



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΜΠ 338

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ): Διαχείριση και Σχεδιασμός Συστημάτων

Επ. Καθηγητής Απόστολος Γιαννής

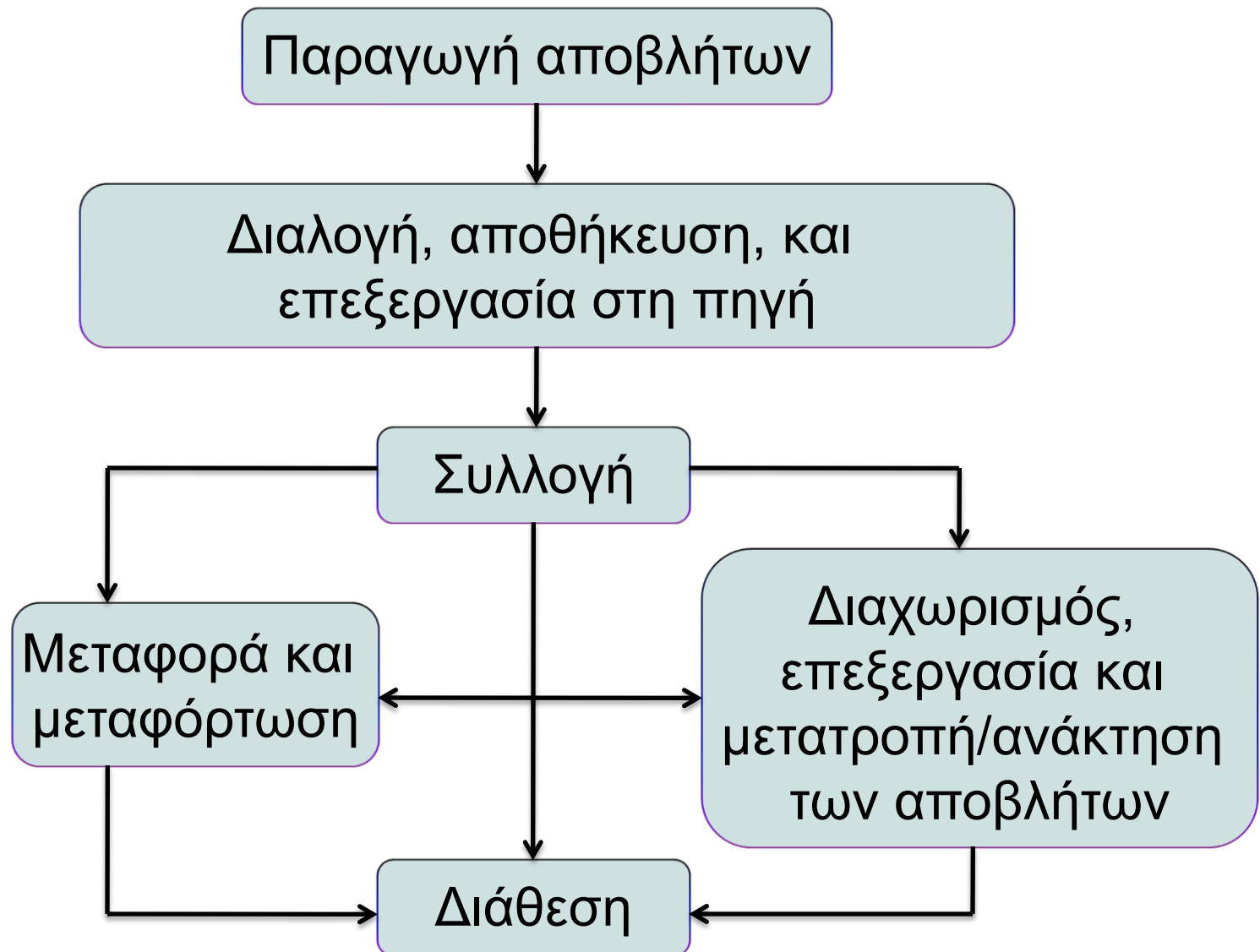
E-mail: agiannis@enveng.tuc.gr

Κεφάλαιο 3

Μείωση, Επαναχρησιμοποίηση, Ανακύκλωση, Ανάκτηση...

The Rs in Waste Management

Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων

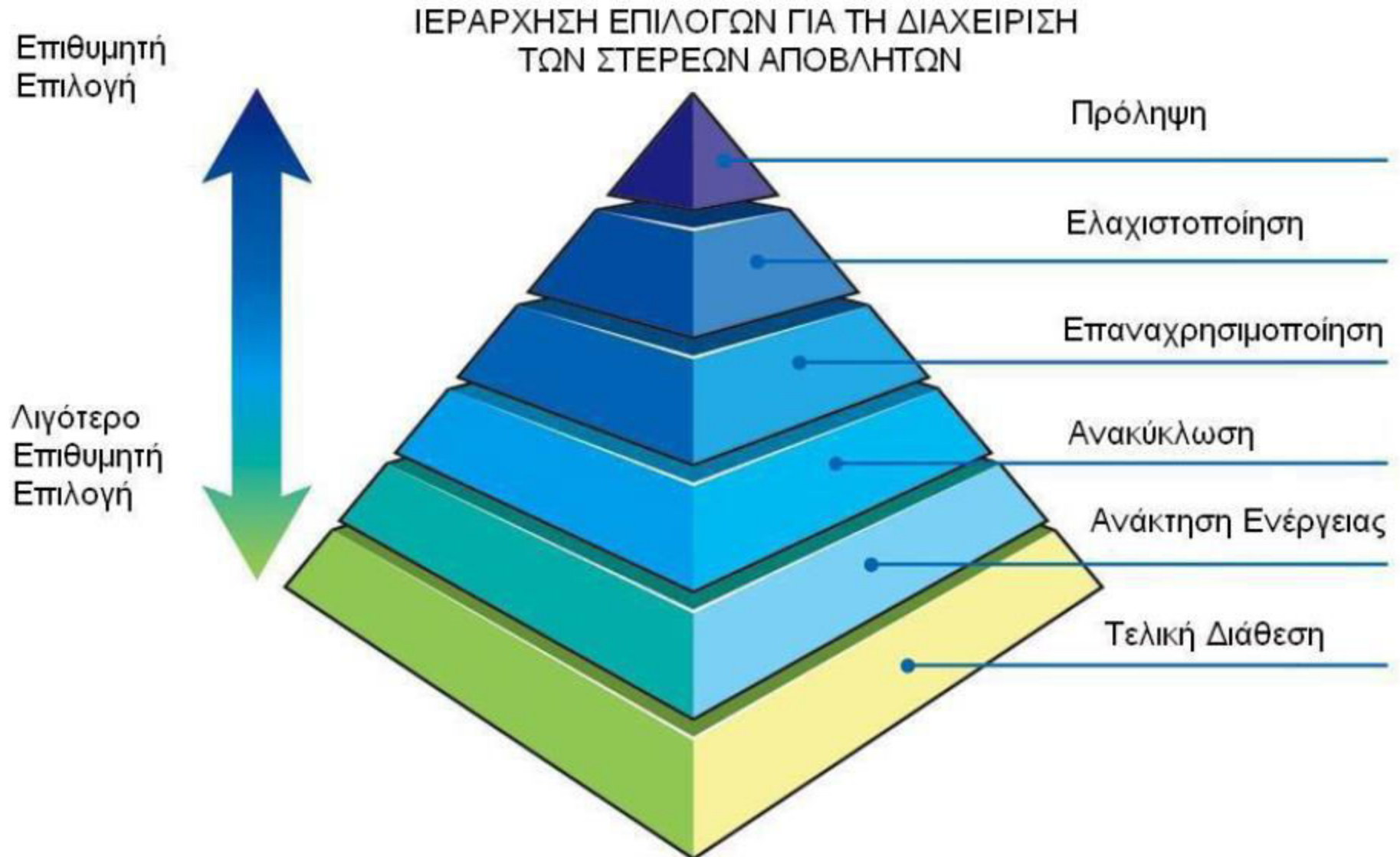


Διαλογή, αποθήκευση, και επεξεργασία στη πηγή

- **Διαλογή στη πηγή** περιλαμβάνει δραστηριότητες διαχείρισης αποβλήτων πριν την απόθεση σε κάδους για συλλογή.
- **Διαχωρισμός** σε συστατικά, όπως χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, αλουμίνιο, κλπ. είναι ο πιο **αποτελεσματικός** τρόπος για να επιτευχθεί η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση αυτών των υλικών
 - ❑ Αποθήκευση εντός σπιτιού και περιοδική μεταφορά σε μεγαλύτερος κάδους ή κοντέινερ.
 - ❑ Απευθείας διάθεση σε κοντέινερ.

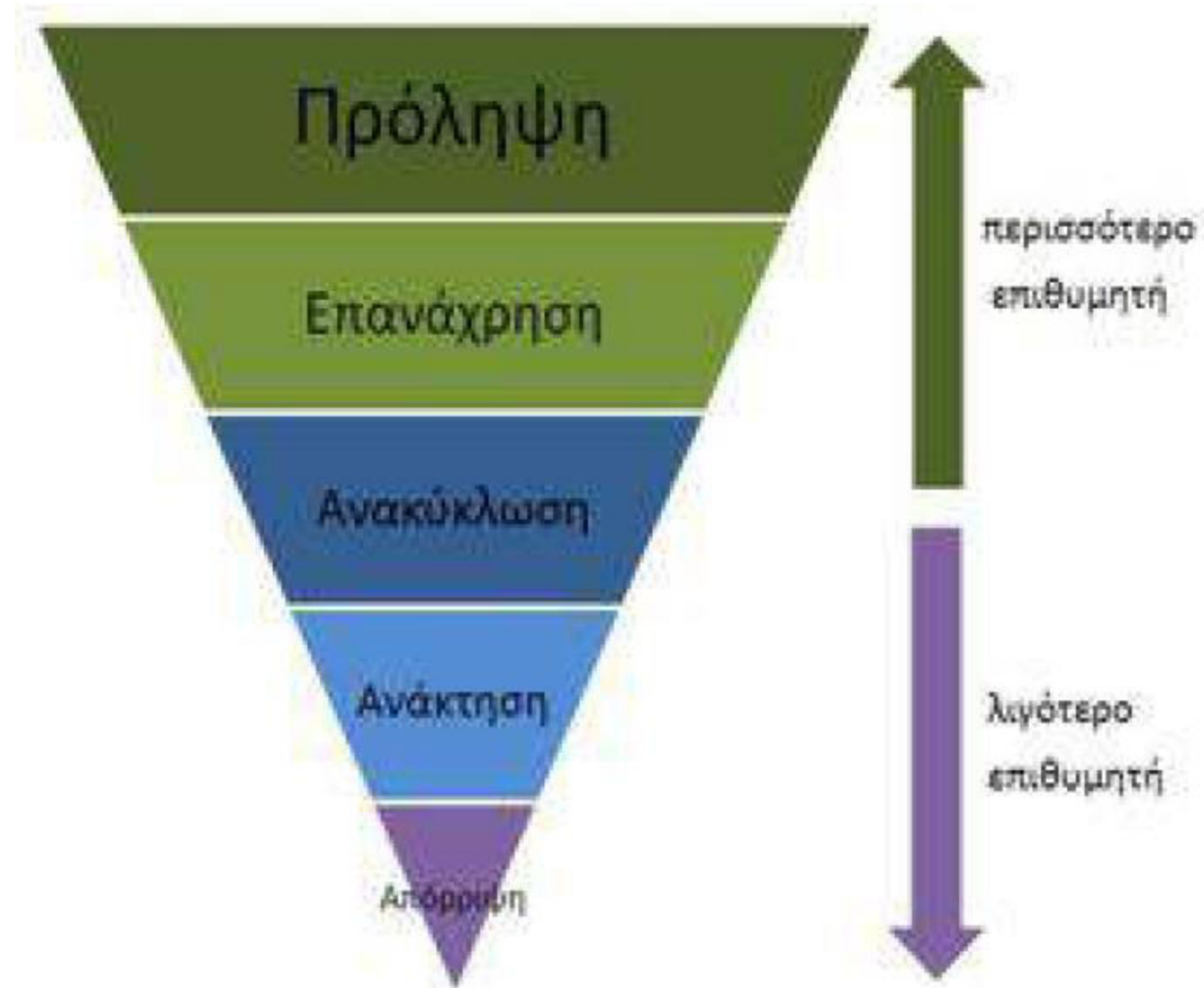


Ιεράρχηση στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων



Μέλλον

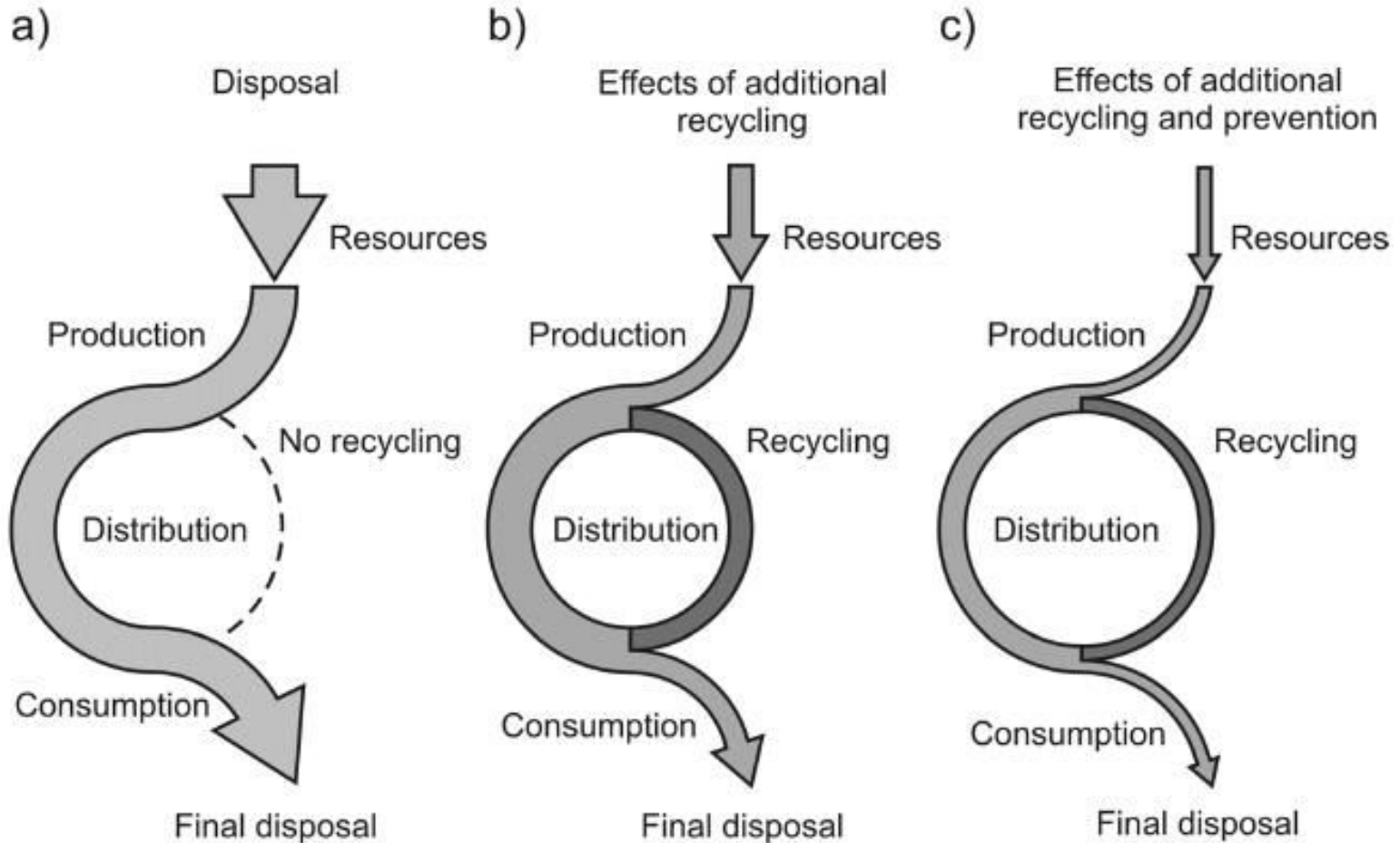
Αναστροφή
ιεράρχησης



Ιεράρχηση στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων

- **Πρόληψη:** πλήρης εξάλειψη των αποβλήτων
- **Ελαχιστοποίηση:** μείωση στη πηγή
- **Επαναχρησιμοποίηση:** επαναχρησιμοποίηση των υλικών πάνω απο μια φορά
- **Ανακύκλωση:** ανακύκλωση των υλικών στο ίδιο προϊόν ή σε άλλες παραγωγικές διαδικασίες
- **Ανάκτηση ενέργειας:** αποτέφρωση, αναερόβια χώνευση, κλπ.
- **Διάθεση:** διάθεση των αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής

Πρόληψη και ανακύκλωση



Κυκλική οικονομία





Munich, Germany



Curbside Recycling Containers



12 6'03



FIGURE 10-10

Small direct-load rural public convenience transfer stations. In transfer station shown on left, the open top containers are placed against retaining wall at same level as unloading platform for ease of loading.



(a)



(b)



Garbage Police

To combat the high cost of garbage disposal and divert waste from landfills, earlier this year, Newark, New Jersey, began sending corps of recycling enforcement officers into neighborhoods to ensure that residents separate recyclables from garbage. The officers give two warnings to residents caught mixing recyclables with garbage. Repeat offenders can be fined up to \$1,000 per violation. (Courtesy City of Newark, New Jersey)



HAU ROON LAI

Barely coping with the influx of such appliances are centres such as Matsushita Eco Recycling Centre where dismantled units lie ready for processing.

JAPAN THE DUMP SITE

- ◆ 18m home appliances junked in a year
- ◆ Only 9m pieces end up in recycling centres

Despite a recycling law, illegal dumping is on the rise with nine million appliances thrown in the mountains and the ocean



Gifts for trash scheme a big hit in Hong Kah

The recycling effort spearheaded by Dr Amy Khor is extended to Gek Poh after it clicks with Hong Kah North residents

By SHARMIL PAL KAUR

DON'T throw out that old stack of papers — you can swap them for eggs or rice.

A pilot scheme in Hong Kah North that lets people exchange old newspapers, clothes, cans and electrical appliances for eggs, rice, cash and other gifts has gone so well that it is being extended to the Gek Poh area in Jurong West.

The effort by the Hong Kah Grassroots Organisation is spearheaded by Dr Amy Khor, MP for Hong Kah GRC.

She told The Straits Times that the Hong Kah scheme in February netted 2,000 kg of glass, 5,000 kg of old clothes, 22,000 cans and 5,000 plastic bottles.

One in eight of the area's 40,000 residents took part.

Resident Yong Chiang Boon, 48, a senior manager, feels that

He said: "At least it makes people more aware of the things that can be recycled. Senior citizens are now hanging onto their old clothes and newspapers for the scheme."

Dr Khor now hopes to double the number of those taking part since the scheme now includes Gek Poh, which has 10,000 residents.

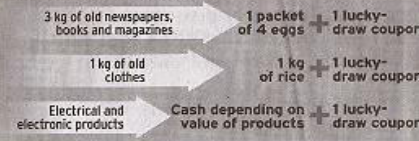
She said: "The whole idea is to tell people that value can be created out of trash — that all trash is not valueless."

Residents in the two areas can take their recyclables to 10 collection centres until Friday, where they will be issued coupons for various items that can be redeemed on Sunday.

Besides the exchange scheme, Gek Poh will also help recycling in another way. Most of the shopowners at Gek Poh Shopping Centre will not use plastic bags for a fortnight.

Think before you throw

This is what you can get for your old newspapers, clothes and electrical appliances



ADAM LEE

packing items in brown paper bags made from recycled paper.

While 5,000 of the paper bags have been sponsored by the firm making them, the shopowners have ordered 25,000 of them in different sizes.

The cost of a small paper bag is about six cents, which is slightly more than what a plastic bag costs.

In Singapore, more than one million plastic bags are given out each day, which mostly end up in landfills or in mangrove

Said Dr Khor: "Initially we thought, just go green for a day, but the shopowners said: 'Why not do it for one week for more impact?'"

Many shopkeepers at the small two-storey shopping centre that opened six years ago said they will continue using the paper bags if their customers prefer them.

All these recycling efforts, said Dr Khor, not only save the environment, but also means lesser cost in the long run.

CL said: "Recycling is a

More condominiums to start recycling trash

ENV's target is 30% of condo residents within two years, from the 4% now

ONLY 4 per cent of condominium residents recycle their trash, but the Environment Singapore (ENV) wants to increase this to 30 per cent within two years, 40 per cent of them will do it.

The ENV will work with the construction industry to encourage recycling of building materials and debris from the present 15 per cent to 30 per cent by 2012.

The 15 per cent of waste used by power plants and factories to remove rust and paint — will also rise from 90 per cent to 95 per cent.

This will reduce drastically the amount of waste that ends up in landfills.

Mr Lim said facilities to recycle waste will be ready by the end of the year.

About 32 per cent of the 280,000 tonnes of this household waste is recycled. The ENV wants to increase this to 70 per cent over the next 10 years.



The aim is to get one in three residents recycling by the end of the year.

HOME

THE STRAITS TIMES: Monday, March 17, 2003



Recycling, like this collection at Bedok, takes off but the search is on for greener and cheaper ways to do it.

Karang guni man who gets up to \$1,000 a day

Armed with cell phone, David Tang proves that new ideas can help others like him stay in business

By MICHELLE TAN

MEET new-economy karang guni man David Tang, whose tools of the trade are not a gunny sack and trolley but a cell phone and walkie-talkie.

The former house painter, who is in his 50s, has been making up to \$1,000 a day since he started his

new job a month back.

What he does is fairly simple — collect old clothes, newspapers, computers, scrap metal, furniture and anything else that can be sold for recycling.

But instead of knocking on doors like some of his old-economy counterparts, Mr Tang collects recyclable refuse in bulk from companies, or buys waste paper

from cleaners who work in office buildings.

His network of contacts is what sets him apart, he said in English, so he is constantly on the lookout for people who can lead him to more sources of rubbish.

His two lorries, manned by five workers, visit places like Suncity City and the Singapore Post Centre in Paya Lebar once, or even twice, a day.

The latter generates more than a tonne of discarded cardboard cartons every day. Mr Tang makes a profit of \$250 for every tonne of cardboard.

Most of what he collects he sells to Recycling Point Dot Com, which channels the discarded items to other companies that either export the items to developing countries, or convert them into useful products.

He predicts that with the privatisation of waste collection in the housing estates, old-fashioned karang guni men will go out of business soon.

"All the new waste-collection companies also collect paper for recycling from the HDB areas," he said.

"If karang guni men are stubborn and insist on sticking to traditional ways, they're going to have a hard time. But if they are willing to change, they can never run out of rubbish."

Some of his friends tease him about his dirty work, but that does not bother him.

"I work on my own, I have my freedom. I don't have a boss, and the harder I work, the more I get. People may look down on my job, but I say this is an honest living."

He is laughing all the way to the bank, too.

CHANGE A MUST

"If 'karang guni'...insist on sticking to traditional ways, they're going to have a hard time. But if they are willing to change, they can never run out of rubbish."

HIS OWN BOSS

"I work on my own, I have my freedom. I don't have a boss, and the harder I work, the more I get. People may look down on my job, but I say this is an honest living."

— Mr Tang

— Mr Tang



His own master, Mr Tang (centre) oversees the unloading of cartons at Recycling Point Dot Com.

HOW HEE YOUNG



City of Stirling
City of Choice

Recycling
truck

MAXIMIZE RECYCLING
MINIMIZE WASTE

CAUTION

Υλικά που συνήθως ανακτώνται από ΑΣΑ

- Αλουμίνιο: κουτάκια Al και δευτερογενές Al
- Χαρτί: εφημερίδες (η λιγνίνη δύσκολα αποδομείται σε ΧΥΤΑ); όχι περιοδικά
- Πλαστικά: PET/HDPE/PP/PE...
- Γυαλί: απαιτείται διαχωρισμός
- Σιδηρούχα μέταλλα: αυτοκίνητα και ηλεκτρικές συσκευές

Υλικά που συνήθως ανακτώνται από ΑΣΑ

- Μη-σιδηρούχα μέταλλα: καλώδια χαλκού, φωτιστικά
- Ξύλα
- Υπολείμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων
- Χρειάζεται υποστήριξη της πολιτείας για δημιουργία αγοράς
- Μηχανική διαλογή (material recovery facilities – MRF) για διαχωρισμό και επεξεργασία
- Επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση (circular economy)

Πως χρησιμοποιούνται τα ανακτωμενα υλικά

- Άμεση επαναχρησιμοποίηση
- Πρώτες ύλες στη βιομηχανία
- Υλικά για μεταποίηση
- Καύσιμα υλικά
- Αναμόρφωση χώρων (land reclamation)

Τα Ολυμπιακά μετάλλια του Τόκυο από τηλέφωνα





100% MADE IN THE USA

WAIST TAPE
Made in NC

BUTTON
Made in GA

BURRS
Made in GA

DENIM
Made in NC

ZIPPER
Made in GA

ASSEMBLED
in KY



Κέντρα συλλογής & ανταποδοτικής ανακύκλωσης

(Drop-off & Buy-back Centres)

- ❑ Για τα **κέντρα συλλογής** απαιτείται οι κάτοικοι και οι επιχειρήσεις να διαχωρίζουν τα ανακυκλώσιμα υλικά στη πηγή και να τα μεταφέρουν στα ειδικά κέντρα
- ❑ Η **ανταποδοτική ανακύκλωση** αναφέρεται σε προγράμματα που αποφέρουν χρηματική ανταμοιβή

Κέντρα συλλογής



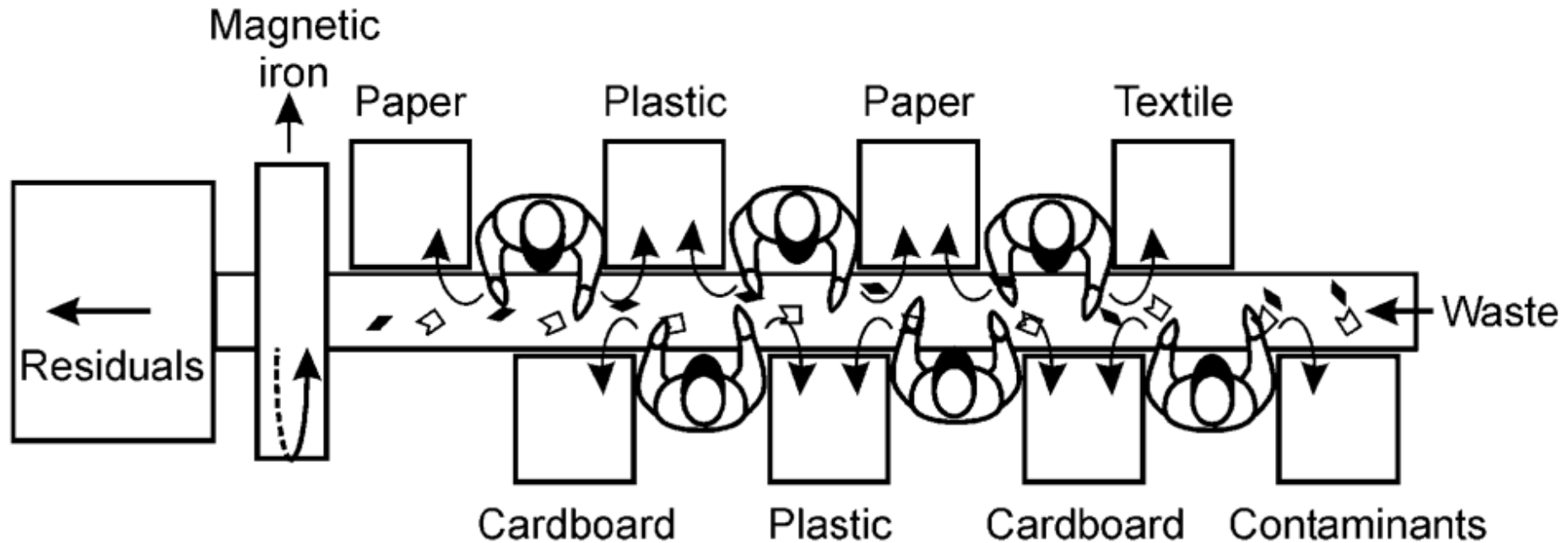
Κέντρα ανταποδοτικής ανακύκλωσης



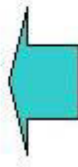
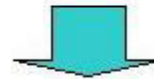
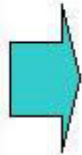
Επιλογές για διαχωρισμό των υλικών

- Διαχωρισμός στη πηγή
- Διαχωρισμός σε κέντρα μηχανικής διαλογής (Material Recovery Facilities – MRFs) ή Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ):
 - ο διαχωρισμός και ανάκτηση επαναχρησιμοποιούμενων και ανακυκλώσιμων υλικών
 - ο βελτιστοποίηση της ποιότητας των ανακτώμενων υλικών
- Χειρωνακτική vs μηχανική διαλογή
- Κέντρα μηχανικής διαλογής (MFR) για σύμμεικτα ΑΣΑ
- Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) για απορρίμματα μετά από διαλογή στην πηγή

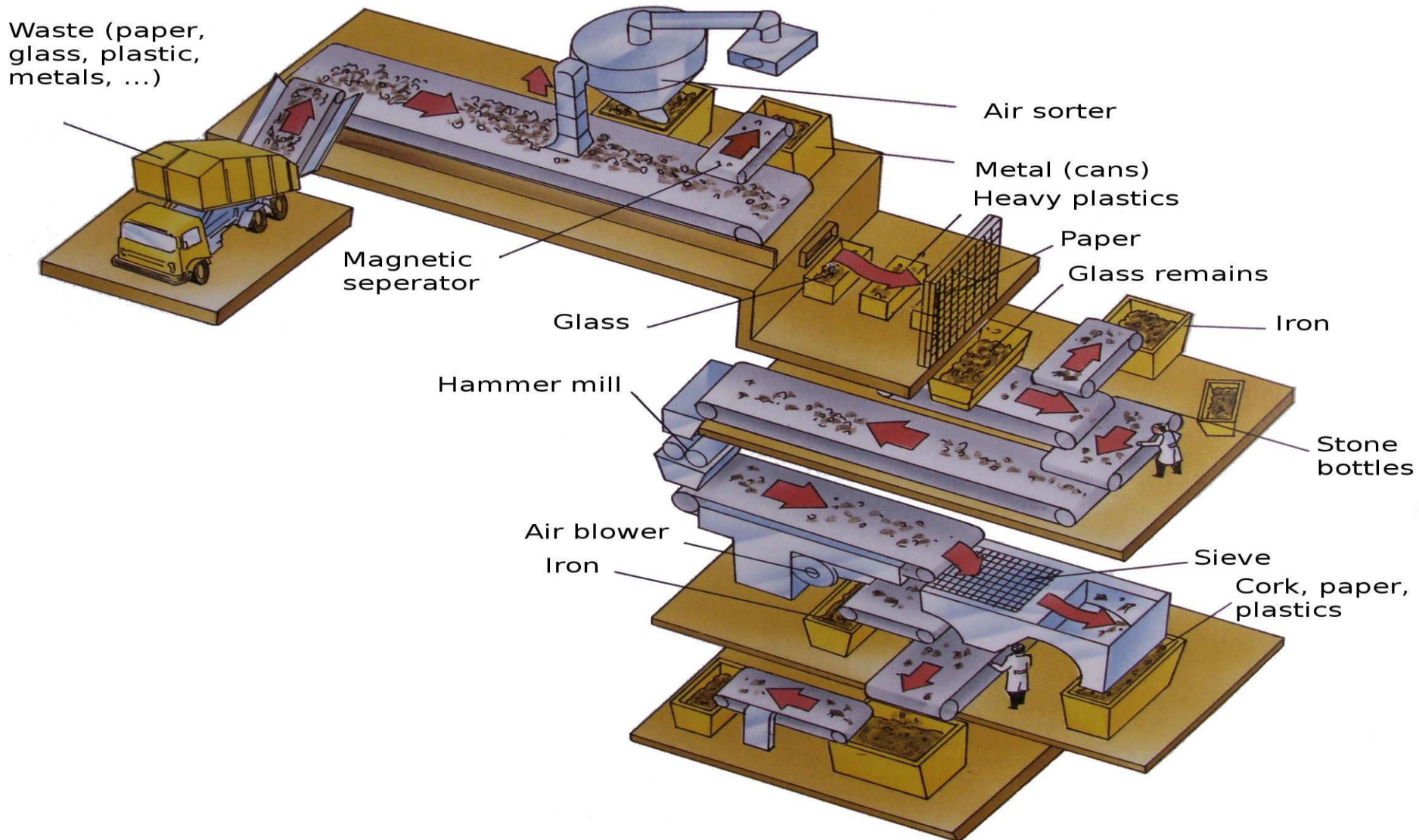
Χειροδιαλογή (Manual sorting)



Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών



Μηχανική διαλογή (MRF)



Εξοπλισμός για διαχωρισμό και επεξεργασία αποβλήτων

- μεταβάλλουν τα φυσικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων για ευκολότερη ανάκτηση των υλικών
- απομακρύνουν ειδικά συστατικά και βρωμιές από το ρεύμα των αποβλήτων
- επεξεργασία των ανακτώμενων υλικών για περαιτέρω χρήση

Φυσικές ιδιότητες που χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό

- σχήμα
- πυκνότητα
- μαγνητικές και ηλεκτρικές ιδιότητες
- χρώμα και αντανάκλαση

Εξοπλισμός (μονάδες) για διαχωρισμό και επεξεργασία αποβλήτων

- Τεμαχιστές (μείωση μεγέθους)
- Κόσκινα (πορώδη μέσα)
- Διαχωρισμός με βάση τη πυκνότητα – Αεροδιαχωριστές (air classification)
- Μαγνητικοί διαχωριστές
- Οπτικοί διαχωριστές (με βάση το χρώμα)
- Συμπιεστές

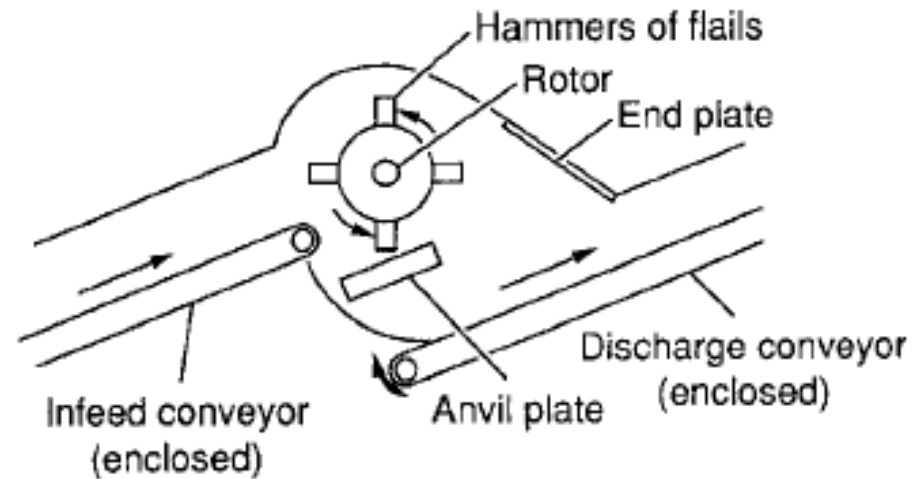
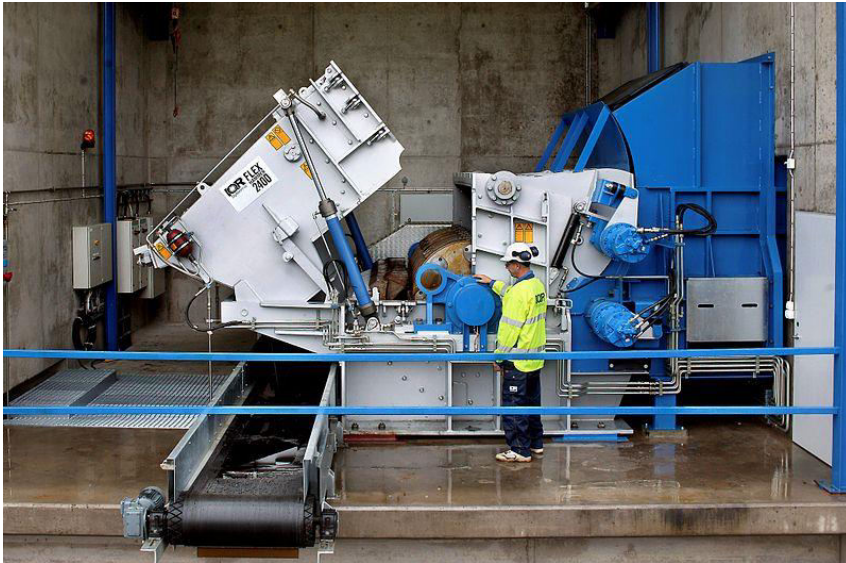
Εξοπλισμός μείωσης μεγέθους

- Μείωση μεγέθους: για απόκτηση τελικού προϊόντος σχετικά ομοιογενές και με μικρότερο μέγεθος σε σχέση με το ρεύμα εισόδου των αποβλήτων
 - Τεμαχιστές (hammer mill, flail mill, shear shredder)
 - Θραυστήρες γυαλιού (glass crushers)
 - Κοκκοποιητές (wood grinders)

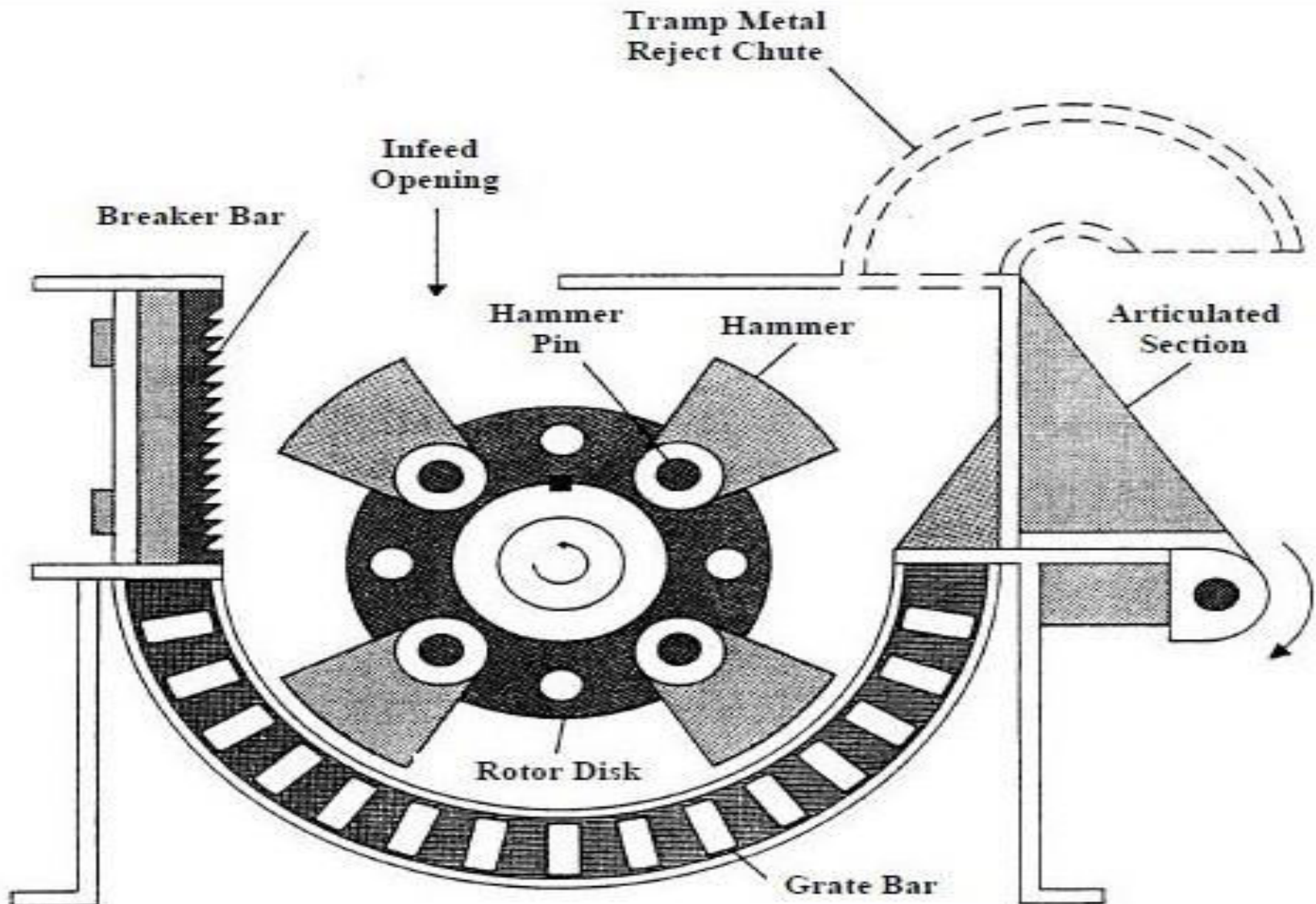
Scrap Tire Processing



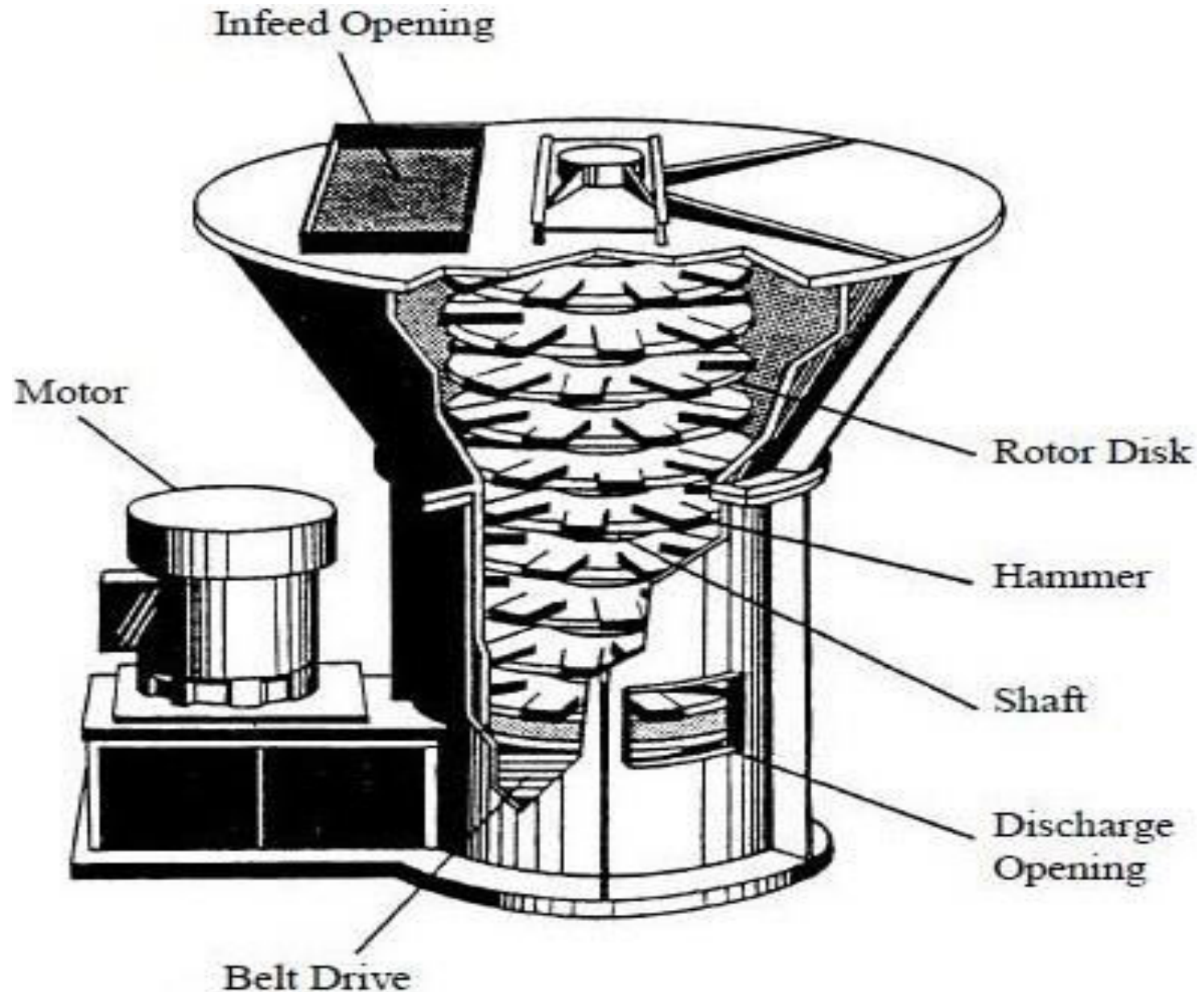
Hammer mill



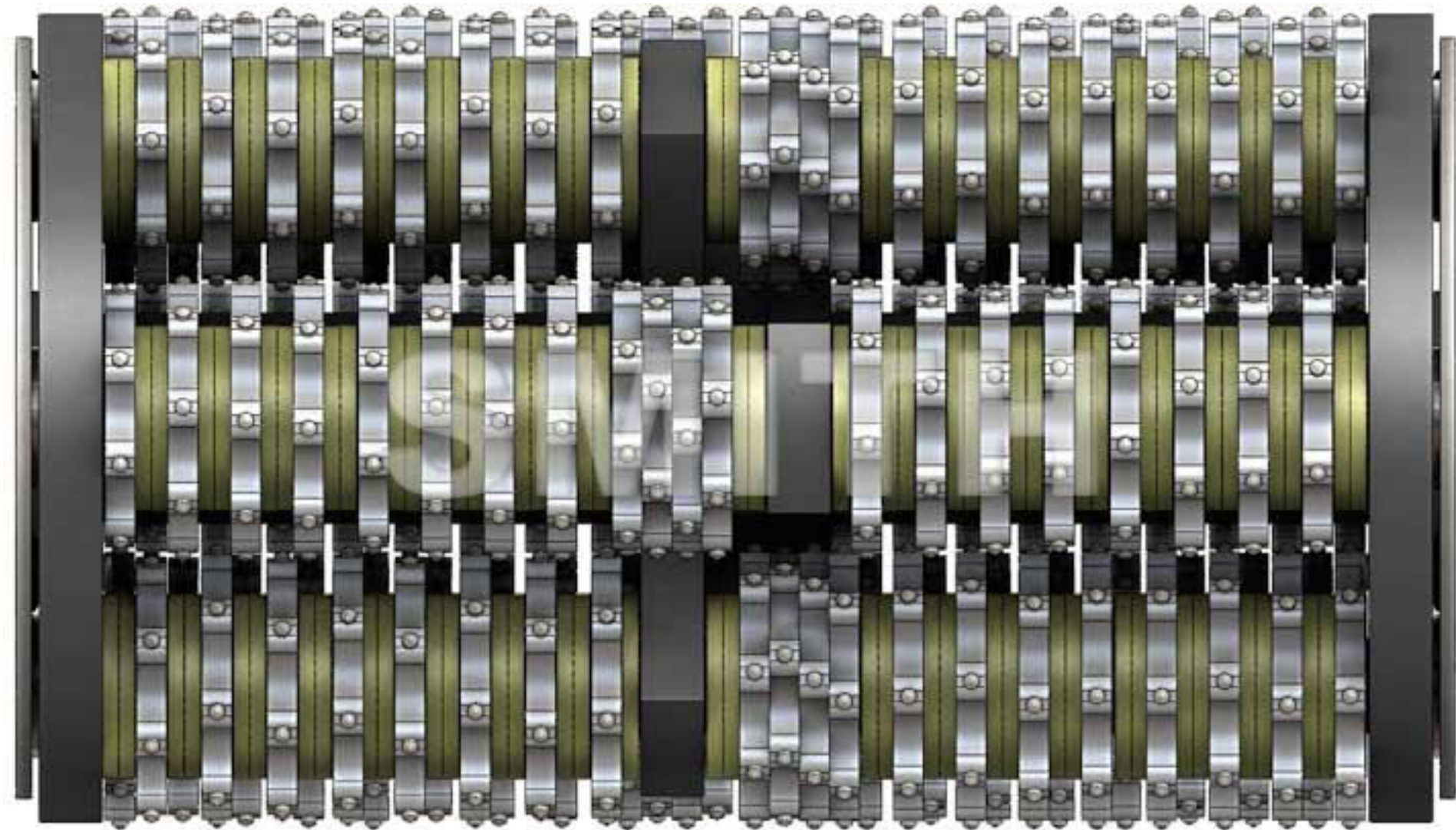
Horizontal hammer mill



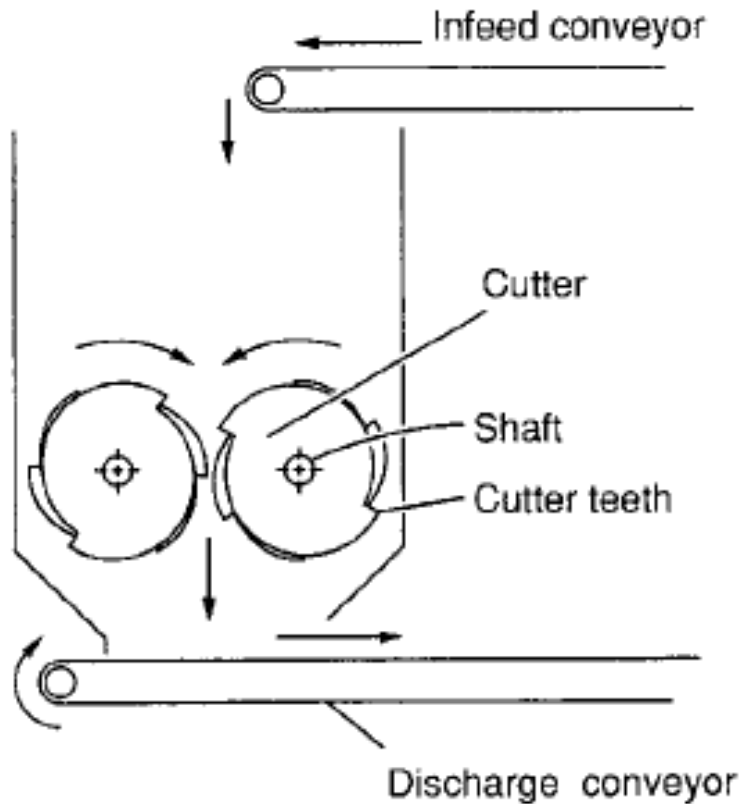
Vertical hammer mill



Flail mill



Shear Shredder



Επιλογή εξοπλισμού μείωσης μεγέθους

- Η απαιτούμενη κατανάλωση σε ενέργεια E (hp·h / ton) υπολογίζεται από τον νόμο του Kick:

$$E = C \cdot \ln \frac{l_1}{l_2}$$

όπου: C : σταθερά (hp·h / ton), l_1 : αρχικό μέγεθος, l_2 : τελικό μέγεθος

- Η επιλογή του εξοπλισμού γίνεται με βάση τις απαιτήσεις σε μέγεθος, τις ενεργειακές απαιτήσεις, τη παροχή απορριμμάτων, τη διαθεσιμότητα χώρου, και το κόστος.

Κόσκινα (πορώδη μέσα)

- Κόσκινα: διαχωρισμός μίγματος υλικών (διαφορετικά μεγέθη) σε δύο ή περισσότερα κλάσματα με οπές διαφορετικού μεγέθους.
- Εφαρμόζεται:
 - Για απομάκρυνση μεγάλων υλικών
 - Για απομάκρυνση μικρών υλικών
 - Διαχωρισμός ΑΣΑ σε καύσιμα και μη-καύσιμα υλικά

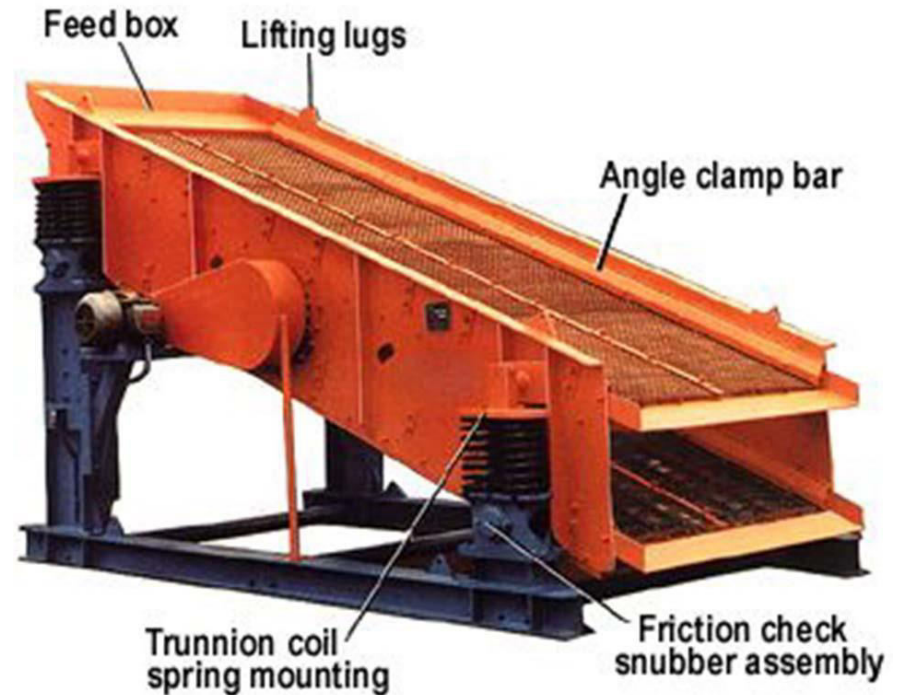
Κόσκινα

- Ανάκτηση χαρτιού, πλαστικών και άλλων ελαφρών υλικών από γυαλί και μέταλλο
- Διαχωρισμός γυαλιού και άλλων ανόργανων υλικών (άμμος) από καύσιμα υλικά
- Διαχωρισμός βράχων και μεγάλου μεγέθους υλικού κατεδαφίσεων από χώμα εκσκαφής (σε χώρους κατασκευών)
- Διαχωρισμός μεγάλου μεγέθους υλικών από τέφρα βάσης

Κόσκινα

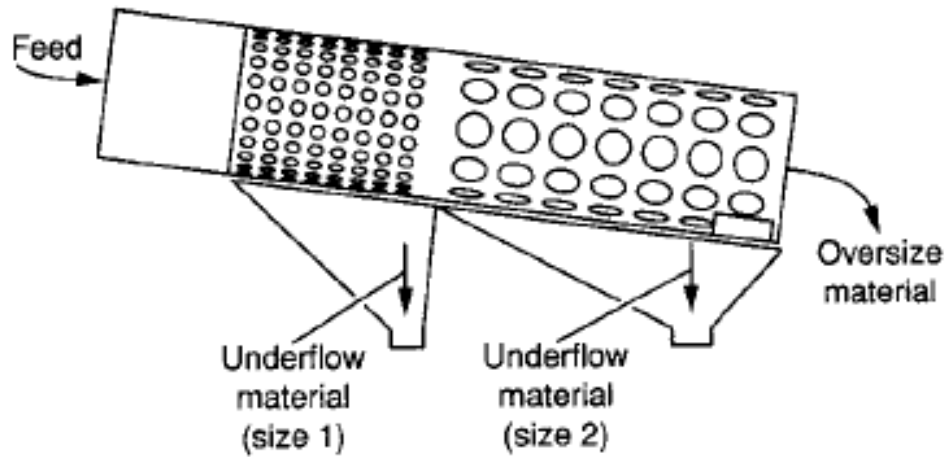
- Τύποι κόσκινων:
 - Δονούμενα κόσκινα (vibrating screens)
 - Περιστρεφόμενα κόσκινα (rotary screens)
 - Κόσκινα με δίσκους (disc screens)

Δονούμενα κόσκινα (Vibrating Screen)



- Χρήσιμο για ξηρά υλικά
- Απομάκρυνση σπασμένων γυαλιών και βρωμιάς

Περιστρεφόμενα κόσκινα (trommel)

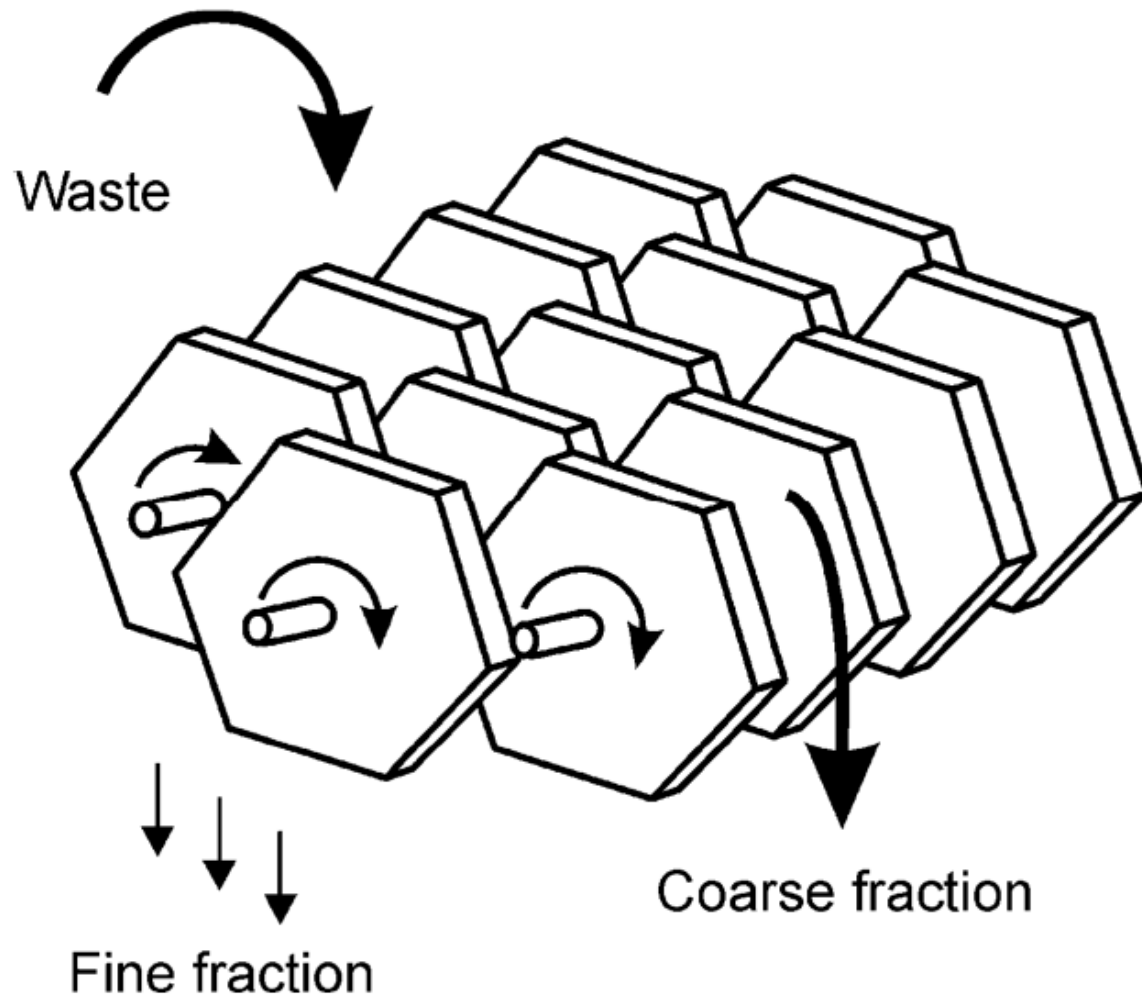




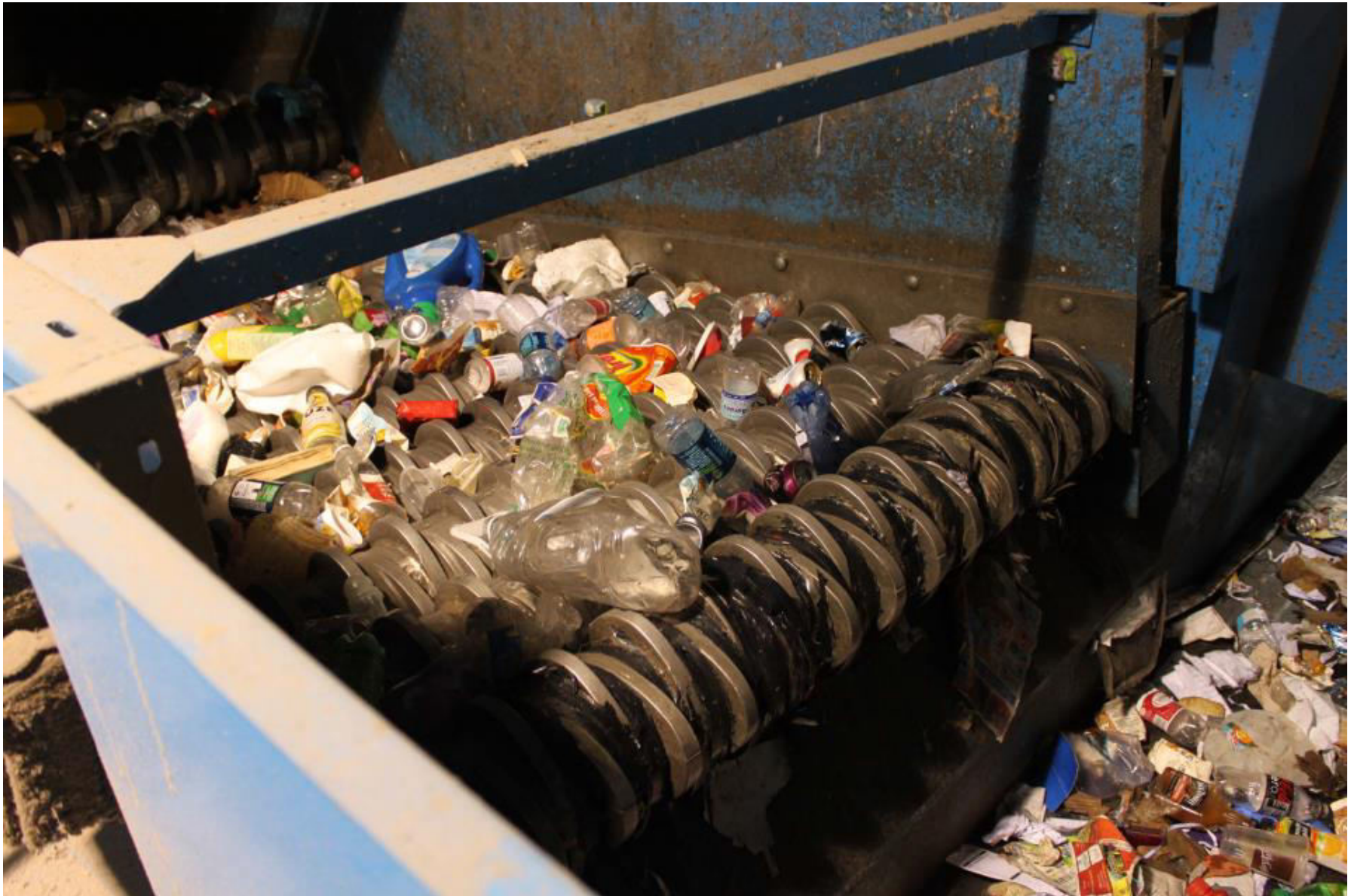


- Το κόσκινο πριν την εγκατάσταση
- Διαφορετικές οπές για απομάκρυνση διαφορετικού μεγέθους υλικών

Κόσκινα με δίσκους (Disc Screen)



Κόσκινα με δίσκους (Disc Screen)



Απόδοση κοσκίνων (δείκτες)

- Η απόδοση των κοσκίνων εκφράζεται με το ποσοστό ανάκτησης, τον βαθμό καθαρότητας και την αποδοτικότητα των κλασμάτων που πρέπει να διαχωριστούν. Με βάση τον κάτωθι διαχωρισμό:



- Στην είσοδο υπάρχει ένα μίγμα υλικών (σε tn/h ή m^3/h) x_0 και y_0 . Μετά τον διαχωρισμό με κόσκινα έχουν δημιουργηθεί δύο νέα ρεύματα:
 - $X_1 + Y_1$: ανακυκλωμένο υλικό, που μπορεί να αξιοποιηθεί χωρίς πρόβλημα
 - $X_2 + Y_2$: υπόλειμμα, που περιέχει χρήσιμα προς ανάκτηση υλικά και μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω.

Ποσοστό ανάκτησης (recovery)

Ποσοστό ανάκτησης του X είναι: $R(x_1) = \frac{x_1}{x_0} \cdot 100(\%)$

Βαθμός καθαρότητας (purity)

Βαθμός καθαρότητας του X είναι: $P(x_0) = \frac{x_1}{x_1 + y_1} \cdot 100(\%)$

Αποδοτικότητα διαχωρισμού (efficiency)

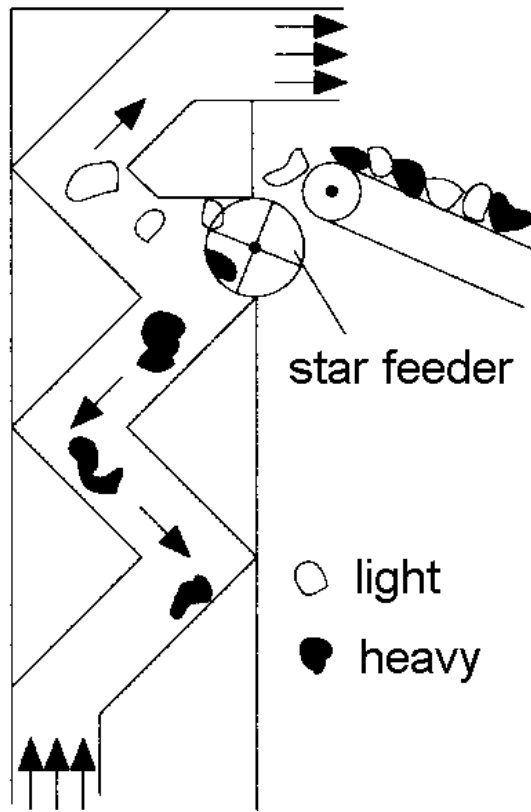
Αποδοτικότητα διαχωρισμού (προσμετράται τόσο η ανάκτηση όσο και η καθαρότητα):

$$E_{(X,Y)} = \left| \frac{X_1}{X_0} - \frac{Y_1}{Y_0} \right| * 100 = \left| \frac{X_2}{X_0} - \frac{Y_2}{Y_0} \right| * 100$$

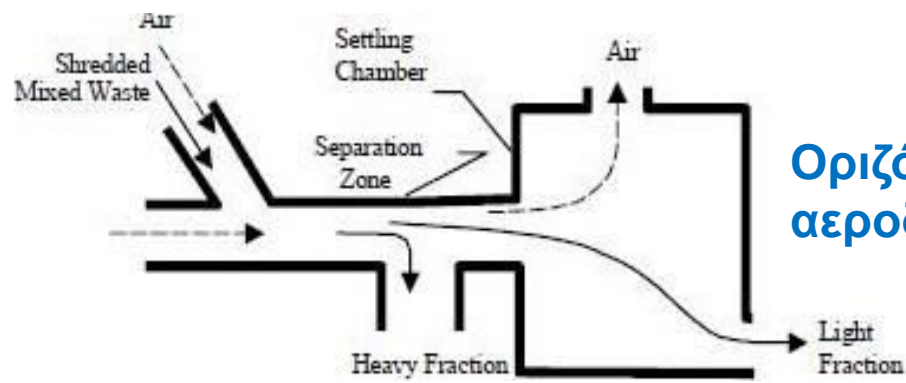
Αεροδιαχωριστές

- Διαχωρισμός με βάση τη πυκνότητα (air classification): χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό ελαφρών υλικών (χαρτί, πλαστικό) απο βαρύτερα υλικά (σιδηρούχα μέταλλα) με βάση τη διαφορά βαρών σε ρεύμα αέρα.

Τυπικό σύστημα αεροδιαχωριστή



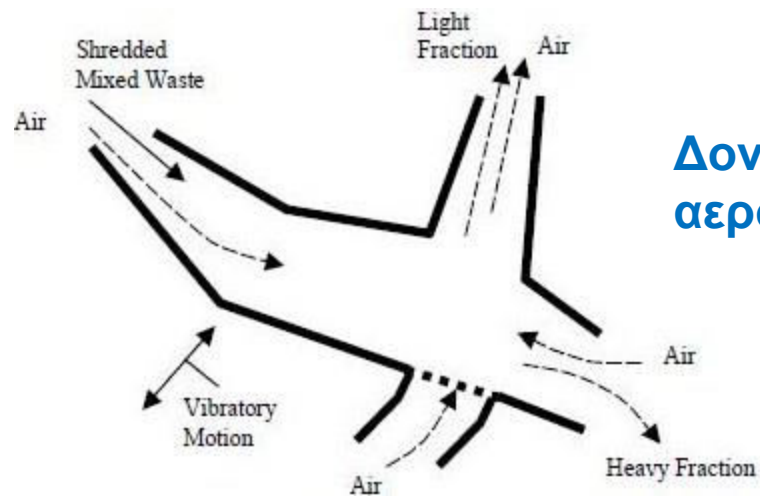
- Σε στήλη με σχήμα zigzag, ο αέρας εισέρχεται από τη βάση προς τα πάνω.
- Ο διαχωρισμός επαναλαμβάνεται σε κάθε κλάσμα ξεχωριστά για να μειωθούν οι προσμίξεις.



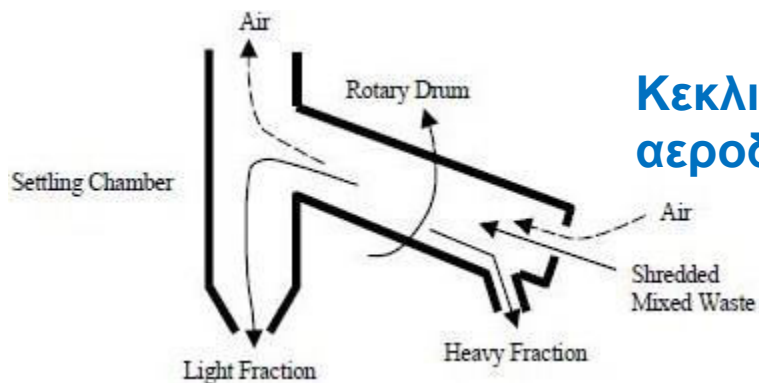
Οριζόντιος
αεροδιαχωριστής



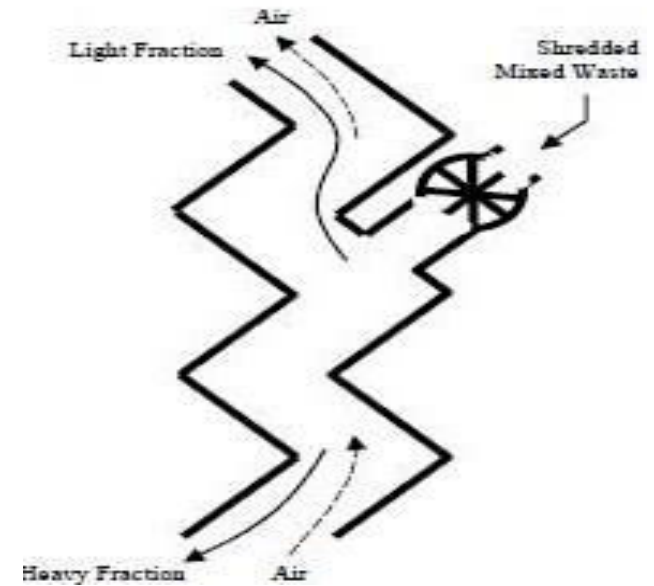
Κάθετος
Αεροδιαχω-
ριστής



Δονούμενος
αεροδιαχωριστής

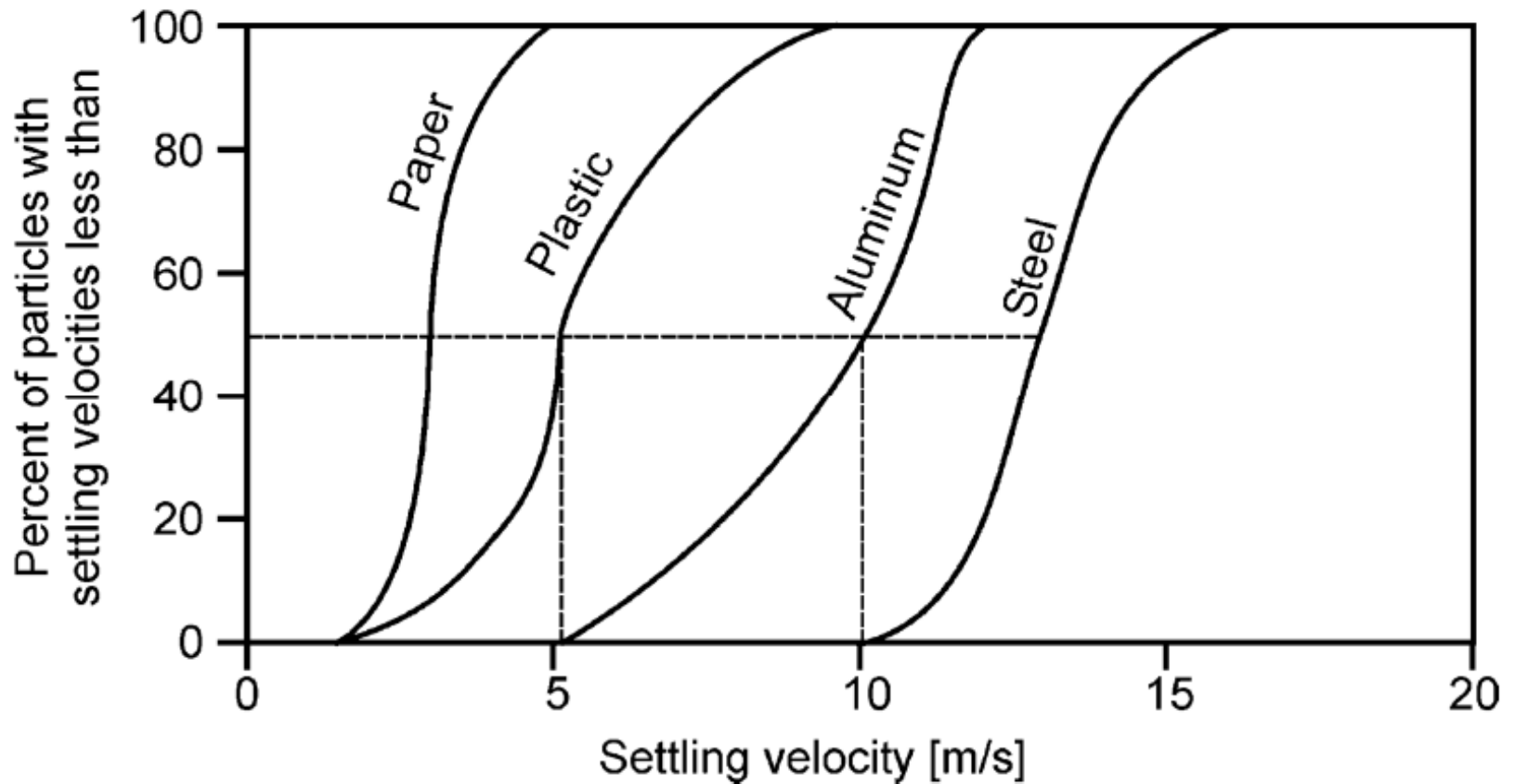


Κεκλιμένος
αεροδιαχωριστής



Zig-zag
αεροδιαχωριστής

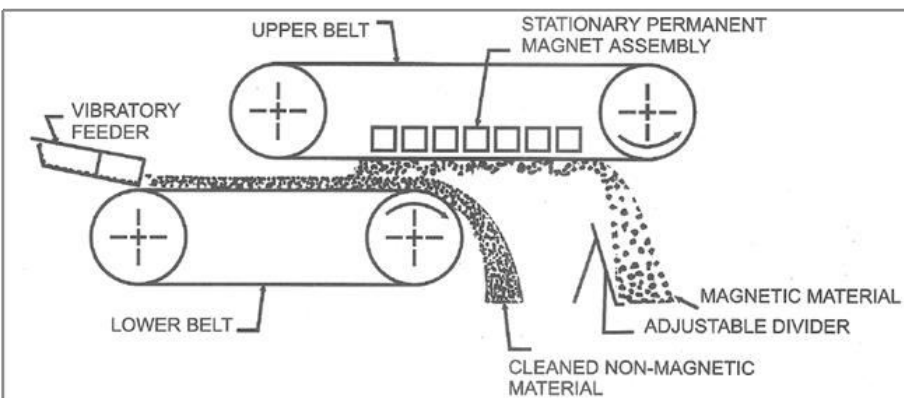
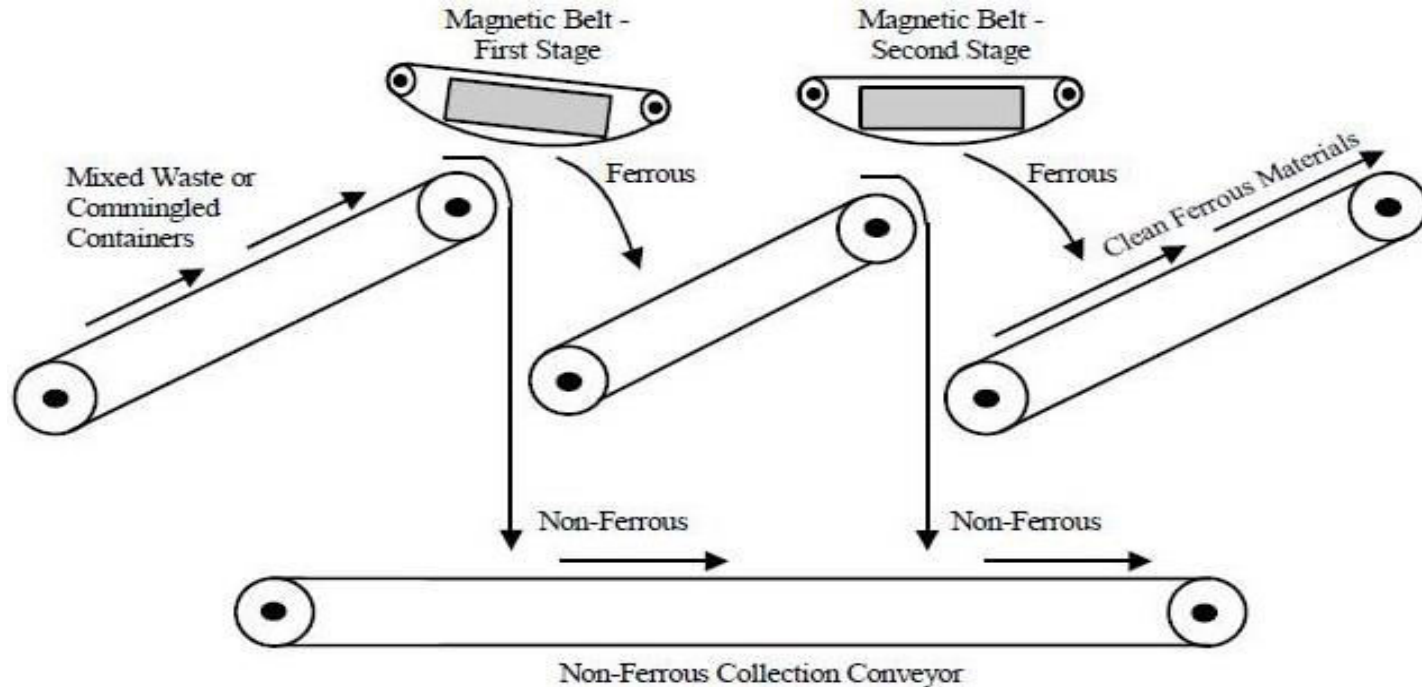
Ταχύτητα πτώσης υλικών



Μαγνητικοί διαχωριστές

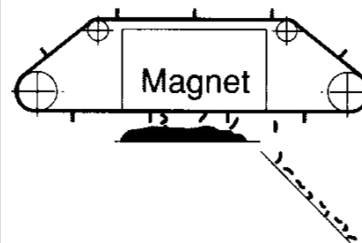
- Μαγνητικοί διαχωριστές (magnet separation): για την ανάκτηση σιδηρούχων μετάλλων από σύμμεικτα απόβλητα με χρήση μαγνητών:
 - Μετά από τεμαχισμό/μείωση μεγέθους (shredding) και πριν τους αεροδιαχωριστές (air classification)
 - Μετά από τεμαχισμό και αεροδιαχωριστές

Μαγνητικοί διαχωριστές

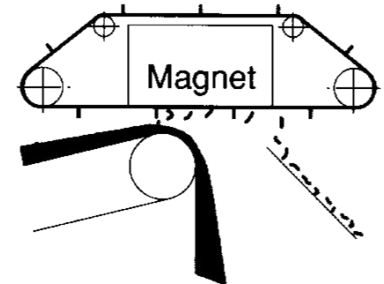


top-mounted magnetic separator

Überband-Magnetscheider



lateral discharge



longitudinal discharge at conveyor end

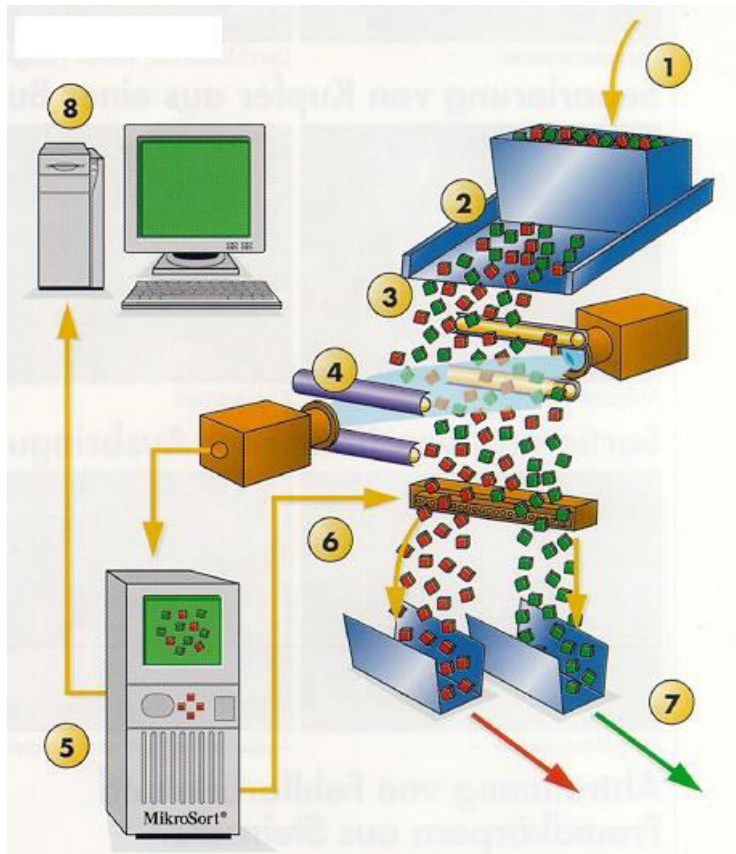


Οπτικοί διαχωριστές (NIR-Near Infrared Detection)



- Μερικά υλικά, όπως TetraPaks® και πολλά πλαστικά, μπορούν να ανιχνευθούν από το υπεριώδες φάσμα τους.
- Ο διαχωρισμός είναι παρόμοιος με τους αεροδιαχωριστές.

Οπτικοί διαχωριστές



- Οι οπτικοί διαχωριστές αναγνωρίζουν το χρώμα των σωματιδίων και στη συνέχεια τα κατευθύνουν σε ξεχωριστούς κάδους με εκπομπές συμπιεσμένου αέρα.

Συμπιεστές (ή δεματοποιητές)

- Συμπιεστές: αυξάνουν την πυκνότητα των αποβλήτων, ώστε η αποθήκευση και μεταφορά τους να γίνεται πιο αποτελεσματικά και με μικρότερο κόστος
- Παρέχουν συμπιεσμένο RDF
 - πρέσες (balers)
 - can crushers

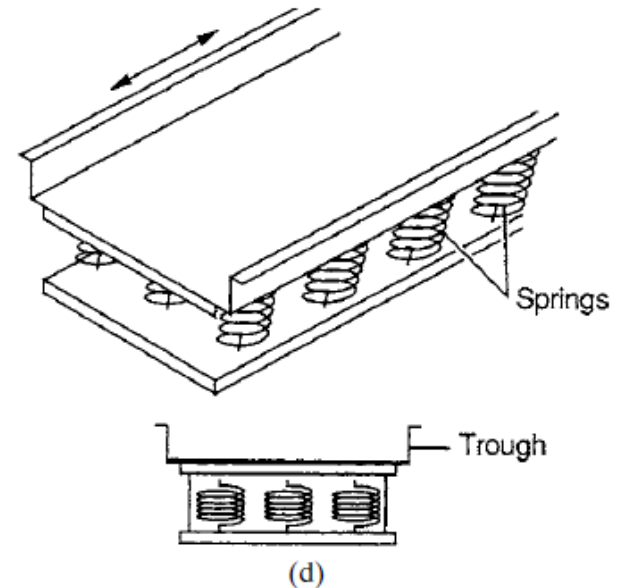
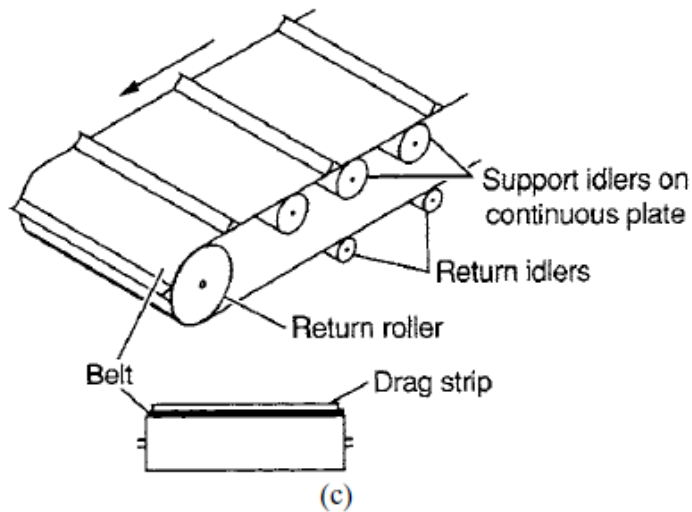
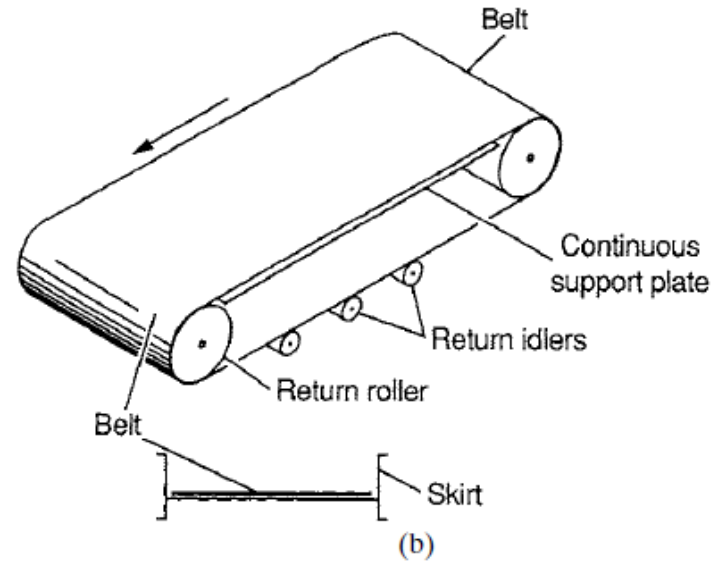
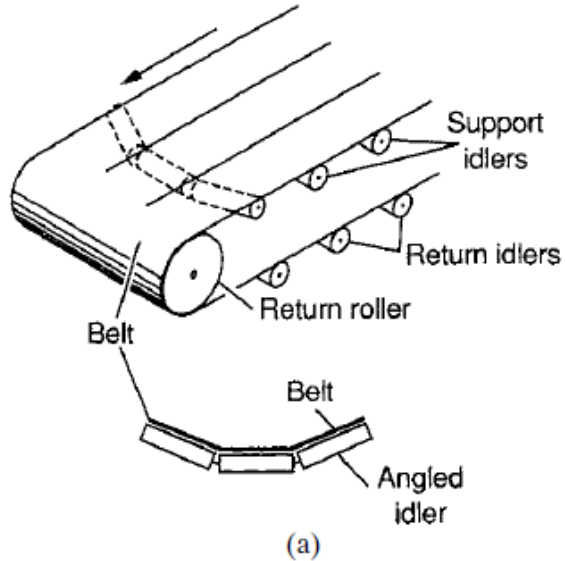
Συμπιεστές



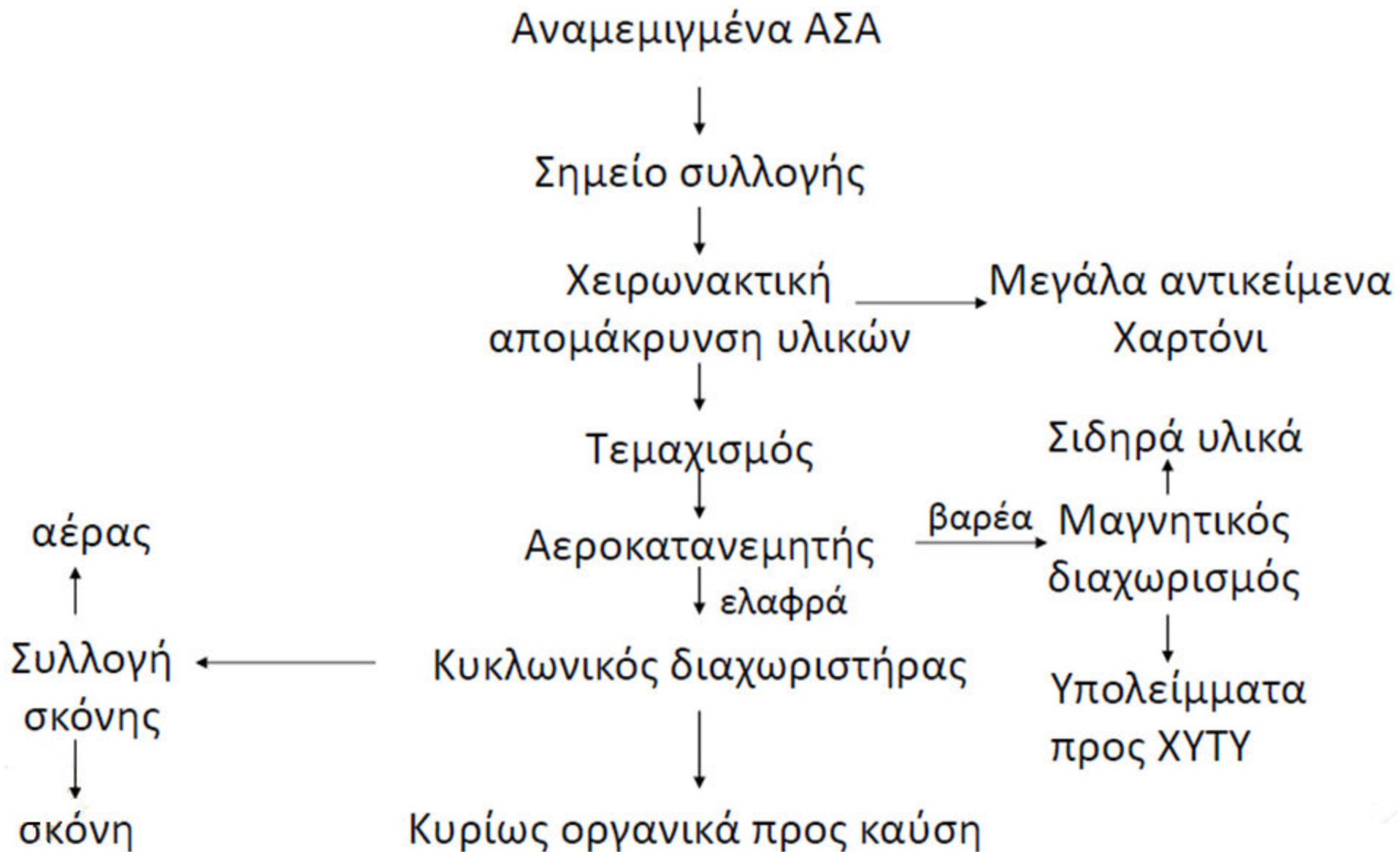
Μεταφορικές ταινίες

- Χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις για διαχείριση, μεταφορά και αποθήκευση αποβλήτων
- Επίσης, χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την χειροδιαλογή των αποβλήτων

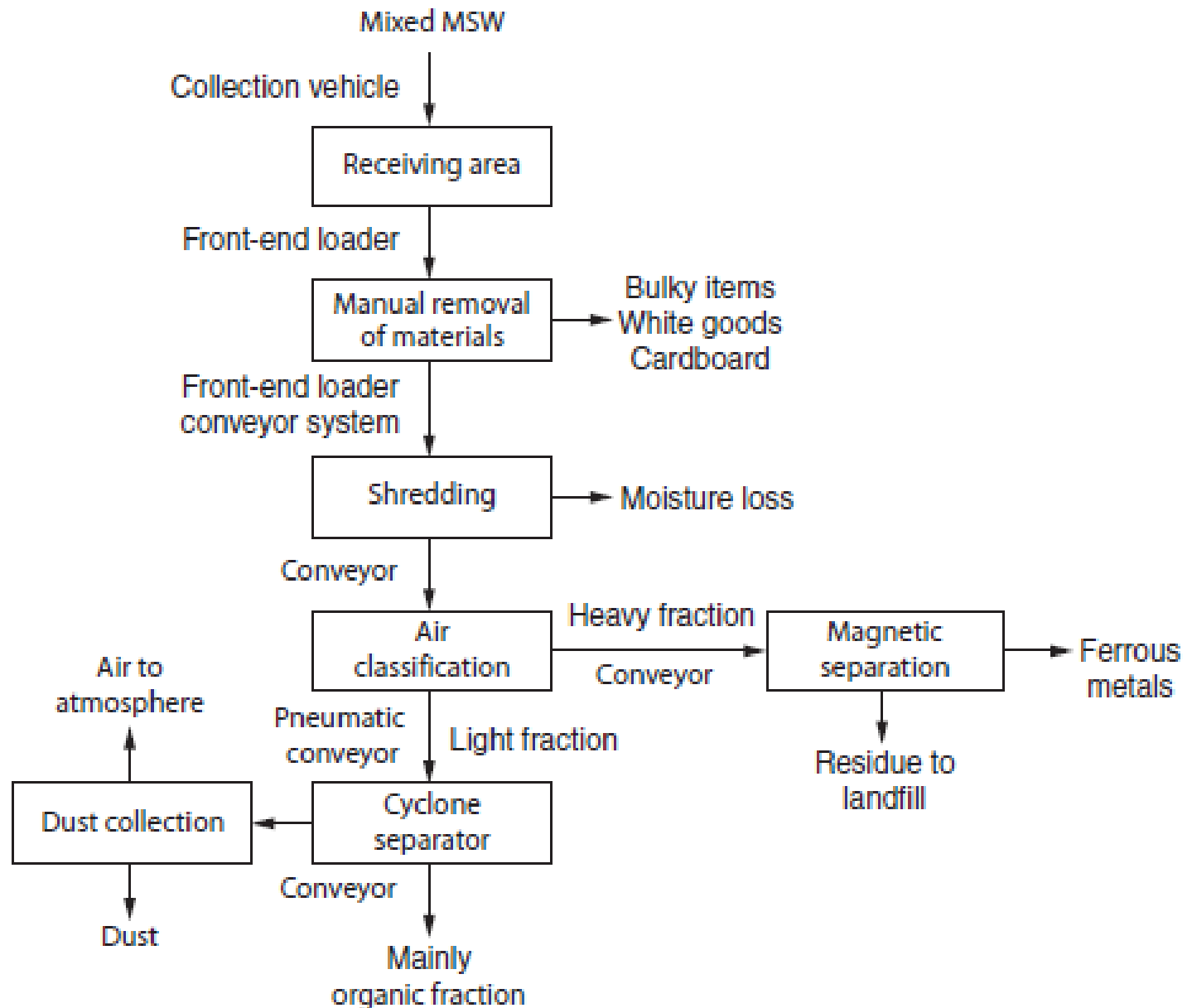
Μεταφορικές ταινίες



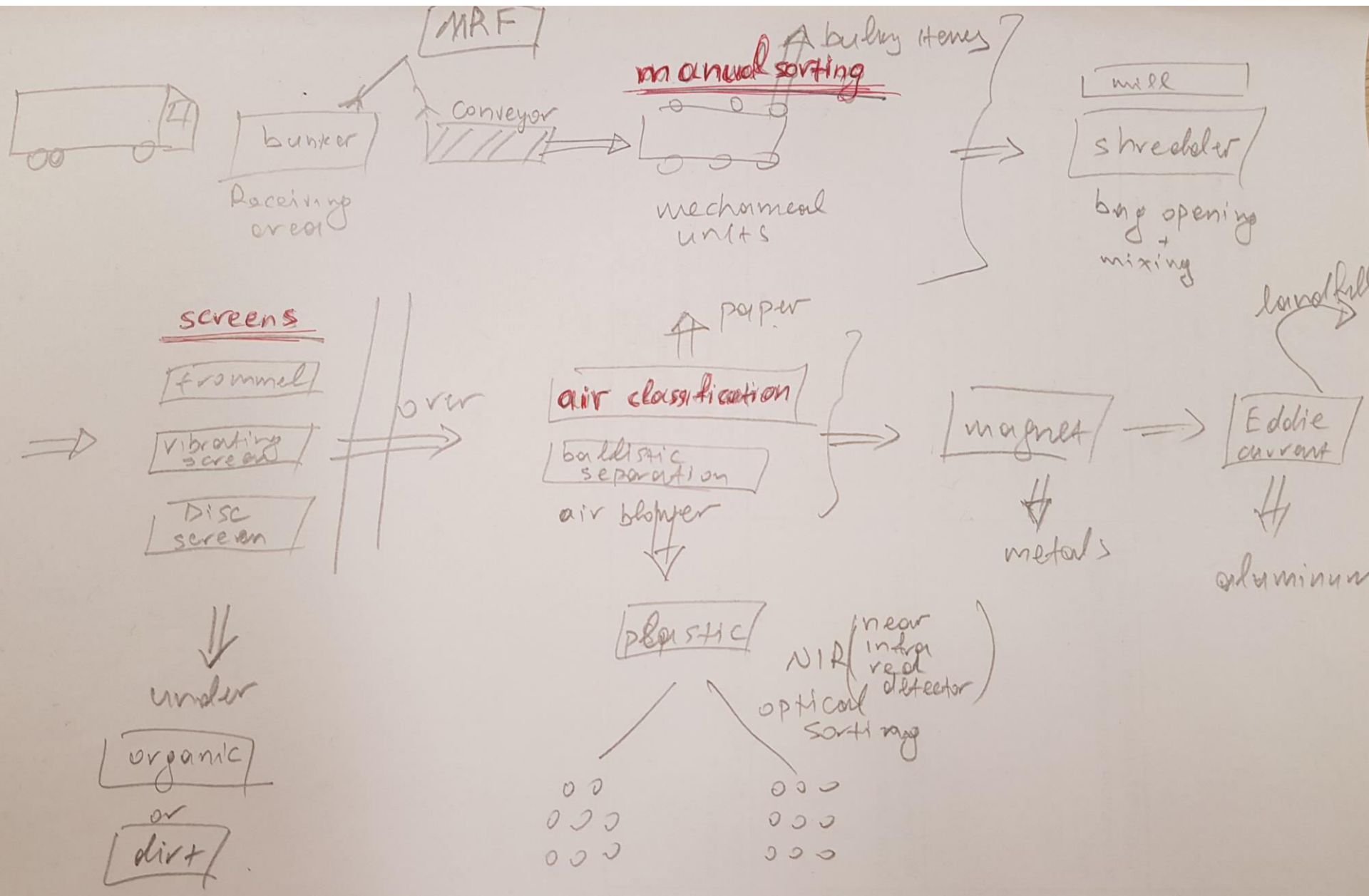
Μηχανική διαλογή ΑΣΑ



Μηχανική διαλογή ΑΣΑ



Μηχανική διαλογή ΑΣΑ



Ανακυκλώσιμα υλικά

Γυαλί

- Ο διαχωρισμός γίνεται με βάση το χρώμα
- 3 κατηγορίες γυαλιού



- Η διαλογή στη πηγή είναι ιδιαίτερως σημαντική.
- Ηλεκτρο-οπτικοί διαχωριστές μπορούν να διαχωρίσουν σπασμένα γυαλιά.

Μέθοδοι για χρήση γυαλιού

- **Επαναχρησιμοποίηση**

π.χ. μπουκάλια

- **Ανακυκλωση**

π.χ. ίνες υάλου

- **Downcycling**

π.χ. υαλοβάμβακας για μόνωση, πυρότουβλα



Glass bottles, jars, and containers end up at a Glass Recycling Plant



In Alberta, we recover 80% of our glass and turn it into Insulation. Approximately 450 jobs are created in this fibre glass insulation industry.



Glass is melted overnight at 2,400 degrees, then molten glass is poured into moulds, which presses the glass into the various shapes.



After the piece cools to 1000 degrees, torch work is done. Then the piece is put into insulated boxes where it anneals. This process lowers the temperature very slowly from 900 degrees to room temperature, so the glass does not crack.



Recycled Glass Countertops and tables are becoming popular everywhere.



Bio Glass Countertops are made from recycled glass.



Case study – Υλικό για κατασκευές

Phase 1: Pre-crush to 40mm



**Pre crush glass to 40mm
using only jaw crusher**

**Allows easy blending.
Product more
homogenous and gives
opportunity to hand pick
out rubbish.**

Phase 2: Blend/10mm Crush



**Blend crushed glass with
feedstock e.g. p-metal in a
50/50 ratio and crush down
to 10mm.**

Phase 3: Blend to 5%



**Back to normal production
cycle of M4 base course,
blend 10% of 10mm
crushed glass feedstock
into product during
manufacture giving final
product with
5% crushed glass.**



Μεταλλικές συσκευασίες

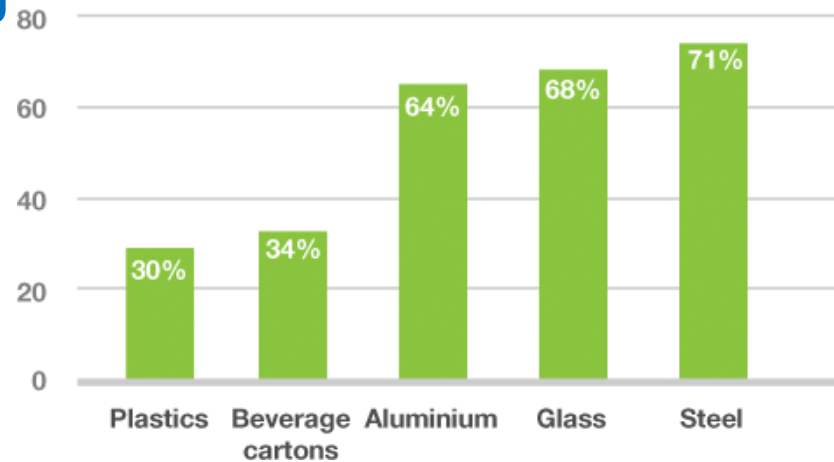
(σιδηρούχα μέταλλα)

- Εκατομμύρια σιδερένια κουτιά χρησιμοποιούνται για συσκευασίες τροφίμων στην Ελλάδα.
- Ο χάλυβας είναι 100% ανακυκλώσιμο υλικό.
- Μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς να χάσει την ποιότητά του.

Χάλυβας: Ο πρωταθλητής ανακύκλωσης

- Ο χάλυβας είναι το πιο ανακυκλώσιμο υλικό συσκευασίας στην Ευρώπη.
- Το 100% του ανακτόμενου χάλυβα χρησιμοποιείται για παραγωγή νέου χάλυβα.
- Οι εταιρίες ανακύκλωσης χάλυβα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές και κερδοφόρες.
- Στόχος η επίτευξη 80% ανακύκλωση χάλυβα από μεταλλικές συσκευασίες μέχρι το 2020.

Recycling rates for packaging materials in Europe (2010)



Ανάκτηση χάλυβα

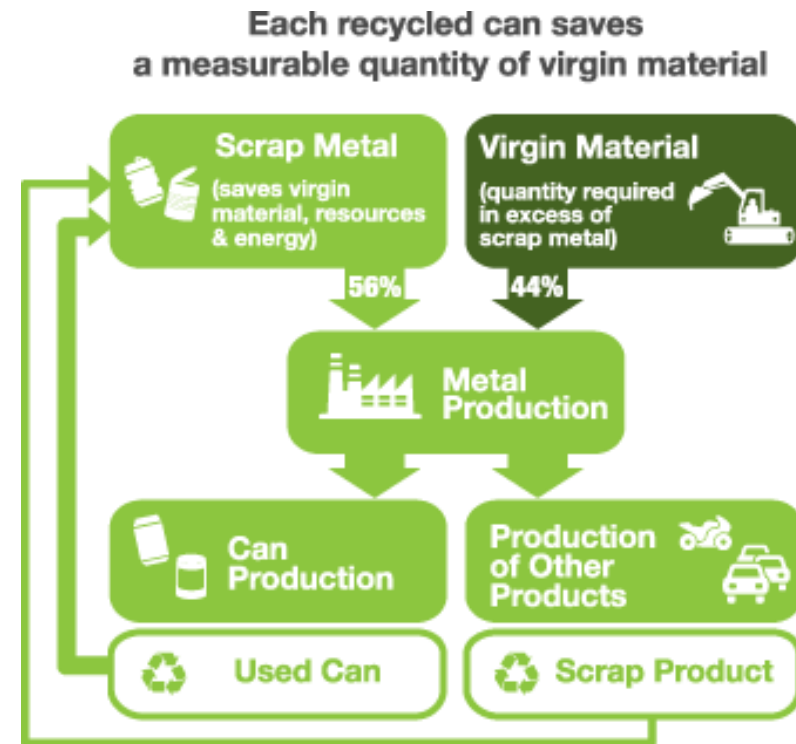
- Ο χάλυβας έχει μαγνητικές ιδιότητες, και μπορεί εύκολα να ανακτηθεί/διαχωριστεί από τα απόβλητα.
- Η ευκολία στην ανάκτηση κάνει την ανακύκλωση πιο οικονομική (cost effective).
- Αυξημένη ανάκτηση σημαίνει λιγότερος χάλυβας (απόβλητο) διατίθεται σε ΧΥΤΑ.
- Ακόμα και αν οι μεταλλικές συσκευασίες αποτεφρωθούν, ο χάλυβας μπορεί να ανακτηθεί από τη τέφρα βάσης.



Ανακύκλωση χάλυβα

(closed recycling loop, open product loop)

- Με το λιώσιμο, ο χάλυβας μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε διάφορα προϊόντα (open product loop properties).
- Ο χάλυβας ανακυκλώνεται σε καινούργιο χάλυβα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτοκίνητα, κατασκευές, συσκευασίες, κλπ.
- Οι χαλυβουργίες χρειάζονται μέταλλα (scrap metal), οπότε στην πραγματικότητα είναι μονάδες ανακύκλωσης.

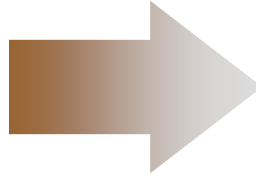


Ανακύκλωση χαρτιού

- Εφημερίδες
- Περιοδικά
- Χαρτόνι
- Χαρτί εκτύπωσης
- Φάκελοι
- Χαρτί από κατασκευές
- Συσκευασίες
- κ.α.



Ανακύκλωση χαρτιού



Το ανακτώμενο χαρτί από απόβλητα είναι πολύτιμη πηγή για την χαρτοβιομηχανία

Ανακύκλωση χαρτιού

Συλλογή ανακυκλώσιμου χαρτιού



Διαχωρισμός και καθαρισμός



Τεμαχισμός



Πλύση με νερό



πολτός

Φιλτράρισμα



ίνες

Απομελάνωση



Λεύκανση



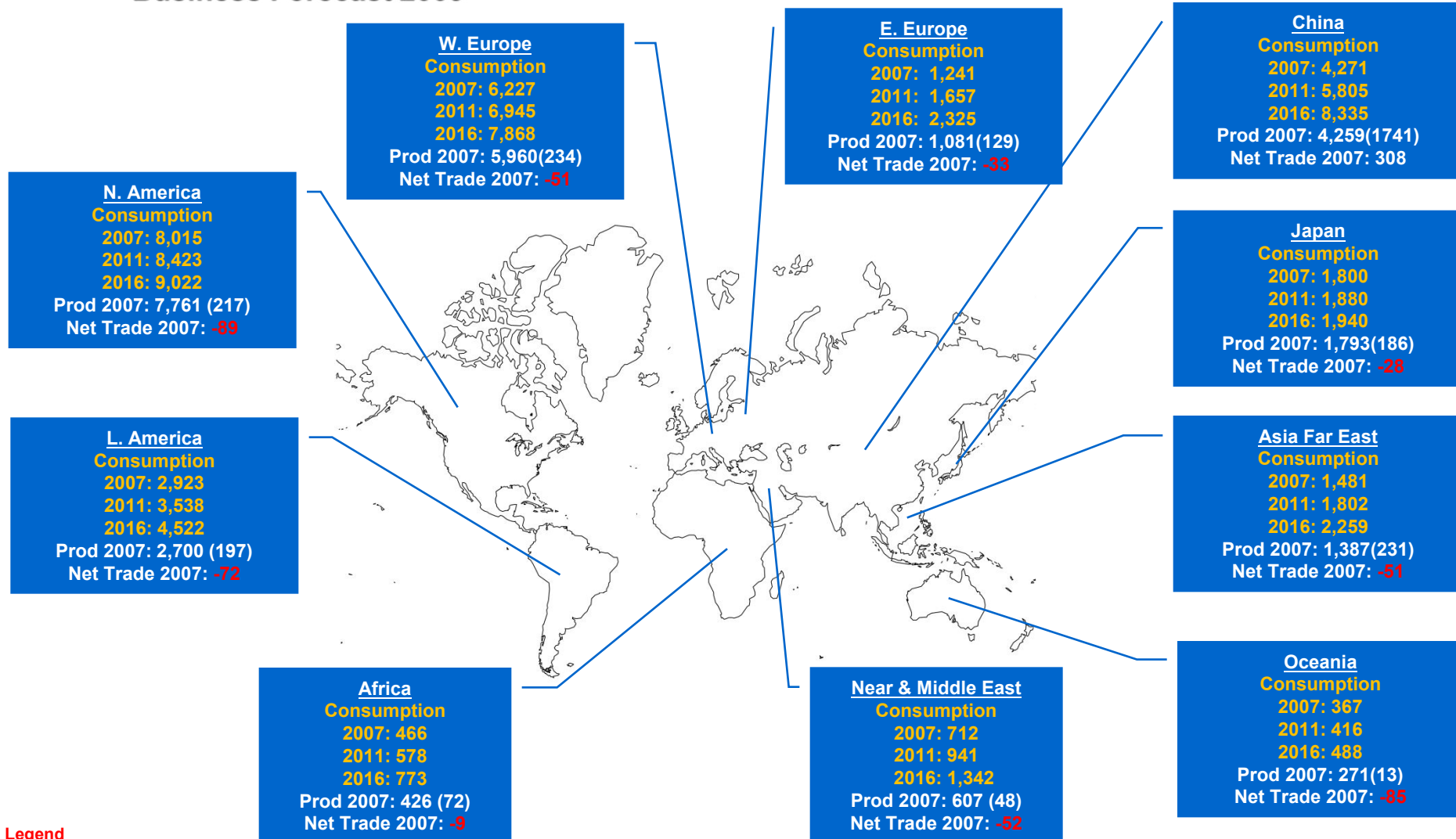
Πολτός (καθαρός)



Πρέσσα (φύλλα χαρτιού)

Βιομηχανία χαρτιού

Global Demand-Supply & Forecast
Source: RISI Outlook for World Tissue
Business Forecast 2009



Legend

- Consumption & Capacities in MT '000
- Net Trade in MT'000 (+ve Exports, -ve Imports)

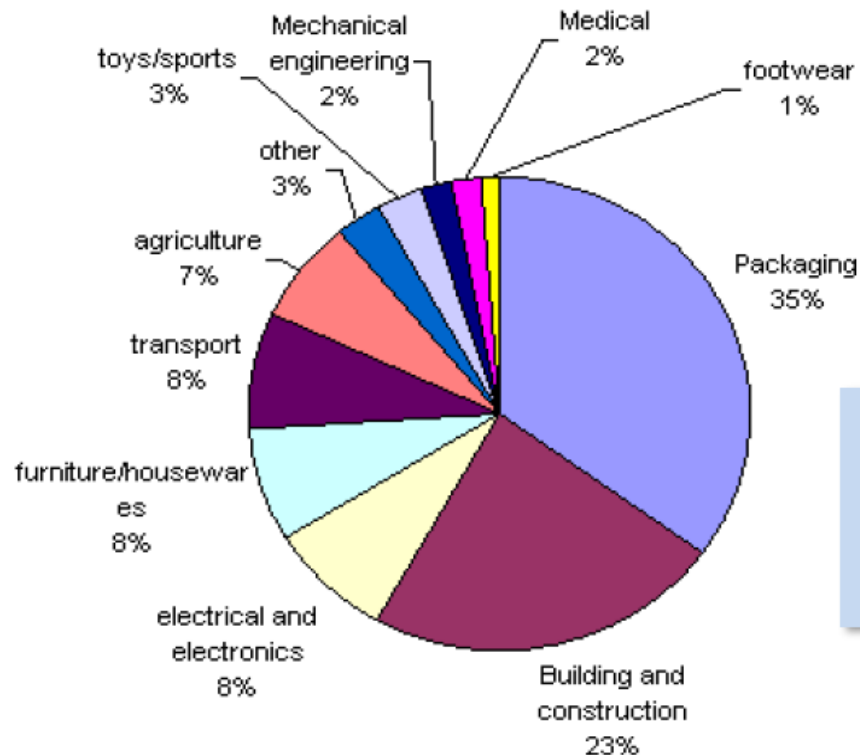
Ανακύκλωση πλαστικού





Use of Plastic

The world's **annual consumption** of plastic materials has increased from around 5 million tonnes in the 1950s to **>100 million tonnes** today



One tonne of plastics is equivalent to **20,000** two litre drinks bottles or **120,000** carrier bags

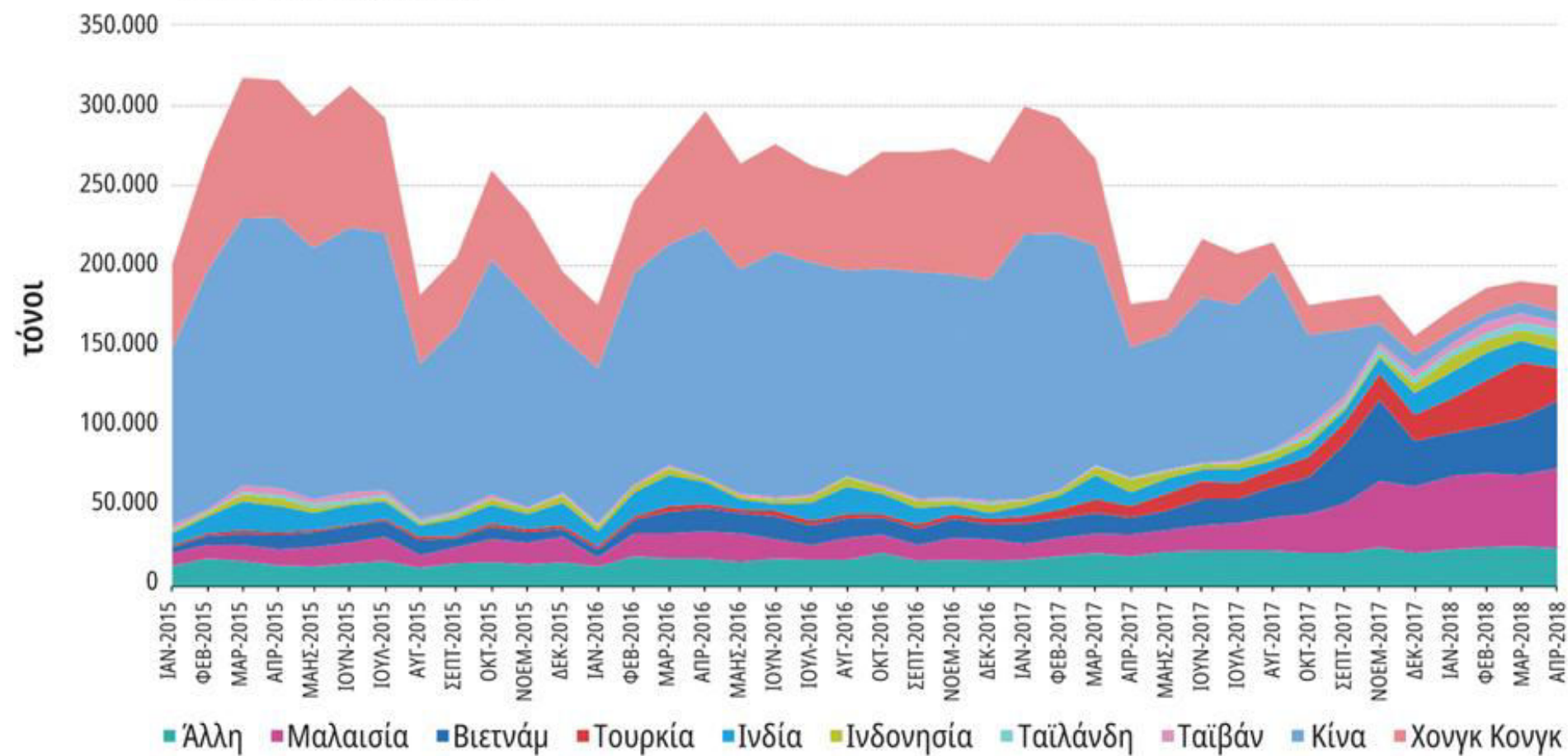
<http://dl.dropbox.com/u/21130258/resources/information sheets/plastics.htm>

Plastics consumption is growing about **4%** every year in Europe

Ανακύκλωση πλαστικών συσκευασίας

- Στην Ευρώπη, το ποσοστό ανακύκλωσης των πλαστικών συσκευασίας (wasted packaging plastic) είναι περίπου 40%.
- Παράγονται 31 kg πλαστικής απορριμματικής συσκευασίας ανά άτομο και έτος (που αποτελεί το 60% του συνόλου των πλαστικών απορριμμάτων) στην Ευρώπη.
- Από το σύνολο όλων των πλαστικών απορριμμάτων (όχι μόνο από συσκευασία) στην ΕΕ-27:
 - **30%** ανακύκλωση
 - **39%** καύση
 - **31%** ΧΥΤΑ

Εξαγωγές απορριμμάτων πλαστικών προς ανακύκλωση προς άλλες χώρες εκτός ΕΕ, 2015 έως Μάρτιο 2018



Αποδόμηση πλαστικού

Approximated Time for Compounds to Biodegrade

Product	Time to Biodegrade
Vegetables	5 days- 1 month
Paper	2-5 months
Cotton Tshirts	6 months
Orange Peels	6 months
Trees Leaves	1 year
Wool Socks	1-5 years
Leather Shoes	24-40 years
Nylon Fabric	30-40 years
Tin Cans	50-100 years
Aluminum Cans	80-100 years
Glass Bottles	1 million years
Styrofoam Cups	500 years- forever
Plastic Bags	500 years- forever

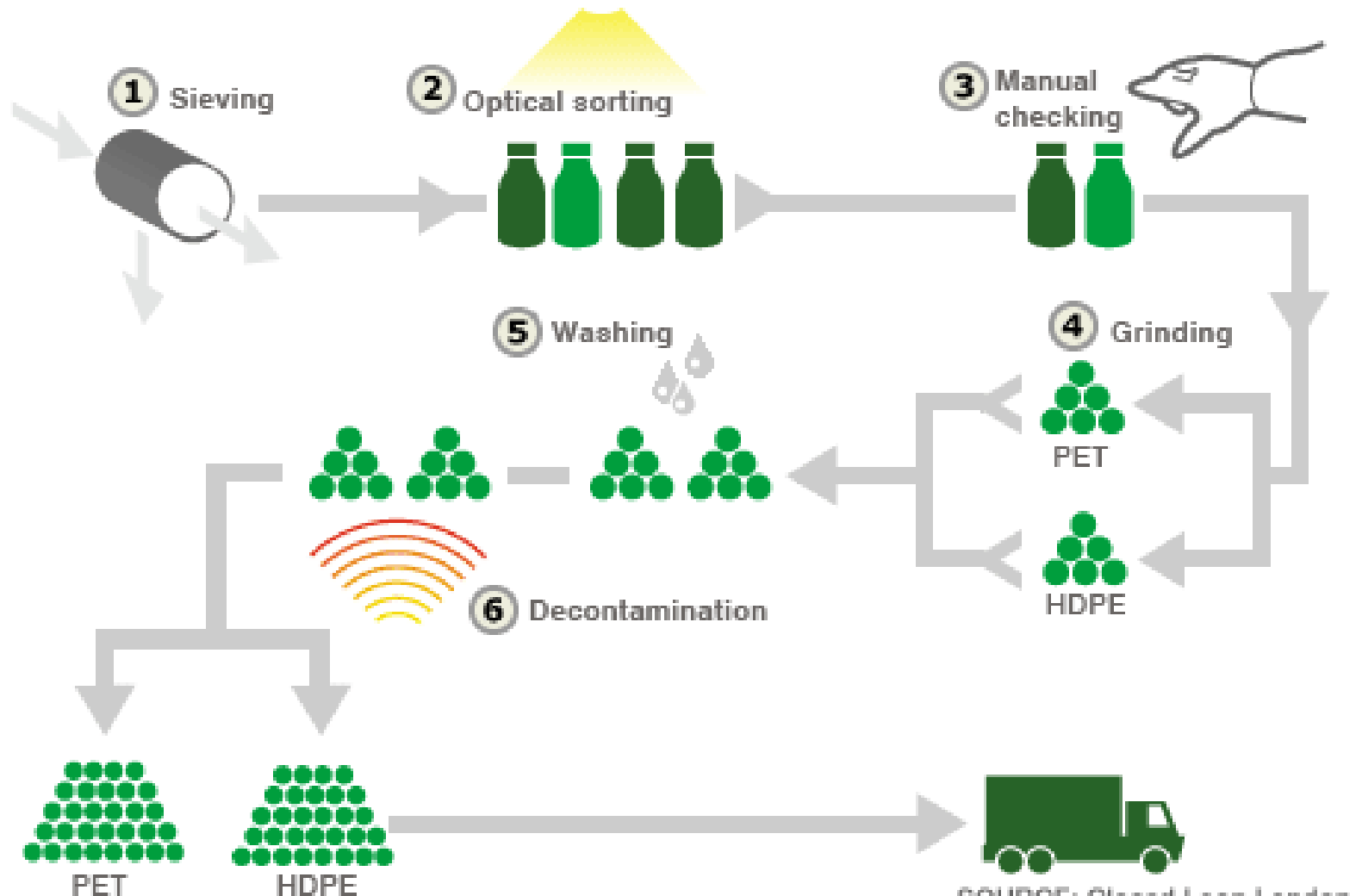
Recyclates: complement to primary plastics



**Goods
for industrial und
consumer use**



Διαχωρισμός πλαστικών



SOURCE: Closed Loop London

Ανακύκλωση πλαστικών

- ✓ **Αποπολυμερισμός:** Εφαρμόζεται σε διαχωρισμένα πλαστικά ανά είδος (μονοπλαστικά, π.χ. PET) τα οποία μετατρέπονται σε μονομερή, τα οποία στη συνέχεια επαναπολυμερίζονται για τη δημιουργία νέων προϊόντων.
- ✓ **Σολβόλυση (διάλυση):** Με τη χρήση διαλυτών διασπώνται ορισμένα πλαστικά (π.χ. διογκωμένο πολυστυρένιο-EPS) προς μονομερή.
- ✓ **Πυρόλυση:** Μετατρέπει μικτά πλαστικά σε κλάσματα πετρελαίου (μετά από εξευγενισμό μπορούν να δημιουργηθούν νέα πολυμερή).
- ✓ **Αεριοποίηση:** Εφαρμόζεται σε μικτά πλαστικά, τα οποία μετατρέπονται σε καύσιμο αέριο (syngas) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή μεγαλύτερων δομικών στοιχείων για δημιουργία νέων πολυμερών.

Μικροπλαστικά

- Πλαστικά μεγέθους $< 5 \text{ mm}$, που μπορούν να φτάσουν και μέχρι μερικά nm (οπότε ορίζονται ως νανοπλαστικά με μεγέθη $1\text{-}100 \text{ nm}$).
- **Πρωτογενή ΜΠ:** Πρώτη ύλη για τη βιομηχανία παραγωγής μακροπλαστικών. Λόγω διαρροών (π.χ. κατά τη μεταφορά) μπορούν να διαρρεύσουν στο περιβάλλον.
- **Δευτερογενή ΜΠ:** Προέρχονται από θρυμματισμό μακροπλαστικών (π.χ. απορριμματικά πλαστικά συσκευασιών, πλαστικά θερμοκηπίων) λόγω φυσικής φθοράς τους από τον ήλιο, άνεμο, κλπ. (weathering).

Ανακύκλωση οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους

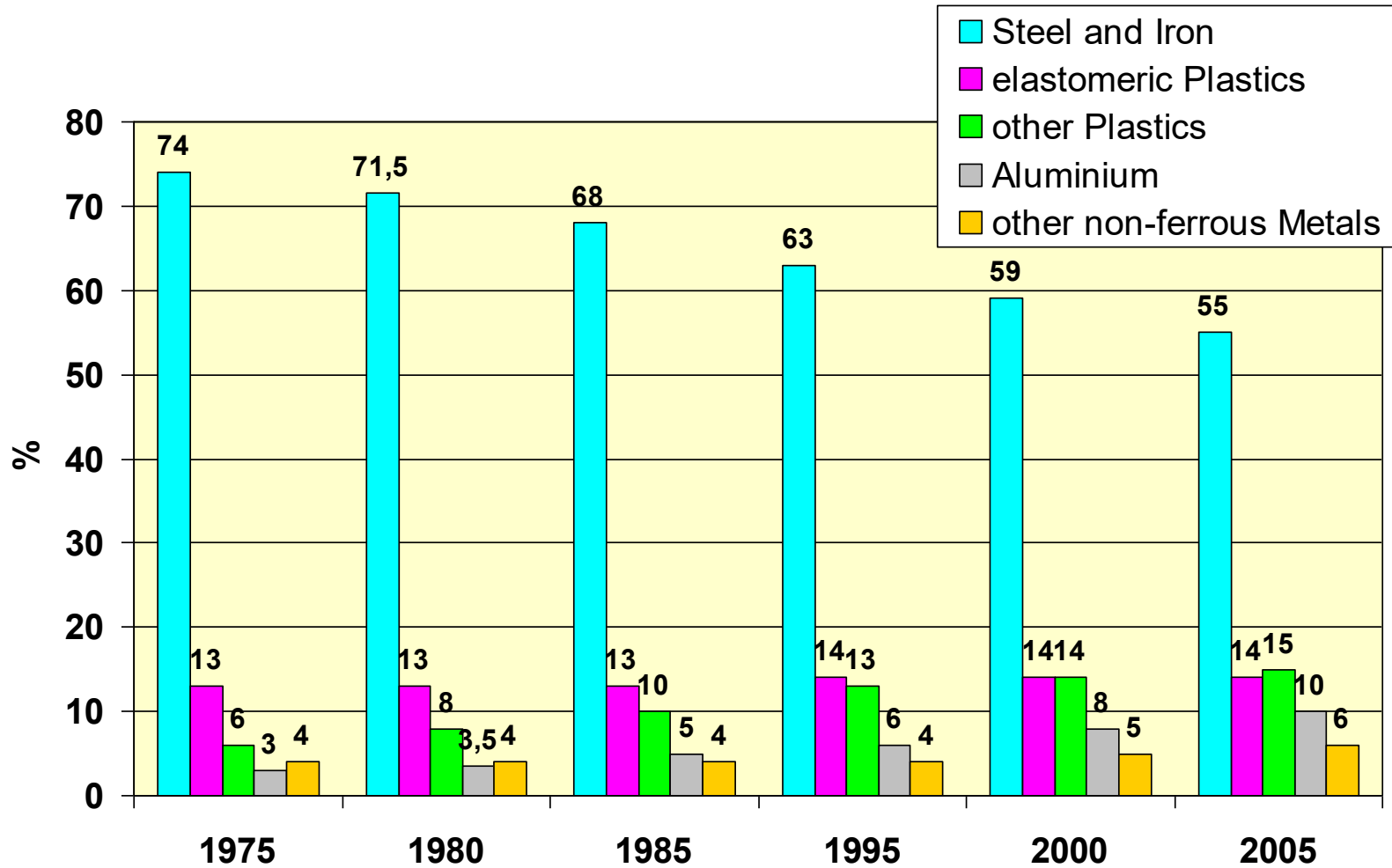
(Recycling of end-of-life vehicles)



Οδηγία της ΕΕ για οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους

- Εφαρμόστηκε το 2000 (Οκτ)
- Μπήκε σε εθνική νομοθεσία εντός 18 μηνών
- Απαγόρευση συγκεκριμένων ουσιών στα καινούργια οχήματα (Pb, Cr, Cd, Cr^{VI}, με κάποιες εξαιρέσεις)

Σύσταση οχημάτων



Ανακύκλωση οχημάτων

Ανακύκλωση σε δυο-σταδια:

- Πρώτο στάδιο: αποσυναρμολόγηση οχήματος
 - Απομάκρυνση υγρών και επικινδύνων ουσιών, ανάκτηση ανταλλακτικών
- Δεύτερο σταδιο: τεμαχισμός
 - ⇒ Το κύριο μέρος του οχήματος αποτελείται απο χάλυβα (περίπου 68%), το οποίο ανακυκλώνεται σε χαλυβουργία
 - ⇒ Η ανακύκλωση μη-σιδηρούχων τμημάτων είναι εξίσου σημαντική.

Ανακύκλωση οχημάτων



① END-OF LIFE VEHICLE



② ADVANCE DISMANTLING

Improving the ease of removing batteries, extracting oils and other liquids and treating air bags



③ REUSED PARTS DISMANTLING

Improving the ease of dismantling components to make them reusable



④ RECYCLED PARTS DISMANTLING

Developing technologies to recycle not only metal but glass and plastic parts as well



⑤ SHREDDING-AUTOMOBILE SHREDDER RESIDUE (ASR*) RECYCLING

Reducing ASR through optimal design of parts and recycling methods



⑥ FINAL PROCESSING (LANDFILLS)

Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές (WEEE: waste from electrical and electronic equipment)



Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές

- Οικιακές συσκευές
- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
- Ηλεκτρονικά για ψυχαγωγία
- Λάμπες
- Εργαστηριακός εξοπλισμός
- Τηλεοράσεις και άλλα ψηφιακά μέσα

Σκραπ ηλεκτρονικά

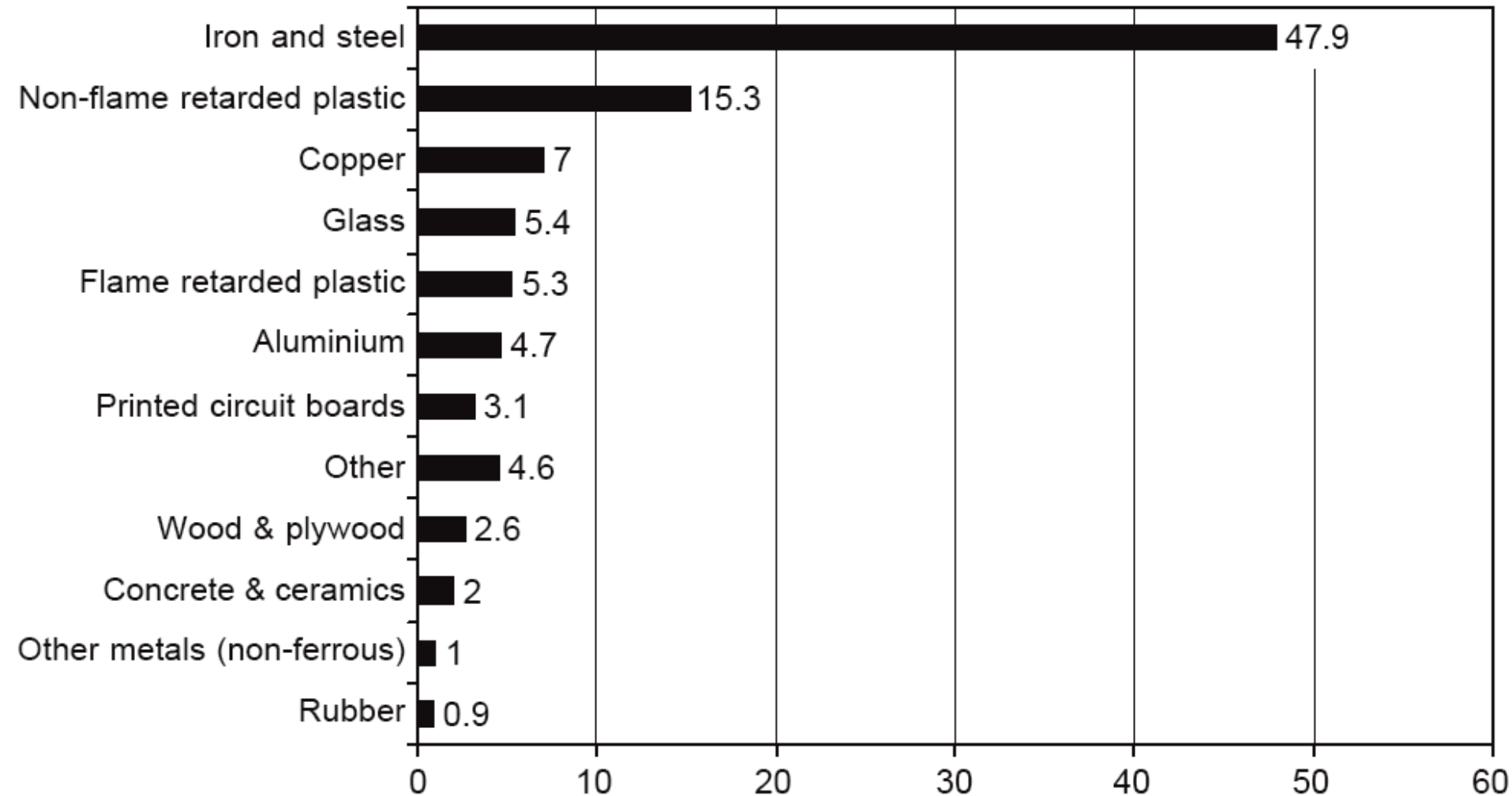
Κέντρα και βιομηχανίες συλλέγουν σκραπ ηλεκτρονικά για ανακύκλωση.

Κυριότερα προβλήματα:

- Ετερογενής σύσταση
- Πλήθος ρυπαντών, όπως CFCs, heavy metals, PCBs

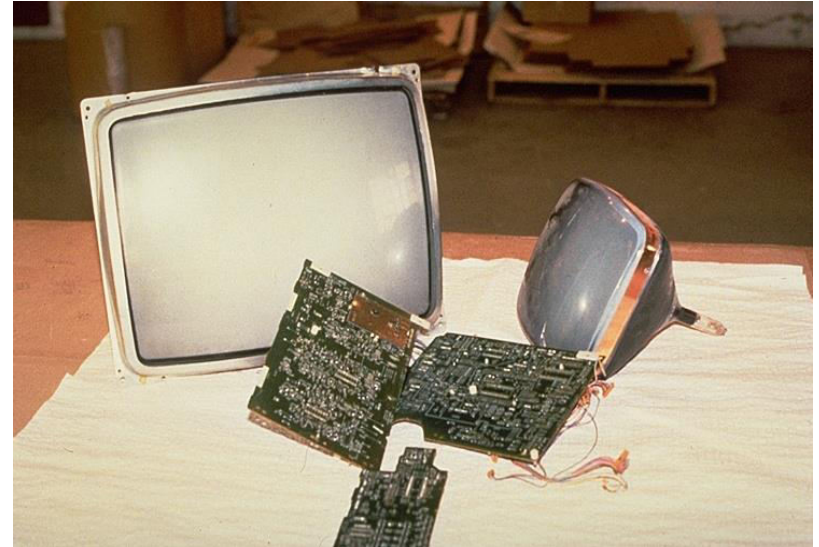
Σύσταση υλικών

Composition [weight %]



Περιβαλλοντικά ζητήματα

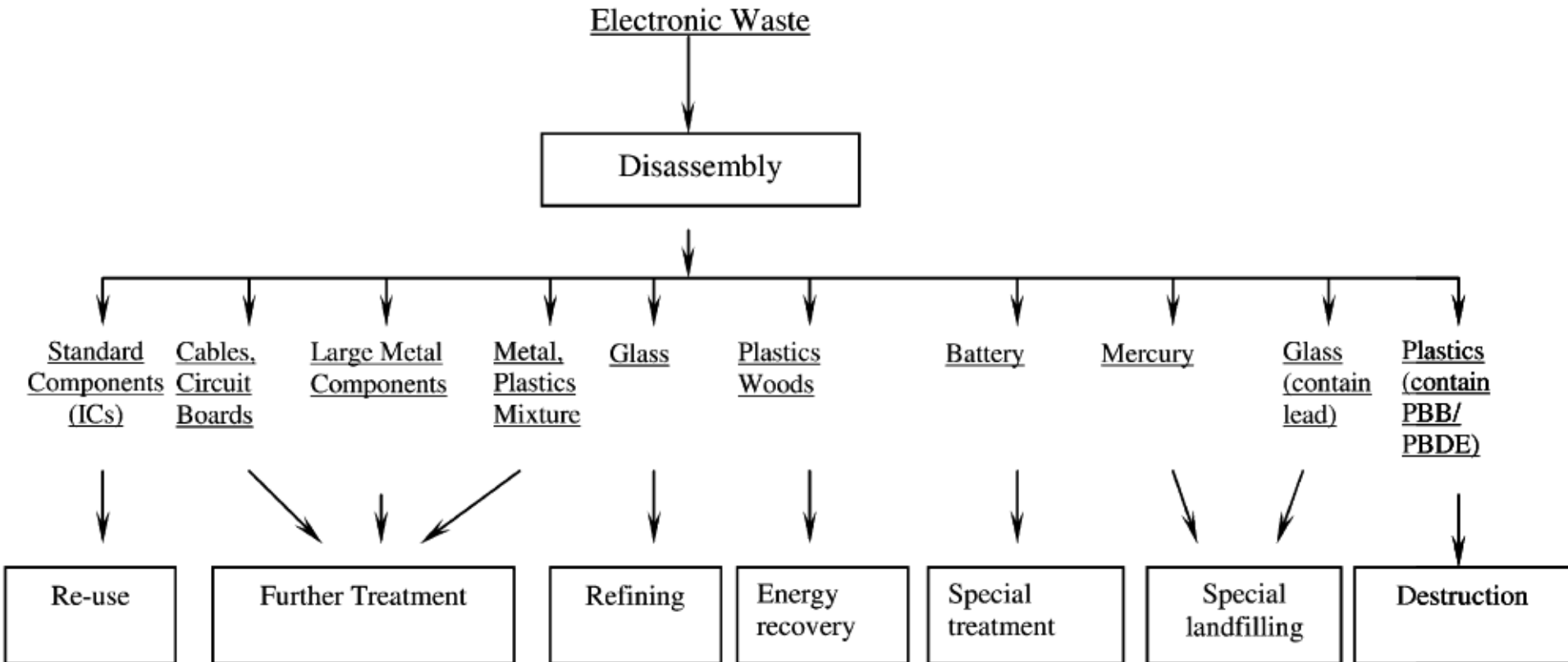
- Κύριοι ρυπαντές:
 - Μόλυβδος σε καθοδικούς σωλήνες (λυχνίες) και ηλεκτρονικά κυκλώματα
 - Κάδμιο σε διακόπτες
 - Βρωμιούχοι επιβραδυντές φλόγας
- Ανορθόδοξος τρόπος διαχείρισης επικινδύνων ουσιών.



Ζητήματα στην ανακύκλωση WEEE

- **Μεγάλοι όγκοι** – υψηλή ζήτηση και ταχεία παλαίωση των συσκευών
- **Πολυπλοκότητα** (απαιτούνται εξειδικευμένα συστήματα)
- **Οικονομική ανταμοιβή**
- **Έλλειψη νομοθεσίας**

Ανακύκλωση WEEE



Ροές ηλεκτρονικών αποβλήτων





Πηγές αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων (C&D waste)

- Κατεδαφίσεις, κατασκευές και ανακατασκευές κτηρίων
 - Τούβλα, σκυρόδεμα, κονίαμα, κλπ.
- Υπολείμματα από την επεξεργασία υλικών κατασκευής
 - Ξύλα, πλαστικά, μέταλλα, κλπ.
- Υπολείμματα από τις εκσκαφές
 - Χώμα, άμμος, χαλίκια, κλπ
- Κατασκευές δρόμων
 - Ασφαλτος, χώματα, χαλίκια, κλπ

Παραδείγματα

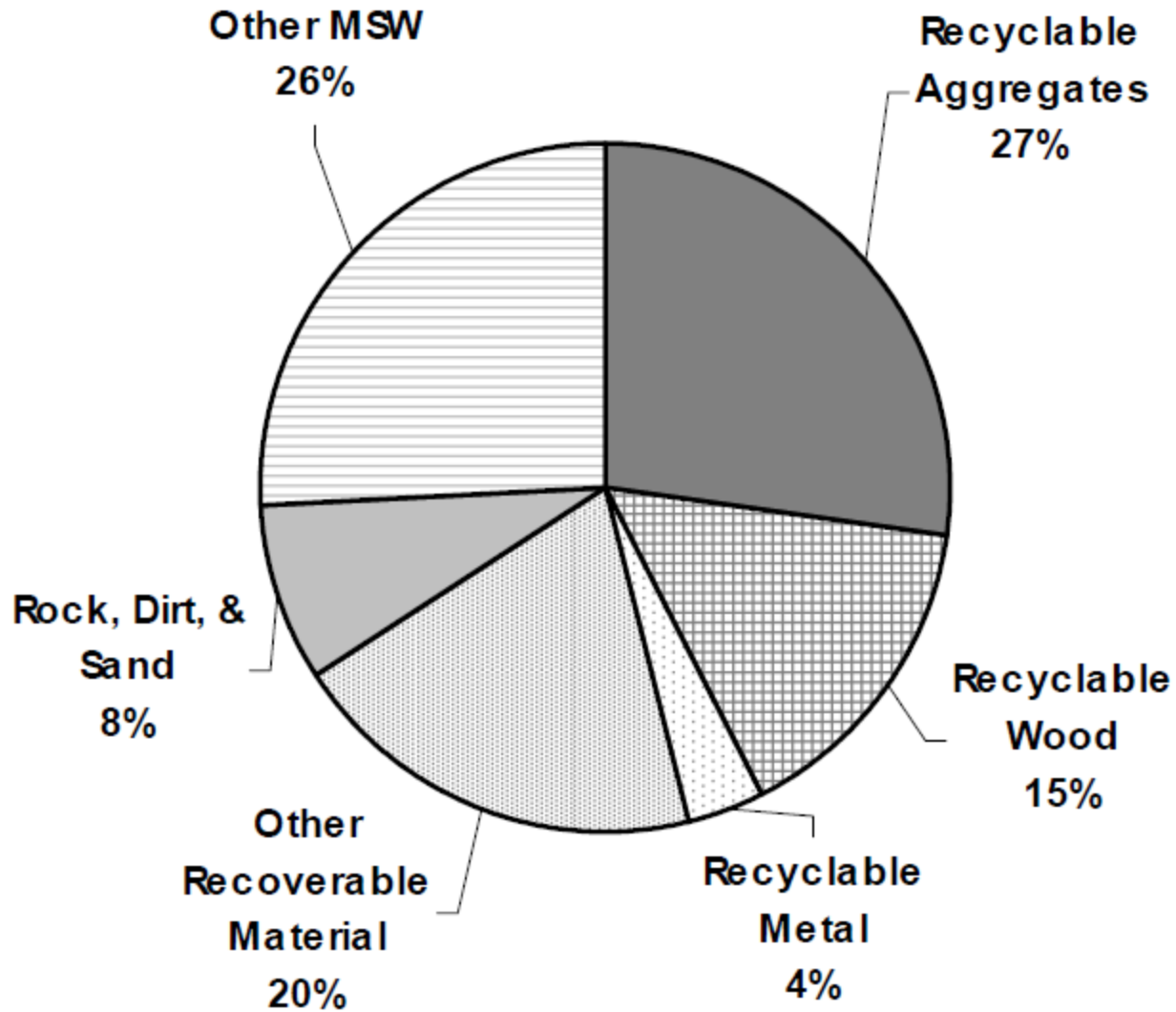


Κομμάτια σκυροδέματος



Τούβλα και άλλα δομικά υλικά

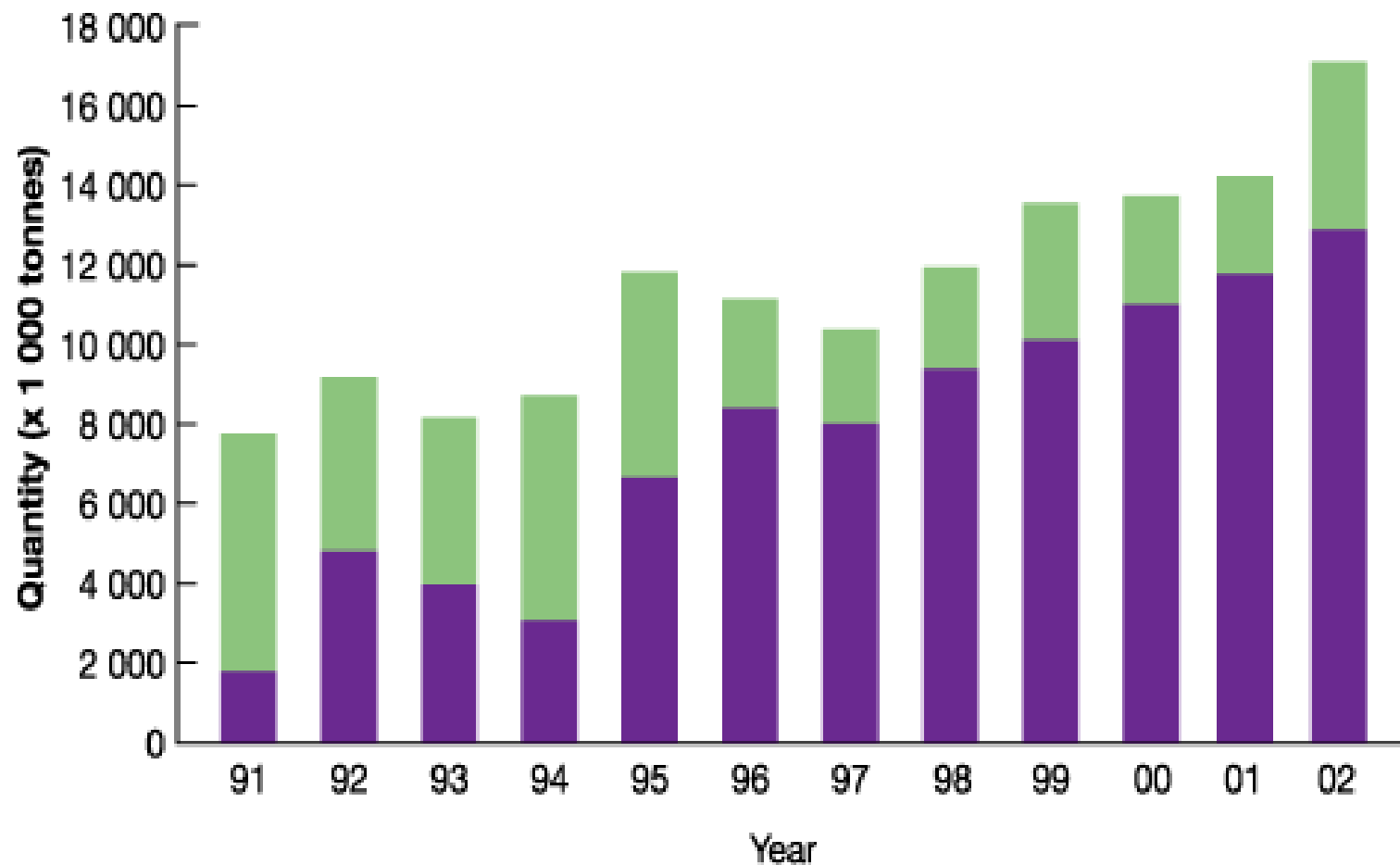
Σύσταση των C&D



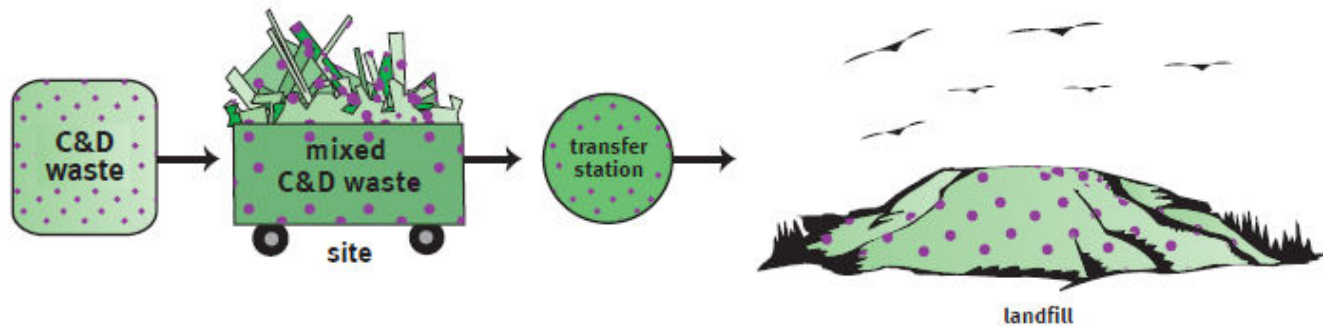
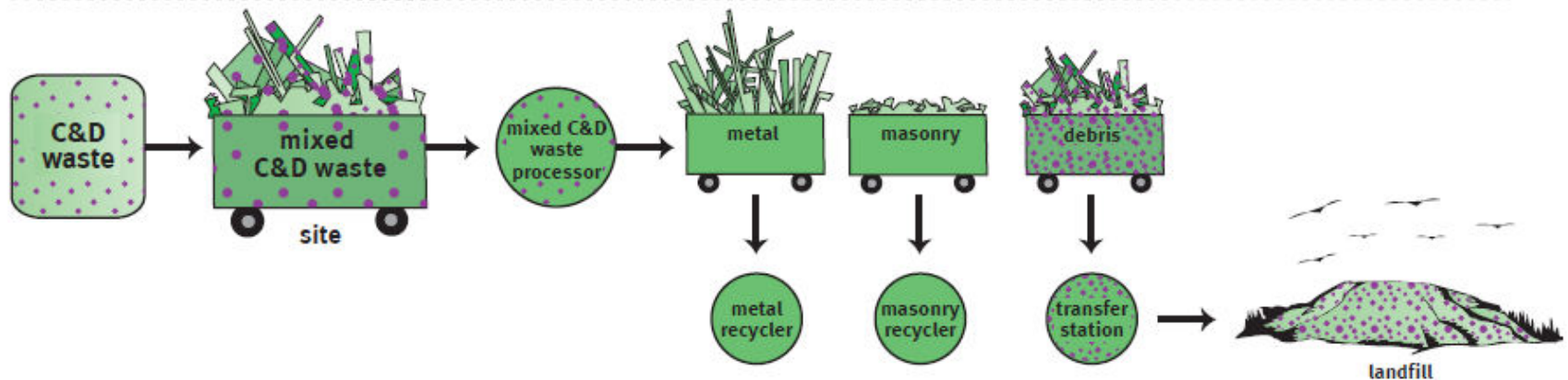
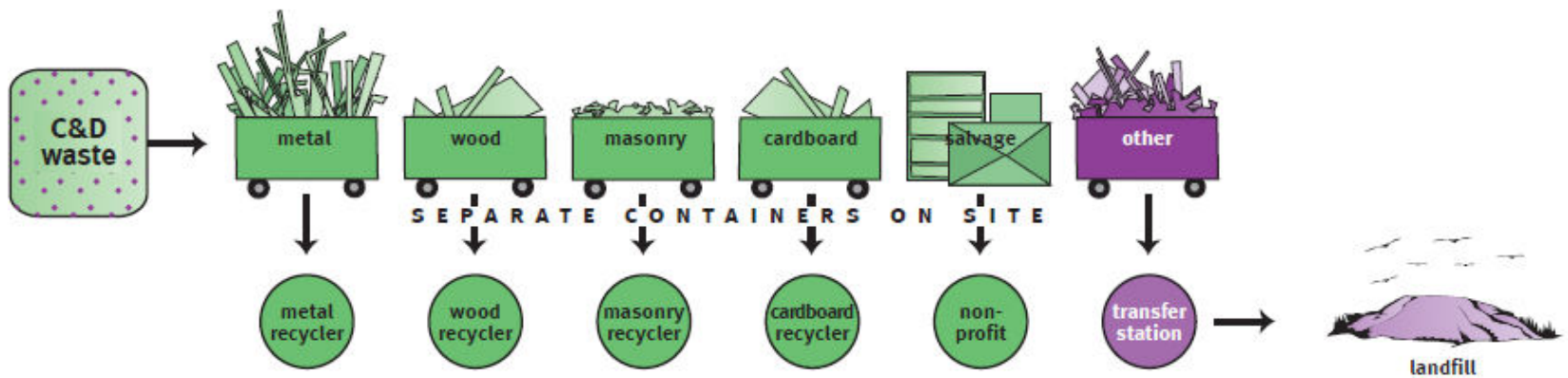
Το παράδειγμα του Hong Kong

Public fill reused for land reclamation (public filling area)

C & D waste disposed of at landfills



Διαχείριση C&D

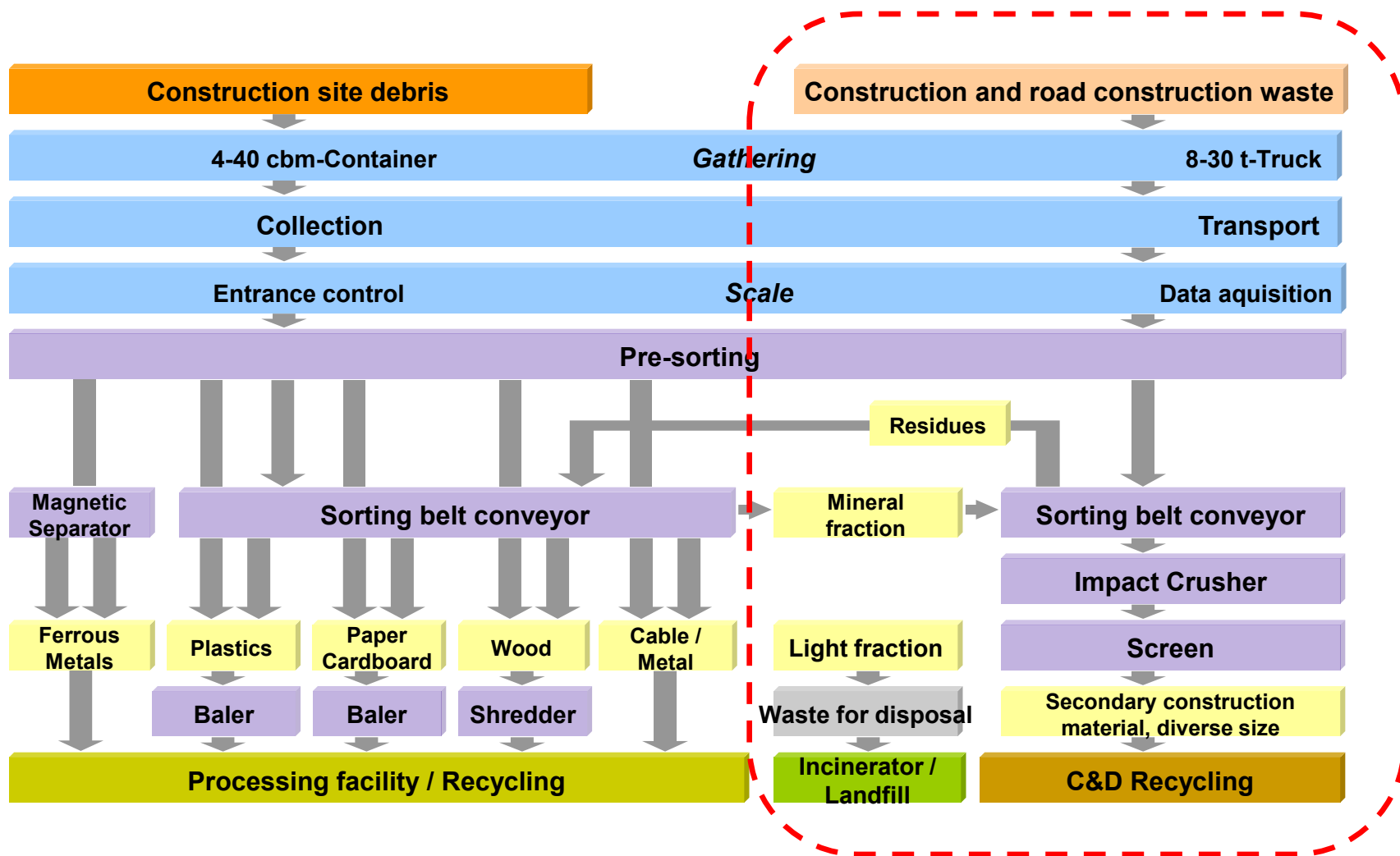


Ανακύκλωση C&D



Διαχωρισμός με
βάση το μέγεθος

Διάγραμμα ροής για διαχωρισμό και ανακύκλωση C&D



Εφαρμογές των ανακυκλώσιμων υλικών

Απόβλητα κατασκευών

- Κατασκευές δρόμων και μονοπατιών
- Προσθετικό στο σκυρόδεμα μετά από επεξεργασία

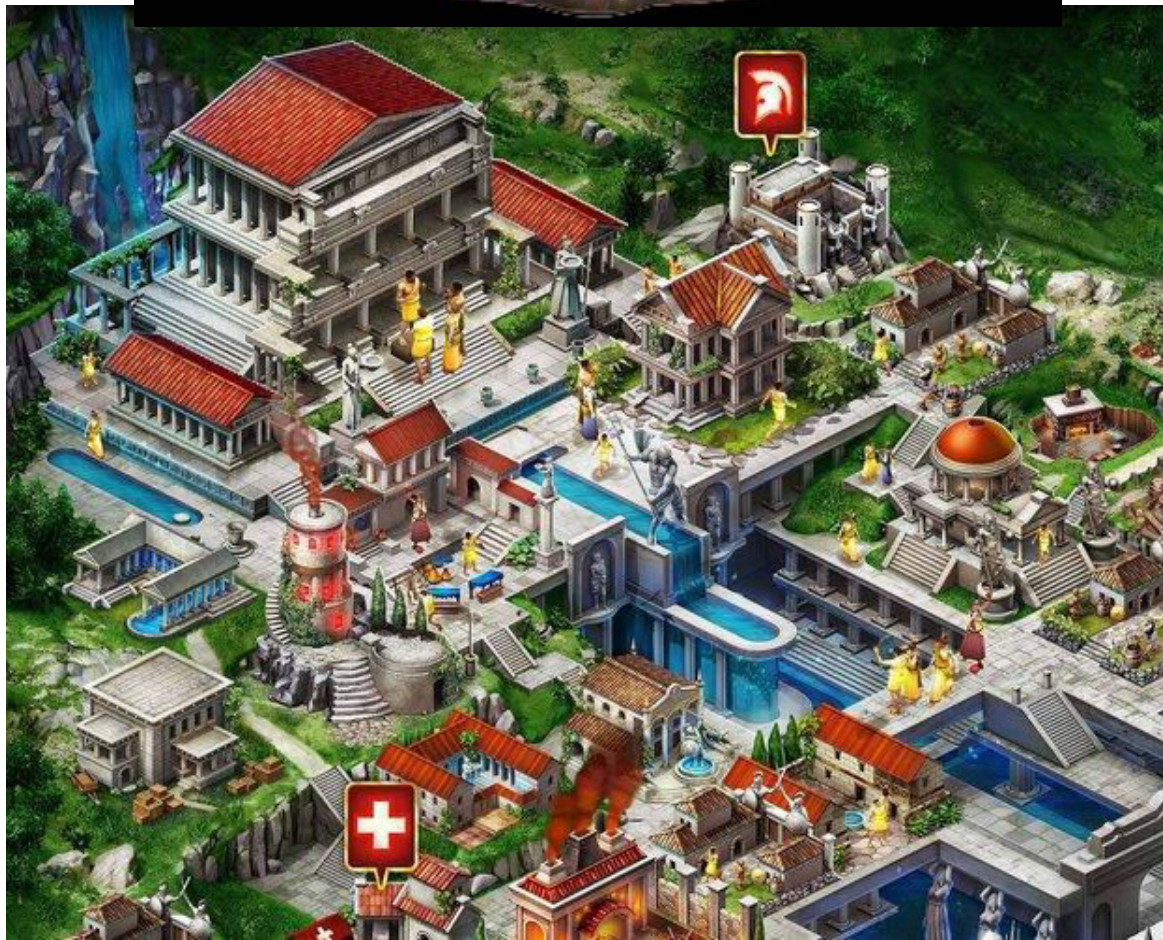
Απόβλητα από κατασκευές δρόμων

- Απευθείας χρήση ή χρήση μετά από προεργασία



GAME OF WAR

FIRE AGE



Questions & Answers

