



Πανεπιστήμιο
Αιγαίου

Ανοικτά
Ακαδημαϊκά
Μαθήματα



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ: ΣΥΛΛΟΓΗ-ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Διδάσκων: Επίκουρος Καθηγητής Αθ. Στασινάκης



Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Στερεά Απόβλητα

Επικίνδυνα Απόβλητα

Μη επικίνδυνα απόβλητα

υλικά βιομηχανικών διεργασιών
απόβλητα βιομηχανικών διεργασιών
υπολείμματα οικοδομικών εργασιών

αστικά στερεά απόβλητα

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Στερεά Αστικά Απόβλητα:

- ζωικά και φυτικά υπολείμματα από παρασκευή φαγητού
- μπουκάλια
- πλαστικά
- εφημερίδες
- κουτιά αλουμινίου
- υλικά συσκευασίας

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Παραγόμενες ποσότητες στερεών αποβλήτων διαφοροποιούνται:

- βιοτικό επίπεδο κατοίκων
- διατροφικές συνήθειες
- συχνότητα συλλογής απορριμμάτων
- χρήση σκουπιδοφάγων
- ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης

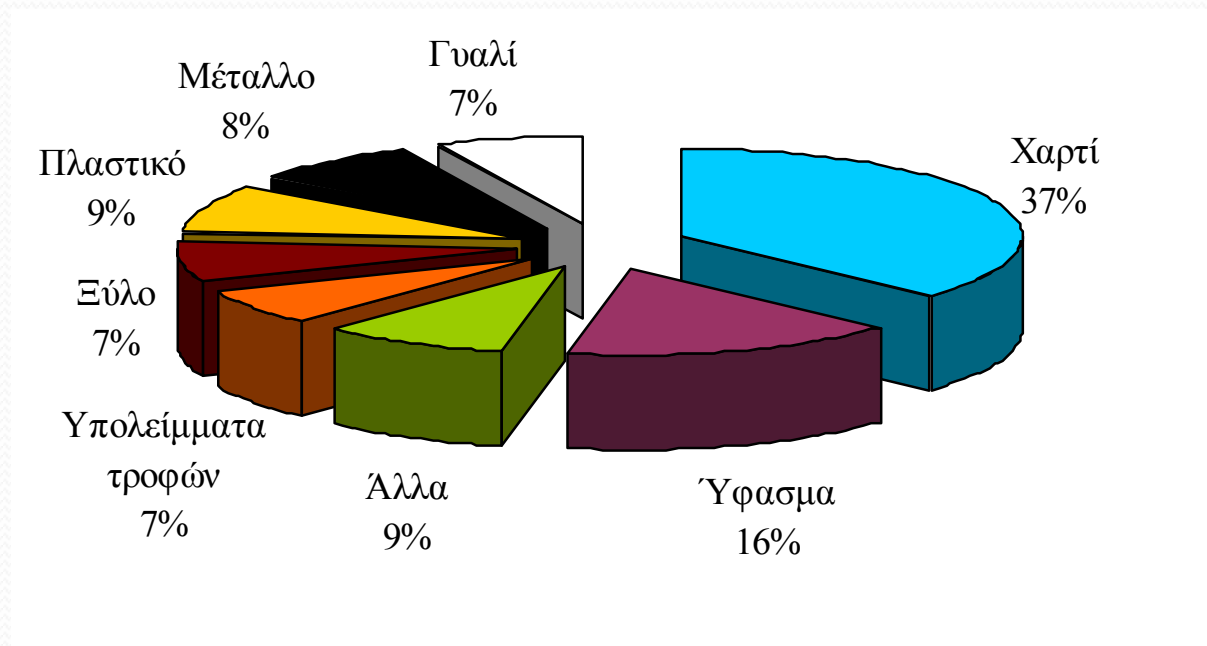
Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Παραγόμενη Ποσότητα Απορριμμάτων

Χώρα	Παραγωγή Απορριμμάτων (Kg / άτομο και ημέρα)
Αυστρία	1,56
Γαλλία	1,49
Γερμανία	1,62
Ισπανία	1,64
Μ. Βρετανία	1,61
Ιαπωνία	1,08
Καναδάς	1,71
Η.Π.Α	2,0
Ελλάδα	1,2

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

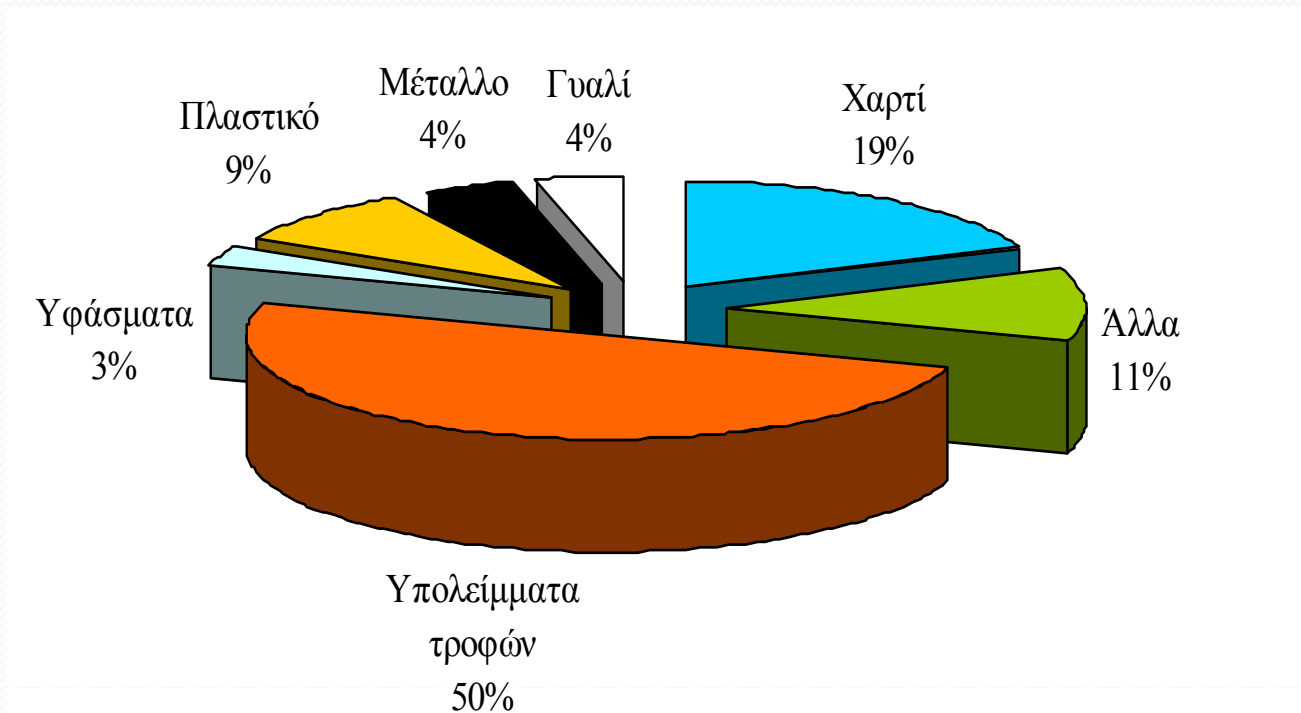
Σύσταση Απορριμμάτων



Η.Π.Α.

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Σύσταση Απορριμμάτων



Ελλάδα

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Μέθοδοι Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Χώρα	Μ.Ε.Δ.Α (%)	Καύση (%)	Ανάκτηση Υλικών (%)
Αυστρία	35	9	56
Γαλλία	46	33	21
Γερμανία	31	24	45
Ισπανία	60	12	28
Μ. Βρετανία	81	7	12
Ιαπωνία	33	64	3
Καναδάς	84	9	7
Η.Π.Α	62	16	22
Ελλάδα	90	0	10

*Ανάκτηση: ανακύκλωση + λιπασματοποίηση

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων:

Μείωση παραγόμενων απορριμμάτων (μείωση στην πηγή)

Μείωση τοξικότητας απορριμμάτων

Επιλογή μεθόδου συλλογής και μεταφοράς

Ανακύκλωση (συλλογή, επεξεργασία, διάθεση)

Επιλογή μεθόδου τελικής διάθεσης (Χ.Υ.Τ.Α, καύση, λιπασματοποίηση)

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Αποθήκευσης Απορριμμάτων

➤ Κυλιόμενοι κάδοι

Υλικό: επιψευδαργυρωμένος χάλυβας ή πλαστικό

Όγκος: 100-1000 l

Άδειασμα με μηχανικά μέσα

Μηχανική πλύση

Μείωση απαιτούμενου χρόνου συλλογής

➤ Σταθεροί κάδοι

Περιοχές όπου είναι δύσκολη η προσέγγιση απορριμματοφόρου

Χειρωνακτικό άδειασμα

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

$\frac{3}{4}$ Συνολικού κόστους διαχείρισης απορριμμάτων

- Επιλογή αριθμού και μεγέθους απορριματοφόρων
- Επιλογή διαδρομής απορριματοφόρου
- Επιλογή κατασκευής ή όχι σταθμού μεταφόρτωσης
- Θέση κατασκευής σταθμού μεταφόρτωσης
- Οχήματα, διαδρομή για ανακύκλωση υλικών

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

➤ Οχήματα κλειστού τύπου

Όγκος μεταφερόμενων απορριμμάτων: 5-30 m³

Σύστημα συμπίεσης απορριμμάτων

Σύστημα ανύψωσης κάδων

Μεγάλα οχήματα: υψηλότερο κόστος αγοράς, λιγότερα δρομολόγια, αδυναμία χρήσης σε περιοχές με στενό οδικό δίκτυο

Συντελεστής συμπίεσης = 3-4 (παλιά οχήματα), 8 (νέα οχήματα)

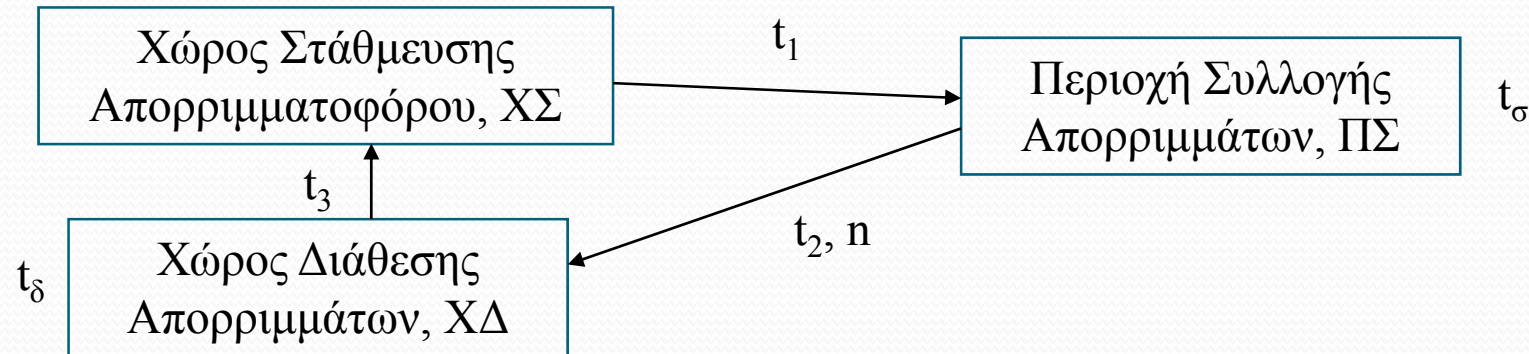
= Πυκνότητα απορριμμάτων στο όχημα / Αρχική πυκνότητα απορριμμάτων

➤ Οχήματα ανοικτού τύπου

Συλλογή ογκωδών αντικειμένων

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων



$$T_t = t_1 + t_\sigma + [(2n-1) \times t_2] + (n \times t_\delta) + t_3 + t_\xi$$

T_t = συνολικός χρόνος εργασίας απορριμματοφόρου

t_1 = χρόνος για μετακίνηση οχήματος από ΧΣ σε ΠΣ

t_2 = χρόνος για μετακίνηση οχήματος από ΠΣ σε ΧΔ

t_3 = χρόνος για μετακίνηση οχήματος από ΧΔ σε ΧΣ

t_σ = συνολικός καθαρός χρόνος συλλογής απορριμμάτων στην ΠΣ

t_δ = χρόνος για άδεια στο απορριμματοφόρο στο ΧΔ

t_ξ = συνολικός χρόνος λοιπών καθυστερήσεων (διάλειμμα προσωπικού, κ.α)

n = αριθμός διαδρομών απορριμματοφόρου από ΠΣ σε ΧΔ

Παράδειγμα 4.1

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

Χρόνος που δαπανάται σε κάθε στάση στην Περιοχή Συλλογής:

$$t_{\sigma\tau\alpha\sigma\eta\varsigma} = \left(\frac{s}{u} \right) + (t_a \times n_k)$$

Όπου:

s = απόσταση που διανύει το όχημα μεταξύ δύο στάσεων (m)

u = ταχύτητα οχήματος (m/s)

t_a = χρόνος για το άδειασμα ενός κάδου

n_k = αριθμός κάδων που πρέπει να αδειάσουν σε κάθε στάση

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

Απαιτούμενος όγκος απορριματοφόρου:

$$V_a = \frac{V_k \times N}{r}$$

Όπου:

V_a = όγκος απορριματοφόρου (m^3)

V_k = μέσος όγκος απορριμμάτων σε κάθε στάση (m^3)

N = αριθμός στάσεων

r = συντελεστής συμπίεσης απορριμμάτων στο απορριματοφόρο

Παραδείγματα 4.2 και 4.3

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜ)

Μεγάλη απόσταση Χώρου Διάθεσης από Χώρο Συλλογής

Προσωρινή αποθήκευση απορριμμάτων

Συμπίεση για αύξηση πυκνότητάς τους

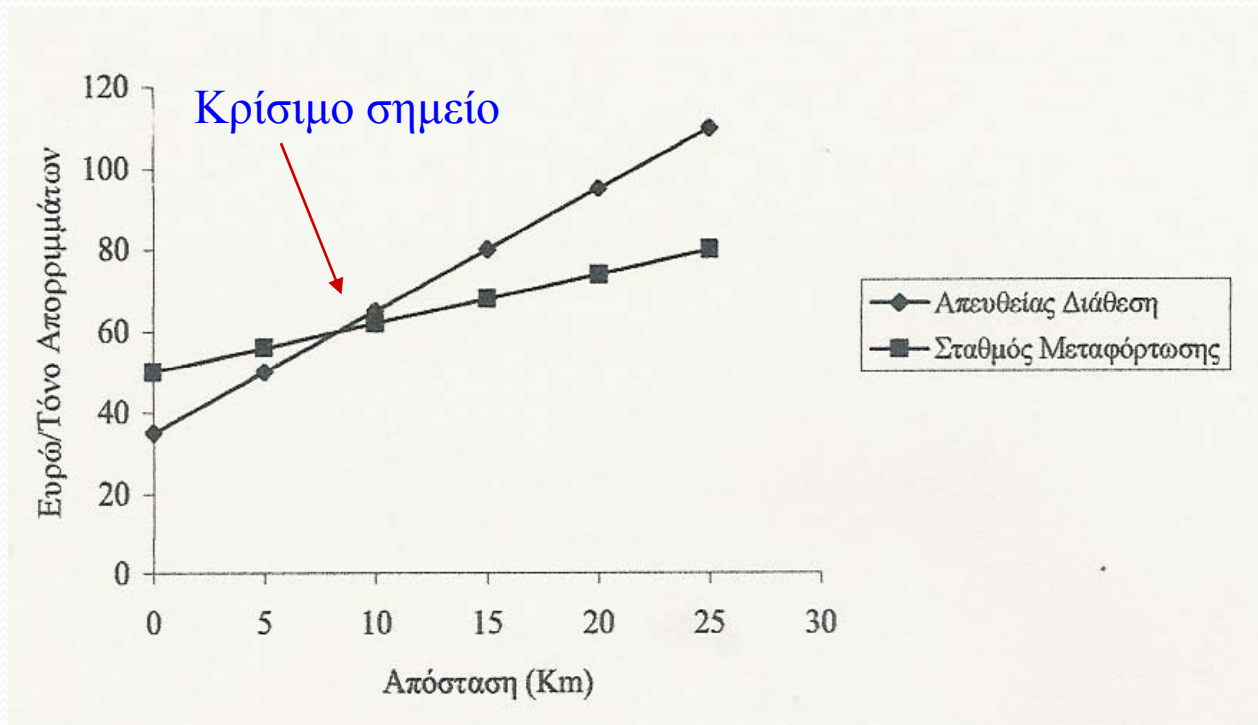
Διαλογή υλικών

Μεταφορά από ΣΜ σε ΧΔ με ρυμουλκούμενα οχήματα

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Συλλογής και Μεταφοράς Απορριμμάτων

Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜ)



Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων Συστήματα Ανακύκλωσης

Ολοκληρωμένο Σύστημα Ανακύκλωσης περιλαμβάνει:

- Συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών
- Διαχωρισμό υλικών κατά είδος
- Πώληση ανακυκλώσιμων υλικών στη βιομηχανία
- Παραγωγή νέων ειδών που διατίθενται στην αγορά

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Συστήματα διαλογής υλικών

Διαλογή στην πηγή

Συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών από πόρτα σε πόρτα

Συλλογή υλικών σε ειδικούς κάδους που διαφοροποιούνται με το είδος του υλικού

Μεταφορά των υλικών από τους κατοίκους σε συγκεκριμένους χώρους (κέντρα συλλογής)

Σημαντικός ο ρόλος της συμμετοχής των πολιτών

Πυκνότητα κάδων σε μία περιοχή

Συχνότητα συλλογής κάδων

Επιλογή μορφής κάδων



Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Συστήματα διαλογής υλικών

Μηχανική διαλογή

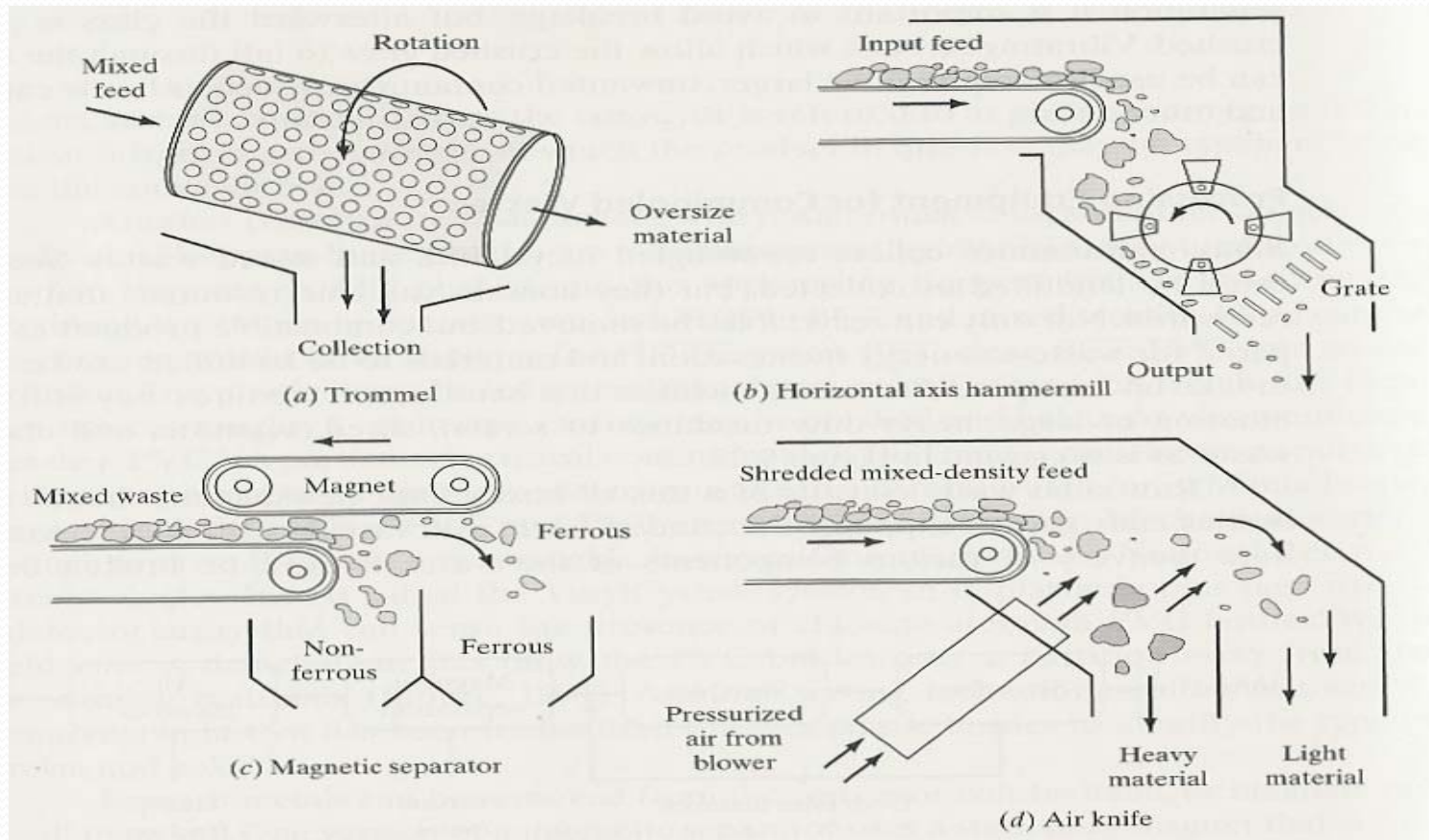
Μηχανικά μέσα για:

- Κατάτμηση (θραυστήρες, τεμαχιστές...)
- Διαχωρισμό (δονούμενα κόσκινα, αεροδιαχωριστήρες, μαγν. διαχωριστήρες)
- Συμπύεση υλικών (πρέσες.....)

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Μηχανική διαλογή

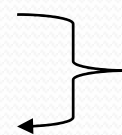


Κόστος Συλλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
υψηλότερο από
Κόστος Συλλογής Απορριμμάτων

Μικρή ή μηδενική συμπίεση => Λιγότεροι τόνοι υλικών σε κάθε όχημα

Συλλογή μικρότερων ποσοτήτων σε κάθε στάση

Μεγαλύτερη απόσταση στάσεων



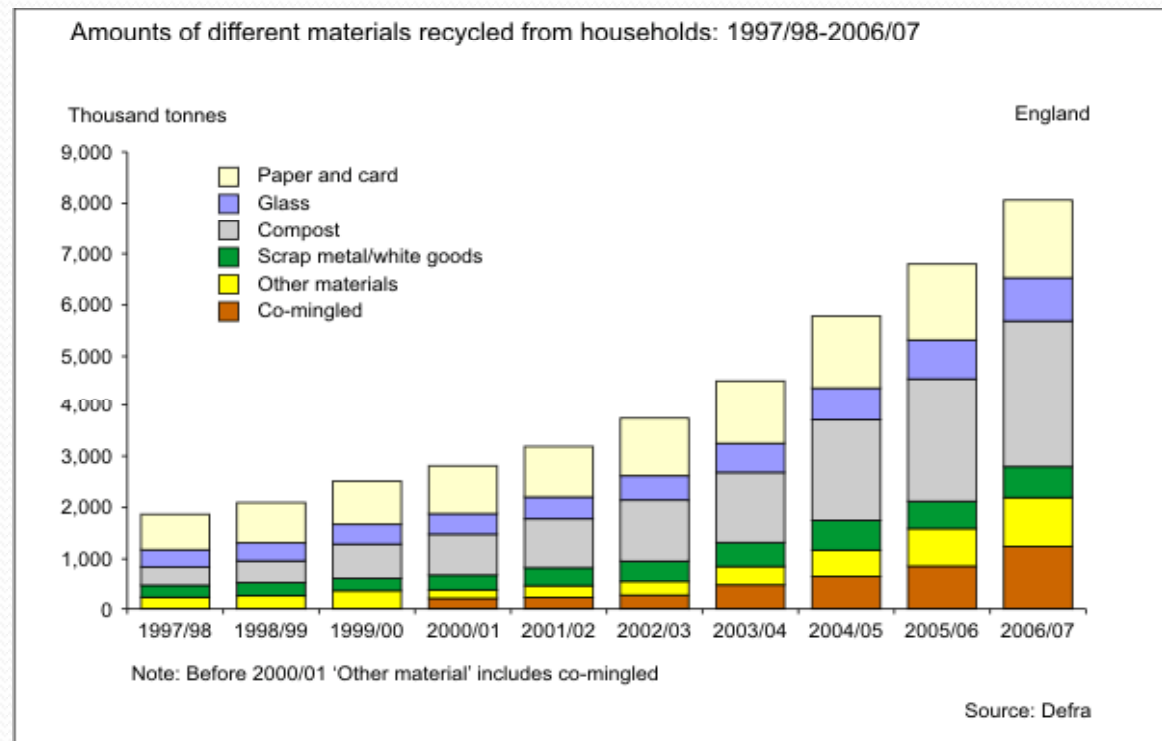
Περισσότερος χρόνος για
κάθε τόνο που συλλέγεται

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Ανακυκλώσιμα υλικά

- Χαρτί
- Πλαστικό
- Γυαλί
- Αλουμίνιο
- Άλλα Μέταλλα



Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Χαρτί

Παράγεται από ίνες ξύλου ή άλλες φυτικές ύλες (σπανιότερα συνθετικές ύλες)

Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα = 35%

Κύριες κατηγορίες χαρτιού που ανακυκλώνονται

Χαρτόνι (συσκευασία, μεταφορά αγαθών) → 75% ανακυκλωμένου χαρτιού

Χαρτί (εφημερίδες) →

Γραφική ύλη

Περιοδικά

Χάρτινες τσάντες



Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Πλαστικό

Πολυμερείς ενώσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά και χρήσεις

Χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης (<3,5%)

Μεγάλη ποικιλία (60 είδη πλαστικών στα απορρίμματα)

Αναγκαίος ο διαχωρισμός ανάλογα με το είδος και το χρώμα τους
(διαφορετικό σημείο ζέσεως)

Πιθανή επιμόλυνση από ουσίες που έχουν αποθηκευτεί σε αυτά

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Γυαλί

Υλικά σε υαλώδη κατάσταση ή στερεά διαλύματα πυριτικών αλάτων

Ποσοστό ανακύκλωσης (= 22% στις Η.Π.Α)

Κατά την ανακύκλωση:

Διαχωρισμός ανάλογα με το χρώμα (διάφανο, πράσινο, καφέ)

Απομάκρυνση μεταλλικών δακτυλίων και πωμάτων

Θρυμματισμός



Παραγωγή γυάλινων μπουκαλιών σε ποσοστό 100% του ανακυκλωμένου υλικού

Παραγωγή υαλοβάμβακα

Μίξη με άσφαλτο και παραγωγή υλικού για ασφαλτόστρωση δρόμων (glasphalt)

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Αλουμίνιο

Ελαφρύ, εύκαμπτο, ανθεκτικό στην ατμοσφαιρική διάβρωση, καλή θερμική αγωγιμότητα

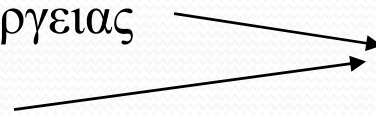
Το μεγαλύτερο μέρος του (=55%) με τη μορφή κουτιών αλουμινίου για συσκευασία ποτών και αναψυκτικών

Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα = 30%

Με την παραγωγή 1 Kg αλουμινίου από ανακυκλωμένο υλικό εξοικονομείται:

Το 99% απαιτούμενης ενέργειας

Το 93% καυσίμου



Παραγωγή ίδιας ποσότητας αλουμινίου

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων Συστήματα Ανακύκλωσης

Αλουμίνιο – Απαίτηση σε ενέργεια για την παραγωγή 1 Kg αλουμινίου

Πηγή	Ενέργεια (KJ/Kg)	Εκπομπές CO ₂ (Kg/Kg)
Βωξίτης	235000	13,1
Ανακυκλωμένο υλικό	5150	0,48

Διαχείριση Στερεών Αστικών Αποβλήτων

Συστήματα Ανακύκλωσης

Μέταλλα

Σιδηρούχα μέταλλα (76% συνολικής ποσότητας μετάλλων)

Μη σιδηρούχα (χαλκός, ψευδάργυρος, μόλυβδος)



Κυρίαρχος ρόλος Pb σε μπαταρίες αυτοκινήτων (ποσοστό ανακύκλωσης 95%)