cu κυμαίνεται από 0,0202 έως 0,0994 mg/kg, το Cd είναι 0, το Ni από 0,0063 έως 0,0286mg/kg, το Pb είναι μηδέν και το Zn από 0,0123 έως 0,1402mg/kg. Επίσης το Cr Κυμαίνεται από 0,0026 έως 0,0187mg/kg, το Hg και το As βρίσκονται στο μηδέν, το Ba από 0,0822 έως 0,1399mg/kg, το Sb από 0,0081 έως 0,1965mg/kg και τέλος το Se είναι 0 και το Mo κυμαίνεται από 0 έως 0,0333mg/kg.

Συνεπώς, συμπεραίνεται πως και αυτή η ανάλυση οδηγεί σε αρνητικά συμπεράσματα, καθώς αρκετές τιμές βρίσκονται εκτός ορίων, με αποτέλεσμα να επιδρούν βλαβερά στο έδαφος.

5.3 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έλαβε χώρα προσδιορισμός των τοξικών μετάλλων στα Α.Σ.Α. του ΧΥΤΑ Αμαρίου, αλλά και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Η προέλευση του δείγματος που εξετάστηκε ήταν από το ΧΥΤΑ Αμαρίου και έγινε με χειροδιαλογή.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπάρχουν τοξικά μέταλλα σε τιμές άνω των επιτρεπτών ορίων. Τα σημαντικότερα αποτελέσματα που προκύπτουν από την πραγματοποιηθείσα έρευνα είναι τα εξής:

- Από τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρείται ότι και για τα τρία κλάσματα (ζυμώσιμα, πλαστικό, χαρτί) υπάρχουν δείγματα των οποίων οι τιμές τους είναι πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Για τα δείγματα του Ρεθύμνου υπάρχει το μεγαλύτερο πρόβλημα, που κατά μία έννοια είναι λογικό, διότι απευθύνονται σε μεγαλύτερο πληθυσμό, άρα περισσότερες και διαφορετικές καταναλωτικές συνήθειες.
- Το κλάσμα του οποίου οι περισσότερες τιμές των δειγμάτων του είναι εκτός επιτρεπτών ορίων είναι το κλάσμα του πλαστικού και είναι στα εν δυνάμει τοξικά μέταλλα Cd, Ni, Pb, Zn, Cr, Ba και Sb. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο αντιμόνιο (Sb), διότι όλες οι τιμές όλων των δειγμάτων για το πλαστικό είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια, αλλά και για τα ψευδάργυρο (Zn) και χρώμιο (Cr) σχεδόν όλες οι τιμές είναι εκτός επιτρεπτών ορίων.
- Για το κλάσμα του χαρτιού, στα εν δυνάμει τοξικά μέταλλα Cu, Cd, Ni, Zn, Cr, Sb, Ba και Pb υπάρχουν τιμές δειγμάτων που είναι εκτός επιτρεπτών ορίων. Επίσης για την Β' δειγματοληψία παρατηρείτε για το κλάσμα του χαρτιού (όλων των ειδών αλλά και μόνο του έντυπου υλικού) ότι για τρία ίδια δείγματα του Ρεθύμνου οι τιμές τους για το μόλυβδο (Pb) είναι εκτός επιτρεπτών ορίων.
- Για την Α' δειγματοληψία, παρατηρείτε για το πλαστικό, το χαρτί αλλά και για τα ζυμώσιμα οι τιμές για το Zn και Sb είναι σχεδόν όλες εκτός επιτρεπτών ορίων.
- Για το κλάσμα των ζυμώσιμων, στα εν δυνάμει τοξικά μέταλλα Cd, Ni, Zn, Sb και As υπάρχουν τιμές δειγμάτων πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Επίσης και για την Α' και για την Β' δειγματοληψία παρατηρείτε ότι για το Cr υπάρχουν πολλές τιμές δειγμάτων που είναι πάνω από τα επιτρεπτά όρια.

Όσον αφορά το σύστημα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων στην περιοχή μελέτης, παρουσιάζει σημαντικές ελλείψεις όσον αφορά σε βασικά έργα υποδομής. Είναι

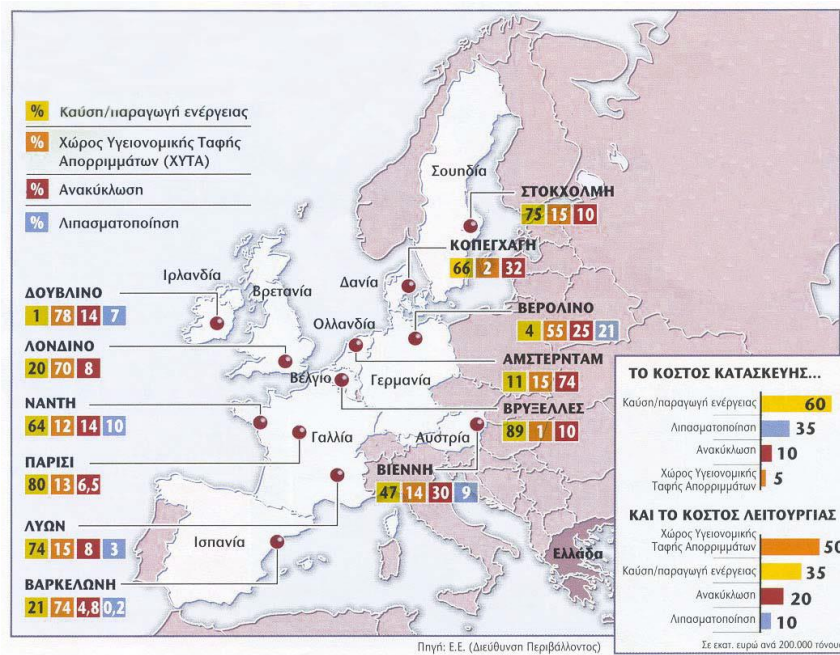
χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ουσιαστικά δεν γίνεται ούτε καταγραφή των εισερχομένων ποσοτήτων στους χώρους διάθεσης (μη ύπαρξη ζυγολογίων), ούτε έλεγχος της καταλληλότητας των απορριμμάτων για διάθεση. Ακόμη, συνεχίζεται η απόρριψη σε μη ελεγχόμενους χώρους διάθεσης. Υπάρχουν επίσης χώροι διάθεσης οι οποίοι είναι στην ουσία αφύλακτοι. Οι παραπάνω ελλείψεις έχουν ως αποτέλεσμα την απόρριψη στους υφιστάμενους ΧΥΤΑ/ΧΔΑ:

- ποσοτήτων επικινδύνων απορριμμάτων (νοσοκομειακά απόβλητα, χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια, μπαταρίες),
- αδρανών υλικών,
- αποβλήτων ηλεκτρικού / ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ),
- ύλες από εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (σε ανεξέλεγκτες χωματερές) και
- άλλων υλικών των οποίων η διάθεση σε ΧΥΤΑ απαγορεύεται (μεταχειρισμένα λάστιχα αυτοκινήτων, ΟΤΚΖ).

Το ζητούμενο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Απορριμμάτων είναι η σωστή συναρμογή των συστημάτων συλλογής με τα συστήματα επεξεργασίας των διαχωρισμένων υλικών και των υπολειμμάτων. Δηλαδή η επιλογή της καλύτερης μεθόδου επεξεργασίας όσον αφορά το βαθμό απόδοσης, δεν κρίνεται βιώσιμη αν δεν προηγείται ένα σωστό σύστημα συλλογής και μεταφοράς στον τόπο επεξεργασίας.

Αυτό που έχει επίσης σημασία είναι η συνολική ικανότητα του συστήματος συλλογής και διαχείρισης να ανταποκρίνεται σε αλλαγές στη σύνθεση και στο κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Για να μπορέσει κάποιος να προχωρήσει στις απαραίτητες συγκρίσεις με τον ευρωπαϊκό χώρο, παρατίθεται στην συνέχεια η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης Α.Σ.Α. στις διάφορες χώρες της Ευρώπης (Εικόνα 23). Η αντίστοιχη υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα δίνεται επίσης στο σχήμα. Από την σύγκριση των δύο σχημάτων γίνεται αντιληπτή η ανάγκη άμεσης αναμόρφωσης του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων στην Ελλάδα στα πρότυπα των άλλων ευρωπαϊκών χωρών.



Εικόνα 23: Κατάσταση διαχείρισης Α.Σ.Α. στην Ευρώπη

(<http://www.wtert.gr/attachments/article/271/%CE%94.%CE%A3.%CE%91.%20%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1.pdf>)

Θα πρέπει, λοιπόν, να υπάρξει σωστός έλεγχος στη χημική σύσταση των προϊόντων πριν οποιαδήποτε τεχνική επεξεργασίας τους, αλλά και ετικέτα προειδοποίησης προς τους καταναλωτές, να εκτιμηθεί άμεσα η ασφάλεια όλων των χημικών που διατίθενται στην αγορά, απαγόρευση στην αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων αλλά και αεροψεκασμών σε ατομικό επίπεδο. Τέλος όπως αναφέρθηκε παραπάνω θα πρέπει να υπάρξει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων με σκοπό την αλλαγή της καταναλωτικής συνήθειας των πολιτών, την μείωση των απορριμμάτων στην πηγή, την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών για τις ίδιες ή άλλες ανάγκες, την ανακύκλωση των απορριμμάτων, την ανάκτηση ενέργειας και την τελική διάθεση των υπολειμμάτων σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.

Τα τοξικά απόβλητα είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα και η επίλυσή του θα πρέπει να είναι μέρος της εθνικής πολιτικής. Θα πρέπει να προωθηθεί η Καθαρή Παραγωγή ως βασική φιλοσοφία για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων, αλλά και να ελαχιστοποιηθεί ο όγκος των αποβλήτων που παράγονται επεμβαίνοντας στην πηγή δημιουργίας τους, δηλαδή στις βιομηχανίες, με τη χρήση των κατάλληλων τεχνολογιών που επιτρέπουν τη μείωσή τους έως και 100% σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Ακόμα, πολλές επικίνδυνες ουσίες που προέρχονται από τα απόβλητα μπορούν να ανακτηθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν και τα υπόλοιπα που δεν επιδέχονται επαναχρησιμοποίησης να

καταστραφούν και να αδρανοποιηθούν με φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους και όχι να καούν, όπως γίνεται σε πολλές περιπτώσεις.

5.4 Προτάσεις

Με οδηγό τις θεμελιώδεις αρχές της διαχείρισης στερεών απορριμμάτων και λαμβάνοντας υπόψιν τα αποτελέσματα της εργασίας προτείνονται τα ακόλουθα:

1. Παύση λειτουργίας του ακατάλληλου χώρου διάθεσης απορριμμάτων που έχει ρυπανθεί από την ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών αποβλήτων και δεν επιλέγεται για τη μετεξέλιξή του σε οργανωμένο ΧΥΤ. Απαραίτητη είναι και η περιβαλλοντική αποκατάσταση του χώρου με τη λήψη μέτρων για τον ουσιαστικό περιορισμό έως εξάλειψη της προκαλούμενης ρύπανσης.
2. Δημιουργία οργανωμένου ΧΥΤ.
3. Δημιουργία κατάλληλου αριθμού σταθμών μεταφόρτωσης ώστε να βελτιστοποιείται η ροή των απορριμμάτων στο σύστημα.
4. Οργάνωση συστήματος συλλογής των απορριμμάτων με τέτοιο τρόπο ώστε να διαχωρίζονται τα υλικά συσκευασίας και άλλα χρήσιμα υλικά από τα οργανικά.
5. Εντατικός έλεγχος για την τοξικότητα τόσο των απορριμμάτων που εισέρχονται στο ΧΥΤ όσο και για τα στραγγίδια.
6. Οργάνωση της εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων (μεταχειρισμένα ελαστικά, ΟΤΚΖ, αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ΑΗΗΕ) από τον αρμόδιο φορέα διαχείρισης σε συνεργασία με συστήματα ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης (π.χ. εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων) και προώθηση του συστήματος της εγγυοδοσίας.
7. Μείωση της παραγωγής αποβλήτων (κυρίως πλαστικό και χαρτί) με την αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών και αγοραστικών επιλογών.
8. Μείωση των συσκευασιών και όπου είναι δυνατό επαναχρησιμοποίηση χρήσιμων υλικών (π.χ. γυάλινες φιάλες).
9. Τελική διάθεση των υπόλοιπων υλικών που δεν μπορούν να επεξεργαστούν με άλλο τρόπο σε χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

1. Αναστασιάδου Κ., 2011. Διπλωματική εργασία ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΙΟΝΤΩΝ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΚΑΙ ΝΙΚΕΛΙΟΥ ΑΠΟ ΜΗ ΑΠΟΜΕΛΑΝΩΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΑΡΤΟΜΑΖΑ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
2. Βαγενάς, Δημήτριος, 2007. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
3. Γιδαράκος, Ευάγγελος, 2012. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης.
4. Μάντελα, Αργυρή, 2007. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΕΡΙΤΗ, διπλωματική εργασία 2007.
5. Παναγιωτακόπουλος, Δημήτριος, 2007. Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
6. Παπάζογλου, Δάφνη-Ιωάννα, 2011. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
7. Παναγιώτης Ντζαμίλης και Γεώργιος Χάβας, Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση αστικών απορριμμάτων Περιφέρειας Κρήτης, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2004
8. Ε. Γιδαράκος, Τεχνολογίες επεξεργασίας τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων - Σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης
9. Λαζαρίδη Κ., 2008. Το νέο θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων: προκλήσεις και προοπτικές για τις τοπικές κοινωνίες.
10. Τσερώνης Κ., 2011. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟ ΧΩΡΟ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Ξενόγλωσση

1. European Environmental Agency, 2001. Waste. Annual Topic update. Topic report 8/2001.
2. European Environmental Agency, 2000. Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries. Topic report no.3.

3. European Environmental Agency, 2000. Dangerous substances in waste. Technical report no.38.
4. Hellawell John M. 1988. TOXIC SUBSTANCES IN RIVERS AND STREAMS.
5. Kribek, B., Majer, V., Knesl, I., Nyambe, I., Mihaljevic, M., Ettler, V., Sracek, O., 2014. CONCENTRATIONS OF ARSENIC, COPPER, COBALT, LEAD AND ZINC IN CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) GROWING ON UNCONTAMINATED AND CONTAMINATED SOILS OF THE ZAMBIAN COPPERBELT, Journal of African Earth Sciences, 99, pp. 713–723
6. Stankovic, S., Kalaba, P., Stankovic, A.R., 2014. BIOTA AS TOXIC METAL INDICATORS, Environmental Chemistry Letters, 12, pp. 63-84
7. Turkez, H., Geyikoglu, F., Tatar, A., Sait Keles, M., Kaplan, I., 2012. EXPERIMENTAL AND TOXICOLOGIC PATHOLOGY 64, pp. 93–101

Λιαδικοτυακή

1. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Category:Waste>
2. <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>
3. <http://www.ecofokida.gr/node/40>
4. http://www.ecodonet.gr/metals_heavy_sources1_greek.php
5. <http://www.lenntech.com/processes/heavy/heavy-metals/heavy-metals.htm>
6. <http://siakandaris.gr/>
7. <http://www.greenpeace.org>
8. <https://www.osha.gov/SLTC/metalsheavy/>
9. <http://ewasteguide.info/hazardous-substances>
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/Compost>
11. <http://www.care-waste.eu/index.php/u4-waste-treatment-medical-doctors-eqf-7/learning-outcome-5-medical-doctors-eqf-7/5-2-landfill-landfill-of-waste-eu-medical-doctors-eqf-7?showall=&lang=el&start=2>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 7: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα πλαστικού Α' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
24/2 A	32,12±0,52	0,59±0,23	5,29±0,13	<DL	18,12±0,99	14,11±0,4	<DL	<DL	<DL	36,4±4,85	<DL	<DL
24/2 B	29,68±0,64	3,35±0,21	5,82±0,05	<DL	303,95±5,27	9,44±0,28	<DL	<DL	<DL	45,2±1,73	<DL	<DL
25/2 A	36,55±1,49	<DL	7,65±0,16	<DL	659,80±23,31	18,30±0,57	<DL	<DL	8,59±1,61	31,13±1,36	<DL	<DL
25/2 B	9,37±0,11	<DL	4,03±0,11	<DL	167,98±4,18	8,29±0,04	<DL	<DL	75,56±2,77	8,95±0,37	<DL	<DL
26/2 A	9,37±0,28	<DL	7,27±0,23	72,5±5,81	213,68±5,58	20,34±0,6	<DL	<DL	21,37±2,59	5,17±0,09	<DL	<DL
26/2 B	10,94±0,42	<DL	10,67±0,37	<DL	142,82±2,51	12,94±0,12	<DL	<DL	24,46±2,92	8,01±1,69	<DL	<DL
27/2 A	9,91±0,15	<DL	9,34±0,17	<DL	1187,47±15,57	9,08±0,96	<DL	<DL	169,90±5,44	5,07±0,5	<DL	<DL
27/2 B	5,98±0,49	<DL	6,92±0,33	148,22±15,94	2047,00±60,05	31,99±1,23	<DL	<DL	31,64±3,67	4,43±0,7	<DL	<DL
28/2 A	62,15±2,16	146,71±0,62	5,77±0,42	<DL	621,86±16,86	<DL	<DL	<DL	<DL	0,80±0,01	<DL	<DL
28/2 B	46,65±0,81	69,32±1,6	7,10±0,2	55,87±6,75	805,46±5,19	17,55±0,51	<DL	<DL	38,69±6,58	1,94±0,25	<DL	<DL

Πίνακας 8: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα ζυμώσιμων Α' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
24/2 A	14,20±0,73	<DL	18,12±1,8	<DL	197,92±13,81	30,93±2,28	<DL	2,09±0,75	3,46±1,27	49,53±8,1	<DL	<DL
24/2 B	8,00±0,53	<DL	13,06±0,79	<DL	159,85±5,12	15,91±1,05	<DL	<DL	0,55±0,69	16,09±3,06	<DL	<DL
25/2 A	5,58±0,36	<DL	9,25±0,17	<DL	115,08±6,75	13,85±0,73	<DL	<DL	<DL	6,91±1,15	<DL	<DL
25/2 B	7,95±0,14	<DL	6,32±0,49	<DL	47,14±1,59	10,24±0,66	<DL	<DL	9,96±1,94	5,54±0,52	<DL	<DL
26/2 A	7,53±0,85	<DL	6,12±0,22	<DL	129,26±3,45	11,92±1,03	<DL	<DL	10,30±0,7	3,98±0,85	<DL	<DL
26/2 B	17,26±0,71	<DL	19,68±0,55	<DL	119,10±3,55	26,45±0,18	<DL	<DL	27,14±29,2	2,34±1,88	<DL	<DL
27/2 A	10,32±0,19	<DL	10,45±0,7	<DL	178,95±3,58	30,04±0,61	<DL	<DL	9,02±0,45	1,69±0,12	<DL	<DL
27/2 B	9,68±0,46	<DL	7,86±0,89	<DL	174,35±6,28	10,68±0,29	<DL	<DL	6,87±1,4	1,32±0,05	<DL	<DL
28/2 A	11,76±0,52	<DL	6,90±0,25	<DL	157,91±3,16	6,40±0,2	<DL	<DL	<DL	1,19±0,29	<DL	<DL
28/2 B	5,98±0,32	<DL	4,60±0,02	<DL	161,40±3,59	5,67±0,12	<DL	<DL	0,27±1,93	1,04±0,14	<DL	<DL

Πίνακας 9: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα χαρτιού Α' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
24/2 A	22,68±1,36	<DL	4,03±0,4	<DL	130,83±7,82	7,00±0,4	<DL	<DL	10,96±9,1	6,27±1,4	<DL	<DL
24/2 B	10,01±0,28	<DL	4,22±0,07	<DL	42,65±2,18	5,41±0,05	<DL	<DL	<DL	3,33±0,25	<DL	<DL
25/2 A	29,11±0,26	<DL	14,34±0,22	<DL	83,42±1,61	8,91±0,15	<DL	<DL	32,37±1,55	2,64±0,05	<DL	<DL
25/2 B	24,41±0,29	<DL	6,19±0,25	<DL	189,61±4,76	7,75±0,33	<DL	<DL	25,14±9,9	1,79±0,6	<DL	<DL
26/2 A	27,11±0,21	<DL	4,54±0,18	<DL	74,61±1,59	5,41±0,18	<DL	<DL	8,41±0,34	1,39±0,15	<DL	<DL
26/2 B	32,65±0,96	<DL	12,74±0,15	<DL	198,81±3,36	11,39±0,43	<DL	<DL	67,29±13,68	1,14±0,13	<DL	<DL
27/2 A	33,40±0,95	<DL	7,65±0,22	<DL	118,92±1	10,06±0,18	<DL	<DL	43,74±7,97	0,85±0,16	<DL	<DL
27/2 B	41,38±0,81	<DL	4,26±0,12	<DL	101,78±2	5,85±0,05	<DL	<DL	9,73±2,6	0,94±0,12	<DL	<DL
28/2 A	95,12±2,26	<DL	4,76±0,09	<DL	74,88±0,7	7,31±0,22	<DL	<DL	38,24±1,62	0,50±0,01	<DL	<DL
28/2 B	37,75±0,34	<DL	3,71±0,17	<DL	67,64±0,65	6,11±0,49	<DL	<DL	44,24±2,9	0,40±0,06	<DL	<DL

Πίνακας 10: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα πλαστικού Β' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	3,32±0,1	0,49±0,17	5,74±0,4	<DL	200,42±5,66	5,56±0,27	<DL	<DL	6,04±0,36	62,10±0,06	<DL	2,20±0,41
2/6 B	10803,99±295,31	129,25±2,33	31,32±0,95	176,52±6,12	159,34±2,09	33,73±1,14	<DL	<DL	116,39±0,49	16,30±0,43	<DL	<DL
3/6 A	94,04±3,07	15,24±0,21	4,91±0,3	18,52±0,26	113,65±3,51	14,99±0,25	<DL	<DL	21,95±0,59	36,12±0,87	<DL	<DL
3/6 B	10,23±0,14	3,37±0,23	2,53±0,09	2,41±0,11	142,91±3,84	7,57±0,3	<DL	<DL	41,25±0,5	93,89±1,46	<DL	<DL
4/6 A	17,00±0,52	1,55±0,48	5,70±0,12	3,72±0,19	137,65±4,65	13,27±0,32	<DL	<DL	40,66±0,87	8,86±0,34	<DL	<DL
4/6 B	22,93±0,91	2,08±0,42	2,77±0,2	48,17±0,5	143,40±3,22	12,61±0,08	<DL	<DL	11,32±0,16	39,26±0,15	<DL	<DL
5/6 A	8,70±0,25	1,55±0,18	5,04±0,32	19,89±0,35	100,70±1,41	11,12±0,46	<DL	<DL	202,01±3,41	30,48±0,24	<DL	<DL
5/6 B	72,86±3,68	0,75±0,22	105,01±2,08	<DL	106,28±3,8	28,91±0,56	<DL	<DL	45,41±4,61	1,13±0,006	<DL	<DL
6/6 A	20,37±0,54	19,63±0,22	4,67±0,13	<DL	162,95±3,4	6,12±0,32	<DL	<DL	39,13±0,7	33,10±0,81	<DL	<DL
6/6 B	28,63±1,18	1,11±0,27	2,67±0,33	<DL	61,50±4,02	5,84±0,31	<DL	<DL	211,23±5,45	15,20±0,14	<DL	<DL

Πίνακας 11: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα ζυμώσιμων Β' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	10,23±0,33	0,66±0,21	35,44±0,72	<DL	41,04±0,58	67,24±2,39	<DL	0,80±0,22	11,90±1,77	0,28±0,002	<DL	<DL
2/6 B	10,81±0,56	0,20±0,31	8,85±1,01	0,86±0,11	41,32±2,17	14,92±0,74	<DL	-0,87±-0,14	13,28±0,91	<DL	<DL	<DL
3/6 A	44,22±1,83	1,57±0,19	13,68±0,05	<DL	42,48±1,32	19,27±0,4	<DL	<DL	11,22±0,92	<DL	<DL	<DL
3/6 B	7,81±0,23	1,31±0,11	8,80±0,5	<DL	30,96±0,81	11,05±0,13	<DL	<DL	23,27±1,99	<DL	<DL	<DL
4/6 A	5,25±0,28	0,38±0,17	5,10±0,89	<DL	38,37±1,09	7,85±0,39	<DL	<DL	11,88±0,87	<DL	<DL	<DL
4/6 B	8,88±0,67	0,33±0,12	27,37±2,01	<DL	42,19±0,3	8,88±0,17	<DL	<DL	12,67±0,12	<DL	<DL	<DL
5/6 A	10,66±0,44	0,71±0,09	20,68±1,18	2,50±0,27	50,59±1,1	25,67±1,1	<DL	<DL	18,66±0,86	<DL	<DL	<DL
5/6 B	4,98±0,21	1,17±0,31	4,34±0,22	0,50±0,12	22,73±0,59	5,28±0,05	<DL	<DL	8,26±0,22	<DL	<DL	<DL
6/6 A	7,90±1,05	0,20±0,17	5,36±0,71	<DL	25,74±4,3	7,50±0,49	<DL	<DL	8,13±0,68	<DL	<DL	<DL
6/6 B	4,62±0,05	1,11±0,18	2,82±0,43	<DL	23,37±0,38	3,71±0,21	<DL	<DL	2,59±0,2	<DL	<DL	<DL

Πίνακας 12: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα χαρτιού Β' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	42,58±1,09	<DL	0,26±0,02	14,76±0,54	27,81±0,85	3,51±0,11	<DL	<DL	53,1±0,66	<DL	<DL	<DL
2/6 B	45,54±1,37	<DL	4,16±0,16	-0,91±-0,13	14,37±0,43	2,57±0,08	<DL	<DL	23,35±0,57	<DL	<DL	<DL
3/6 A	5,83±0,1	<DL	0,07±0,005	0,23±0,11	13,23±0,7	1,22±0,06	<DL	<DL	15,62±0,33	<DL	<DL	<DL
3/6 B	18,44±0,82	2,13±0,18	2,86±0,24	0,72±0,06	31,61±0,76	3,88±0,17	<DL	<DL	21,14±0,47	<DL	<DL	<DL
4/6 A	70,72±2,11	<DL	4,52±0,14	19,51±0,5	67,67±0,83	6,61±0,34	<DL	<DL	67,59±1,51	<DL	<DL	<DL
4/6 B	30,24±0,82	1,11±0,1	40,85±1,5	2,86±0,2	44,08±0,6	6,21±0,14	<DL	<DL	23,94±0,56	<DL	<DL	<DL
5/6 A	30,06±0,84	0,79±0,34	4,01±0,17	4,66±0,3	44,03±0,77	5,68±0,09	<DL	<DL	44,06±0,27	<DL	<DL	<DL
5/6 B	48,73±1,49	0,89±0,37	2,86±0,04	33,69±0,67	46,46±0,9	6,17±0,1	<DL	<DL	66,93±2,22	<DL	<DL	<DL
6/6 A	20,42±0,31	3,72±0,5	3,69±0,17	<DL	40,55±0,47	2,06±0,08	<DL	<DL	15,12±0,34	<DL	<DL	<DL
6/6 B	15,71±0,64	0,18±0,28	1,93±0,12	3,41±0,14	16,31±0,75	3,41±0,18	<DL	<DL	18,38±0,65	<DL	<DL	<DL

Πίνακας 13: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα πλαστικών μπουκαλιών νερού Β' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	28,7±0,85	2,56±0,16	28,19±0,35	3,89±0,1	447,15±7,27	56,87±1,01	<DL	<DL	29,98±0,37	141,95±1,11	<DL	<DL
2/6 B	20,68±0,9	<DL	22,25±0,67	4,81±0,08	175,49±3,43	41,53±1,42	<DL	<DL	14,04±0,27	128,29±1,77	<DL	<DL
3/6 A	27,37±1,55	128,41±1,2	24,62±0,98	183,2±3,75	125,02±1,64	76,98±1,47	<DL	<DL	129,9±0,98	15,2±0,11	<DL	<DL
3/6 B	16,61±0,61	25,12±1,09	8,1±0,29	32,58±0,22	389,91±17,1	16,08±0,6	<DL	<DL	28,94±0,7	5,19±0,08	<DL	<DL
4/6 A	28,17±1,1	65,4±2,03	43,94±0,88	21,52±0,39	175,57±5,27	51,34±0,89	<DL	<DL	51,56±0,93	62,04±0,66	<DL	<DL
4/6 B	22,39±0,76	2,21±0,18	7,7±0,22	3,86±0,12	69,86±0,87	18,92±0,72	<DL	<DL	22,94±0,59	99,7±2,15	<DL	<DL
5/6 A	12,92±0,29	0,8±0,36	13,6±0,31	22,97±0,17	149,18±0,67	21,44±0,48	<DL	<DL	19,55±0,95	75±0,85	<DL	<DL
5/6 B	35,54±1,53	2,3±0,35	18,81±0,51	16,62±0,33	114,86±3,17	44,56±1,09	<DL	<DL	59,88±0,19	55,35±0,97	<DL	<DL
6/6 A	13,64±0,57	0,36±0,18	12,48±0,31	4,68±0,08	114,17±4,01	21,49±0,86	<DL	<DL	30,76±0,4	139,45±1,95	<DL	<DL
6/6 B	15,5±0,8	3,72±0,12	4,79±0,19	<DL	38,77±0,93	10,28±0,33	<DL	<DL	21,9±	48,24±	<DL	<DL

Πίνακας 14: Αποτελέσματα χώνευσης για τα δείγματα έντυπου υλικού Β' δειγματοληψίας

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	40,16±0,8	10,06±0,44	2,72±0,17	14,67±0,7	21,53±0,08	3,97±0,16	<DL	<DL	36,01±1,03	4,68±0,08	<DL	<DL
2/6 B	27,05±0,59	4,83±0,02	1,09±0,13	<DL	15,46±0,41	2,29±0,08	<DL	<DL	32,57±	2,24±1,46	<DL	<DL
3/6 A	4,88±0,37	<DL	0,95±0,1	<DL	8,1±0,14	1,44±0,19	<DL	<DL	15,03±0,54	1,19±0,01	<DL	<DL
3/6 B	28,58±1,92	2,08±0,37	2,67±0,34	2,45±0,25	19,49±1,25	3,31±0,15	<DL	<DL	20,49±0,34	0,55±0,004	<DL	<DL
4/6 A	119,21±3,05	3,19±0,14	0,21±0,01	31,14±0,57	12,55±1	4,86±0,2	<DL	<DL	127,28±1,05	0,09±0,0009	<DL	<DL
4/6 B	24,45±0,49	<DL	6,21±0,22	<DL	22,3±1,24	87±0,04	<DL	<DL	16,66±0,4	<DL	<DL	<DL
5/6 A	39,44±0,75	69,35±1,68	5,09±0,26	<DL	22,3±0,35	5,56±0,26	<DL	<DL	15,03±0,62	<DL	<DL	<DL
5/6 B	97,36±1,56	<DL	3,6±0,1	43,22±1,51	19,71±0,51	7,38±0,19	<DL	<DL	84,38±2,68	<DL	<DL	<DL
6/6 A	18,53±0,56	<DL	2,16±0,19	3,95±0,31	21,74±0,71	4,06±0,14	<DL	<DL	19,01±0,29	<DL	<DL	<DL
6/6 B	26,74±0,33	95,49±2,72	1,46±0,07	<DL	24,89±0,72	1,68±0,05	<DL	<DL	4,55±0,41	<DL	<DL	<DL

Πίνακας 15: Αποτελέσματα TCLP για τα δείγματα των ζυμώσιμων Β' δειγματοληψίας

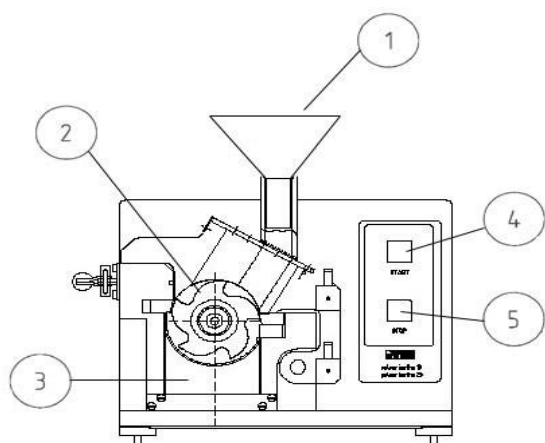
	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	0,0832	<DL	0,0685	<DL	6,8346	0,0919	<DL	0,0041±	0,0798±	0,0308±	<DL	0,0022 ±
2/6 B	0,1058±	<DL	0,0586±	<DL	1,4391	0,0126±	<DL	<DL	0,0728±	0,0064±	<DL	<DL
3/6 A	0,4945±	<DL	0,0562±	<DL	2,4941	2,9221±	<DL	0,00198±	0,0802±	0,0104±	<DL	<DL
3/6 B	0,1178±	0,0044±	0,1322±	<DL	1,6369	0,0212±	<DL	0,0035±	0,1086±	0,0051±	<DL	<DL
4/6 A	0,041±	<DL	0,02382±	<DL	1,2619	0,012±	<DL	<DL	0,06726±	0,0016±	<DL	<DL
4/6 B	0,0885±	<DL	0,6216±	<DL	0,9417	0,0106±	<DL	0,0211±	0,0325±	0,0025±	<DL	<DL
5/6 A	0,0831±	<DL	0,0879±	<DL	1,1324±	0,0243±	<DL	0,0125±	0,0462±	0,0023±	<DL	<DL
5/6 B	0,0711±	<DL	0,0433±	<DL	1,0442±	0,0324±	<DL	<DL	0,1026±	<DL	<DL	<DL
6/6 A	0,1545±	<DL	0,0553±	<DL	0,9588±	0,0217±	<DL	0,0022±	0,0333±	<DL	<DL	<DL
6/6 B	0,051±	<DL	0,0152±	<DL	0,4547	0,0073±	<DL	<DL	0,0131±	<DL	<DL	<DL

Πίνακας 16: Αποτελέσματα TCLP για τα δείγματα πλαστικού

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	0,028±	<DL	0,0108±	<DL	0,5906±	0,0071±	<DL	<DL	0,0383±	0,1385±	<DL	0,0162±
2/6 B	0,0033±	0,1484±	0,0078±	<DL	0,4768±	0,023±	<DL	<DL	0,0587±	0,0769±	<DL	<DL
3/6 A	0,0242±	0,0141±	0,0099±	<DL	0,3997±	0,0073±	<DL	<DL	0,0618±	0,0679±	<DL	<DL
3/6 B	-0,0002±	0,0042±	0,1695±	<DL	0,388±	0,0039±	<DL	<DL	0,0494±	0,0486±	<DL	<DL
4/6 A	0,0073±	<DL	0,0184±	<DL	0,3941±	0,006±	<DL	<DL	0,0191±	0,0445±	<DL	<DL
4/6 B	0,0181±	<DL	0,019±	<DL	0,7813±	0,0081±	<DL	<DL	0,0338±	0,0494±	<DL	<DL
5/6 A	0,0044±	<DL	0,004±	<DL	0,5772±	0,0103±	<DL	<DL	0,0279±	0,0242±	<DL	<DL
5/6 B	0,0054±	<DL	0,0134±	<DL	0,857±	0,008±	<DL	<DL	0,0527±	0,0238±	<DL	<DL
6/6 A	0,0039±	<DL	0,0081±	<DL	0,4224±	0,0027±	<DL	<DL	0,0325±	0,024±	<DL	<DL
6/6 B	0,0077±	<DL	0,0074±	<DL	0,5334±	0,0083±	<DL	<DL	0,0228±	0,0277±	<DL	<DL

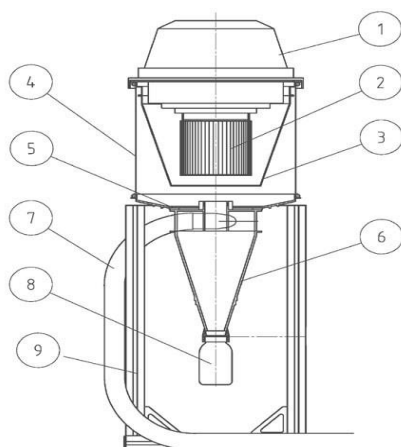
Πίνακας 17: Αποτελέσματα TCLP για τα δείγματα χαρτιού

	Cu	Cd	Ni	Pb	Zn	Cr	Hg	As	Ba	Sb	Se	Mo
Οριακές τιμές												
2/6 A	0,0202±	<DL	0,0072±	<DL	0,0239±	0,0044±	<DL	<DL	0,095±	0,1965±	<DL	0,0333±
2/6 B	0,0214±	<DL	0,0063±	<DL	0,0123±	0,0026±	<DL	<DL	0,0841±	0,0925±	<DL	0,0041±
3/6 A	0,0246±	<DL	0,0063±	<DL	0,0468±	0,0026±	<DL	<DL	0,1077±	0,0655±	<DL	<DL
3/6 B	0,0672±	<DL	0,0181±	<DL	0,1382±	0,0087±	<DL	<DL	0,1078±	0,0393±	<DL	<DL
4/6 A	0,0366±	<DL	0,0184±	<DL	0,1402±	0,0187±	<DL	<DL	0,1173±	0,0233±	<DL	<DL
4/6 B	0,0994±	<DL	0,0286±	<DL	0,114±	0,0104±	<DL	<DL	0,1287±	0,0144±	<DL	<DL
5/6 A	0,0486±	<DL	0,0183±	<DL	0,0364±	0,0098±	<DL	<DL	0,1104±	0,0151±	<DL	<DL
5/6 B	0,0567±	<DL	0,0163±	<DL	0,051±	0,0084±	<DL	<DL	0,1118±	0,0096±	<DL	<DL
6/6 A	0,0377±	<DL	0,0192±	<DL	0,0286±	0,0074±	<DL	<DL	0,1399±	0,0081±	<DL	<DL
6/6 B	0,0263±	<DL	0,0136±	<DL	0,0423±	0,0103±	<DL	<DL	0,0822±	0,0096±	<DL	<DL

Μύλος άλεσης

Εικόνα 24: Περιγραφική απεικόνιση του μύλου P-19

1	Χοάνη εισαγωγής στερεών δειγμάτων
2	Ρότορας με μαχαίρια σε σχήμα V
3	Κόσκινο
4	Κουμπί έναρξης λειτουργίας
5	Κουμπί διακοπής λειτουργίας



Εικόνα 25: Περιγραφική απεικόνιση κυκλώνα

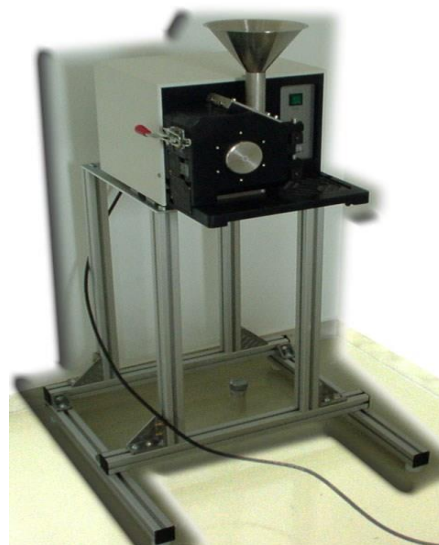
1	Ανεμιστήρας εξαγωγής: 1,1 kW
2	Φίλτρο σκόνης
3	Φίλτρο
4	Θήκη φίλτρου
5	Προσαρμογέας κυκλώνα με τη θήκη
6	Θάλαμος κυκλώνα
7	Εύκαμπτος σωλήνας σύνδεσης με μύλο P-19
8	Μπουκάλι παραλαβής δείγματος με βιδωτό καπάκι (500mL)
9	Μεταλλική βάση

Πίνακας 18: Τεχνικά χαρακτηριστικά μύλου Fritsch P - 19

Πλάτος x Ύψος x Βάθος	450mm x 630mm x 550mm
Καθαρό βάρος	56kg
Κινητήρας	3φασικού εναλλασσόμενου ρεύματος με μηχανικό φρένο
Στάθμη θορύβου	73dB(A), 95dB(A)
Τάση λειτουργίας, Κατανάλωση	230V, 1800W
Ισχύς, Ένταση ρεύματος	1500W, 16A
Μέγιστο μέγεθος τροφοδοσίας	70x80mm
Μέγιστη χωρητικότητα	60kg/h
Τελικό μέγεθος κόκκων	0,25 – 6mm
Ταχύτητα περιστροφής ρότορα	3000 rpm



Εικόνα 26: Κυκλώνας



Εικόνα 27: Μύλος Fritsch P-19

Φούρνος ξήρανσης



Εικόνα 28: Φούρνος ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118

Πίνακας 19: Τεχνικά χαρακτηριστικά φούρνου ξήρανσης Innovens Jouan EU2 118

Χωρητικότητα (L)	118
Εξωτ. Διαστάσεις (ΠxΥxΒ)	635X635 X711
Μέγιστη θερμοκρασία 0C	250
Χωρική απόκλιση θερμοκρασίας ± 0C	1,5 (105 0C)
Χρονική απόκλιση θερμοκρασίας ± 0C (DIN 12880)	0,3
Χρονόμετρο	ΝΑΙ, 0-999
Ψηφιακή ένδειξη θερμοκρασίας	ΝΑΙ ΑΝΑ 1 ΒΑΘΜΟ
Άλλα	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ALARM, CE

Ζυγός ακριβείας



Εικόνα 29: Αναλυτικός ζυγός AND HR 200 – EC

Πίνακας 20: Χαρακτηριστικά του αναλυτικού ζυγού AND HR 200 - EC

Διαστάσεις (Πλάτος x Βάθος x Ύψος) (mm)	213 x 319 x 301
Μέγιστο βάρος ζύγισης (g)	210
Διάμετρος δίσκου ζύγισης (mm)	85
Ακρίβεια (mg)	0,1
Άλλα	Πολλαπλές μονάδες ζύγισης, λειτουργία ποσοστού %

Χώνευση



Εικόνα 30: MARS 6 Microwave Reactor System CEM