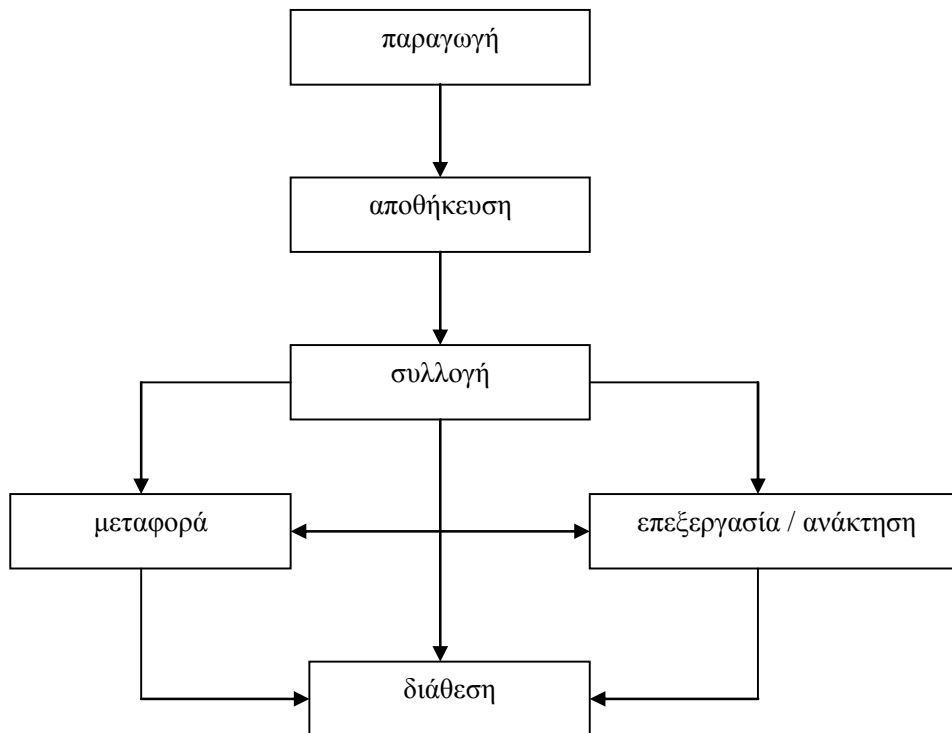


ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Εισαγωγή

Ορίζεται ως **στερεό απόβλητο** οποιοδήποτε υλικό είναι ανεπιθύμητο και δεν είναι αέριο ή υγρό.

Η διαχείρισή τους μπορεί να παρασταθεί ως εξής



Παραγωγή αποβλήτων

Το στάδιο κατά το οποίο κάποια στερεά χαρακτηρίζονται ανεπιθύμητα και αποφασίζεται είτε να πεταχτούν είτε να συλλεγούν για κεντρική διάθεση.

Από οικονομικής απόψεως, είναι η καλύτερη στιγμή να γίνει επιλογή των υλικών προς ανακύκλωση ή ανάκτηση.

Επιτόπου διαχείριση (αποθήκευση)

Το στάδιο κατά το οποίο αποφασίζεται το μέλλον των αποβλήτων. Μπορούν να αποθηκευθούν επιτόπου πριν οδηγηθούν στο επόμενο στάδιο (επεξεργασία, διάθεση).

Η επιτόπου αποθήκευση είναι πρωταρχικής σημασίας λόγω αισθητικής, δημόσιας υγείας και οικονομικών.

Συλλογή

Το στάδιο κατά το οποίο συγκεντρώνονται τα απόβλητα και φορτώνονται στο μέσο (συνήθως όχημα) μεταφοράς. Από εκεί θα οδηγηθούν σε σταθμό μεταφόρτωσης, θέση επεξεργασίας ή χώρο διάθεσης.

Μεταφορά

Τα στάδια όπου, διαδοχικά, το απόβλητο μεταφέρεται σε σταθμό μεταφόρτωσης και κατόπιν οδηγείται στο χώρο επεξεργασίας ή στο χώρο διάθεσης, που είναι συνήθως μακριά.

Επεξεργασία/ανάκτηση

Το στάδιο κατά το οποίο, με διάφορες διεργασίες και εξοπλισμό, επιδιώκεται είτε η αξιοποίηση του ίδιου του αποβλήτου με βελτίωση κάποιων χαρακτηριστικών του, είτε η παραλαβή χρήσιμων συστατικών ή ενέργειας.

Διάθεση

Η τελική εναπόθεση των αποβλήτων.

Τύποι στερεών αποβλήτων

Η ταξινόμησή τους μπορεί να γίνει είτε ως προς τη φύση τους (τα υλικά που περιέχουν) είτε ως προς την πηγή προέλευσής τους.

Με βάση το πρώτο σύστημα κατάταξης μπορούν να χωριστούν σε ραδιενεργά, χημικά (τοξικά, ευκόλως αντιδρώντα, διαβρωτικά), βιολογικά, εύφλεκτα, εκρηκτικά.

Με βάση πάλι το πρώτο σύστημα κατάταξης διακρίνονται σε **συμβατικά** στερεά απόβλητα (**conventional solid wastes**) και **επικίνδυνα** στερεά απόβλητα (**hazardous wastes**) ή **τοξικά** (**toxic**).

Με βάση το δεύτερο σύστημα κατάταξης διακρίνονται σε **οικιακά** (απορρίμματα, σκουπίδια) και **βιομηχανικά**.

Τα συμβατικά στερεά απόβλητα διακρίνονται σε:

- υπόλοιπα τροφίμων (garbage): προέρχονται από όλα τα στάδια προετοιμασίας τροφής. Είναι ζωικά και φυτικά υπόλοιπα.
- στερεά υπόλοιπα (rubbish) εκτός τροφίμων ή άλλων υλικών που μπορούν να υποστούν σήψη: είναι χαρτιά, πλαστικά, υφάσματα, ελαστικά, ξύλα, δέρματα, γυαλί, κεραμικά, μεταλλικά κουτιά, μέταλλα κλπ.
- στάχτες και κατάλοιπα καύσης (ashes and residues): αποτελούνται από σκόνες, στάχτες, κάρβουνα και μικρά κομμάτια μερικώς καμένων υλικών. Τα κατάλοιπα των μονάδων παραγωγής ενέργειας δεν ταξινομούνται εδώ.
- υλικά οικοδομών (demolition and construction wastes): περιλαμβάνουν σκόνη, πέτρες, τούβλα, τσιμέντο, γύψο, ξυλεία, στέγες, υδραυλικό και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.
- διάφορα απόβλητα: εγκαταλελειμμένα αυτοκίνητα, σκουπίδια από δρόμους, από χαντάκια κλπ.
- στερεά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων (treatment plant wastes): εδώ ταξινομούνται όλα τα στερεά και ημιστερεά (λάσπες) από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.
- αγροτικά απόβλητα (agricultural wastes): εδώ ταξινομούνται τα απόβλητα διαφόρων δραστηριοτήτων όπως καλλιέργειες πάσης φύσεως, παραγωγή γάλακτος, κτηνοτροφία, κτηνοτροφές.

Ως **επικίνδυνα** στερεά απόβλητα θεωρούνται όσα προκαλούν, άμεσα ή μετά από χρονικό διάστημα, κίνδυνο στον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά.

Ένα απόβλητο ταξινομείται ως επικίνδυνο όταν είναι:

- εύφλεκτο (χρώματα, διαλύτες, βενζίνη)
- διαβρωτικό (καθαριστικά βιομηχανικής ή οικιακής χρήσης)
- αντιδρά εύκολα (οξέα, βάσεις, αμμωνία, υπόλοιπα χλωρίωσης)
- τοξικό (περιέχει μια ή περισσότερες από τις ουσίες που χαρακτηρίζονται τοξικές, καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες ή τερατογόνες, σε όρια που υπερβαίνουν τα θεσμοθετημένα).

Τα βιολογικά απόβλητα προέρχονται από νοσοκομεία και εργαστήρια βιολογικών ερευνών.

Τοξικά απόβλητα παράγονται καθημερινά σε μεγάλες ποσότητες ως αποτέλεσμα βιομηχανικής δραστηριότητας αλλά και σε μικρές ποσότητες σε επίπεδο νοικοκυριού, από τη διάθεση άδειων (ή μισοάδειων) συσκευασιών προϊόντων καθαρισμού (απολυμαντικά, καθαριστικά μπάνιου, κουζίνας, τζαμιών, δαπέδων, γλώριο και αμμωνία, διαλυτικά καθαρισμού, καθαριστικά λεκέδων, καθαριστικά αποχέτευσης), προϊόντων οικιακών επισκευών (γαλακτώματα και βαφές, αρωματικά, διαλυτικά χρωμάτων, λάκες και βερνίκια, συντηρητικά ξύλου, οξέα για απομάκρυνση σκουριάς, πίσσα και λοιπά στεγανωτικά οροφής), υλικών κηπουρικής (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα), προϊόντων αυτοκινήτου (βενζίνη, χρησιμοποιημένα λάδια, αντιψυκτικό, οξέα μπαταρίας, διαλύτες, υγρά φρένων, αντισκωριακά) καθώς και προϊόντων γενικής φύσης (μπαταρίες, μιογιές, μελάνες και χρώματα, κόλλες).

Πηγές στερεών αποβλήτων

Οικιακά στερεά απόβλητα

Προέρχονται από την οικιακή δραστηριότητα. Είναι τρόφιμα και υπολείμματα τους, υλικά συσκευασίας και μικροαντικείμενα, τα οποία για οποιοδήποτε λόγο θεωρούνται ότι έχουν κλείσει το χρόνο ζωής τους.

Στα οικιακά στερεά απόβλητα συγκαταλέγονται και όσα στερεά απόβλητα βιοτεχνικών και δραστηριοτήτων συλλέγονται με τα κατά τύπους κεντρικά συστήματα συλλογής και διακομιδής απορριμμάτων.

Η συλλογή τους γίνεται είτε με ατομική πρωτοβουλία, σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε μικρούς οικισμούς, είτε με κεντρικό σύστημα (απορριμματοφόρα)

Η διάθεσή τους γίνεται (κατά αύξουσα σειρά περιβαλλοντικής επιβάρυνσης)

- σε ειδικά σχεδιασμένο χώρο υγειονομικής ταφής
- σε χώρο απόθεσης και ταφής
- σε χώρο απόθεσης
- σε τυχαία σημεία.

Βιομηχανικά στερεά απόβλητα

Στερεά απόβλητα (επικίνδυνα ή όχι) παράγονται, σε περιορισμένα ποσά, σχεδόν σε όλες τις βιομηχανικές δραστηριότητες. Υπάρχουν λίγα στοιχεία σχετικά με την παραγωγή τέτοιων αποβλήτων. Είναι συνήθως

- παραπροϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας
- ακαθαρσίες της πρώτης ύλης (εμφανέστερη περίπτωση αυτή των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων)
- λάσπες που παράγονται σε κάποιο σημείο της διεργασίας (για παράδειγμα η λάσπη κατά την πρωτοβάθμια καθίζηση ή την κροκίδωση λυμάτων)

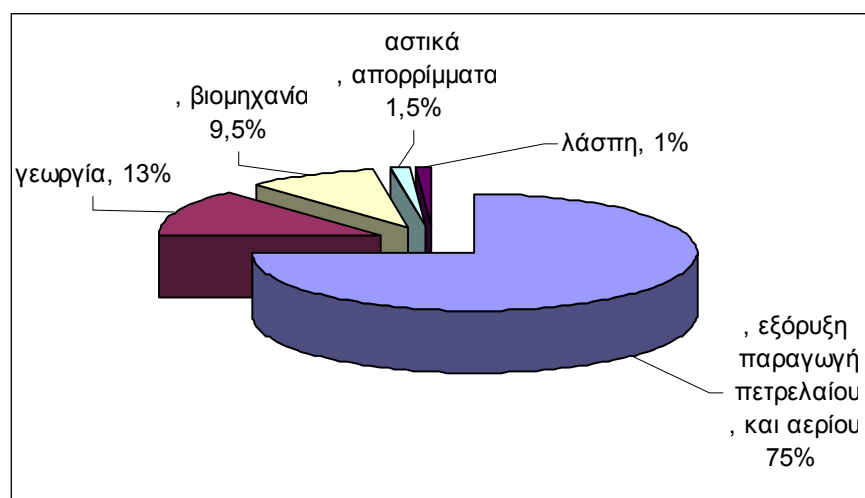
Σημαντική πηγή δημιουργίας τους είναι οι διαρροές και τα ατυχήματα (μικρής κλίμακας), όπου τα επικίνδυνα υγρά απόβλητα αντιμετωπίζονται είτε με προσθήκη κάποιου προσροφητικού (συνήθως πριονίδι), είτε διατίθενται στο έδαφος. Σ'αυτή την περίπτωση το πριονίδι και το έδαφος πρέπει να αντιμετωπίζονται πια ως επικίνδυνα στερεά απόβλητα.

Ρυθμοί παραγωγής στερεών αποβλήτων

Αξίζει καταρχήν να σημειωθεί ότι αν και συνήθως οι ποσότητες των οικιακών απορριμμάτων είναι αυτές που δημιουργούν σημαντικά προβλήματα διάθεσης, το 98.5% των συνολικών στερεών αποβλήτων παράγεται από βιομηχανικές δραστηριότητες.

Στις ΗΠΑ, με 4.7% του παγκόσμιου πληθυσμού, παράγονται ετησίως γύρω στα 10 δις. τόνους στερεών αποβλήτων, ή γύρω στο 33% των παγκοσμίως παραγομένων. Παράγονται εξάλλου περίπου 700 kg αστικών απορριμμάτων ετησίως ανά κάτοικο, δυο με τρεις φορές περισσότερα από όσα στις υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες.

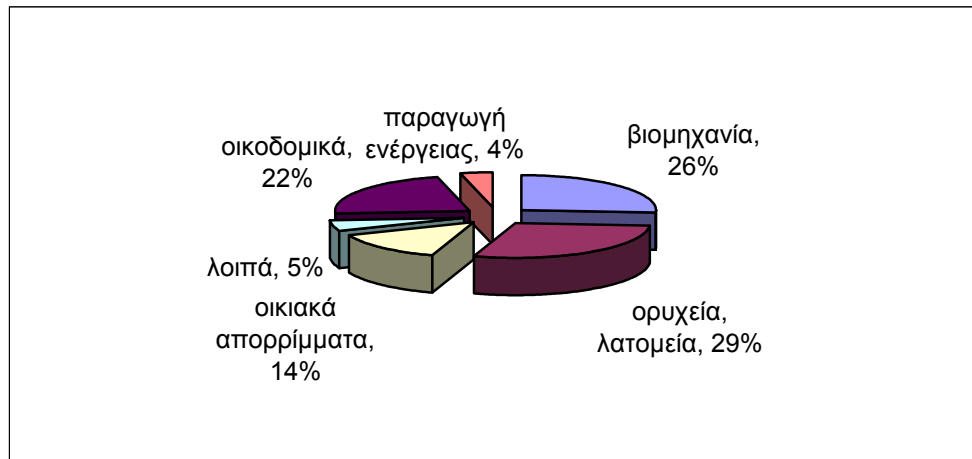
Στη συνέχεια παρουσιάζεται η κατανομή των στερεών αποβλήτων στις ΗΠΑ κατά τομέα παραγωγής.



Κατανομή στερεών αποβλήτων κατά παραγωγικό τομέα [1]

Η ΕΡΑ εκτιμά ότι κάθε χρόνο παράγονται στις ΗΠΑ τουλάχιστον 6 δις. τόνοι επικίνδυνων αποβλήτων. Όμως, επειδή μόνο το 6% από αυτά εμπίπτει στην κατηγορία των θεσμοθετημένων επικίνδυνων, τα υπόλοιπα 94% υφίστανται διαχείριση ως συμβατικά στερεά απόβλητα.

Αντίστοιχη κατανομή σε επίπεδο Ευρώπης (1992-1997) παρουσιάζεται παρακάτω:

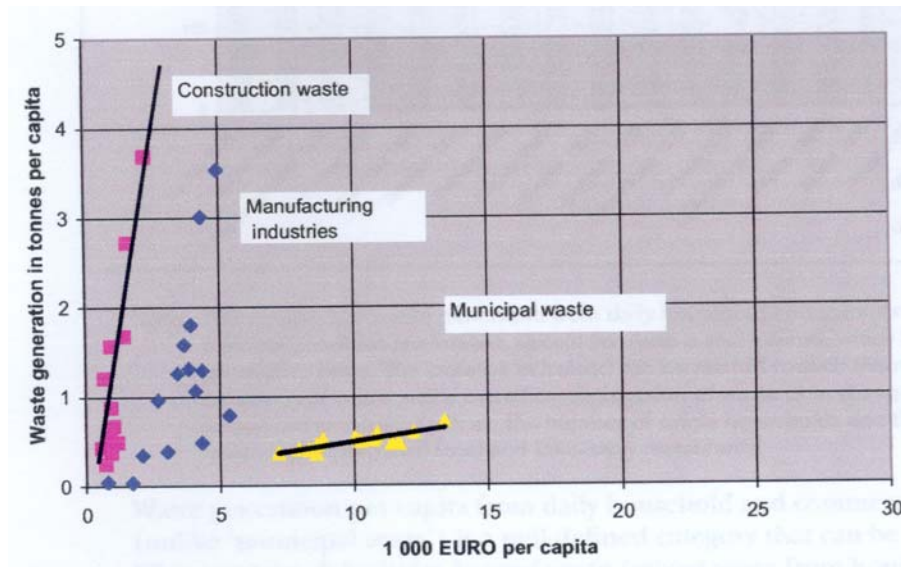


Κατανομή Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ [2]

Ο Πίνακας που ακολουθεί, παρουσιάζει εκτιμήσεις για την παραγωγή στερεών αποβλήτων.

Φορτία αστικών απορριμμάτων	(δεδομένα WHO, 1982)
πολύ χαμηλό εισόδημα (πχ Νοτιοανατολική Ασία)	150 kg/κάτοικο/έτος
τυπική αναπτυσσόμενη χώρα (Ασία, Βόρεια Αφρική, Νότια Αμερική)	250
βιομηχανική χώρα	400
εύπορη περιοχή (ΗΠΑ, χώρες του Κόλπου)	900

Η οικονομική δραστηριότητα είναι αναμενόμενο να εξαρτάται, ως κάποιο βαθμό, με την παραγωγή αποβλήτων. Στο πλαίσιο αυτό, μια μελέτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1995 έδωσε τα στοιχεία που παρουσιάζονται παρακάτω.



Συσχέτιση οικονομικής δραστηριότητας με παραγωγή αποβλήτων [2]

Η οικονομική δραστηριότητα εδώ (ευρώ ανά κάτοικο) νοείται ως τα ποσά που αντιστοιχούν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, ενώ για τα αστικά απορρίμματα λαμβάνεται το κατά κεφαλήν εισόδημα. Όπως φαίνεται, ενώ για τον κατασκευαστικό (οικοδομικό) τομέα υπάρχει καλή συσχέτιση, όπως και για την παραγωγή οικιακών απορριμμάτων, δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο για τη βιομηχανία. Αυτό αποδόθηκε σε διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης και μείωσης των αποβλήτων τους που αρχίζουν να υιοθετούν σε ατομικό επίπεδο οι βιομηχανικές δραστηριότητες.

Οικιακά Στερεά Απορρίμματα

Σε επίπεδο Κοινότητας, τα αστικά στερεά απόβλητα διαχωρίζονται σε

- οικιακά (household): όσα μαζεύονται σε επίπεδο νοικοκυριού,
- κοινοτικά (municipal): όσα μαζεύονται μέσω ή για λογαριασμό της κοινότητας

Τα κοινοτικά είναι λοιπόν τα οικιακά και όσα μαζεύονται σε επίπεδο κτιρίου (σχολεία, νοσοκομεία κλπ) και μικρών επιχειρήσεων.

Αυτά μπορεί να έχουν συλλεγεί

- με τον παραδοσιακό τρόπο (σακούλες, ογκώδη αντικείμενα, κήπου)
- ξεχωριστά (χαρτί, γυαλί, μέταλλα, επικίνδυνα κλπ).

Τα στερεά απόβλητα από αγροτικές περιοχές που δεν εξυπηρετούνται από κοινοτικούς φορείς καταχωρούνται και αυτά ως οικιακά (similar household waste). Τέλος, οι φιάλες που ξαναγεμίζονται δεν θεωρούνται waste.

Τα διαθέσιμα στοιχεία από τον ΟΟΣΑ (1997) [3] ως προς την παραγωγή αστικών στερεών απορριμμάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα που ακολουθεί

Χώρα	οικιακά	κοινοτικά	Χώρα	οικιακά	Κοινοτικά
Δανία	500	530	Αυστρία	310	480

Ολλανδία	470	580	Γερμανία	300	320
Ιταλία	400	470	Νορβηγία	300	620
Ισπανία		370	Ιρλανδία	290	430
Σουηδία	360	440	Λουξεμβούργο	250	530
Πορτογαλία		350	Ισλανδία	240	560
Ην. Βασίλειο	340		Φινλανδία	180	410
Γαλλία	340	470	Βέλγιο		470
Ελλάδα		310			

Ενώ είναι γενικά αποδεκτή μια σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και παραγωγής αποβλήτων, αυτή μόνο εν μέρει μπορεί να ερμηνεύσει τις παρατηρούμενες διαφορές.

Οι διαφορές που παρατηρούνται δεν είναι αναγκαστικά πραγματικές αλλά μπορεί να οφείλονται σε διαφορετικούς ορισμούς κατηγοριών στερεών αποβλήτων, διαφορές οικονομικής δομής και τρόπου ζωής ή ακόμη και διαφορές πολιτικής ως προς τα απόβλητα.

Η επεξεργασία των δεδομένων για την περίοδο 1990-1995 που έγινε για λογαριασμό της DG Environment το 1997 έδειξε ότι δεν μπορεί να διατυπωθεί με παραδεκτό βαθμό βεβαιότητας μια τάση στην παραγωγή στερεών αποβλήτων. Στη συνέχεια διενεργήθηκε το 1998 μια μελέτη από το Ευρωπαϊκό Θεματικό Κέντρο για Στερεά Απόβλητα (ETC/W) με σκοπό

- να ελέγξει τα υπάρχοντα δεδομένα για την περίοδο 1993-1996
- να διερευνήσει τη συγκρισιμότητα μεταξύ χωρών
- να προσπαθήσει να δημιουργήσει μια βάση συγκρίσιμων δεδομένων.

Τα συμπεράσματα από τη μελέτη αυτή είναι τα ακόλουθα:

- Λόγω έλλειψης στοιχείων από 6 χώρες δεν είναι δυνατή η σύγκριση δεδομένων.
- Τα υπάρχοντα δεδομένα δεν μπορούν να συγκριθούν γιατί όλες οι χώρες δεν ακολουθούν την ίδια κατηγοριοποίηση.
- Αυτό που είναι συγκρίσιμο είναι τα δεδομένα για σκουπίδια συλλεγόμενα παραδοσιακά (σε σακούλες). Για να γίνει όμως αυτή η σύγκριση πρέπει να συμπεριληφθούν και ρεύματα απορριμμάτων που συλλέγονται ξεχωριστά (χαρτί, γυαλί, πλαστικά κλπ) για όσες χώρες δηλώνουν τέτοια στοιχεία.
- Αυτό το συνδυασμένο ρεύμα (daily household and commercial waste), που δεν περιλαμβάνει πάντως ογκώδη αντικείμενα, είναι συγκρίσιμο μεταξύ κρατών-μελών αλλά δεν είναι συγκρίσιμο με την αντίστοιχη κατηγορία της μελέτης του ΟΟΣΑ, 1997.
- Το συνδυασμένο ρεύμα daily household and commercial waste χωρών με χαμηλή παραγωγή αποβλήτων (Αυστρία, Φινλανδία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Νορβηγία, Σουηδία) είναι συγκρίσιμο περισσότερο από το δηλωνόμενο ως household στη μελέτη του OECD, 1997. Οι διαφορές δε μεταξύ των διαφόρων χωρών ως προς τα daily household and commercial waste είναι πιο σημαντικές από τις διαφορές τους στη συνολική παραγωγή απορριμμάτων.

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης, αποφασίστηκε και προτάθηκε προς τα κράτη-μέλη να απαιτούνται λεπτομερείς οδηγίες από τις υπηρεσίες προς τους προμηθευτές πληροφοριών (Δήμους-

Κοινότητες, εταιρείες κλπ). Δεν προτείνεται ενιαίο ερωτηματολόγιο, αλλά η σύσταση είναι να βασίζεται στην ίδια λογική και σε αντίστοιχη κατηγοριοποίηση.

Η μέση παραγωγή αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη το 1996 ήταν 400 kg ανά κάτοικο και ο στόχος του 5^{ου} Προγράμματος ήταν να μειωθεί αυτή στα 300 kg ανά κάτοικο το 2000. Από τα διαθέσιμα δεδομένα φαίνεται ότι ο στόχος αυτός δεν έχει επιτευχθεί.

Από τα διαθέσιμα δεδομένα φαίνεται επίσης ότι ακολουθούνται διαφορετικές πρακτικές σε επίπεδο Ευρώπης. Έτσι, ενώ στην Ελλάδα σχεδόν το 100% των απορριμμάτων συλλέγονται μαζί, στη Ολλανδία περίπου το 40% συλλέγονται χωριστά (δεδομένα 1996). Επίσης υψηλά ποσοστά χωριστής συλλογής εμφανίζουν η Αυστρία, η Φινλανδία, η Δανία, το Βέλγιο, η Νορβηγία, η Σουηδία, η Γερμανία και το Λουξεμβούργο.

Μια ειδική κατηγορία αστικών απορριμμάτων είναι και τα στερεά (λάσπη) που παράγονται κατά την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Σε επίπεδο Ευρώπης, παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στην παραγωγή λάσπης ανά κάτοικο: από 38 kg στη Δανία έως 8 kg στην Ελλάδα (δεδομένα 1998). Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές ποσότητες αστικών λυμάτων που υφίστανται επεξεργασία στις διάφορες χώρες. Αξίζει να σημειωθεί η περίπτωση της Πορτογαλίας και της Ιρλανδίας όπου η εκτίμηση για το 2005 δίνει τα ίδια επίπεδα με Δανία, Γερμανία και Λουξεμβούργο όπου φαίνεται ότι ήδη επεξεργάζονται το σύνολο των αποβλήτων τους.

Βιομηχανικά στερεά απορρίμματα

Εκτιμήσεις για την παραγωγή τους παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.[4]

Φορτία βιομηχανικών απορριμμάτων	(δεδομένα WHO, 1982)
τρόφιμα (κονσέρβες - κατεψυγμένα)	0.04 - 0.06 ton/ton προϊόντος
σφαγεία	0.035“
ζυθοποιία	0.02 “
επεξεργασία μαλλιού	0.04 – 5.7 (λάσπη από επεξεργασία υγρών)
επεξεργασία βαμβακιού	0.01 – 2.3 (ομοίως)
βυρσοδεψία (με χρωμικά)	0.09 – 1.7 tn/1000 δέρματα
χαρτόμυλοι	0.05 ton/ton προϊόντος
χρώματα	0.08 “
φαρμακευτικά	0.8 “
αντιβιοτικά	0.6 – 80 (λάσπη από επεξεργασία υγρών)
χαλυβουργία	0.04 – 0.78
παραγωγή μολύβδου	0.09 – 0.47
παραγωγή ψευδάργυρου	0.02 – 1.1
επιμεταλλώσεις	0.04 – 0.25
παραγωγή χαλκού	0.02 – 3.0
τυπογραφεία-εκδοτήρια	0.08 - 0.1 “
διύλιση πετρελαίου	1.3 - 3.3 “
λιπαντικά	6.1 “
ελαστικό	0.01 - 0.3 ton/ton πρώτης ύλης
αυτοκίνητα	0.6 - 0.8 ton/όχημα
αλούμινα από βωξίτη	2 ton/ton προϊόντος
φωσφορικό οξύ	4.5 ton/ ton P ₂ O ₅
ζιζανιοκτόνα	0.2 ton/ton προϊόντος

Επειδή οι ρυθμοί παραγωγής αποβλήτων διαφοροποιούνται ανάλογα με το μέγεθος της βιομηχανίας, το επίπεδο τεχνολογίας και τα «ήθη» της περιοχής, δεν έχει νόημα η παράθεση πιο λεπτομερών στοιχείων.

Σύνθεση οικιακών στερεών αποβλήτων

Ο **Error! Reference source not found.** που ακολουθεί [4], παρουσιάζει συγκεντρωτικά στοιχεία για τη σύνθεση οικιακών στερεών αποβλήτων σε διάφορες χώρες.

	Μ.Βρετανία	Ινδία	Μεξικό	Τυνησία	Εκουαδόρ	Ελλάδα
λαχανικά-σηπόμενα	28	75.2	55	80.8	65.5	49
χαρτί	37	1.5	15	9.6	17.9	20
μέταλλα	9	0.1	6	2.1	1.4.	4.5
γυαλί	9	0.2	4	1.1	1.7	4.5
υφάσματα	3	3.1	6	2.9	3.1	5.0*
πλαστικά	3	0.9	4	1.2	2.7	8.5
διάφορα καύσιμα	1	0.2	2	0.5	3.0	5.5**
διάφορα άκαυστα	1	6.9	6	0.1	0.9	
αδρανή <10 mm	9	12	0	1.8	3.8	3.0

Η επίδραση του τρόπου ζωής είναι προφανής από τα παρατιθέμενα δεδομένα.

Εύλογη είναι εξάλλου και η επίδραση της εξέλιξης στις συνήθειες ενός πληθυσμού στη σύνθεση των απορριμμάτων του. Η αποτύπωση αυτής της επίδρασης φαίνεται από τα ακόλουθα δεδομένα (για την πόλη του Birmingham) [5]

	1934	1960	1970
σκόνη-στάχτες	75	50	16
λαχανικά-σηπόμενα	6	11.5	13.2
χαρτί	7.7	20.5	51.4
μέταλλα	3.3	6.4	6.4
κουρέλια	1.5	7.3	6.5
γυαλί	1.2	7.3	6.5
πλαστικά	-	-	1.1

Ο **Error! Reference source not found.** που ακολουθεί [6] παρουσιάζει μια πιο λεπτομερή σύσταση οικιακών στερεών αποβλήτων, καθώς και το ενεργειακό τους περιεχόμενο. Το ενεργειακό περιεχόμενο κρίνεται σκόπιμο να παρατεθεί, γιατί είναι χρήσιμη παράμετρος για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων καύσης.

Ανάλυση, %κ.β.				Ενεργ. περιεχ., kJ/kg			
Συστατικό	υγρασία	πτητικά	ανόργ. C	μη καύσιμα	ως έχει	ξηρό	ξηρό-χωρίς στάχτη
Τρόφιμα							
Λίπη	2.0	95	2.5	0.2	37.5	38.2	38.4
Ανάμεικτα	70	21	3.6	5.0	4.18	13.9	16.7
Φρούτα	79	17	4.0	0.7	3.97	18.6	19.3
Κρέας	39	56	1.8	3.1	17.7	29.0	30.5
Χαρτικά							
Χαρτόνι	5.2	77.5	12.3	5.0	16.4	17.3	18.2
Περιοδικά	4.1	66	7.0	22.5	12.2	12.7	16.6
Χαρτιά	10	76	8.4	5.4	15.8	17.6	18.7
Κερωμένα							
Χαρτόκουτα	3.4	91	4.5	1.2	26.3	27.3	27.6
Πλαστικά							
Π/αιθυλ.	0.2	98.5	<0.1	1.2	43.5	43.6	44.1
Π/στυρ.	0.2	98.7	0.7	1.2	38.2	38.3	38.2
Π/ουρεθ.	0.2	87.1	8.3	4.4	26.1	26.1	27.3
Pvc	0.2	86.9	11	2.1	22.7	22.7	23.2
Ξύλο							
Υπόλ. κήπου	60	30	9.5	0.5	6.05	15.1	15.3
Χλωρά	50	42	7.3	0.4	4.89	9.77	9.85
Ξερά	12	75	12	0.5	17.1	19.4	19.5
Ανάμικτα	20	68	11	0.81	15.4	19.3	19.5
Δέρμα							
Ελαστικό	1.2	84	4.9	9.9	25.3	25.6	28.5
Υφάσματα	10	66	17.5	6.5	17.4	19.4	20.9
Γιαλί	2	-	-	96-99+	0.196	0.200	0.200
Τενεκεδάκια	5	-	-	94-99+	1.43	1.50	1.50
Μέταλλα	2	-	-	96-99+	-	-	-
Αστικά	20	53	7	20	10.5	13.1	17.5
	15-40	30-60	5-15	9-30			
Βιομηχ.	15	58	7	20	11.6	13.7	17.9

	10-30	30-60	5-15	10-30			
Γραφεία	3.2	20.5	6.3	70	8.53	8.82	31.8

* μαζί με ξύλα, δέρμα, λάστιχο

** μαζί καύσιμα και άκαυστα

Σύνθεση βιομηχανικών στερεών αποβλήτων

Ο **Error! Reference source not found.** που ακολουθεί [6] εμφανίζει μια τυπική κατανομή των πιο χαρακτηριστικών βιομηχανικών αποβλήτων ανά κατηγορία υλικού. Από τη διακύμανση των δεδομένων (σε σύγκριση με τα αντίστοιχα για τα αστικά απορρίμματα) γίνεται σαφές ότι η αξία ενός τέτοιου πίνακα είναι ενδεικτική.

Κλάδος	τρόφ.	χαρτί	ξύλο	Δέρμα	ελαστ.	πλαστ.	Μέταλλα	γυαλί	υφασμ.	διάφ.
Τρόφιμα	15-20	50-60	5-10	0-2	0-2	0-5	5-10	4-10	0-2	5-15
Υφαντ.	0-2	40-50	0-2	0-2	0-2	3-10	0-2	0-2	20-40	0-5
Ξυλεία	0-2	10-20	60-80	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	5-10
Επίπλωση										
Ξύλινα	0-2	20-30	30-50	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-5	0-5
Μεταλλ.	0-2	20-40	10-20	0-2	0-2	0-2	20-40	0-2	0-5	0-10
Χαρτοβ.	0-2	40-60	10-15	0-2	0-2	0-2	5-15	0-2	0-2	10-20
Εκδοτήρια	0-2	60-90	5-10	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-5
Χημικά	0-2	40-60	2-10	0-2	0-2	5-15	5-10	0-5	0-2	15-25
Πετρέλαιο	0-2	60-80	10-15	0-2	0-2	10-20	2-10	0-12	0-2	2-10
Ελαστικά	0-2	40-60	2-10	0-2	5-20	10-20	0-2	0-2	0-2	0-5
Δέρμα	0-2	5-10	5-10	40-60	0-2	0-2	10-20	0-2	0-2	0-5
Γιαλί	0-2	20-40	2-10	0-2	0-2	0-2	5-10	10-20	0-2	30-50
Μεταλλουργ.	0-2	30-50	5-15	0-2	0-2	2-10	2-10	0-5	0-2	20-40
Μεταλ.	0-2	30-50	5-15	0-2	0-2	0-2	15-30	0-2	0-2	5-15
Προϊόντα										
Μηχανολ.	0-2	30-50	5-15	0-2	0-2	1-5	15-30	0-2	0-2	0-5
Ηλεκτρολ.	0-2	60-80	5-15	0-2	0-2	2-5	2-5	0-2	0-2	0-5
Μεταφορές	0-2	40-60	5-15	0-2	0-2	2-5	0-2	0-2	0-2	15-30
Αστικά	10-20	40-60	1-4	0-2	0-2	2-10	3-15	4-16	0-4	5-30

Επιτόπου συλλογή και αποθήκευση**Συλλογή**

Στα περισσότερα κτίρια (γραφεία, εμπορικά, βιομηχανίες) τα συμβατικά στερεά απόβλητα που παράγονται σε σημειακές θέσεις συλλέγονται σε μεγάλα δοχεία, συνήθως με ρόδες. Από εκεί μεταφέρονται σε

- μεγαλύτερα δοχεία (containers)
- συμπιεστές (compactors), ενδεχομένως σε συνδυασμό με δοχεία αποθήκευσης
- εξοπλισμό για άλλη επεξεργασία.

Στις κατοικίες τα απορρίμματα, σε πλαστικές συνήθως σακούλες, μεταφέρονται ιδιωτικά σε κάδους αποκομιδής προσπελάσιμους σε απορριμματοφόρα οχήματα.

Για τα επικίνδυνα απόβλητα απαιτούνται δοχεία ειδικού τύπου και εξειδικευμένο προσωπικό για το χειρισμό τους.

Αποθήκευση

Ο τύπος και η χωρητικότητα των δοχείων (containers) που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση στερεών αποβλήτων εξαρτώνται από

- τα χαρακτηριστικά των στερεών
- τη συχνότητα συλλογής
- τον διαθέσιμο χώρο.

Όταν παράγονται μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, ο συνήθης χρόνος αποθήκευσης είναι μερικών ημερών. Όταν παράγονται μικρές ποσότητες και με ασυνεχή τρόπο, ο χρόνος αποθήκευσης μπορεί να είναι μερικοί μήνες ή και χρόνια.

Η θέση που θα τοποθετηθούν τα δοχεία εξαρτάται από

- το διαθέσιμο χώρο
- τη δυνατότητα προσπέλασης οχημάτων σ' αυτόν.

Συνήθως τα δοχεία αυτά ανήκουν σε ιδιωτικό ή δημόσιο φορέα συλλογής.

Δοχεία επιτόπου αποθήκευσης στερεών αποβλήτων

Για την επιτόπου αποθήκευση στερεών αποβλήτων χρησιμοποιούνται συμβατικά δοχεία (πλαστικά, μεταλλικά), χάρτινες ή πλαστικές σακούλες, καθώς και μεγαλύτερα δοχεία, κυλιόμενα ή συρόμενα.

Τα επικίνδυνα απόβλητα αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε ειδικού τύπου δοχεία, όπως αυτά που αναγράφονται στον Πίνακα που ακολουθεί [6].

Δοχεία αποθήκευσης και μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων			
κατηγορία αποβλήτων	τύπος	χωρητικότητα	βοηθητ. εξοπλισμός
ραδιενεργά	Μολύβδινα σε τσιμέντο	Ποικίλη	Μονωμένα κτίρια, ειδική σήμανση,
	εφυαλωμένα μεταλλικά	210 L	δυνατότητα πλύσης των άδειων δοχείων,
διαβρωτικά,	μεταλλικά	210 L	προφυλάξεις για
αντιδρώντα,	εφυαλωμένα μεταλλικά	210 L	αποφυγή αντιδράσεων,
τοξικά	εφυαλωμένα ή μη	μέχρι 20m ³	χωριστή αποθήκευση ασύμβατων αποβλήτων
βιολογικά	σφραγισμένες πλαστικές σακούλες,	120 L	θερμική αποστείρωση πριν την αποθήκευση,
	εφυαλωμένα μεταλλικά		ειδικές ανθεκτικές σακούλες με ειδική

Εύφλεκτα	Μεταλλικά	210 L	σήμανση
Εκρηκτικά	εφυσωμένα ή μη	μέχρι 20m ³	απαγωγοί, έλεγχος
	Αντικραδασμικά	μεταβλητή	θερμοκρασίας
			έλεγχος θερμοκρασίας,
			ειδική σήμανση

Επιτόπου επεξεργασία στερεών αποβλήτων

Εφαρμόζεται για την ανάκτηση χρήσιμων συστατικών, τη μείωση του όγκου καθώς και τη μετατροπή της φυσικής τους κατάστασης.

Οι πλέον εν χρήσει επεξεργασίες, που εφαρμόζονται σε μεγάλες βιομηχανικές ή άλλες πηγές παραγωγής αποβλήτων, είναι

- επιλογή (sorting)
- συμπίεση (compaction)
- καύση (incineration).

Για την επιλογή του εξοπλισμού επεξεργασίας λαμβάνονται υπ' όψη οι εξής παράγοντες:

- ικανότητα (τι μπορεί να κάνει; τι καινούριο έχει σε σχέση με τα ήδη εν χρήσει;)
- αξιοπιστία (είναι ο εξοπλισμός δοκιμασμένος; χρειάζεται επισταμένη επιτήρηση;)
- συντήρηση (service)
- ασφάλεια και ευκολία κατά τη λειτουργία (μπορεί να τον χειρίζεται μη εξειδικευμένο προσωπικό;)
- απόδοση
- περιβαλλοντικές επιπτώσεις (μήπως προκαλεί ρύπανση;)
- κίνδυνοι υγιεινής
- αισθητική (οπτική, θόρυβοι, οσμές;)
- οικονομικά (πάγια και λειτουργικά κόστη αλλά και φερεγγυότητα κατασκευαστή.)

Τεχνικές επεξεργασίας στερεών αποβλήτων

Είναι κατά βάση τεχνικές γνωστές και δοκιμασμένες σε παραγωγικές διεργασίες βιομηχανικής κλίμακας, καθώς και νέες καινοτόμες τεχνικές που δοκιμάζονται κατά βάση σε παραγωγικές διαδικασίες και η χρήση τους επεκτείνεται και στην επεξεργασία αποβλήτων.

Οι πιο διαδεδομένες είναι: διαχωρισμός ανακτησίμων, μηχανική διαλογή, μαγνητικός και ηλεκτρομηχανικός διαχωρισμός, αποθήκευση – μεταφορά, μηχανική ελάττωση όγκου, χημική ελάττωση όγκου, μηχανική τροποποίηση μεγέθους και σχήματος, ξήρανση και αφυδάτωση.

Επεξεργασία επικίνδυνων αποβλήτων

Όπως και για τα συμβατικά στερεά απόβλητα, η επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων στοχεύει σε:

- ανάκτηση χρήσιμων υλικών
- ελάττωση της ποσότητας των αποβλήτων που θα οδεύσουν σε χώρο διάθεσης
- προετοιμασία των αποβλήτων για την τελική διάθεση.

Ταυτοποίηση των συστατικών στα επικίνδυνα απόβλητα

Πριν την απόφαση για οποιοδήποτε σχήμα επεξεργασίας, πρέπει να είναι γνωστή επακριβώς η σύσταση των αποβλήτων, γιατί

- αυτή θα καθορίσει την τεχνική επεξεργασίας
- αν επιλεγεί λάθος τεχνική, μπορεί να υπάρξουν καταστροφικά αποτελέσματα.

Συνήθως η ευθύνη της ταυτοποίησης των συστατικών των επικίνδυνων αποβλήτων ανήκει στον παραγωγό τους.

Τεχνικές επεξεργασίας

Συνήθως η επεξεργασία γίνεται κατά παρτίδες (batch processes).

Οι διεργασίες που εφαρμόζονται κατηγοριοποιούνται ως

- φυσικές (ρόφηση, αερισμός, απογύμνωση αμμωνίας, ρόφηση σε άνθρακα, φυγοκέντρωση, διάλυση, απόσταξη, ηλεκτροδιάλυση, εγκιβωτισμός, εξάτμιση, διήθηση, κροκίδωση, επίπλευση, αντίστροφη όσμωση, κοσκίνισμα, καθίζηση, εξάτμιση στον ήλιο, εκχύλιση, πάχυνση, υπερδιήθηση, απογύμνωση με ατμούς)
- χημικές (αποτέφρωση, χημική αποχλωρίωση, ιοντοεναλλαγή, εξουδετέρωση, οξείδωση, καταβύθιση, αναγωγή, ρόφηση, σταθεροποίηση-στερεοποίηση)
- θερμικές (καύση, πυρόλυση)
- βιολογικές (ενεργή λάσπη, αεριζόμενες λίμνες, αναερόβια χώνευση, αναερόβια φίλτρα, σταλάζοντα (trickling) φίλτρα, λίμνες σταθεροποίησης)

Συλλογή και διακομιδή στερεών αποβλήτων

Συλλογή

Η συλλογή γίνεται με τη χρήση μεγάλων κινητών ή στατικών δοχείων (containers) και συμπιεστών.

Για τα επικίνδυνα απόβλητα η κεντρική συλλογή γίνεται

- με άντληση του περιεχομένου των μικρών δοχείων που χρησιμοποιούνται για την επιτόπου συλλογή σε μεγαλύτερα
- με τη μεταφορά των σφραγισμένων μικρών ή μεγάλων δοχείων χειροκίνητα ή μηχανικά.

Πρέπει να προβλέπεται πάντοτε και εφεδρικός εξοπλισμός.

Τα στατικά (τα οποία παραμένουν σε ένα σημείο και μετακινούνται μόνο όταν έχουν γεμίσει) μπορεί να είναι:

- σαν τα κλασσικά απορριμματοφόρα,
- βυτία, με χειροκίνητο γέμισμα (σαν αυτά που μεταφέρουν βοθρολύματα).

Τα κινητά μπορεί να είναι:

- γερανοφόρα για ειδικές περιπτώσεις ογκωδών αντικειμένων
- ανατρεπόμενα γενικής χρήσης.

Οι απαιτήσεις σε οχήματα και προσωπικό προκύπτουν από τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται για τις επιμέρους δραστηριότητες και του όγκου των προς συλλογή αποβλήτων. Οι επιμέρους δραστηριότητες είναι:

- φόρτωση – εκφόρτωση.
- παραμονή στους χώρους φόρτωσης και εκφόρτωσης.
- διαδρομές.

Η επιλογή των διαδρομών και του χρονοδιαγράμματος μπορεί να γίνει με στόχο την ελαχιστοποίηση εξοπλισμού ή διαδρομών και ατμοσφαιρικής ρύπανσης .

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι το συνολικό κόστος συλλογής - μεταφοράς φθάνει το 90-95% του συνολικού κόστους διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων.

Μεταφορά

Με αυτόν τον όρο υπονοούνται οι διεργασίες:

- μεταφοράς των αποβλήτων από τα μικρά δοχεία συλλογής στα μεγαλύτερα ή στα οχήματα.
- μεταφοράς τους σε κέντρα επεξεργασίας ή διάθεσης.

Η μεταφορά αυτή είναι αναγκαία όταν η επιτόπου επεξεργασία ή διάθεση είναι είτε αντιοικονομική (λόγω μικρής κλίμακας) είτε ανέφικτη (σε πυκνοκατοικημένες περιοχές κλπ).

Σταθμοί μεταφοράς και μεταφόρτωσης

Διακρίνονται σε:

- άμεσης μεταφόρτωσης, κατασκευασμένοι σε δυο επίπεδα.
- εκφόρτωσης - αποθήκευσης, όπου τα απόβλητα παραμένουν από μισή έως δύο μέρες.
- συνδυασμό τους, όταν πρόκειται να εξυπηρετηθούν πολλοί χρήστες.

Σχεδιάζονται ώστε να μην υπάρχει μεγάλος χρόνος αναμονής. Ο συγκερασμός θα γίνει μεταξύ του χρόνου αναμονής και του μεγέθους του σταθμού ή του αριθμού οχημάτων.

Ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία τους

- οι περισσότεροι κατασκευάζονται κλειστοί.
- σε όσους είναι ανοικτοί, πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για την παράσυρση ελαφρών αντικειμένων από τον άνεμο.

Μέσα μεταφοράς

Χρησιμοποιούνται χερσαία (αυτοκίνητα, τραίνα) ή θαλάσσια (πλοία) μέσα καθώς και συστήματα πνευματικής και υδραυλικής μεταφοράς.

Τα αυτοκίνητα θα πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές

- ελάχιστου κόστους
- ασφαλείας (κλειστά ή σκεπασμένα)
- οχημάτων για δρόμους ταχείας κυκλοφορίας
- ασφάλειας κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση

Τα τραίνα δεν είναι πια τόσο ευρείας χρήσης όσο στο παρελθόν. Τα τελευταία χρόνια πάντως το ενδιαφέρον για τη χρήση τους αναθερμαίνεται.

Η μεταφορά με πλοία στοχεύει:

- στη διάθεση των στερεών αποβλήτων στη βαθιά θάλασσα.
- στη μεταφορά τους σε χώρους διάθεσης, ενδεχομένως σε άλλες χώρες (μεταφορά ρύπων).

Πνευματικά συστήματα μεταφοράς χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά στερεών από διαμερίσματα ή εμπορικά κέντρα σε μια κεντρική εγκατάσταση επεξεργασίας ή σε όχημα.

Τα επικίνδυνα απόβλητα παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές:

- δεν μπορούν να υποστούν συμπίεση (κίνδυνος ατυχημάτων!),
- δεν διακινούνται από πολλές εταιρείες,
- συνήθως δεν μεταφέρονται από δοχείο σε δοχείο.

Συχνά υφίστανται επεξεργασία με μόνο στόχο να μεταφερθούν ασφαλέστερα (εξουδετέρωση).

Ανάκτηση υλικών από στερεά απόβλητα

Γενικά

Τα βασικά υλικά που μπορούν να ανακτηθούν είναι: χαρτί, ελαστικό, πλαστικά, υφάσματα, γυαλί, σιδηρούχα, ανόργανα και οργανικά υλικά.

Από τα στερεά απόβλητα μπορεί να ανακτηθεί και τμήμα της περιεχόμενης ενέργειας

- με καύση τους και παραλαβή της εκλυόμενης ενέργειας
- με τη μετατροπή τους σε καύσιμο (refuse-derived fuel, RDF επίσης WDF – waste derived fuel)

Η **ανάκτηση** των υλικών προϋποθέτει **διαλογή**. Αυτή μπορεί να γίνεται **στην πηγή**, δηλαδή εκεί όπου παράγονται τα στερεά απόβλητα ή **σε κεντρικές εγκαταστάσεις**.

Η διαλογή αυτή μπορεί να είναι:

- **χειρωνακτική**, όπως είναι η διαλογή που γίνεται σε επίπεδο νοικοκυριού, όπου τα σκουπίδια ξεχωρίζονται και συλλέγονται σε ξεχωριστούς σάκκους
- **μηχανική**, όπως είναι στις μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις.

Με τη διαλογή στην πηγή

- υπάρχουν λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- το κόστος είναι χαμηλότερο
- τα ανακτώμενα υλικά είναι πιο καθαρά

- ευαισθητοποιείται ο πληθυσμός σε θέματα περιβάλλοντος και διαχείρισής του.

Οι δυο πρακτικές διαλογής είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους.

Παράδειγμα [1]: Στις ΗΠΑ (1990) για παράδειγμα, δήμοι και κοινότητες υπέγραψαν συμβόλαια (διάρκειας 20 ή 30 ετών) με μεγάλες εταιρείες κεντρικής επεξεργασίας απορριμμάτων για παράδοση συγκεκριμένων ποσοτήτων. Ήδη πριν το τέλος της δεκαετίας, επειδή οι τιμές διαφόρων υλικών που ακριβαίνουν, όπως για παράδειγμα του χαρτιού ή του αλουμινίου, αυτά τα συμβόλαια ήταν πια επιζήμια για τους δήμους, που θα μπορούσαν να εγκαταστήσουν και να διαχειρισθούν σύστημα διαλογής στην πηγή.

Η ανακύκλωση στερεών απορριμμάτων πρέπει να απαντήσει στα εξής ερωτήματα:

- είναι πιο οικονομική από τη διάθεση σε χωματερές;
- είναι μόνον οι οικονομικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη;

Πριν ληφθεί οποιαδήποτε απόφαση, πρέπει να ποσοτικοποιηθούν όλοι οι παράγοντες:

- οικονομικοί (κόστος πρώτων υλών, ενέργεια για ανακύκλωση, κόστος ανακύκλωσης, κόστος διάθεσης, αύξηση ή ελάττωση θέσεων εργασίας)
- υγείας
- περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Τα τρέχοντα εμπόδια στην ανακύκλωση μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- αποτυχία μέχρι στιγμής να ενσωματωθεί το κόστος της μιας χρήσης των υλικών (περιβαλλοντικό) στην τιμή αγοράς τους
- ύπαρξη περισσότερων (φορολογικών) απαλλαγών στις εταιρείες που εξορύσσουν ορυκτά από αυτές που τα ανακυκλώνουν
- έλλειψη μεγάλων και σταθερών αγορών για ανακυκλωμένα προϊόντα και υλικά.

Αυτά τα εμπόδια μπορούν να υπερπηδηθούν με:

- κατάλληλη μεταβολή των φορολογικών συντελεστών
- παροχή επιχορηγήσεων (ή κινήτρων)
- επιβολή τέλους ανάλογα με τον όγκο αποβλήτων, για νοικοκυριά και επιχειρήσεις
- θεώρηση χωματερών και χώρων διάθεσης μόνο ως την ύστατη λύση
- επιβολή καταλλήλων σημάτων σε όλα τα προϊόντα.

Για τα μέταλλα, με τις τρέχουσες τιμές αγοράς πρώτων υλών και ενέργειας, για το αλουμίνιο, τον υδράργυρο, το χάλυβα και το χαρτί η ανακύκλωση είναι οικονομικώς συμφέρουσα, όχι όμως και για τα πλαστικά ή για το γυαλί.

Παράδειγμα εφαρμογής [7]

Στη Γερμανία, ψηφίστηκε το 1991 ένας ιδιαίτερα αυστηρός νόμος για

- μείωση των στερεών προς καύση ή εναπόθεση
- ανακύκλωση του 65% των υλικών συσκευασίας, που περιελάμβανε:
 - 90% για τα μέταλλα και το γυαλί
 - 80% για χαρτί, χαρτόνι και πλαστικά, και για εγχώρια και για εισαγόμενα προϊόντα.

Δημιουργήθηκε μια μη κερδοσκοπική εταιρεία που ανέλαβε τη συλλογή, διαλογή και επεξεργασία των υλικών συσκευασίας των μελών της.

Βρέθηκαν αγορές για ανακυκλωμένο χαρτόνι και γυαλί, αλλά εμφανίστηκαν μεγάλες ποσότητες ανεπιθύμητων πλαστικών (αν και το 1994 ανακυκλωνόταν το 52%, σε σχέση με το 29% του 1993).

Για να υπερνικηθεί το πρόβλημα, η κυβέρνηση θέσπισε διαφορετική φορολόγηση για πλαστικά υλικά, σε σχέση με το γυαλί και το χαρτόνι.

Αποτέλεσμα:

Η συνολική ποσότητα των ανεπιθύμητων υλικών συσκευασίας έχει μειωθεί κατά 4%, το πλαστικό έχει χάσει το ένα τρίτο του μεριδίου του και οι τέσσερις στους πέντε Γερμανούς κατασκευαστές έχουν μειώσει τη χρήση υλικών συσκευασίας (δεδομένα τέλους του προγράμματος εφαρμογής).

Ανάκτηση ενέργειας: καύση αποβλήτων με παραγωγή ενέργειας

Το ενεργειακό περιεχόμενο των στερεών αποβλήτων μπορεί να αξιοποιηθεί σε μια διεργασία μετατροπής τους σε αδρανή μορφή (στάχτες που αποτίθενται σε συμβατικούς χώρους απόθεσης στερεών απορριμμάτων). Πρόκειται στην ουσία για μια διεργασία καύσης, όπου η απαιτούμενη ενέργεια για την καύση (ή έστω ένα τμήμα της) προσφέρεται από την περιεχόμενη στο καύσιμο στερεό απόβλητο. Τα αέρια προϊόντα της καύσης υφίστανται καθαρισμό (πλύση με νερό - που οδεύει προς επεξεργασία σε εγκατάσταση για υγρά απόβλητα -, και απομάκρυνση σωματιδίων –παραγωγή ιττάμενης τέφρας, που οδεύει σε χώρο απόθεσης επικίνδυνων αποβλήτων).

Ανάκτηση προϊόντων βιολογικής μετατροπής

Αυτά είναι: το μεθάνιο, λίπασμα (compost), πρωτεΐνες και αλκοόλες, διάφορα ενδιάμεσα οργανικά προϊόντα.

Οι διεργασίες με τις οποίες λαμβάνονται αυτά τα προϊόντα είναι οι:

- Βιολογικές (λιπασματοποίηση, αναερόβια χώνευση, μετατροπή σε πρωτεΐνη, ζύμωση)
- Χημικές (καύση με ανάκτηση θερμότητας, επιπλέον καύσιμο σε βραστήρες, αεριοποίηση, πυρόλυση, υδρόλυση, χημική μετατροπή).

Από αυτές, η λιπασματοποίηση και η αναερόβια χώνευση είναι οι πιο ευρέως διαδεδομένες.

Μπορεί να προκαλούν αέρια ρύπανση,

Λιπασματοποίηση

Όταν τα οργανικά συστατικά των αστικών στερεών αποβλήτων, αφού προηγουμένως απομακρυνθούν πλαστικά, ελαστικό και δέρματα, υποστούν μικροβιακή αποικοδόμηση, παράγεται ένα υλικό με ιδιότητες λιπάσματος. Η αποικοδόμηση αυτή μπορεί να γίνει αερόβια ή αναερόβια. Τα στάδια της διεργασίας είναι:

- προετοιμασία του υλικού (επιλογή, διαχωρισμός, ελάττωση μεγέθους, προσθήκη υγρασίας και θρεπτικών)
- αποικοδόμηση

- προετοιμασία προϊόντος (κοσκίνισμα, ανάμειξη, κοκκοποίηση, αποθήκευση, αποστολή, πώληση).

Αναερόβια χώνευση

Χρησιμοποιείται για την παραγωγή αερίου μεθανίου, το οποίο είναι καύσιμο.

Τα στάδια της διεργασίας είναι

- προετοιμασία του υλικού (επιλογή, διαχωρισμός, ελάττωση μεγέθους)
- προσθήκη υγρασίας και θρεπτικών, ρύθμιση του pH κοντά στο 6.7, θέρμανση στους 55-60°C, χρόνος παραμονής 8-15 ημέρες.
- συλλογή και αποθήκευση του αερίου, ενδεχομένως διαχωρισμός.

Ανάκτηση προϊόντων χημικής μετατροπής

Αυτά είναι: θερμότητα, αέρια, υγρά καύσιμα (oils), και διάφορα οργανικά.

Η καύση με ανάκτηση θερμότητας μπορεί να γίνει

- σε υπάρχοντες συμβατικούς καυστήρες
- σε καυστήρες ειδικής διαμόρφωσης, ώστε να επιτυγχάνεται έλεγχος θερμοκρασίας

Καύσιμα από σκουπίδια (RDF – residue derived fuel) μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί με κάρβουνο.

Αεριοποίηση καλείται η μετατροπή ενός ανθρακούχου καυσίμου σε ένα μίγμα CO και H₂. Τυπικό προϊόν σε ατμοσφαιρική πίεση με αέρα ως οξειδωτικό είναι ένα αέριο χαμηλής θερμογόνου δύναμης (5.2-6.0 MJ/m³), περιέχον (κατ'όγκο) 10% CO₂, 20% CO, 15% H₂, 2% CH₄ και N₂.

Πυρόλυση καλείται η σχάση των οργανικών ενώσεων, με αντιδράσεις θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης, σε μίγμα αερίων, υγρών και στερεών συστατικών απουσία οξυγόνου. Είναι διεργασία ενδόθερμη, σε αντίθεση με την καύση. Τα προϊόντα της είναι:

- ένα αέριο που περιέχει υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια, ανάλογα με την αρχική σύσταση του στερεού (26 MJ/kg)
- ένα υγρό που περιέχει πίσσα και λάδια (οξείκό οξύ, ακετόνη, μεθανόλη) (23 MJ/kg)
- ένα στερεό που περιέχει άνθρακα (κάρβουνο) και ό,τι άλλο αδρανές παρέμεινε

Καύση απορριμμάτων για παραγωγή RDF

Το RDF μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν (πρόσθετο) καύσιμο.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από τη μετατροπή απορριμμάτων σε RDF είναι:

- μείωση των στερεών απορριμμάτων προς διάθεση
- εξοικονόμηση καυσίμων.

Από τα περιεχόμενα συστατικά των στερεών απορριμμάτων ορισμένα και συγκεκριμένα τα αδρανή και τα ανόργανα (άμμος, πέτρες, κεραμικά, σιδηρούχα και μη μέταλλα) καθώς και τα οργανικά με υγρασία (τρόφιμα, απορρίμματα κήπου) δεν προσφέρονται για καύσιμο. Απαιτείται λοιπόν

προηγούμενος διαχωρισμός των υλικών αυτών και ξήρανση των υπόλοιπων καυσίμων συστατικών (χαρτί, χαρτόνι, ελαστικό, ξύλο).

Το RDF έχει πολύ μικρή πυκνότητα (50- 80 kg/cum) και παράγεται υπό μορφή «χνουδιού» (fluff). Συνήθως ακολουθεί συμπίεση σε μπάλλες ή μετατροπή σε δισκία (pellets). Αυτές μπορούν να μεταφερθούν, οπότε δεν χρειάζεται η παραγωγή RDF να είναι δίπλα στην κατανάλωση. Τα στάδια παραγωγής του RDF (μαζί με τον απαιτούμενο η/μ εξοπλισμό) είναι:

- προεπεξεργασία: παραλαβή, χονδρικός διαχωρισμός, θραύση
- προετοιμασία: κόσκινα, (προαιρετικά) ταξινομητές κατά μέγεθος, (προαιρετικά) κοσκίνηση με αέρα, μαγνήτες, διαχωριστές μη σιδηρούχων
- ξήρανση
- δισκιοποίηση: πρέσες, ψύκτες.

Το RDF μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- ως αποκλειστικό καύσιμο σε καυστήρες (κλίβανους ή ρευστοστερεάς κλίνης)
- μαζί με άνθρακα ή πετρέλαιο σε καυστήρες πολλαπλής τροφοδοσίας.

Το 1998 στην Καλιφόρνια λειτουργούσε μια εγκατάσταση δυναμικότητας 10.5 MW στο City of Commerce, υπό την επίβλεψη της Περιφερειακής Αρχής.

Το 2002 στην Ιταλία, στην περιοχή της Νάπολης, η δυναμικότητα μιας μονάδας καύσης RDF για παραγωγή ενέργειας ήταν 19500 τόνοι/έτος, ενώ στην ίδια περιοχή είναι εγκατεστημένες τρεις μονάδες παραγωγής RDF.

Επιπτώσεις της καύσης απορριμμάτων

Η καύση των απορριμμάτων έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτές σχηματικά συνοψίζονται στα εξής:

- ελαττώνει τον όγκο των απορριμμάτων
- καταστρέφει και αποτοξικοποιεί επικίνδυνα συστατικά
- παράγει δευτερογενή απόβλητα (ιπτάμενη τέφρα – fly ash- και στερεά – slug).

Η καύση περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- ξήρανση (50-200°C),
- απαερίωση (250-400°C),
- αεριοποίηση (400-600°C),
- καύση (>600°C).

Πριν την όδευση του απορρίμματος στον κλίβανο καύσης απαιτείται συνήθως προεπεξεργασία για

- την ελαχιστοποίηση του όγκου (διαλογή πλαστικών, σιδηρούχων/μη σιδηρούχων)
- την απομάκρυνση προβληματικών συστατικών (μπαταρίες μολύβδου/νικελίου /καδμίου, ηλεκτρονικά απορρίμματα).

Τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων που πρέπει να είναι γνωστά για τον επιτυχή σχεδιασμό των εγκαταστάσεων καύσης είναι:

- περιεχόμενη στάχτη,
- θερμογόνο δύναμη,
- περιεχόμενο θείο / φώσφορος / άζωτο,
- φυσική κατάσταση,
- σημείο τήξης και βρασμού,

- κατανομή μεγέθους στερεών,
- συσκευασία,
- περιεχόμενα μέταλλα.

Αέριες εκπομπές από καύση

Κατά την καύση των απορριμμάτων εκλύονται στην ατμόσφαιρα οργανικές ενώσεις όπως υδρογονάνθρακες, διοξίνες και φουράνια, αιθάλη, VOC.

Οι διοξίνες και τα φουράνια είναι γνωστά καρκινογόνα (ήδη από το 1985) και έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν το ανοσολογικό σύστημα ακόμη και σε πολύ μικρές ποσότητες. Είναι λιποδιαλυτές ενώσεις και βιοσυσσωρεύονται στους οργανισμούς.

Η ύπαρξή τους στα καυσαέρια οφείλεται

- είτε σε διοξίνες και φουράνια που υπάρχουν ήδη στα απορρίμματα και δεν καίγονται λόγω χαμηλής θερμοκρασίας
- είτε στην παραγωγή τους στην αέρια φάση στους 500-700°C λόγω συμπύκνωσης (coalescence) οργανικών μορίων με δότες χλωρίου όπως χλωριούχα άλατα, PVC, HCl
- είτε στην παραγωγή τους σε αντιδράσεις στερεής φάσης κάτω από τους 500°C πάνω σε σωματίδια.

Εκτιμάται (EU, 1990) ότι το ένα τρίτο των διοξινών που εκλύονται στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την καύση απορριμμάτων.

Εκτός από τις διοξίνες και τα φουράνια, το βενζόλιο, οι φαινόλες, οι PAHs, το βενζοπυρένιο και τα χλωρωμένα οργανικά είναι επίσης ιδιαίτερες τοξικές και καρκινογόνες ενώσεις.

Στην πράξη όλοι οι υδρογονάνθρακες στα αερίδια μετρώνται ως TOC.

Από τα βαριά μέταλλα που απαντώνται στις αέριες εκπομπές τα Cd, Cr, Hg και Pb είναι ιδιαίτερες τοξικά. Άλλα όπως τα Cu, Pt, Ni είναι λιγότερο τοξικά αλλά δρουν ως καταλύτες για πολύπλοκες αντιδράσεις στα καυσαέρια, παράγοντας διοξίνες (post-formation).

Η πτητικότητα των βαριών μετάλλων εξαρτάται από τις συνθήκες καύσης (συνεπώς και τη μορφή με την οποία απαντώνται) και μπορεί να διαφύγουν με τα αερίδια.

Για να μην έχουν επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον

- απομακρύνονται από την τροφοδοσία
- εξασφαλίζεται η μορφή τους ώστε να μην είναι βιοδιαθέσιμα (αναπνεύσιμα ή εκχυλίσιμα).

Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελεί ο υδράργυρος, διότι λόγω της υψηλής τάσης ατμών του δεν μπορεί να συγκρατηθεί σε στερεά (ούτε σε σκόνη). Ως συνέπεια, σχεδόν το 100% του περιεχομένου υδραργύρου εκπέμπεται στα καυσαέρια.

Από δεδομένα της ΕΕΑ (1995) φαίνεται ότι το αντιμόνιο, ο μόλυβδος, το μαγγάνιο, ο υδράργυρος και ο κασσίτερος είναι τα μέταλλα για τα οποία η καύση απορριμμάτων συνεισφέρει έως σημαντικά ποσοστά, έως και το 1/3, των συνολικών εκπομπών τους στην ατμόσφαιρα.

Εκτός από οργανικές ενώσεις, κατά την καύση απορριμμάτων παράγονται και ανόργανα αέρια (NO_x, SO₂, HCl λόγω της ύπαρξης στα απορρίμματα αζωτούχων, θειούχων και χλωριούχων ενώσεων. Αυτά έχουν ιδιαίτερη βραχυπρόθεσμη επίδραση στην αέρια ρύπανση καθώς συνεισφέρουν στο νέφος στις πόλεις.

Ως προς τα αέρια του θερμοκηπίου, ιδιαίτερος το CO₂ (αλλά και τα CO, NO_x, SO_x, HCl, HF, VOC) είναι ευχή να παραμένουν σε όσο πιο χαμηλά επίπεδα.

Δεδομένου ότι στα απορρίμματα περιέχεται περίπου 25% κ.β. άνθρακα, κατά την καύση δημιουργείται περίπου 1 τόνο CO₂ ανά τόνο απορρίμματος.

Τέλος, σκόνη σε λεπτό διαμερισμό (fine dust), που παράγεται κατά την καύση είναι αποδεδειγμένο ότι δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα.

Εκπομπές στην υγρή φάση από καύση

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την καύση των απορριμμάτων έχουν δύο πηγές:

- τον καθαρισμό των καυσαερίων (κορεσμένων με υγρασία)
- την απομάκρυνση των στερεών καταλοίπων.

Ο καθαρισμός των καυσαερίων παράγει ένα (συνήθως υδατικό) ρεύμα που περιέχει βαριά μέταλλα: μόλυβδο, κάδμιο, χαλκό, υδράργυρο, ψευδάργυρο, ενίοτε και αντιμόνιο (αντίστοιχης συμπεριφοράς με το αρσενικό).

Τα νερά πλύσης των στερεών (quench water) περιέχουν άλατα και άκαυστα οργανικά. Είναι έντονα αλκαλικά και περιέχουν και πολλά αιωρούμενα σωματίδια. Ακόμη και επεξεργασμένα αυτά τα νερά περιέχουν μεγάλη συγκέντρωση ουδέτερων αλάτων (ουσιαστικά ανιόντων και κατιόντων).

Εκπομπές στο έδαφος από καύση [8]

Οι εκπομπές στο έδαφος μετά από μια διεργασία καύσης είναι

- Στερεά και στάχτες
Περιέχουν γενικώς τους ίδιους ρύπους με τις αέριες εκπομπές, αλλά σε διαφορετικές αναλογίες και συγκεντρώσεις.
Στο στερεό υπόλειμμα περιέχονται μέταλλα: ενδεικτικά αναφέρεται σύσταση 45-60% σε SiO_2 , 5-10% σε ενώσεις Ca και Al_2O_3 , 3-15% σε Fe_2O_3 και μικρότερα ποσοστά Mg, Na και K.
Καθοριστικό για τη διαλυτοποίησή τους όταν διαβραχούν είναι το pH του υγρού (νερό βροχής κλπ). Όλα διαλυτοποιούνται σε όξινες συνθήκες, πάντως ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος και το αργίλιο μπορούν να διαλυτοποιηθούν ακόμη και σε αλκαλικό περιβάλλον.
Υπάρχουν γενικώς λίγες πληροφορίες για τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα στερεά υπολείμματα της καύσης, εκτός από την περίπτωση διοξινών και φουρανίων. Είναι πάντως γνωστό ότι δεν διαλυτοποιούνται σε νερό, δεν πρέπει όμως να διατίθενται μαζί με οργανικούς διαλύτες. Διαθέσιμες μετρήσεις δίνουν επίπεδα ppq (parts per quadrillion), κάτω από τα νομοθετημένα επίπεδα.
- Σκόνη / ιπτάμενη τέφρα
Περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βαριών μετάλλων, διαλυτών αλάτων, οργανικών και την υψηλότερη περιεκτικότητα από όλα τα κατάλοιπα σε χλωριωμένες οργανικές ενώσεις.
Το επίπεδο διοξινών και φουρανίων κυμαίνεται από ppt έως ppb.
Φαίνεται ότι τα διάφορα μέταλλα κατανέμονται διαφορετικά στα παραγόμενα σωματίδια, ανάλογα με το μέγεθός τους: τα λιγότερο πτητικά (Cr, Cu) κατανέμονται παραβολικά με μέγιστο στα μεσαία κλάσματα ενώ τα πτητικά (Cd, Pb, Zn) κατανέμονται σιγμοειδώς με μεγάλες συγκεντρώσεις στα μικρά κλάσματα.
Τα περισσότερα βαριά μέταλλα της στάχτης μπορούν να συγκρατηθούν σε σακκόφιλτρα καθαρισμού.
Τα διάφορα ροφητικά υλικά τέλος που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των καυσαερίων περιέχουν οξέα, βαριά μέταλλα, διοξίνες και φουράνια και πρέπει κι αυτά να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία πριν από τη διάθεσή τους.

Συνολική αποτίμηση καύσης

Τα βασικότερα σημεία ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας διεργασίας καύσης είναι:

- Η καύση στερεών απορριμμάτων είναι βασική πηγή οργανικών μικρο-ρύπων όπως διοξίνες και φουράνια.
- Είναι σημαντική πηγή πτητικών μετάλλων όπως υδράργυρος, κάδμιο και μόλυβδος που μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις.

- Τα μέταλλα και ιδίως τα βαριά δεν καταστρέφονται κατά την καύση. Το μεγαλύτερο ποσοστό τους μεταφέρεται στην ιπτάμενη τέφρα και στα κατάλοιπα καθαρισμού των αερίων και είναι υδατοδιαλυτό, ενώ ένα μικρό ποσοστό ενσωματώνεται στα στερεά κατάλοιπα και αδρανοποιείται.
- Η ιπτάμενη τέφρα και τα στερεά κατάλοιπα δεν μπορούν να διατεθούν σε χωματερές χωρίς επεξεργασία.
- Όπως και στην ταφή των αστικών απορριμμάτων, παράγονται πολύ υψηλά φορτία ουδετέρων αλάτων σε διάλυμα, που μπορούν να φθάσουν σε επιφανειακά νερά. Σε αντίθεση όμως με τη ταφή τα άλατα αυτά δεν μεταφέρονται στα υπόγεια νερά.

Επαναχρησιμοποίηση στερεών αποβλήτων

Πρόκειται στην ουσία για προϊόντα πολλαπλών χρήσεων.

Η πολλαπλή χρήση είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος

- σώφρονος διαχείρισης ορυκτών πόρων
- μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας
- μείωσης του όγκου των στερεών αποβλήτων.

Το πιο γνωστό προϊόν πολλαπλής χρήσης είναι οι πλαστικές (PET – polyethylene terephthalate) και οι γυάλινες φιάλες.

Το 1964 το 89% των αναψυκτικών και το 50% της μπίρας στις ΗΠΑ κυκλοφορούσε σε γυάλινα δοχεία πολλαπλής χρήσης. Το ποσοστό αυτό έπεσε το 1993 στο 7%. Ένας ολόκληρος κλάδος μικρών μονάδων εμφιάλωσης παρασύρθηκε μαζί.

Στη Δανία απαγορεύεται μη επαναχρησιμοποιήσιμη συσκευασία αναψυκτικών, στη Γερμανία το 73% και στη Φινλανδία το 95% των αναψυκτικών, μπίρας, κρασιού και οиноπνεύματος κυκλοφορούν σε επαναγεμιζόμενα δοχεία.

Άλλο προϊόν πολλαπλής χρήσης είναι οι χάρτινες ή πλαστικές σακούλες μεταφοράς αγαθών.

Μεγάλο πρόβλημα δημιουργούν και τα μεταχειρισμένα λάστιχα. Στις ΗΠΑ υπολογίζεται ότι υπάρχουν ήδη 204 δισ. σε χώρους απόθεσης, ο αριθμός τους δε αυξάνει κατά 250 εκατ. κάθε χρόνο. Μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως οικοδομικά υλικά -εφαρμογή στο Νέο Μεξικό- σε ηλιακά παθητικά οικήματα.

Τελική διάθεση στερεών αποβλήτων

Οι πλέον εφαρμοζόμενες μέθοδοι είναι:

- διάθεση σε χώρους ταφής
- επιφανειακή διάθεση στο έδαφος
- έγχυση σε βαθιά πηγάδια
- διάθεση στον πυθμένα της θάλασσας.

Διάθεση σε χώρους ταφής (χωματερή, landfill).

Πρόκειται για ελεγχόμενη διάθεση των στερεών αποβλήτων πάνω ή μέσα στο ανώτερο τμήμα του φλοιού της Γης. Τότε η ταφή καλείται και υγειονομική.

Τα βασικά σημεία έρευνας και αποφάσεων για την εγκατάσταση ενός χώρου ταφής είναι:

- η επιλογή του χώρου
- η επιλογή μεθόδου ταφής
- η δημιουργία αερίων και στραγγισμάτων
- η διασπορά και ο έλεγχος αερίων και στραγγισμάτων
- ο σχεδιασμός της χωματερής

Επιλογή χώρου

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπ'όψη είναι: η διαθέσιμη γη, οι εδαφολογικές συνθήκες, οι κλιματολογικές συνθήκες, η υδρολογία επιφανειακών και υπογείων νερών και τέλος οι τοπικές συνθήκες (οικισμοί, μνημεία κλπ).

Μέθοδος ταφής

Η απόθεση των στερεών μπορεί να γίνει

- σε ομαλές επιφάνειες (τοποθέτηση εναλλάξ στερεών που συμπιέζονται και αδρανούς εδάφους)
- σε κατασκευασμένες τάφρους
- σε υπάρχουσες χαράδρες, πηγάδια, παλιά ορυχεία κλπ.

Σε χώρους με υγρασία (ελώδεις κλπ) συνήθως αποφεύγεται η ταφή.

Τα συστατικά που εισέρχονται σε ένα χώρο ταφής απορριμμάτων είναι: ειδικά οργανικά (SOC) (διαλύτες), οργανική ύλη βιολογικής προέλευσης που αποικοδομείται εύκολα (τρόφιμα, λίπη, σάκχαρα, χαρτί, ξύλο), αδρανή συστατικά: δύσκολα αποικοδομούμενα πολυμερή (PVC, PET), γεωλογικά υλικά (άμμος, πέτρες, πηλοί), μέταλλα (πχ Fe, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn) και ανόργανα αμέταλλα.

Εκπομπές και επιπτώσεις από χώρους ταφής

Οι συνήθεις επιπτώσεις από ένα χώρο ταφής απορριμμάτων είναι: θόρυβος και σκόνη από οχήματα που ξεφορτώνουν, χαρτιά, πλαστικά και λοιπά ελαφρά υλικά, οσμές, τρωκτικά, σκουλήκια, πουλιά, δέσμευση γης, πυρκαϊές και εκρήξεις, όχληση (disturbance) βλάστησης και τοπίου, αέριες εκπομπές, εκπομπές στραγγισμάτων (leachates).

Με κατάλληλες λειτουργικές πρακτικές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν η σκόνη, ο θόρυβος, τα παρασυρόμενα, τα πουλιά (όπως για παράδειγμα: ημερήσια κάλυψη με χώμα, συμπίεση, δημιουργία περιφράξεων...).

Κατά την παραμονή των στερεών στο χώρο ταφής λαμβάνουν χώρα:

- βιολογική αποδόμηση της οργανικής ύλης, αερόβια στην αρχή και αναερόβια αργότερα
- χημική οξείδωση

- διαφυγή αερίων από το χώρο ταφής
- κίνηση υγρών λόγω βαρύτητας
- διαλυτοποίηση και στράγγισμα οργανικών και ανόργανων ενώσεων
- κίνηση διαλυμένων λόγω διαφοράς συγκέντρωσης και όσμωσης
- καθιζήσεις λόγω συμπίκνωσης των αρχικών στρωμάτων.

Δημιουργία αερίων και στραγγισμάτων

Τα αέρια που παράγονται σ' ένα χώρο ταφής στερεών απορριμμάτων είναι : αμμωνία, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, υδροθείο, μεθάνιο και άζωτο. Αν γίνεται απόθεση και βιομηχανικών στερεών, εμφανίζονται και άλλα αέρια.

Τυπικές συστάσεις αερίου από χώρο ταφής δίνονται στην περίπτωση απόθεσης οικιακών απορριμμάτων και εξαρτώνται, εκτός των άλλων, και από την ηλικία (χρόνο λειτουργίας) του χώρου απόθεσης. Μπορεί να περιέχεται μέχρι 55% μεθάνιο, 45% διοξείδιο του άνθρακα και ίχνη υδροθείου (της τάξης του 0.1%) και άλλων αερίων.

Τα αέρια είναι κορεσμένα σε υγρασία και διαβρωτικά και επιπλέον το μεθάνιο είναι εύφλεκτο και εκρηκτικό σε συγκεντρώσεις 5-15% v/v σε αέρα.

Τα παραγόμενα αέρια έχουν επιπτώσεις σε παρακείμενη βλάστηση ενώ σε κλειστό χώρο προκαλούν ασφυξία. Παράγονται με τυπικούς ρυθμούς 10 m³ αερίου ανά τόνο απορριμμάτων. Ο ρυθμός παραγωγής τους εξαρτάται από:

- τις διαστάσεις της χωματερής
- τον τύπο των απορριμμάτων που εναποθέτονται και το ρυθμό απόθεσης
- την ηλικία των απορριμμάτων
- την υγρασία τους, το pH, τη θερμοκρασία και την πυκνότητα
- την εφαρμογή κάλυψης ή συμπίεσης.

Τα στραγγίσματα έχουν πολύ μεγάλο ρυπαντικό φορτίο, με ενδεικτικές τιμές

- BOD από 2000 έως 30000 mg/l,
- COD από 3000 έως 45000,
- αμμωνιακά 10-800,
- αλκαλικότητα 1000-10000,
- pH 5.3 έως 8.5,
- υψηλή περιεκτικότητα μεταλλικών ιόντων (Hg, Cr, Ni, Pb, Cd, Cu, Zn) που εξαρτάται από το pH.

Από έρευνα σε χωματερές συμβατικών απορριμμάτων σε Ιρλανδία και Ην. Βασίλειο (1995) διαπιστώθηκε ότι:

- Τη μεγαλύτερη επίδραση (μακροχρόνια στα νερά) έχουν τα αμμωνιακά. Φαίνεται ότι θα χρειαστούν δεκαετίες ώστε το επίπεδο αμμωνιακών να επιτρέπει διάθεση των στραγγισμάτων χωρίς επεξεργασία.

- Τα βαριά μέταλλα βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στα στραγγίσματα χωματερών που δέχονται οικιακά απορρίμματα (χαμηλότερα από τις αντίστοιχες στα οικιακά υγρά απόβλητα).
- Ουσίες της Red List εμφανίζονται σπανιότατα, με εξαίρεση την ατραζίνη (πανταχού παρούσα) και το lindane.

Έλεγχος αερίων και στραγγισμάτων

Το μεθάνιο μετακινείται προς τα πάνω και συνήθως διαφεύγει στην ατμόσφαιρα, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα προχωρεί προς τα κάτω, μέχρι τα υπόγεια νερά, των οποίων ελαττώνει το pH με προφανείς συνέπειες. Ο έλεγχος των αερίων γίνεται με την εγκατάσταση αεραγωγών από υλικά πιο διαπερατά από το έδαφος. Η προς τα κάτω μετακίνηση των αερίων ελέγχεται με εγκατάσταση διάτρητων σωλήνων στον πυθμένα της χωματερής. Μπορεί να γίνει συλλογή των αερίων, με αμφισβητούμενη όμως οικονομικότητα.

Ο έλεγχος των στραγγισμάτων γίνεται με συλλογή τους από τον πυθμένα της χωματερής και

- είτε επανέγχυσή τους στο χώρο ταφής
- είτε επεξεργασία τους.

Κομβικό σημείο για τον έλεγχο των στραγγισμάτων είναι η στεγανοποίηση της επιφάνειας του χώρου ταφής, διότι το μεγαλύτερο τμήμα τους προέρχεται από νερά της βροχής και την ατμοσφαιρική υγρασία.

Ταφή επικίνδυνων στερεών αποβλήτων

Εν γένει, τα επικίνδυνα στερεά πρέπει να διατίθενται σε χωριστούς χώρους ταφής από τα συμβατικά. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, θα πρέπει να λαμβάνεται τουλάχιστον πρόνοια για χωριστούς χειρισμούς διάθεσης.

Οι βασικές προϋποθέσεις είναι:

- πλήρης αποφυγή διαρροών των στραγγισμάτων
- επισταμένους έλεγχος των νερών κοντά στο χώρο ταφής.

Η εναπόθεση των αποβλήτων γίνεται ανάλογα με τον τρόπο συσκευασίας τους. Τα ασύμβατα απόβλητα αποθηκεύονται χωριστά. Ασύμβατα θεωρούνται τα απόβλητα που δεν πρέπει να έλθουν σε επαφή, σκόπιμα ή τυχαία, επί παραδείγματι οξέα με μέταλλα. Συνήθως τα υγρά αφήνονται προς εξάτμιση και αποθηκεύονται μετά.

Διάθεση στο έδαφος

Εφαρμόζεται όταν επιδιώκεται η εκμετάλλευση των βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών που γίνονται στην επιφάνεια του εδάφους, για την επεξεργασία βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων.

Μπορεί να είναι επιφανειακή απόθεση ή έγχυση κάτω από την επιφάνεια.

Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι:

- βακτηριακή και χημική αποικοδόμηση

- στράγγισμα των υδατοδιαλυτών ενώσεων
- εξαερίωση των πτητικών από τα αρχικά απόβλητα καθώς και από τα προϊόντα μετατροπής τους

Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη είναι:

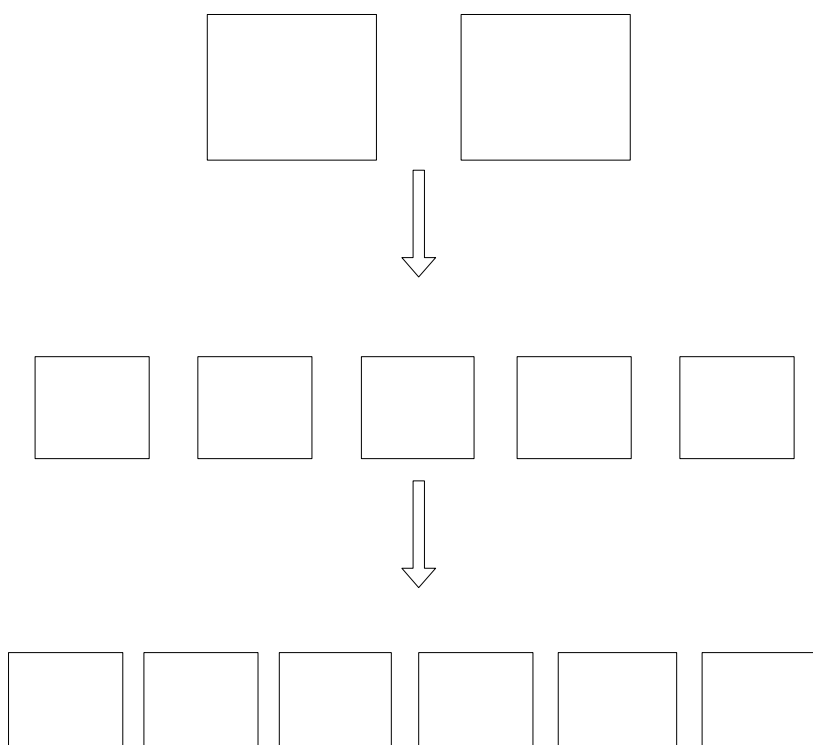
- σύσταση του αποβλήτου
- συμβατότητα αποβλήτων και πανίδας του εδάφους
- περιβαλλοντικές απαιτήσεις, όπως οξυγόνο, θερμοκρασία, pH, ανόργανα υλικά
- υγρασία του μίγματος απόβλητο-έδαφος

Επειδή τελικά το απόβλητο ενσωματώνεται στο άνω τμήμα του εδάφους πρέπει να επιδιώκεται η όσο το δυνατόν πληρέστερη μετατροπή των οργανικών συστατικών και να ελέγχεται η ύπαρξη τοξικών ουσιών, όπως το κάδμιο, το χρώμιο, ο χαλκός, ο μόλυβδος.

Προτεραιότητες στη διαχείριση στερεών αποβλήτων

Είναι προφανές ότι κατά τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων δεν μπορεί να επιτυγχάνεται πάντοτε ο μέγιστος στόχος, που είναι η μηδενική επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Έτσι γίνεται μια ιεράρχηση προτεραιοτήτων, με στόχο την οικονομικά εφικτή λειτουργία της δραστηριότητας που παράγει στερεά απόβλητα και με τη μικρότερη περιβαλλοντική όχληση.

Σχηματικά οι προτεραιότητες κατά τη διαχείριση αποβλήτων και τα στάδια που την επηρεάζουν φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.



Βιβλιογραφία

1. Environmental Science (Chapter 11). G. Tyler Miller. 6th Edition, Wadsworth Company, 1997
2. Waste. Annual Topic update. Topic report 8/2001. European Environmental Agency, 2001
3. Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries. Topic report no.3. European Environmental Agency, 2000
4. Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution. WHO Offset Publication No.62, 1982
5. Waste Recycling and Pollution Control Handbook. A.V. Bridgewater & C.J. Mumford. George Godwin Limited, 1979
6. Chemical Engineers' Handbook 6th ed. (Chapter 26). Perry and Green. McGraw-Hill, 1984
7. Case Studies on Waste Minimization practices in Europe. Topic report no. 2/2002. European Environmental Agency, 2003
8. Dangerous substances in waste. Technical report no.38. European Environmental Agency, 2000

Συνομεύσεις

EPA Environmental Protection Agency, γνωστή και ως USEPA (United States...) Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας

WHO World Health Organization

(ΠΟΥ : Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας)

ΟΟΣΑ Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

(OECD Organization for the Economic Cooperation and Development)

ETC/W European Topic Centre on Waste

ΕΣΔΚΝΑ Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής