

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Γεράσιμος Λυμπεράτος, Καθηγητής ΕΜΠ

Τι ονομάζουμε στερεά απόβλητα;

Ως **στερεά απόβλητα** ή **στερεά απορρίμματα** ορίζουμε την ετερογενή μάζα στερεών αστικών αποβλήτων (ΑΣΑ), καθώς και τη σχετικά πιο ομογενοποιημένη μάζα αγροτικών, βιομηχανικών, και μεταλλευματικών στερεών αποβλήτων.

Τι σημαίνει «διαχείριση απορριμμάτων»;

Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων περιλαμβάνει

- τον έλεγχο της δημιουργίας
- την προσωρινή αποθήκευση
- τη συλλογή
- τη μεταφορά
- την επεξεργασία και
- την διάθεσή τους

με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο από πλευράς δημόσιας υγιεινής, οικονομικών, μηχανικής, συντήρησης, αισθητικής και περιβαλλοντικών συνεπειών.

Λειτουργικά στάδια στη διαχείριση απορριμμάτων

- δημιουργία απορριμμάτων
- χειρισμός, διαχωρισμός, αποθήκευση απορριμμάτων καθώς και επεξεργασία στην πηγή
- συλλογή και αποκομιδή απορριμμάτων
- διαχωρισμός, επεξεργασία και φυσική ή χημική ή βιολογική μετατροπή των στερεών απορριμμάτων
- μεταφόρτωση
- διάθεση των στερεών απορριμμάτων

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

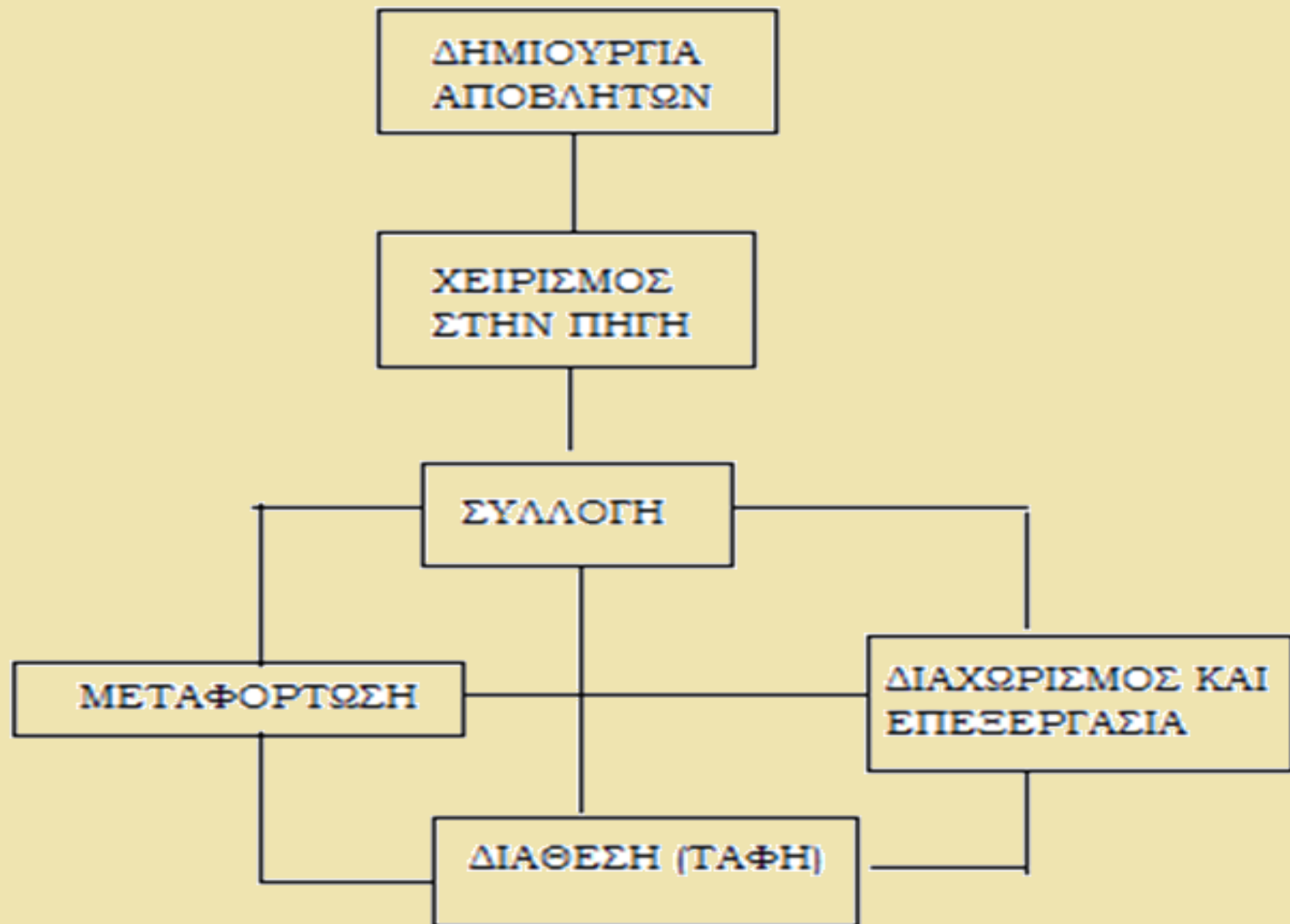
ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ
ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

ΣΥΛΛΟΓΗ

ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗ

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΘΕΣΗ (ΤΑΦΗ)



Η ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών απορριμμάτων συνίσταται στον προσδιορισμό των αλληλουχιών και αλληλεξαρτήσεων των παραπάνω λειτουργικών σταδίων που οδηγούν σε μία βέλτιστη συνολικά λύση.

Η ιεράρχηση η οποία ακολουθείται για μία ολοκληρωμένη διαχείριση βασίζεται:

- στη μείωση στην πηγή (ελαχιστοποίηση)
- στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση
- στη μετατροπή (επεξεργασία για αξιοποίηση) και
- στην ταφή

Μείωση στην πηγή

Περιλαμβάνει τη μείωση τόσο της ποσότητας όσο ενδεχομένως και της τοξικότητας των απορριμμάτων.

Η μείωση μπορεί να επιτευχθεί μέσω:

- σχεδιασμού,
- κατασκευής και
- συσκευασίας προϊόντων

με ελάχιστο τοξικό περιεχόμενο, ελάχιστο όγκο υλικού ή επιμηκυμένο χρόνο ζωής, καθώς

- **και μέσω καμπάνιας ενημέρωσης.**

Επαναχρησιμοποίηση και Ανακύκλωση

Περιλαμβάνει:

- το διαχωρισμό και τη συλλογή απορριμμάτων,
- την προετοιμασία αυτών των υλικών για επαναχρησιμοποίηση και επανακατασκευή και
- την επαναχρησιμοποίηση και επανακατασκευή.

Μετατροπή

Περιλαμβάνει τη φυσική, χημική ή βιολογική μεταβολή των απορριμμάτων προκειμένου να:

- βελτιωθεί η αποδοτικότητα της διαχείρισης
- ανακτηθεί επαναχρησιμοποιήσιμο και ανακυκλώσιμο υλικό
- παραχθούν χρήσιμα προϊόντα όπως εδαφοβελτιωτικά και βιοαέριο

Διάθεση

- των άχρηστων μη ανακυκλώσιμων στερεών
- των άχρηστων προϊόντων διαχωρισμού
- των άχρηστων προϊόντων μετατροπής

Η **ταφή** των παραπάνω είναι η συνηθισμένη επιλογή για τη διάθεση στο περιβάλλον

Η επιτυχής ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων προϋποθέτει:

- την κατάλληλη ενημέρωση του πολίτη
- την κατάλληλη επιλογή τεχνολογιών
- την ευελιξία χειρισμών στις διαμορφούμενες νέες συνθήκες (τεχνολογικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, χωροταξικές, οικονομικές)
- την ικανοποιητική παρακολούθηση και έλεγχο
- την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού και οικονομικού ρίσκου

Πηγές και Τύποι Στερεών Απορριμμάτων

- Οικιακά
- Εμπορικά
- Ιδρυματικά
- Κατασκευών ή κατεδαφίσεων (μπάζα)
- Αστικών υπηρεσιών
- Μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων
- Βιομηχανικά
- Αγροτικά

Σύσταση Στερεών Απορριμμάτων ως προς διάφορα υλικά

- Χαρτί (παλιές εφημερίδες, χαρτόνι, χαρτί πολυτελείας)
- Πλαστικά
- Γυαλί
- Σιδηρά μέταλλα (σίδηρος, χάλυβας)
- Αλουμίνιο
- Άλλα μη σιδηρά μέταλλα (π.χ. ψευδάργυρος, κασσίτερος κλπ)
- Βιοαπόβλητα
- Απόβλητα κατασκευών (μπάζα)

Νομοθεσία Στερεών Αποβλήτων

Νόμος 1650 «για την προστασία του Περιβάλλοντος»

- Το 1985 ψηφίζεται ο Νόμος 1650 ο οποίος και θέτει το **γενικό πλαίσιο**, αλλά και **τους στόχους** και **τα μέσα** για την προστασία του Περιβάλλοντος.
- Σύμφωνα με το άρθρο 12 ορίζονται ως αρμόδιοι **φορείς** για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων οι ΟΤΑ (Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης)

ΚΥΑ 49541/1424/86 «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ»

- Διατυπώνονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η Δημόσια Υγεία και να μην δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον
- Περιγράφεται για πρώτη φορά η αναγκαιότητα σύνταξης Σχεδίων Διαχείρισης, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται
- Δίνεται ο ορισμός των βασικών εννοιών και ορίζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων
- Καθορίζονται οι φάσεις του σχεδιασμού διαχείρισης
- Ρυθμίζεται το θέμα των αδειών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, που χορηγούνται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα, πέρα των ΟΤΑ.
- Προβλέπεται η άσκηση ελέγχου στις εγκαταστάσεις, βιομηχανίες και επιχειρήσεις που διαχειρίζονται στερεά απόβλητα
- Καθορίζονται οι υπόχρεοι καταβολής δαπάνης διαχείρισης και αναφέρονται οι κατά περίπτωση κυρώσεις για τη μη συμμόρφωση των υπόχρεων προς τις οδηγίες των αρμόδιων υπηρεσιών, που μπορεί να είναι ποινικές, διοικητικές ή/και χρηματικά πρόστιμα

Νόμος 2939/2001: Θεσμικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων

- καθορίζεται το πλαίσιο για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης/ αξιοποίησης συσκευασιών και άλλων προϊόντων (μπαταρίες, ηλεκτρονικά, ελαστικά κ.α.), με τη θέσπιση συγκεκριμένων ποσοτικών στόχων και χρονικών ορίων για την επίτευξη τους.
- προβλέπονται ειδικά προεδρικά διατάγματα που θα καθορίζουν τους επιμέρους όρους για το κάθε ρεύμα αποβλήτου (ορυκτέλαια, ελαστικά, ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές, οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού)

ΚΥΑ 37591/2031/2003 «Διαχείριση αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες»

- Υποχρεούνται οι Υγειονομικές Μονάδες να εκπονήσουν Εσωτερικό Κανονισμό Διαχείρισης Επικινδύνων Ιατρικών Αποβλήτων
- Απαιτείται η ενεργοποίηση και συμμετοχή των Επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας των ΥΜ, οι οποίες θα πρέπει να παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην ενημέρωση των εργαζομένων, όσο και στην εποπτεία της ορθής λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης των ΕΙΑ

KYA 50910/2727/2003

**«Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων.
Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»**

- Καθορίζονται οι στόχοι και οι αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων
- Καθορίζονται οι προδιαγραφές του εθνικού σχεδιασμού (ΕΣΔΑ) αλλά και των περιφερειακών σχεδίων (ΠΕΣΔΑ) για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων.
- Καθορίζονται οι υπόχρεοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) καθώς και μέτρα για την αποκατάσταση και αξιοποίηση των χώρων διάθεσης.

N. 3852/ 2010 «Πρόγραμμα Καλλικράτης»

- στο άρθρο 104 προβλέπει τη συγκρότηση ενός Φορέα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) σε κάθε περιφέρεια της χώρας.
- Ο ΦοΔΣΑ αυτός προβλέπεται να έχει τη μορφή ενιαίου συνδέσμου (ΝΠΔΔ), στον οποίο θα συμμετέχουν υποχρεωτικά όλοι οι δήμοι της περιφέρειας.

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα καθορίζεται πλέον από:

- το **N. 2939/2001** (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων – Ιδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε με το **N. 3854/10** (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» και το **N.4042/2012**,
- το **N.4042/2012** (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα,
- καθώς και από τις ειδικές προβλέψεις του **N. 4014/11** (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Στο εθνικό δίκαιο έχουν επίσης ενσωματωθεί βασικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα, όπως:

- η **KYA 29407/3508/2002** (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ, και
- η **KYA 22912/1117/2005** (ΦΕΚ 759 Β) «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ,
- ενώ έχει άμεση ισχύ ο **Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ)**, σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

Για τη ρύθμιση επιμέρους θεμάτων έχει εκδοθεί σειρά κοινών υπουργικών αποφάσεων, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι:

- ΚΥΑ με αρ. **50910/2727/2003** «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. **4042/2012**
- ΚΥΑ **13588/725/2006** «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991», όπως έχει τροποποιηθεί με το **Ν. 4042/2012** και
- ΚΥΑ με αρ. Κ.Υ.Α. **146163//2012** «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων 1991», που εκδόθηκε κατ'εξουσιοδότηση του άρθρου 38, παρ. 7 του ν. **4042/2012**.

Νομοθετικό πλαίσιο Δ.Σ.Α. στην Ε.Ε.

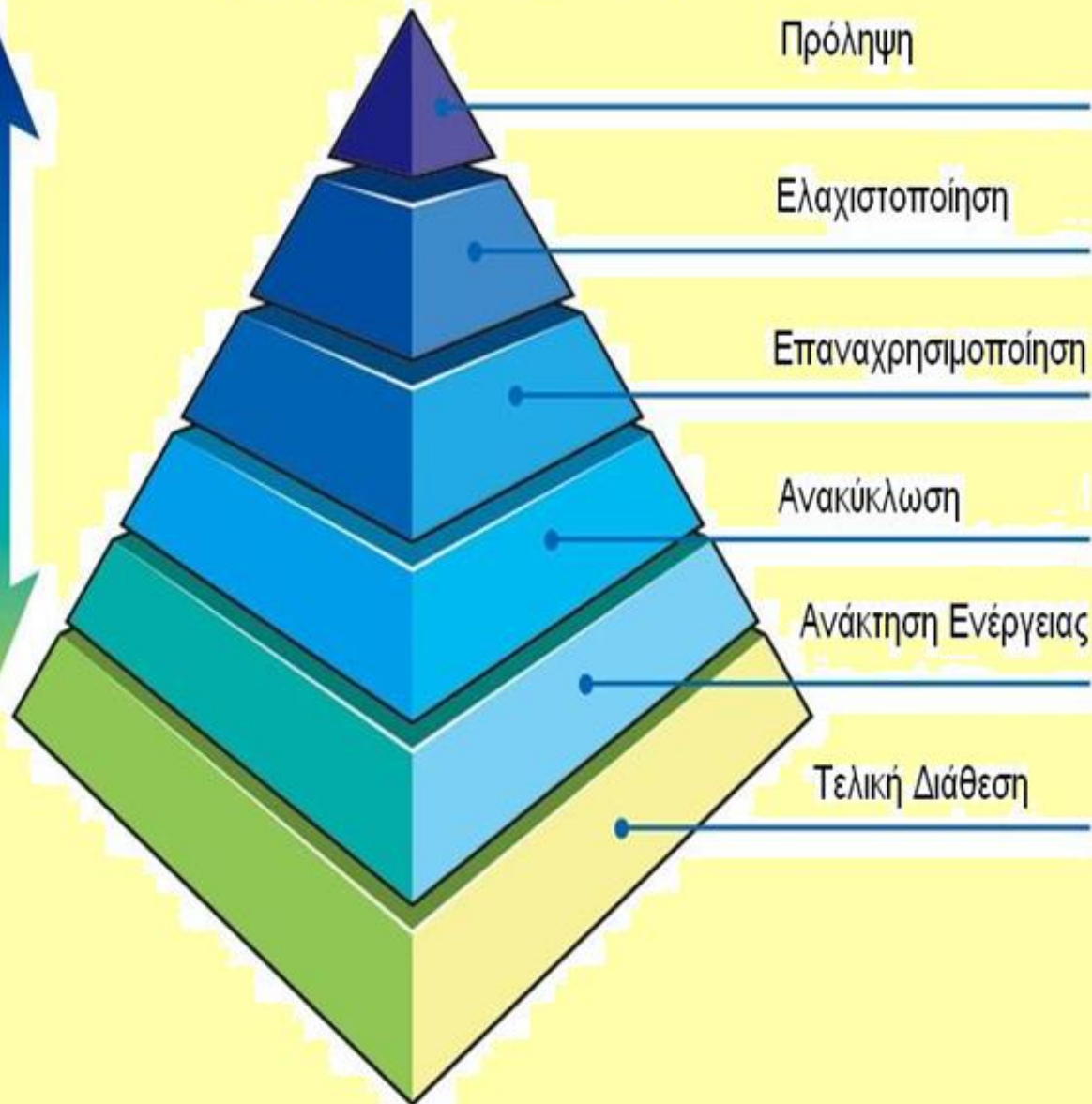
Τα βασικότερα σημεία της περιβαλλοντικής πολιτικής της ΕΕ είναι :

- Η πρόληψη είναι προτιμότερη από τη λήψη διορθωτικών μέτρων
- Τα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται στην πηγή τους
(Αρχή της εγγύτητας)
- Ο ρυπαίνων πρέπει να πληρώνει το κόστος των μέτρων που θα ληφθούν για την προστασία του περιβάλλοντος

ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Επιθυμητή
Επιλογή

Λιγότερο
Επιθυμητή
Επιλογή



Πρόληψη

Ελαχιστοποίηση

Επαναχρησιμοποίηση

Ανακύκλωση

Ανάκτηση Ενέργειας

Τελική Διάθεση

Υγειονομική ταφή

(Οδηγία 1999/31/ΕΚ)

- Στοχεύει στην πρόληψη ή στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της ταφής αποβλήτων στο περιβάλλον, και ειδικότερα στις επιπτώσεις στα επιφανειακά ύδατα, στα υπόγεια ύδατα, στο έδαφος, στον αέρα ή στην υγεία του ανθρώπου.
- Ταξινομεί τους χώρους ταφής σε τρεις κατηγορίες:
 - χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων
 - χώροι ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων
 - χώροι ταφής αδρανών αποβλήτων
- Απαγορεύει τη διάθεση των ελαστικών, των νοσοκομειακών και άλλων τύπων αποβλήτων και καθορίζει τη διαδικασία για τη χορήγηση αδειών εκμετάλλευσης χώρων ταφής.
- Θεσπίζει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους για τη μείωση της ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγούνται προς ταφή

Οδηγία 2000/76/ΕΚ για την αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων

- Στόχος είναι η πρόληψη και ο περιορισμός των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την αποτέφρωση και τη συνδυασμένη αποτέφρωση αποβλήτων, καθώς και των κινδύνων που απορρέουν για την ανθρώπινη υγεία.
- Αφορά όχι μόνο τις προοριζόμενες για την αποτέφρωση αποβλήτων εγκαταστάσεις («ειδικευμένες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης»), αλλά και τις εγκαταστάσεις “συνδυασμένης αποτέφρωσης”.
- Οι τελευταίες είναι εγκαταστάσεις των οποίων βασικός σκοπός είναι η παραγωγή ενέργειας ή υλικών προϊόντων και οι οποίες χρησιμοποιούν ως κύριο ή βοηθητικό καύσιμο τα απόβλητα, αφού αυτά υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία για την τελική διάθεσή τους.

ΡΥΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΑΣΑ

Μετρήσεις και μέθοδοι προσδιορισμού ποσοτήτων

- Η ποσότητα των απορριμμάτων μετράται με το βάρος και τον όγκο (εξαρτάται από τον βαθμό συμπίεσης).
- Μονάδα μέτρησης:
 - ❑ kg / άτομο.d (οικιακά και εμπορικά),
 - ❑ kg / μέγεθος που περιγράφει ποσοτικά την παραγωγή (βιομηχανικά και αγροτικά).
- μέθοδοι εκτίμησης/ μέτρησης:
 - ❑ Ανάλυση μέτρησης φορτίων: μετράται ο συνολικός αριθμός φορτίων και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά (τύποι, όγκοι) για μια μικρή χρονική περίοδο.
 - ❑ Ανάλυση βάρους - όγκου: ζυγίζονται όλα τα απορριμματοφόρα φορτηγά σε πλάστιγγα

Ποσότητες Βιομηχανικών και Αγροτικών Στερεών Απορριμμάτων

Πηγή	Μονάδα	Φάσμα
Κονσερβοποιίες	Τόνος/τόνο ατμού προϊόντος	0,04-0,06
Τυπογραφία	Τόνος/τόνο χαρτιού	0,08-0,10
Αυτοκίνητα	Τόνος/παραγόμενου αυτοκινήτου	0,7-0,05
Διυλιστήρια πετρελαίου	Τόνος/υπάλληλο/ημέρα	0,04-0,05
Ελαστικά	Τόνος/τόνο ακατέργαστου ελαστικού	0,01-0,3
Κοτόπουλα	Τόνοι/(1000 πουλιά)/έτος	45-50
Αγελάδες	Lb/κεφάλι/ημέρα	85-120
Φρούτα	Τόνοι/εκτάριο/έτος	1,3-2,5
Άλλες σοδειές	Τόνοι/εκτάριο/έτος	1,5-4,5

Ποσότητες δημιουργίας επικίνδυνων απορριμμάτων

Είδος	Ποσότητα
Μπαταρίες	10/άτομο/έτος
Μπαταρίες αυτοκινήτου	0,4 /άτομο/έτος
Λάδια αυτοκινήτων	0,8 gal /άτομο/έτος
Λάστιχα αυτοκινήτων	0,8 /άτομο/έτος

Διαφορά δημιουργούμενων και συλλεγόμενων στερεών απορριμμάτων

- οικιακή κομποστοποίηση
- καύση σε τζάκια
- διάθεση σε αποχετεύσεις (αφού πολτοποιηθούν σε σκουπιδοφάγο)
- διάθεση σε φιλανθρωπικούς οργανισμούς (ανακυκλωμένου υλικού)
- πώληση σε bazaar
- παράδοση σε σταθμούς ανακύκλωσης

Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό παραγωγής απορριμμάτων

- Μείωση στην πηγή και ανακύκλωση
 - Μείωση μη απαραίτητης συσκευασίας
 - Παραγωγή προϊόντων μεγαλύτερης διάρκειας & αντοχής
 - Αντικατάσταση προϊόντων μιας χρήσης με επαναχρησιμοποιήσιμα
 - Χρήση μικρότερων ποσοτήτων (π.χ. φωτοτυπίες δύο όψεων)
 - Αύξηση του ποσοστού ανακυκλώσιμου υλικού στα προϊόντα
- Νοοτροπία και Νομοθεσία
- Γεωγραφικοί και φυσικοί παράγοντες

Στην Ελλάδα

- Παράγονται περίπου 5,6 εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων ετησίως.
 - Περιφέρεια Αττικής περίπου το 40%
 - Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας περίπου το 15%
- 1,4 Kg/κάτοικο/ημέρα.

	μόνιμοι κάτοικοι	ετήσια συνολική παραγωγή ΑΣΑ (τόνοι)
Περιφέρεια Αττικής	3.827.624	1.971.226
ΕΛΛΑΔΑ	10.815.917	5.574.757

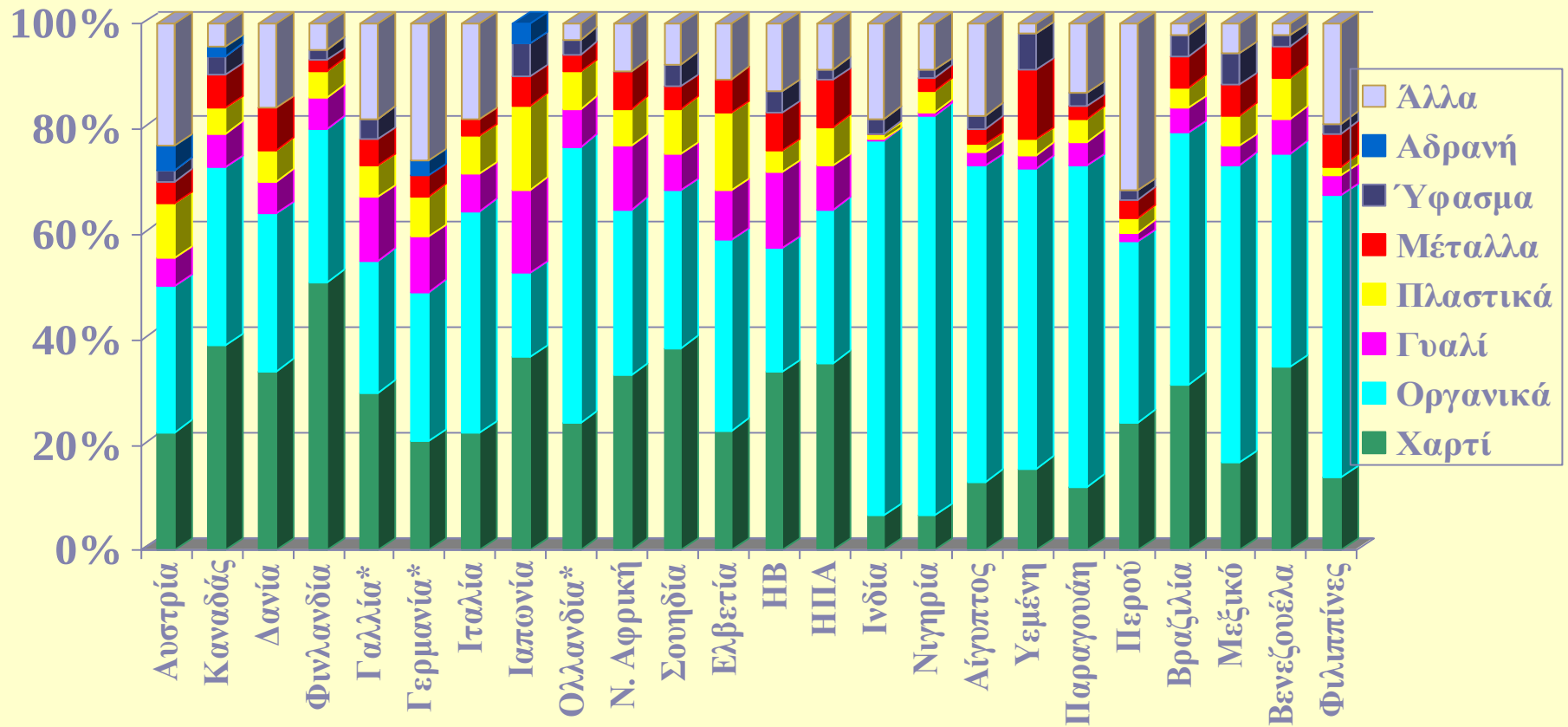
Συντελεστές μέγιστης και ελάχιστης παραγωγής απορριμμάτων

	Κατοικία		Εμπορικό κέντρο		Μικρή κοινότητα		Μεγάλη κοινότητα	
Παράγοντας	Φάσμα	Τυπικά	Φάσμα	Τυπικά	Φάσμα	Τυπικά	Φάσμα	Τυπικά
Μέγ. μέρας	2 – 4	3	1,75-5	2,5	1,5-2,5	2	1,5-2,25	1,9
" εβδομάδας	1,5-3,5	2,5	1,5-2,5	2,25	1,25-2	1,75	1,25-2	1,5
" μηνός	1,25-2,5	2	1,25-2	1,75	1,25-1,75	1,5	1,15-1,75	1,25
ελάχιστ. μέρας	0,15-0,5	0,2	0,25-5	0,4	0,35-0,6	0,5	0,5 -0,7	0,6
" εβδομάδας	0,25-0,6	0,5	0,4-0,6	0,5	0,5 – 0,7	0,6	0,6 – 0,8	0,7
" μηνός	0,5 – 0,7	0,6	0,5-0,7	0,65	0,6 – 0,8	0,7	0,7 – 0,9	0,8

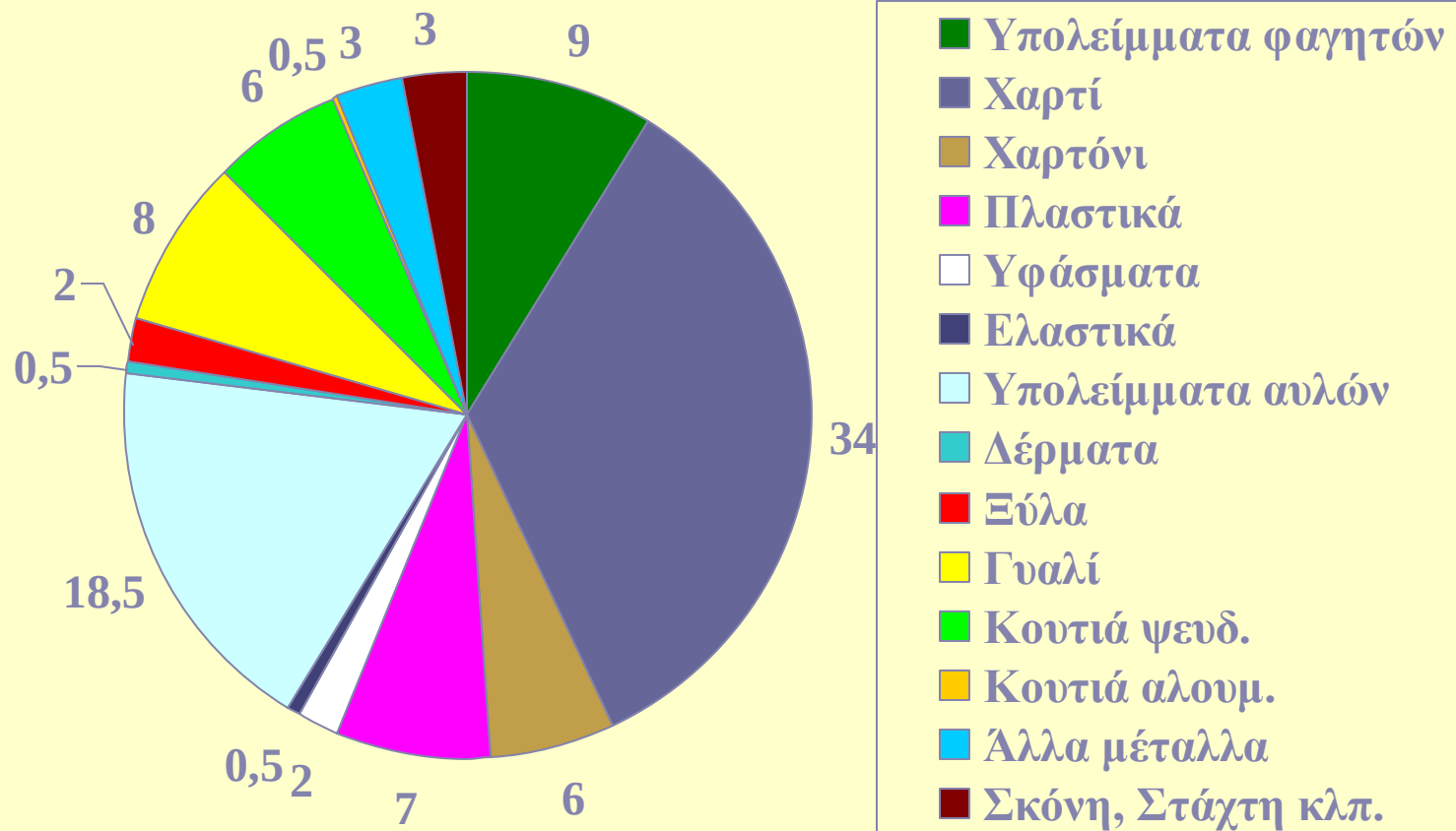
Σύσταση Απορριμμάτων

	Δυτική Ευρώπη	ΗΠΑ	Μέση Ανατολή
Οργανικά	21,3	22,6	60,0
Χαρτί	27,4	45,6	25,3
Υφάσματα	3,5	4,5	1,4
Πλαστικά	3,1	2,6	5,8
Γυαλί	9,5	6,2	1,0
Μέταλλα	8,5	9,1	2,8
Σκόνη, Αδρανή	19,8	7,6	2,3
Διάφορα	6,8	1,8	1,4

Σύσταση Απορριμμάτων σε Διάφορες Χώρες



Τυπική σύσταση (ποσοστά κατά βάρος) οικιακών απορριμμάτων στις Η.Π.Α.



Τυπική σύσταση (ποσοστά κατά βάρος) οικιακών απορριμμάτων στις Η.Π.Α. σήμερα.

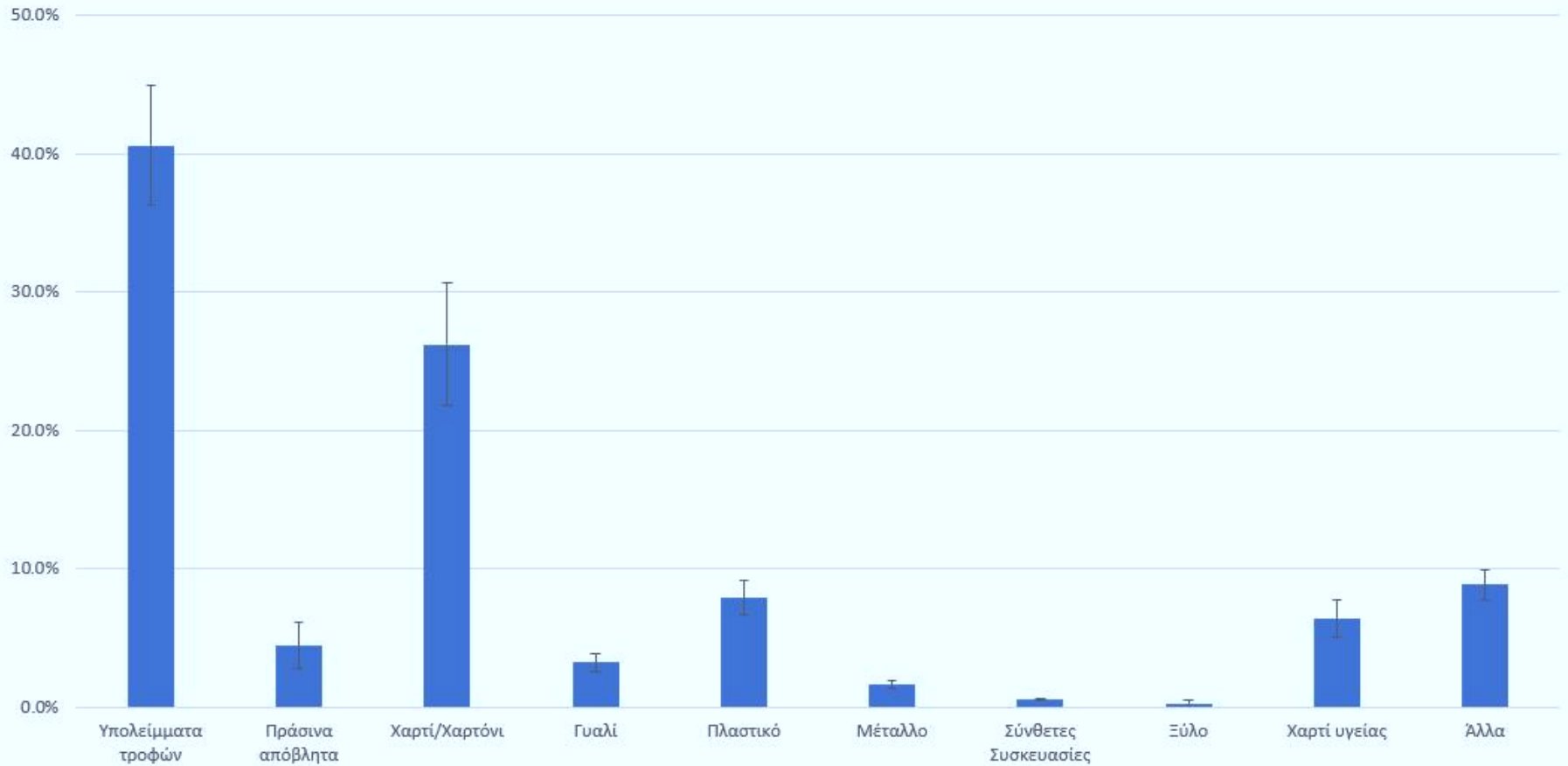
<u>Οργανικά</u>	<u>Ποσοστό</u>
Υπολείμματα φαγητών	9%
Χαρτί	34%
Χαρτόνι	6%
Πλαστικά	7%
Υφάσματα	2%
Ελαστικά	0,5%
Υπολείμματα αυλών	18,5%
Δέρματα	0,5%
Ξύλα	2%

<u>Ανόργανα</u>	<u>Ποσοστό</u>
Γυαλί	8%
Κουτιά ψευδαργύρου	6%
Κουτιά αλουμινίου	0,5%
Άλλα μέταλλα	3%
Σκόνη, στάχτη κλπ.	3%

Η σύνθεση των ΑΣΑ της Αττικής (εκτίμηση για το 2011)

Υλικό	ποσοστό (%) κ.β.
ζυμώσιμα	43,6%
χαρτί - χαρτόνι	28,1%
πλαστικά	13%
μέταλλα	3,3%
γυαλί	3,4%
λοιπά	8,6%
Σύνολο	100

Συνολική Σύσταση ΑΣΑ Δήμου Χαλανδρίου, Δεκέμβριος 2019



ΦΥΣΙΚΑ, ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Στερεών Αποβλήτων

- ειδικό βάρος (πυκνότητα)
- υγρασία
- κατανομή μεγέθους
- χωρητικότητα κορεσμού (σε υγρασία) και
- πορώδες συμπιεσμένων απορριμμάτων
- **οσμές** εξαιτίας μακρόχρονης αποθήκευσης στα σημεία συλλογής, μεταφόρτωσης και στις χωματερές.

Υγρασία

Δίνεται από την σχέση:

$$M = 100(w-d)/w$$

w: το αρχικό βάρος δείγματος

d: βάρος μετά από ξήρανση στους 105°C.

Τυπικά το περιεχόμενο σε υγρασία ποικίλει
από 15 - 40%

Πυκνότητα και υγρασία

Συντελεστής	πυκνότητα (kg/m ³)	%περιεκτικότητα σε υγρασία
υπολείμματα τροφών	291	70
χαρτί	89	6
χαρτόνι	50	5
πλαστικά	65	2
υφάσματα	65	10
λάστιχο	131	2
δέρμα	160	10
υπολείμματα αυλών	101	60
ξύλο	237	20
λοιπά οργανικά	0	
γυαλί	196	2
λευκοσίδηρος	89	3
αλουμίνιο	160	2
άλλα μέταλλα	320	3
λοιπά ανόργανα	481	8

Υπολογισμός μέσης πυκνότητας

Συντελεστής	Ποσοστό	πυκνότητα (kg/m ³)	υπολ.μέσης πυκνότητας
υπολείμματα τροφών	9	291	26
χαρτί	34	89	30
χαρτόνι	6	50	3
πλαστικά	7	65	5
υφάσματα	2	65	1
λάστιχο	0,5	131	1
δέρμα	0,5	160	1
υπολείμματα αυλών	18,5	101	19
ξύλο	2	237	5
λοιπά οργανικά		0	0
γυαλί	8	196	16
λευκοσίδηρος	6	89	5
αλουμίνιο	0,5	160	1
άλλα μέταλλα	3	320	10
λοιπά ανόργανα	3	481	14
ΣΥΝΟΛΟ	100		136

$$\rho_{\mu\epsilon\sigma\eta} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i$$

Υπολογισμός μέσης υγρασίας

$$M_{\mu\epsilon\sigma\eta} = \sum_{i=1}^n x_i M_i$$

Συντελεστής	Ποσοστό	%περιεκτικότητα σε υγρασία	υπολ.μέσης υγρασίας	
υπολείμματα τροφών	9	70	6,30	
χαρτί	34	6	2,04	
χαρτόνι	6	5	0,30	
πλαστικά	7	2	0,14	
υφάσματα	2	10	0,20	
λάστιχο	0,5	2	0,01	
δέρμα	0,5	10	0,05	
υπολείμματα αυλών	18,5	60	11,10	
ξύλο	2	20	0,40	
λοιπά οργανικά			0,00	
γυαλί	8	2	0,16	
λευκοσίδηρος	6	3	0,18	
αλουμίνιο	0,5	2	0,01	
άλλα μέταλλα	3	3	0,09	
λοιπά ανόργανα	3	8	0,24	
ΣΥΝΟΛΟ	100		21,22	

Το μέγεθος Sc (σε mm)

Προσδιορίζεται από ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα μέτρα:

$$Sc = l \quad (20 - 25 \text{ cm τυπικά})$$

$$Sc = (l + w) / 2$$

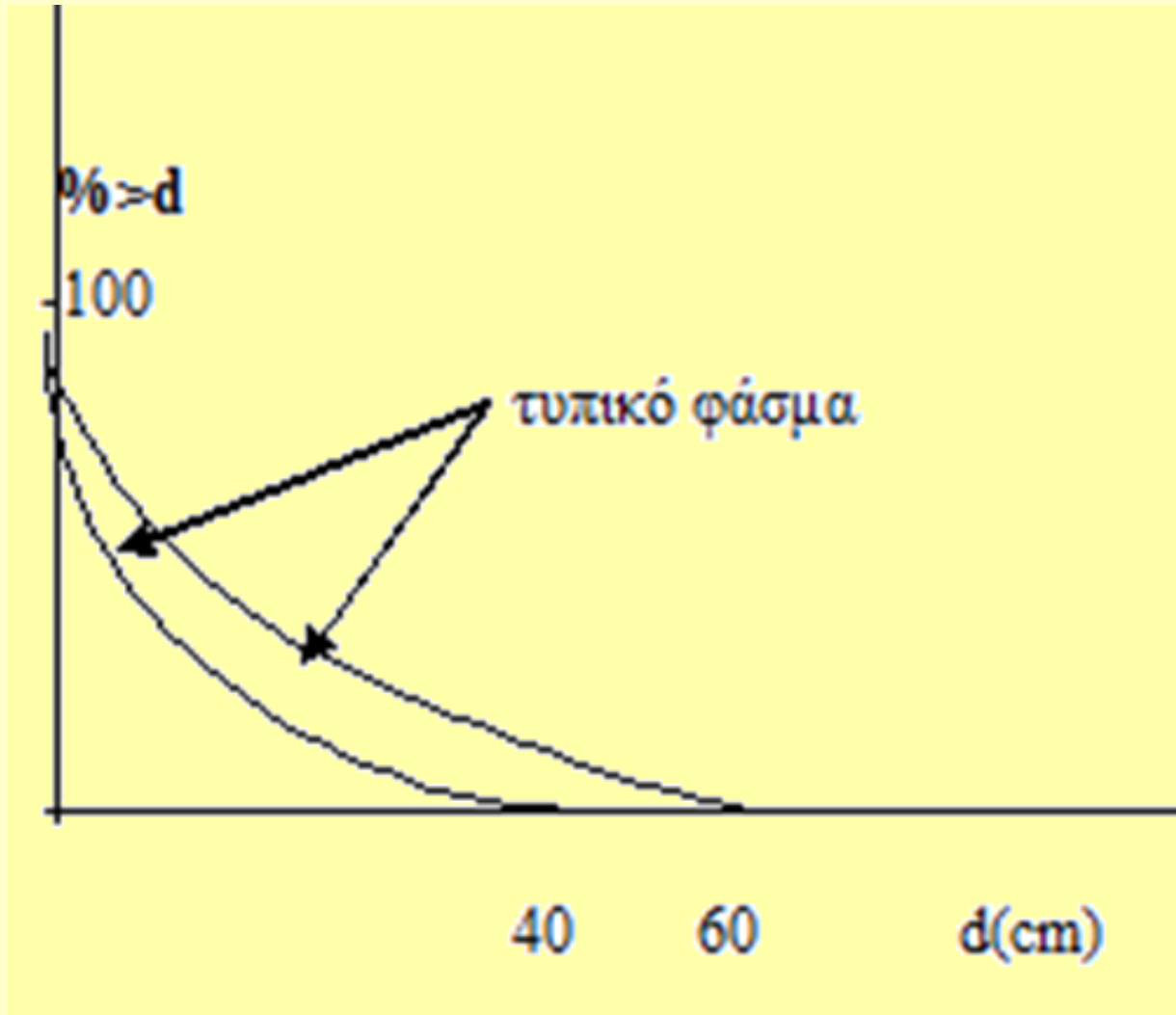
$$Sc = (l + w + h) / 3$$

$$Sc = (l \times w)^{1/2}$$

$$Sc = (l \times w \times h)^{1/3}$$

όπου l : μήκος, w : πλάτος, h : ύψος

Κατανομή μεγέθους απορριμμάτων



Χωρητικότητα κορεσμού

Η *χωρητικότητα κορεσμού* είναι η συνολική υγρασία που μπορεί να κατακρατηθεί από τα απορρίμματα.

Τυπικά κυμαίνεται από 50 - 60% και είναι σημαντική μια και σχετίζεται με την τάση για σχηματισμό στραγγισμάτων στις χωματερές.

Συντελεστής διαπερατότητας

Ο συντελεστής διαπερατότητας K των συμπυκνωμένων στερεών απορριμμάτων καθορίζει την κίνηση υγρών και αερίων σε μία χωματερή και δίνεται από την σχέση:

$$K = C d^2 \gamma / \mu = k \gamma / \mu$$

C : σταθερά σχήματος

d : μέσο μέγεθος πόρων

γ : ειδικό βάρος νερού

μ : δυναμικό ιξώδες νερού

k : ενδογενής διαπερατότητα (εξαρτάται μόνο από το στερεό υλικό).

Τυπικές τιμές είναι 10^{-11} - 10^{-12} m² κατακόρυφα και 10^{-10} m² οριζόντια.

Οσμή

- προκαλείται από αέρια που απελευθερώνονται με την διάσπαση οργανικής ύλης.
- γίνεται πιο έντονη με την πάροδο του χρόνου.
- κύριες ενώσεις που προκαλούν δυσοσμία είναι:
αμμίνες, αμμωνία, διαμίνες, υδρόθειο, μερκαπτάνες (π.χ. CH_3SH) οργανικά σουλφίδια, σκατόλη ($\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$)
- διαφορετικές θεωρίες έχουν αναπτυχθεί, αλλά το φαινόμενο της οσμής δεν έχει ακόμη εξηγηθεί πλήρως επιστημονικά.
- πρόβλημα παρουσιάζει το γεγονός ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μοριακής δομής και οσμής

Η συγκέντρωση κατωφλίου οσμής (ΣΚΟ)

- ομάδα υποκειμένων (5-10 άτομα) εκτίθεται σε δείγματα οσμών, τα οποία έχουν αραιωθεί με αέρα χωρίς οσμές
- ο αριθμός των αραιώσεων που πρέπει να κάνετε για να επιτύχετε 50% θετική αντίδραση από τα μέλη της ομάδας (δηλαδή τα μισά μέλη της ομάδας να θεωρήσουν το μείγμα δύσοσμο), είναι η συγκέντρωση σε μονάδες οσμής
- π.χ., αν εννέα όγκοι αραιώσης, που προστίθενται σε ένα όγκο δείγματος οσμής προκαλούν την θετική αντίδραση της μισής ομάδας, η συγκέντρωση οσμής είναι 10

Χημικά Χαρακτηριστικά

Άμεση Ανάλυση (proximate analysis)

περιλαμβάνει:

- την υγρασία: απώλεια βάρους στους 105°C σε 1 h
- την πτητική καύσιμη ύλη: απώλεια βάρους στους 950°C σε καλυμμένο δοχείο
- τον σταθερό άνθρακα: την καύσιμη ύλη μετά την αφαίρεση του πτητικού κλάσματος
- τη στάχτη: απώλεια βάρους μετά από καύση σε ανοικτό δοχείο

Σημείο στερεοποίησης της στάχτης

Θερμοκρασία στην οποία γίνεται κλινκεροποίηση
της στάχτης

Τυπικά 1100-1200 °C

Τελική ανάλυση

- περιεκτικότητα σε στοιχεία C, H, O, N, S και στάχτη
- Έχει σημασία μεγάλη γιατί προκύπτει ο λόγος C/N (σημασία για κομποστοποίηση) και επίσης προσδιορίζεται η απαιτούμενη ποσότητα αέρα για καύση

Τελική ανάλυση

Συντελεστής	%C ξ.β.	%H ξ.β.	%O ξ.β.	%N ξ.β.	%S ξ.β.	%στάχτη ξ.β.
υπολείμματα τροφών	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5
χαρτί	43,5	6	44	0,3	0,2	6
χαρτόνι	44	5,9	44,6	0,3	0,2	5
πλαστικά	60	7,2	22,8			10
υφάσματα	55	6,6	31,2	4,6	0,15	2,45
λάστιχο	78	10		2		10
δέρμα	60	8	11,6	10	0,4	10
υπολείμματα αυλών	47,8	6	38	3,4	0,3	4,5
ξύλο	49,5	6	42,7	0,2	0,1	1,5
γυαλί	0,5	0,1	0,4	0,1		98,9
λευκοσίδηρος	4,5	0,6	4,3	0,1		90,5
αλουμίνιο	4,5	0,6	4,3	0,1		90,5
άλλα μέταλλα	4,5	0,6	4,3	0,1		90,5
λοιπά ανόργανα	26,3	3	2	0,5	0,2	68

Παράδειγμα

- Για τα απορρίμματα της ενδεικτικής σύστασης που δώσαμε προσδιορίστε εμπειρικό τύπο για το ξηρό και το υγρό βάρος

Συντελεστής	Ποσοστό	Ξηρό βάρος	βάρος υγρασίας	βάρος C σε 100 kg	βάρος H σε 100 kg	βάρος O σε 100 kg	βάρος N σε 100 kg	βάρος S σε 100 kg	βάρος στάχτης σε 100 kg
υπολείμματα τροφών	9	2,7	6,3	1,30	0,87	6,62	0,07	0,01	0,14
χαρτί	34	32,0	2,0	13,90	2,14	15,88	0,10	0,06	1,92
χαρτόνι	6	5,7	0,3	2,51	0,37	2,81	0,02	0,01	0,29
πλαστικά	7	6,9	0,1	4,12	0,51	1,69	0,00	0,00	0,69
υφάσματα	2	1,8	0,2	0,99	0,14	0,74	0,08	0,00	0,04
λάστιχο	0,5	0,5	0,0	0,38	0,05	0,01	0,01	0,00	0,05
δέρμα	0,5	0,5	0,1	0,27	0,04	0,10	0,05	0,00	0,05
υπολείμματα αυλών	18,5	7,4	11,1	3,54	1,68	12,68	0,25	0,02	0,33
ξύλο	2	1,6	0,4	0,79	0,14	1,04	0,00	0,00	0,02
ΣΥΝΟΛΟ	79,5	59,0	20,5	27,79	5,95	41,55	0,58	0,11	3,52
		molesx10 ^{^3}		2,316	5,947	2,597	0,041	0,004	
		moles/moles N		56	145	63	1		
		moles/moles S		649	1667	728	12	1	

Άρα C₅₆H₁₄₅O₆₃N και C₆₄₉H₁₆₆₇O₇₂₈N₁₂S

Ενεργειακό Περιεχόμενο (kJ/kg)

Προσδιορίζεται μέσω:

- (1) χρήσης πλήρους καυστήρα ως θερμιδόμετρου
- (2) εργαστηριακού θερμιδόμετρου (bomb calorimeter)
- (3) υπολογισμού (αν είναι γνωστή η σύσταση)

Η υγρασία μειώνει το ενεργειακό περιεχόμενο:

$$\text{ΕΠ (σε ξηρή βάση)} = \text{ΕΠ (σε υγρή βάση)} \times (100 / (100 - M))$$

Υπόλειμμα και Ενεργειακό Περιεχόμενο (σε υγρή βάση)

Συντελεστής	% αδρανούς υπολείμματος	Ενεργειακό περιεχόμενο KJ/kg
υπολείμματα τροφών	5,0	4652,0
χαρτί	6,0	16747,2
χαρτόνι	5,0	16282,0
πλαστικά	10,0	32564,0
υφάσματα	2,5	17445,0
λάστιχο	10,0	23260,0
δέρμα	10,0	17445,0
υπολείμματα αυλών	4,5	6512,8
ξύλο	1,5	18608,0
λοιπά οργανικά		
γυαλί	98,0	139,6
λευκοσίδηρος	98,0	697,8
αλουμίνιο	96,0	
άλλα μέταλλα	98,0	697,8
λοιπά ανόργανα	70,0	6978,0

Παράδειγμα

Για το ίδιο τυπικό απόβλητο προσδιορίστε το ενεργειακό περιεχόμενο.

Συντελεστής	Ποσοστό	Ενεργειακό περιεχόμενο KJ/kg	Γινόμενο
υπολείμματα τροφών	9,0	4652,0	41868,0
χαρτί	34,0	16747,2	569404,8
χαρτόνι	6,0	16282,0	97692,0
πλαστικά	7,0	32564,0	227948,0
υφάσματα	2,0	17445,0	34890,0
λάστιχο	0,5	23260,0	11630,0
δέρμα	0,5	17445,0	8722,5
υπολείμματα αυλών	18,5	6512,8	120486,8
ξύλο	2,0	18608,0	37216,0
γυαλί	8,0	139,6	1116,5
λευκοσίδηρος	6,0	697,8	4186,8
αλουμίνιο	0,5		0,0
άλλα μέταλλα	3,0	697,8	2093,4
λοιπά ανόργανα	3,0	6978,0	20934,0
ΣΥΝΟΛΟ	100		

Ενεργειακό περιεχόμενο=
 $\Sigma \chi_i (ΕΠ)_i / 100$

11782

kJ/kg

Ενεργειακό Περιεχόμενο

Για την εκτίμηση του ενεργειακού περιεχομένου από την τελική σύσταση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο τύπος Dulong:

$$\text{kJ/kg} = 337 C + 1419 (H - 1/8 O) + 93S + 23N$$

όπου

C : % άνθρακα κατά βάρος

H : % υδρογόνου κατά βάρος

O : % οξυγόνου κατά βάρος

S : % θείου κατά βάρος

N : % αζώτου κατά βάρος

Άσκηση

Χρησιμοποιείτε την τελική σύσταση $C_{649}H_{1667}O_{728}N_{12}S$ που προσδιορίσαμε νωρίτερα (σε υγρή βάση) για να εκτιμήσετε το ενεργειακό περιεχόμενο με τη χρήση του τύπου Dulong

	n	A.B.	Υπολογισμός "μοριακού" βάρους	Ποσοστό βάρους i		
C	649	12	7788	36,6		
H	1667	1	1667	7,8		
O	728	16	11648	54,7		
N	12	14	168	0,8		
S	1	32	32	0,2		
			21303	100		


$337 \text{ C} + 1419 (\text{H} - 1/8 \text{ O}) + 93\text{S} + 23\text{N}$
13758 kJ/kg

Βασικά Συστατικά για ανάπτυξη μικροοργανισμών:

προκειμένου να είναι εφικτή η βιομετατροπή
απαιτούνται ιχνοστοιχεία:

P, K, Ca, Mg, Na, B, κ.α.

**Στοιχειακή ανάλυση των οργανικών υλικών που χρησιμοποιούνται σαν τροφοδοσία για
διεργασίες βιομετατροπών**

		Υπόστρωμα τροφοδοσίας			
Συστατικό	Μονάδα	Χαρτί εφημερίδων	Χαρτί γραφείου	Υπολείμματα αυλών	Υπολείμματα τροφών
NH4-N	ppm	4	61	149	205
NO3-N	ppm	4	218	490	4278
P	ppm	44	295	3500	4900
PO4-P	ppm	20	164	2210	3200
K	%	0,35	0,29	2,27	4,18
SO4-S	ppm	159	324	882	855
Ca	%	0,01	0,10	0,42	0,43
Mg	%	0,02	0,04	0,21	0,16
Na	%	0,74	1,05	0,06	0,15
B	ppm	14	28	88	17
Se	ppm	-	-	<1	<1
Zn	ppm	22	177	20	21
Mn	ppm	49	15	56	20
Fe	ppm	57	396	451	48
Cu	ppm	12	14	7,7	6,9
Co	ppm	-	-	5,0	3,0
Mo	ppm	-	-	1,0	<1
Ni	ppm	-	-	9,0	4,5
W	ppm	-	-	4,0	3,3

“Βιολογικά” Χαρακτηριστικά των Στερεών Απορριμμάτων

1. Οργανικό κλάσμα των περισσότερων ΑΣΑ: Υδατοδιαλυτά συστατικά (σάκχαρα, άμυλα, αμινοξέα και διάφορα οργανικά οξέα), Ημικυτταρίνη, Κυτταρίνη, Λίπη, έλαια και κεριά, Λιγνίνη, Λιγνοκυτταρίνη, Πρωτεΐνες.

Σχεδόν όλο το οργανικό κλάσμα μπορεί να μετατραπεί βιολογικά σε αέρια και σχετικά αδρανή και ανόργανα στερεά.

2. Βιοαποδομήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ: $BF = 0,83 - 0,028 LC$

BF: βιοαποδομήσιμο κλάσμα εκφρασμένο με βάση τα Πτητικά στερεά (αυτά που απομακρύνονται στους 550°C)

LC: περιεκτικότητα των πτητικών στερεών σε λιγνίνη (ποσοστό του ξηρού βάρους)

3. Μύγες: Αναπτύσσονται σε λιγότερο από 2 εβδομάδες από το σημείο γέννησης των αυγών και υποθάλπονται από ζεστά κλίματα.

Διεργασίες μετατροπής των ποιοτικών χαρακτηριστικών των απορριμμάτων

Οι φυσικές, χημικές και βιολογικές μετατροπές χρησιμοποιούνται προκειμένου:

- 1) να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης
- 2) να παραχθούν ανακυκλώσιμα υλικά
- 3) να εξοικονομηθούν πρώτες ύλες και ενέργεια.

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΡΟΙΟΝΤΑ
Φυσικές		
Διαχωρισμός συστατικών	χειροδιαλογή ή μηχανικός διαχωρισμός οδηγεί σε πιο ομογενοποιημένο προϊόν, αποφεύγοντας τοξικότητα και επιτυγχάνοντας ανακύκλωση	Επί μέρους συστατικά
Μείωση όγκου	Εφαρμογή ενέργειας (πίεση) συχνά από τα ίδια οχήματα συλλογής	Αλλαγμένη μορφή και μειωμένο μέγεθος
Μηχανική μείωση μεγέθους	Εφαρμογή ενέργειας (άλεση, τεμαχισμός, πολτοποίηση)	Αλλαγμένη μορφή και μειωμένο μέγεθος

Χημικές		
Καύση (χημική οξείδωση)	Θερμική οξείδωση (χημική αντίδραση O ₂ με οργανικά με παραγωγή θερμότητας και φωτός.	CO ₂ , SO ₂ , προϊόντα οξείδωσης, στάχτη (H ₂ O, N ₂ , O ₂ , NH ₃ , NO _x κλπ., επίσης παράγονται)
Πυρόλυση	Καταστροφική απόσταξη (θερμική θραύση και αντιδράσεις συμπυκνώσεως ελλείψει O ₂ , ενδόθερμη διεργασία)	αέριο ρεύμα (αέρια H ₂ , CH ₄ , CO, CO ₂ ,) πίσσα ή/και έλαια, άνθρακας (char)
Αεριοποίηση (Gasification)	Μερική καύση σε αέρια	αέριο χαμηλής θερμικής ισχύος (CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , N ₂), άνθρακας (char) πυρολυτικά έλαια.

Βιολογικές		
Αερόβια Λιπασματοποίηση	Αερόβια Βιομετατροπή εξαρτάται από υγρασία, οργανικά , θρεπτικά, περιβάλλον	Κομπόστ (εδαφοβελτιωτικό)
Αναερόβια χώνευση	Αναερόβια βιοδιεργασία	Βιοαέριο, ιχνοστοιχεία αερίων , λάσπη
Αναερόβια Λιπασματοποίηση (στις χωματερές)	Αναερόβια βιοδιεργασία	Βιοαέριο, χωνευμένο απόβλητο.

Επικίνδυνα Απορρίμματα

Ως επικίνδυνα (hazardous) χαρακτηρίζονται τα απορρίμματα τα οποία αποτελούν κίνδυνο για τον άνθρωπο και άλλους ζώντες οργανισμούς διότι:

- δεν αποδομούνται στην φύση
- μπορούν να μεγιστοποιηθούν βιολογικά
- μπορούν να αποβούν μοιραία για τη ζωή
- μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικά συσσωρευτικά αποτελέσματα

Οι ιδιότητες που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό τους ως επικίνδυνα σχετίζονται με την ασφάλεια και την υγεία ως εξής:

Ασφάλεια: διαβρωτικότητα, εκρηκτικότητα, ευφλεκτότητα, αντιδραστικότητα

Υγεία: καρκινογονικότητα, μολυσματικότητα, ερεθιστικότητα (αλλεργική αντίδραση), μεταλλαξιογονικότητα, τοξικότητα (δηλητήρια) (οξεία και χρόνια) ραδιενέργεια, τερατογονικότητα.

Τυπικά επικίνδυνα απόβλητα στα Α.Σ.Α.

Τύπος	Ποσοστό
Προϊόντα καθαρισμού	40%
Προϊόντα προσωπικής υγιεινής	16,4%
Προϊόντα αυτοκινήτου	30,1%
Μπογιές και σχετικά	7,5%
Ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα κλπ.	2,5%
Άλλα	3,5%
Σύνολο	100%

Τα επικίνδυνα απορρίμματα κατά κανόνα είναι στερεά, ημιστερεά ή υγρά.

Μπορεί ακόμη να είναι διαλυμένες ουσίες σε υγρό διαλύτη, ή αέρια προσροφημένα σε στερεά, ή ακόμη αέρια σε αέριες εκπομπές.

Τα επικίνδυνα απορρίμματα συνήθως, με τους διάφορους χειρισμούς που υποβάλλουμε τα ΑΣΑ, υφίστανται πολλές φυσικές, χημικές και βιολογικές μετατροπές

Φυσικές μετατροπές: πτητικοποίηση (volatilization)

Χημικές μετατροπές:

☞ Καύση : αποτελεσματική αντίδραση για την καταστροφή οργανικών επικίνδυνων εφόσον είναι πλήρης ,

☞ Χημικές αντιδράσεις σε χωματερές

Βιολογικές μετατροπές:

☞ μετατροπές μετάλλων Cr, Pb, Hg σε ενώσεις εξαιρετικά τοξικές

☞ μετατροπές αποδομήσιμων οργανικών ενώσεων

☞ μετατροπές δύσκολα αποδομήσιμων οργανικών ενώσεων με αργότερους ρυθμούς

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης των επικίνδυνων στερεών απορριμμάτων είναι σαφώς ο

διαχωρισμός στην πηγή