



Μέθοδοι Εμπλουτισμού στην Ανάκτηση Χρήσιμων Υλικών από ΑΣΑ

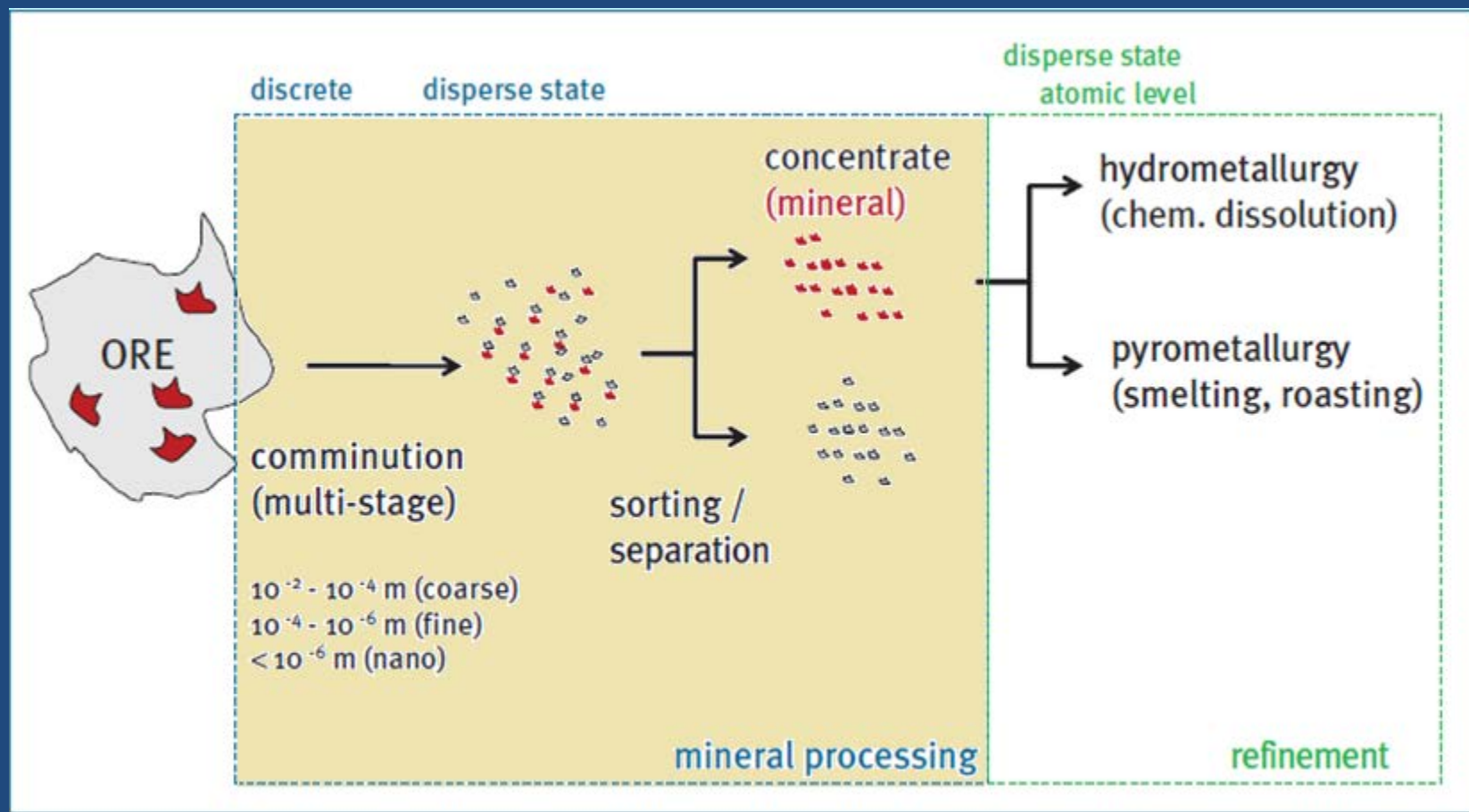
Κώστας Τσακαλάκης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Εργαστήριο Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων,
e-mail: kostsakg@metal.ntua.gr

ΓΕΝΙΚΗ ΑΡΧΗ - ΠΡΑΚΤΙΚΗ

Όλες οι κλασικές μέθοδοι, που έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου και χρησιμοποιούνται στην ανάκτηση των χρήσιμων συστατικών από μεταλλεύματα ή στη βελτίωση των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών βιομηχανικών ορυκτών, μπορούν να αξιοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν στην ταξινόμηση, στο μηχανικό διαχωρισμό κατά είδος των στερεών αστικών απορριμμάτων (ΑΣΑ) αλλά και την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ (Θέση στη μεταλλευτική βιομηχανία)

Ισχυρός συνδετικός κρίκος μεταξύ Εξόρυξης και Μεταλλουργικής
κατεργασίας



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟ

- Χημική και ορυκτολογική σύσταση, πυκνότητα, μαγνητική επιδεκτικότητα (συμπεριφορά σε μαγνητικό πεδίο), ηλεκτρική αγωγιμότητα, επιφανειακές ιδιότητες ορυκτών, οπτικές ιδιότητες (π.χ. χρώμα, ανακλαστικότητα) κλπ.
- Επίσης, αξιοποιούνται το μέγεθος και το σχήμα (αποστρογγυλεμένο, γωνιώδες, πεπλατυσμένο κλπ.), πριν ή μετά την ελάττωση μεγέθους του προς επεξεργασία (διαχωρισμό) υλικού, οπότε χρησιμοποιούνται, ανάλογα και με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του υλικού αλλά και τον επιδιωκόμενο στόχο, τα κατάλληλα μηχανήματα

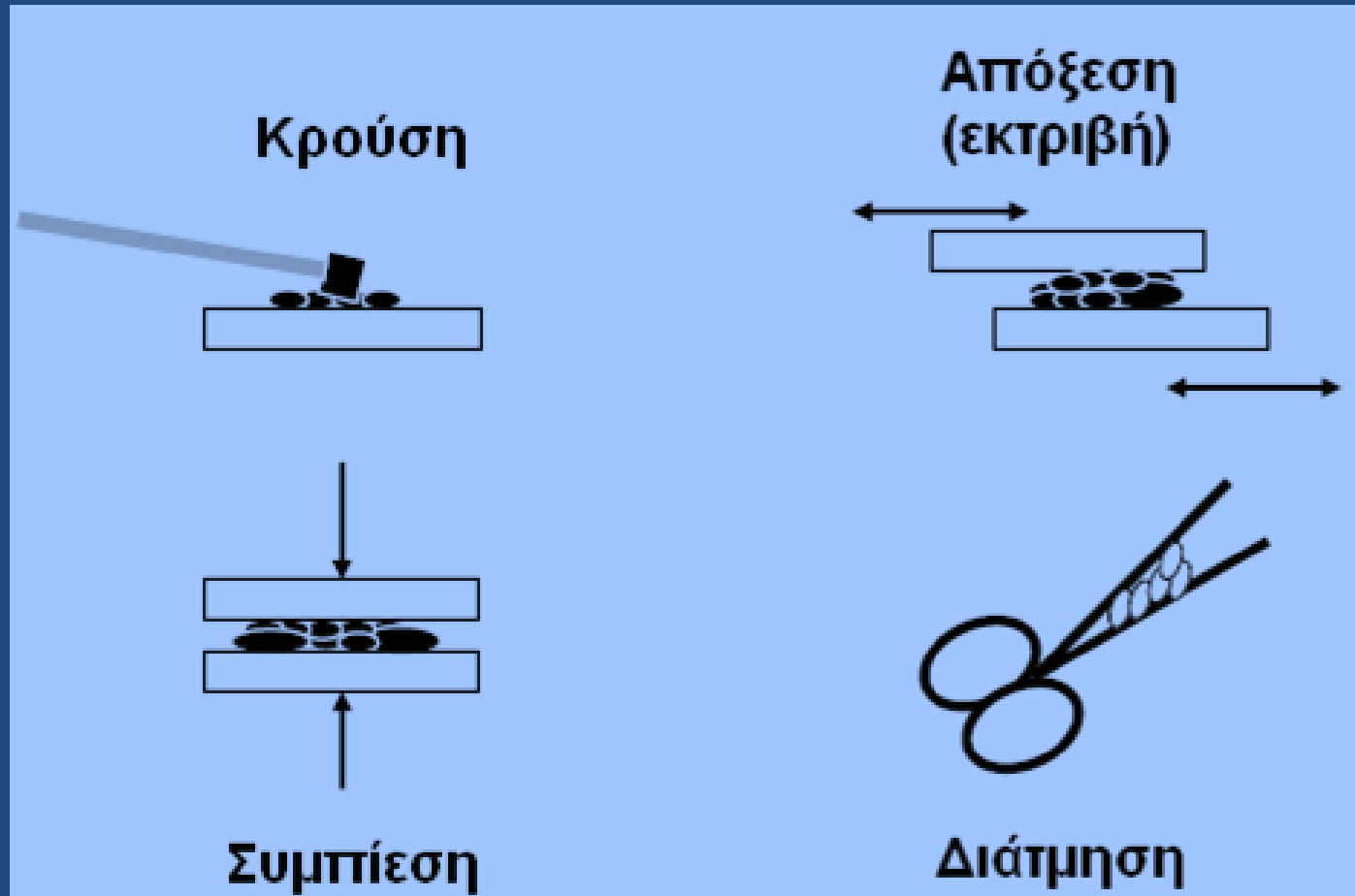
ΚΥΡΙΕΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ

1. Ελάττωση μεγέθους: Θραύση, λειοτρίβηση, τεμαχισμός με διάτμηση με στόχο την αποκόλληση (αποχωρισμό, αποδέσμευση) και την επίτευξη κατάλληλου μεγέθους των προς διαχωρισμό υλικών
2. Ταξινόμηση κατά μέγεθος και σχήμα (κοσκίνιση, υδροταξινόμηση, κλπ) των προς διαχωρισμό υλικών
3. Μηχανικός βαρυτομετρικός διαχωρισμός (εκμετάλλευση της διαφοράς πυκνότητας) των προς διαχωρισμό υλικών
4. Στατικός βαρυτομετρικός διαχωρισμός (μέθοδος των βαρέων διαμέσων) με εκμετάλλευση της διαφοράς πυκνότητας των προς διαχωρισμό υλικών και του μέσου

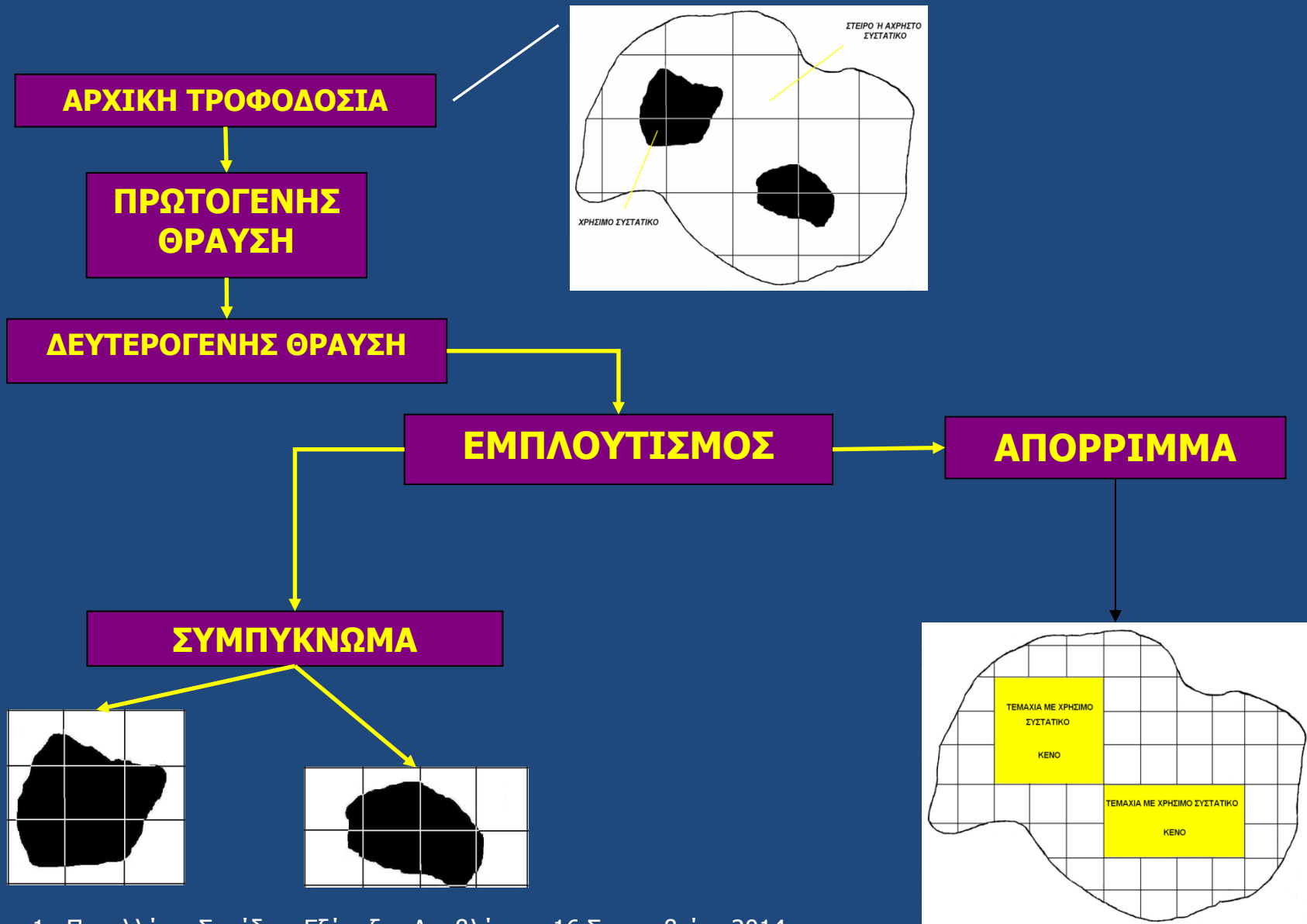
ΣΥΝΕΧΕΙΑ ... ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

5. Μαγνητικός διαχωρισμός (εκμετάλλευση της διαφορετικής μαγνητικής συμπεριφοράς των προς διαχωρισμό υλικών)
6. Ηλεκτροστατικός διαχωρισμός (εκμετάλλευση της διαφορετικής επιφανειακής ηλεκτροστατικής συμπεριφοράς των προς διαχωρισμό υλικών)
7. Οπτικός διαχωρισμός (διαχωρισμός με μηχανικό τρόπο ή με χειροδιαλογή ως προς το χρώμα, την ανακλαστικότητα κλπ.)
8. Επίπλευση με χρήση χημικών αντιδραστηρίων (εκμετάλλευση της διαφορετικής επιφανειακής συμπεριφοράς των προς διαχωρισμό ορυκτών ή καθαρισμό υγρών αποβλήτων). Φυσική διαφορά ή τεχνητή επιφανειακή διαφοροποίηση (προσδιδόμενη μέσω αντιδραστηρίων)
9. Διαχωρισμός στερεών – υγρών (με πύκνωση και διήθηση) Δηλ. αύξηση της % περιεκτικότητας στερεών κατά βάρος με αφαίρεση υγρασίας) του ή των προϊόντων εμπλουτισμού κλπ.

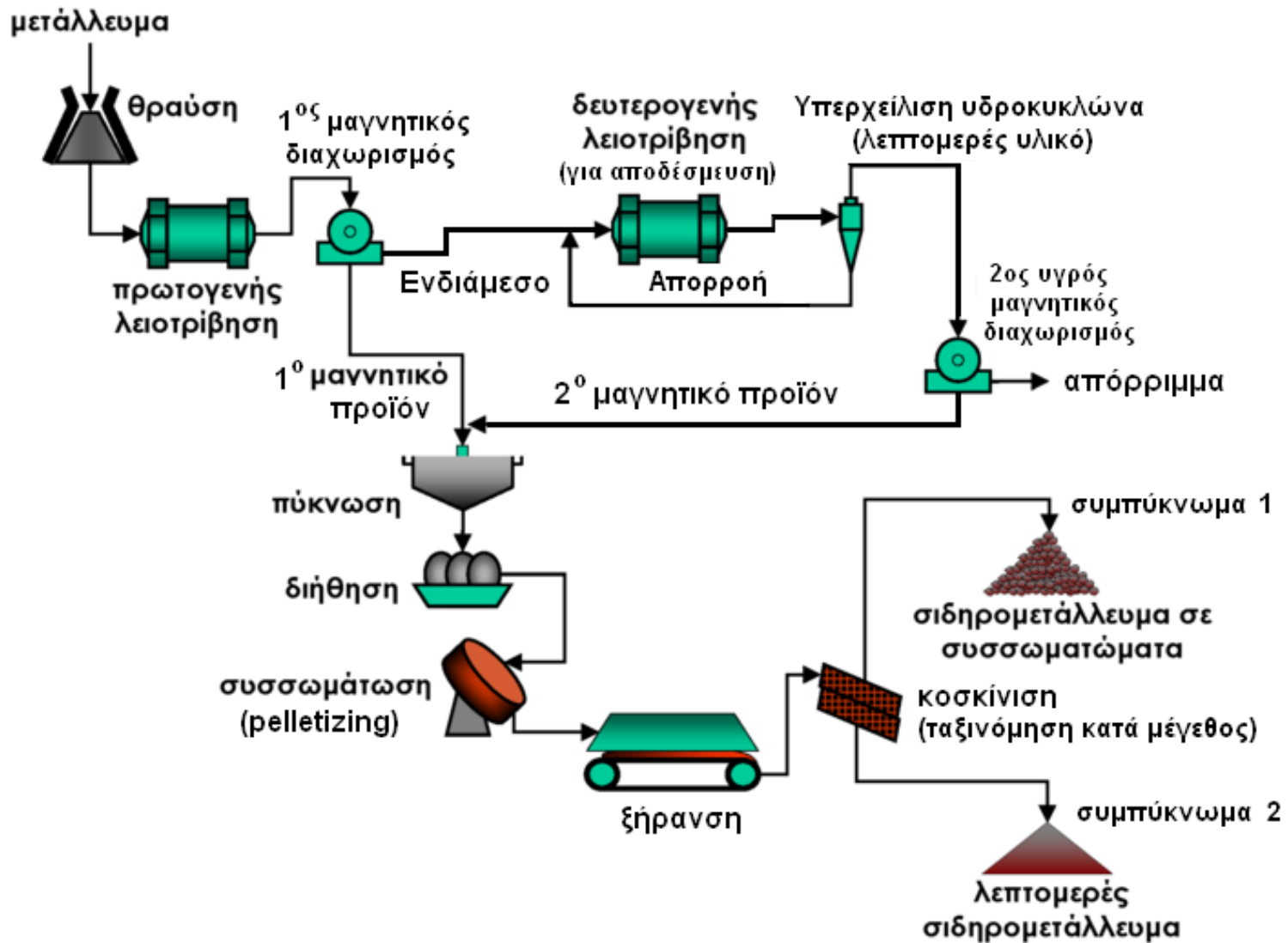
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΑΤΤΩΣΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ... ΑΛΛΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ



ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΟΣ



Διάγραμμα ροής εμπλουτισμού σιδηρομεταλλεύματος

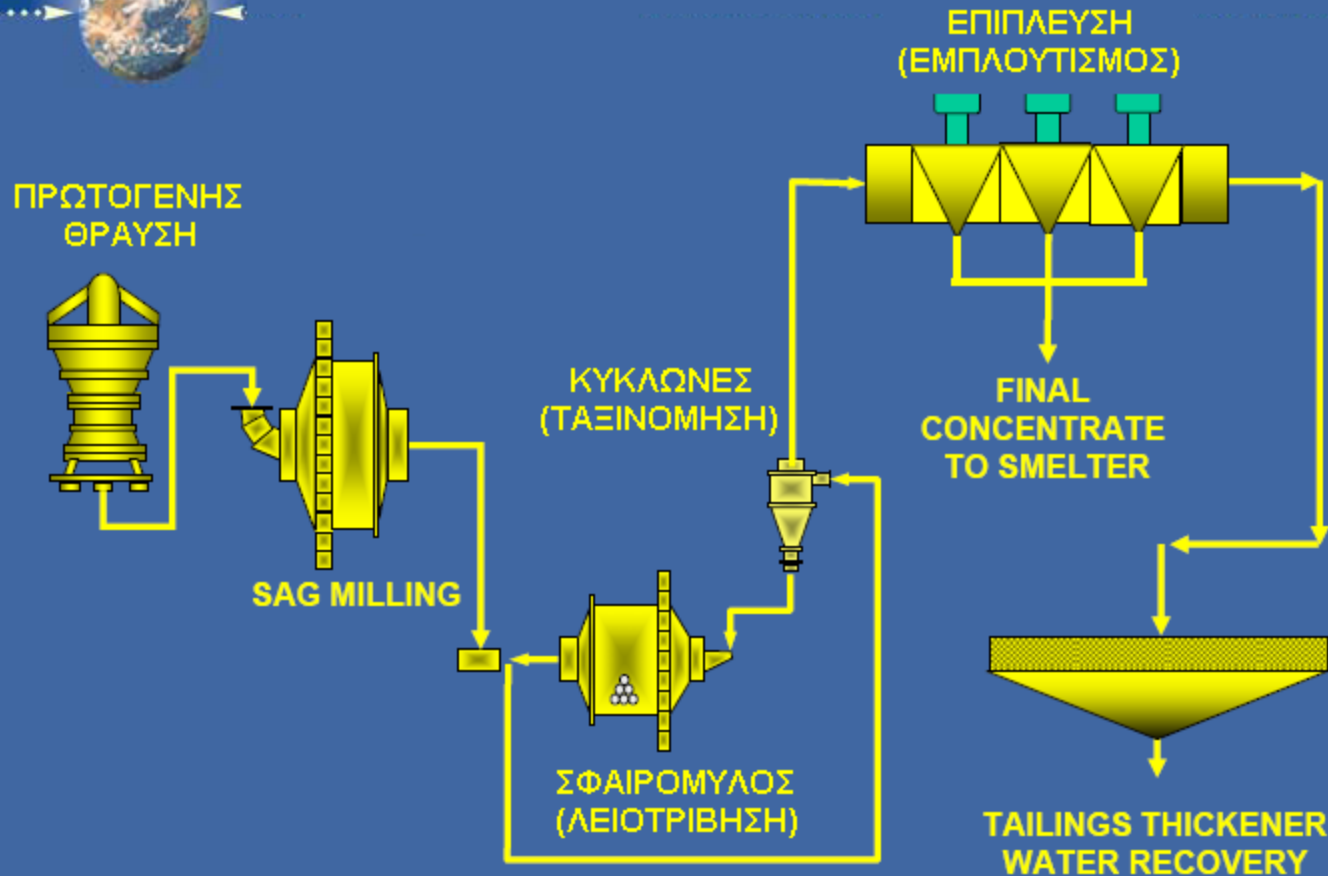


Εμπλουτισμός σιδηρομεταλλεύματος με μαγνητικό διαχωρισμό

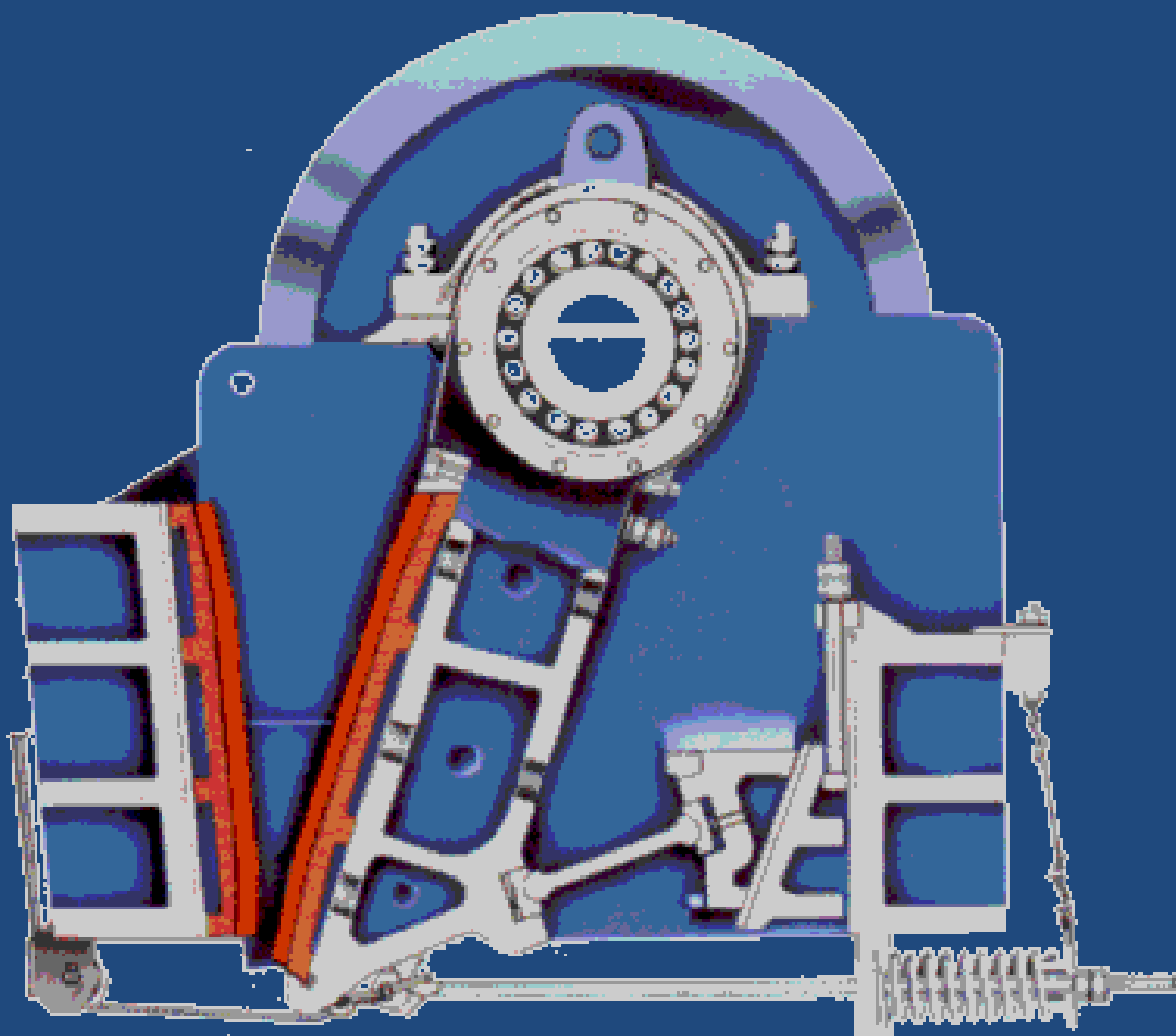
ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ

TYPICAL SULPHIDE ORE TREATMENT CIRCUIT

FFE
MINERALS



ΘΡΑΥΣΤΗΡΑΣ ΣΙΑΓΟΝΩΝ



Κρουστικός Θραυστήρας

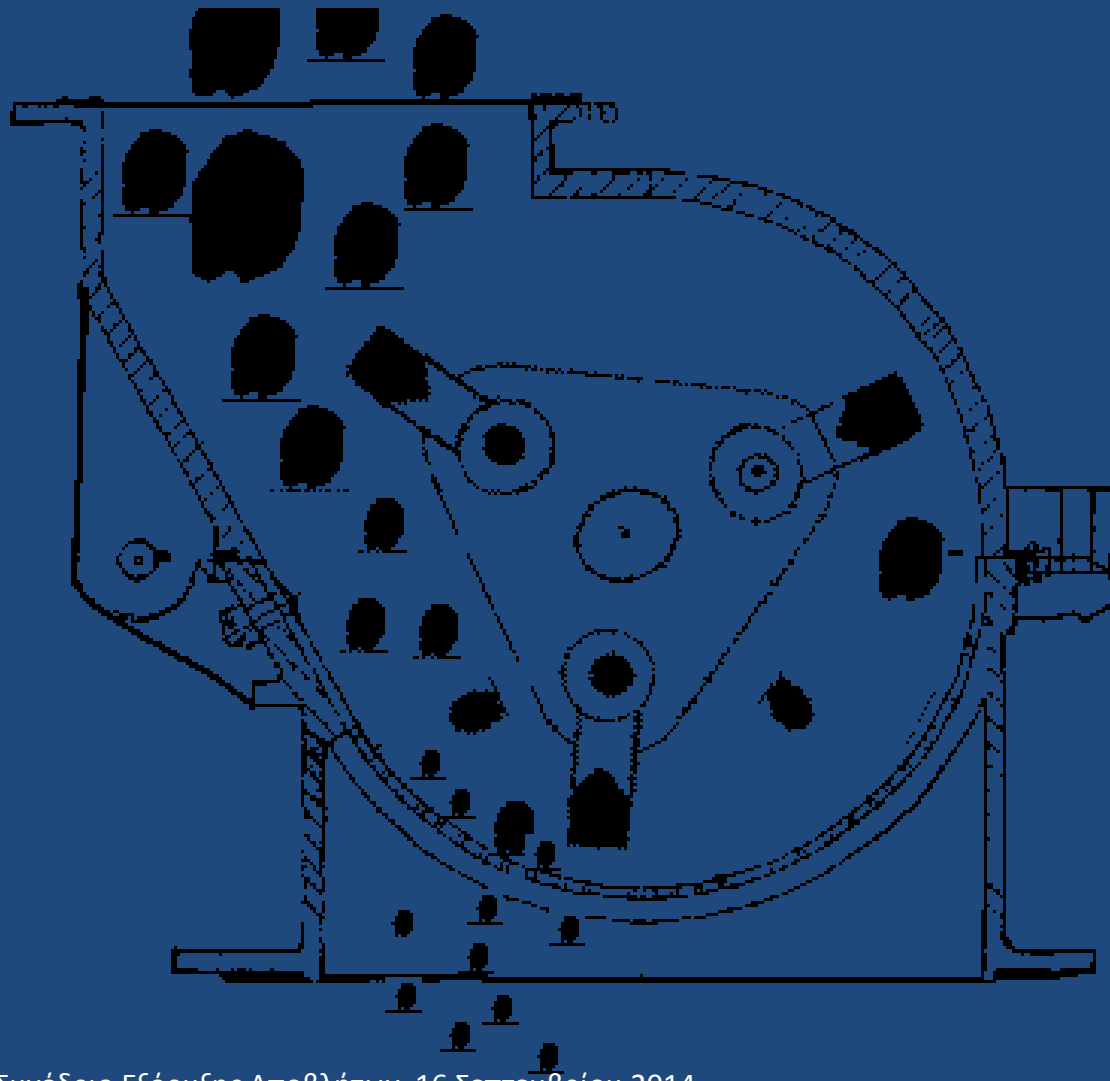
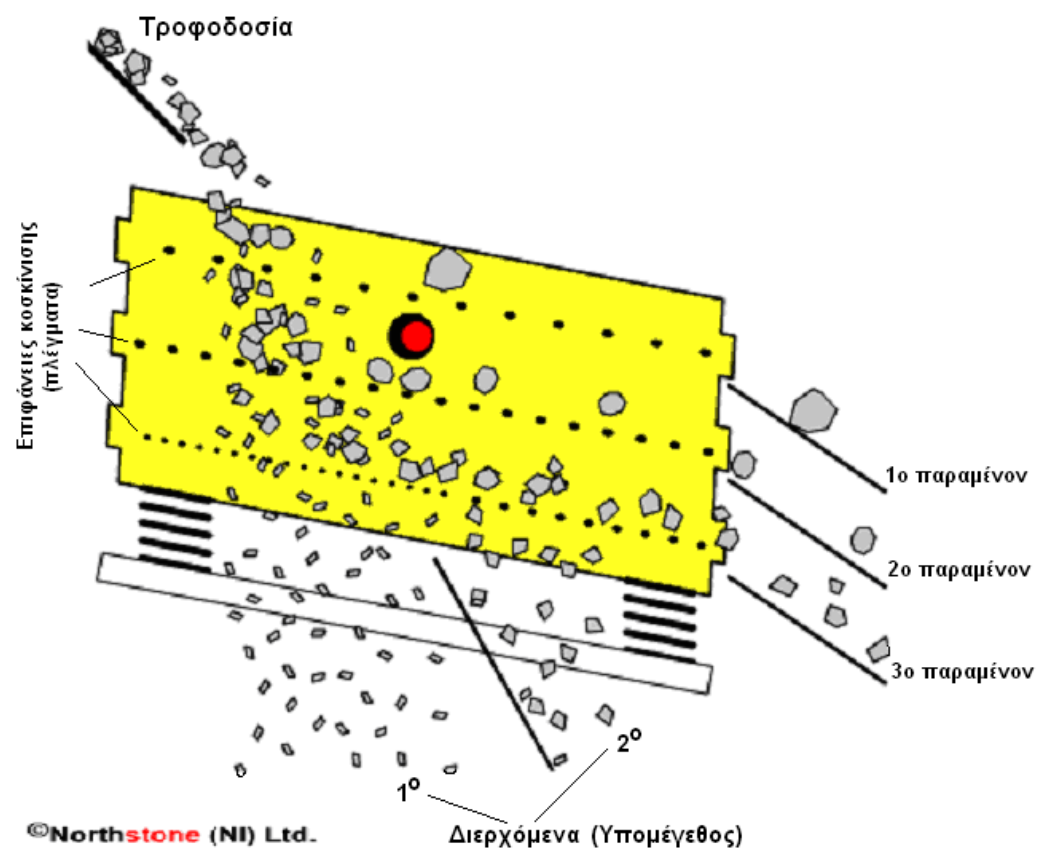
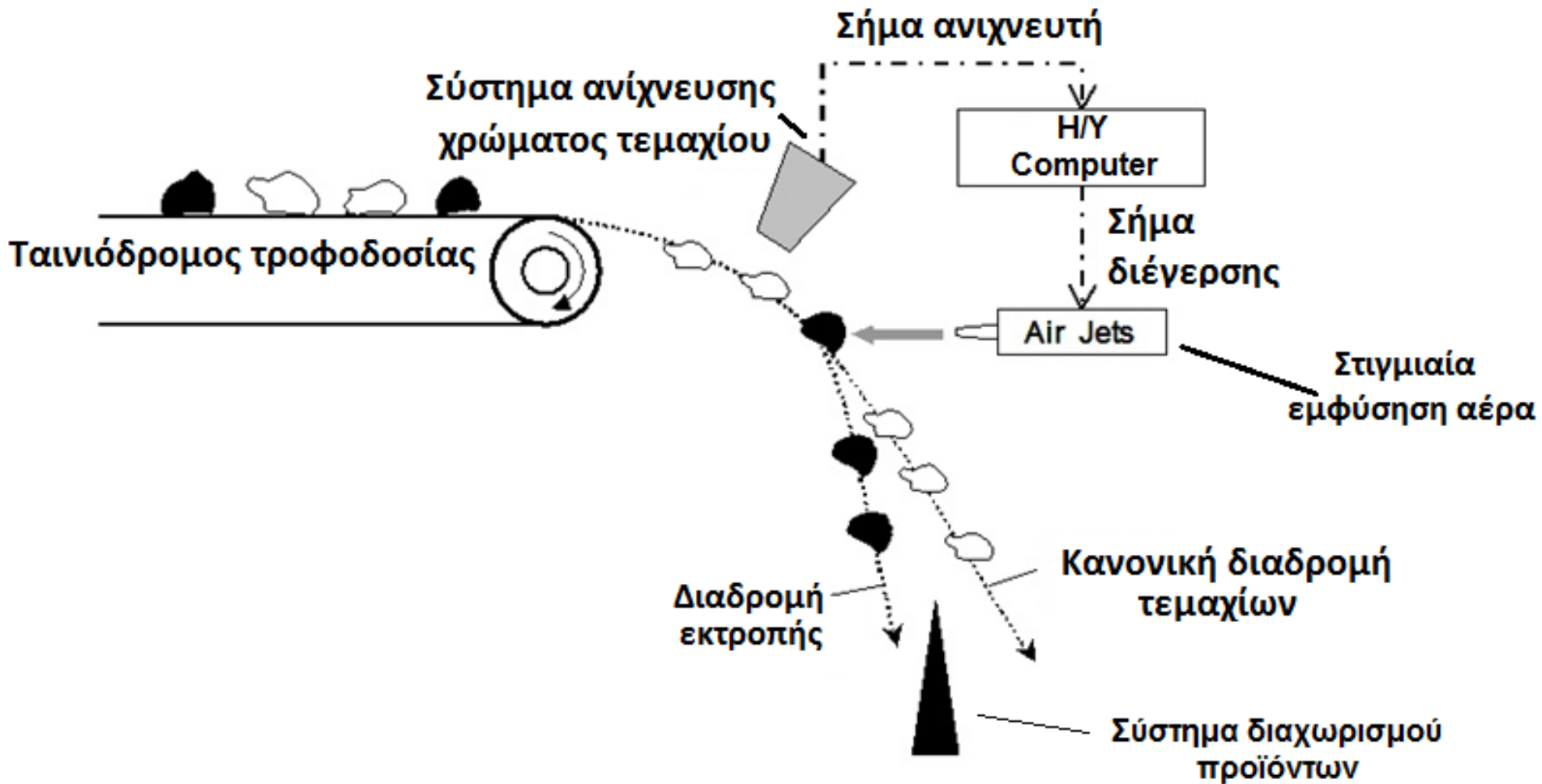




Figure 8. Revolving screen used in trommels:

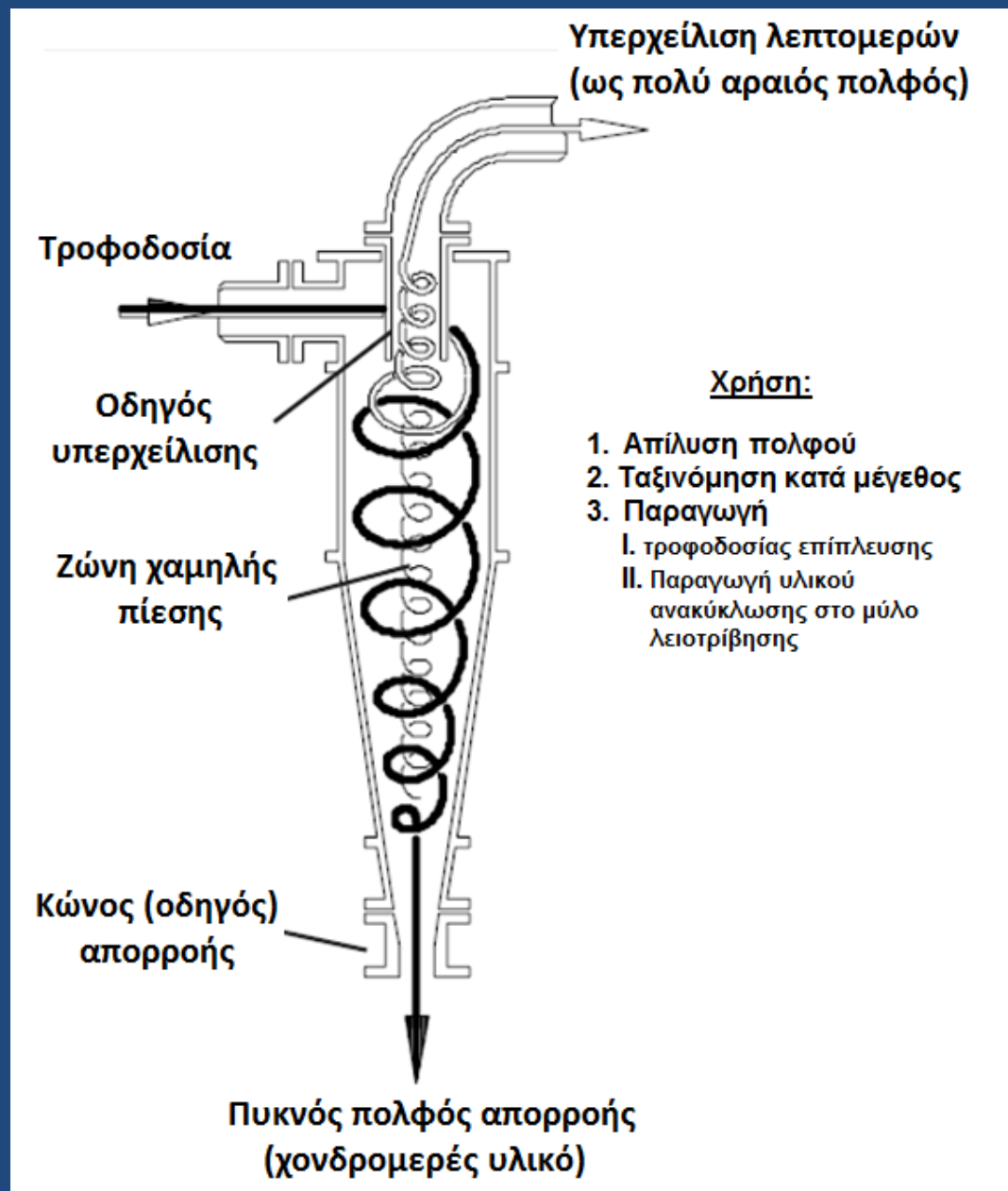


ΑΡΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΟΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ





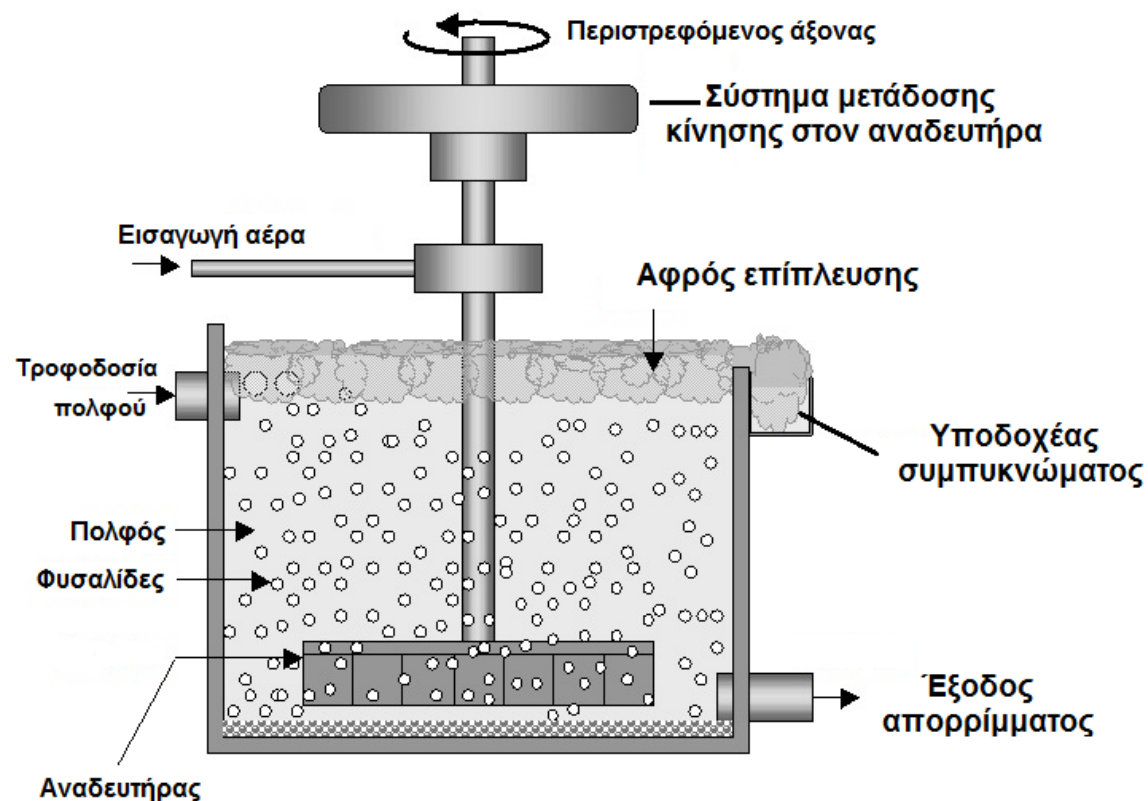
**Υδροκυκλώνας για τον
εμπλουτισμό ή την
ταξινόμηση τροφοδοσίας
κατά μέγεθος και σχήμα
σε μίγμα λεπτομερών
τεμαχιδίων χρήσιμου
συστατικού και στείρου
εντός πολφού**





ΕΠΙΠΛΕΥΣΗ

Υγρή φυσικοχημική διεργασία



Αφρός με μέταλλευμα στην επιφάνεια



Κατακόρυφη τομή κυψέλης επίπλευσης

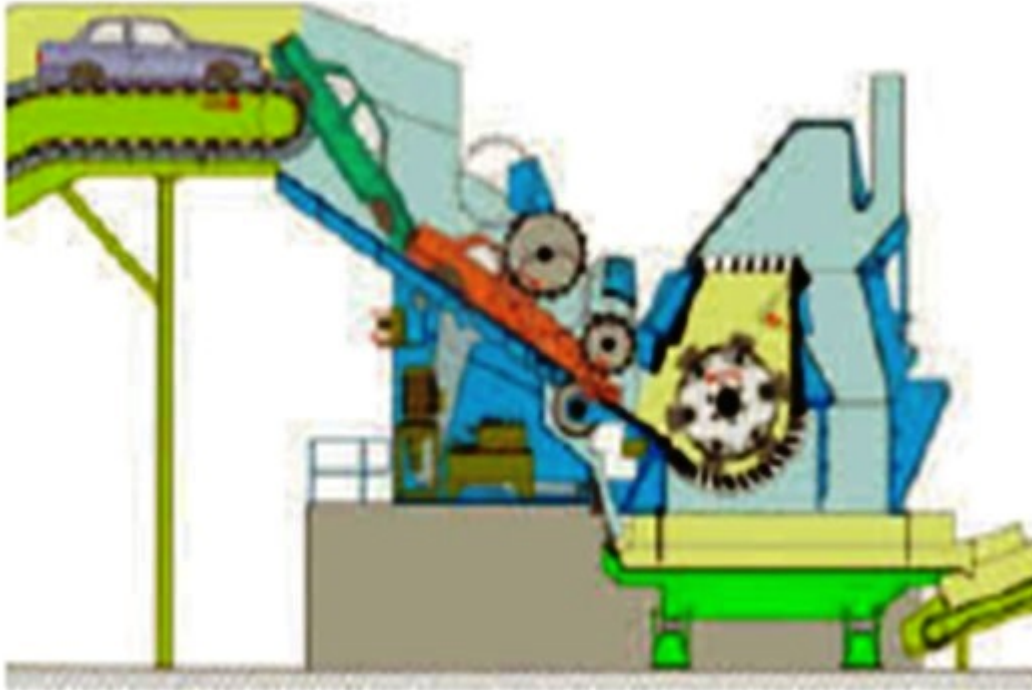
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ από ΑΣΑ

Όπως, για την εφαρμογή οποιασδήποτε μεθόδου εμπλουτισμού, στην περίπτωση μεταλλευμάτων, είναι απαραίτητη η λεπτομερής γνώση της τροφοδοσίας από πλευράς των:

- Περιεκτικότητας % σε χρήσιμο συστατικό (συστατικό προς ανάκτηση), η οποία μέσω της γνωστής «οριακής περιεκτικότητας» επηρεάζει τόσο την «εφικτότητα» όσο και την οικονομικότητα της προσπάθειας ανάκτησής του
- Μορφής, μεγέθους και του τρόπου διασποράς του εγκλωβισμένου χρήσιμου συστατικού εντός του άχρηστου (στείρου)
- Των φυσικοχημικών και μηχανικών ιδιοτήτων τόσο του χρήσιμου όσο και του άχρηστου συστατικού κλπ. για την απαιτούμενη προσπάθεια απεγκλωβισμού («αποδέσμευση»)
- έτσι πρέπει να εξετάζεται και η περίπτωση των ΑΣΑ

ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΤΑΤΜΗΣΗΣ

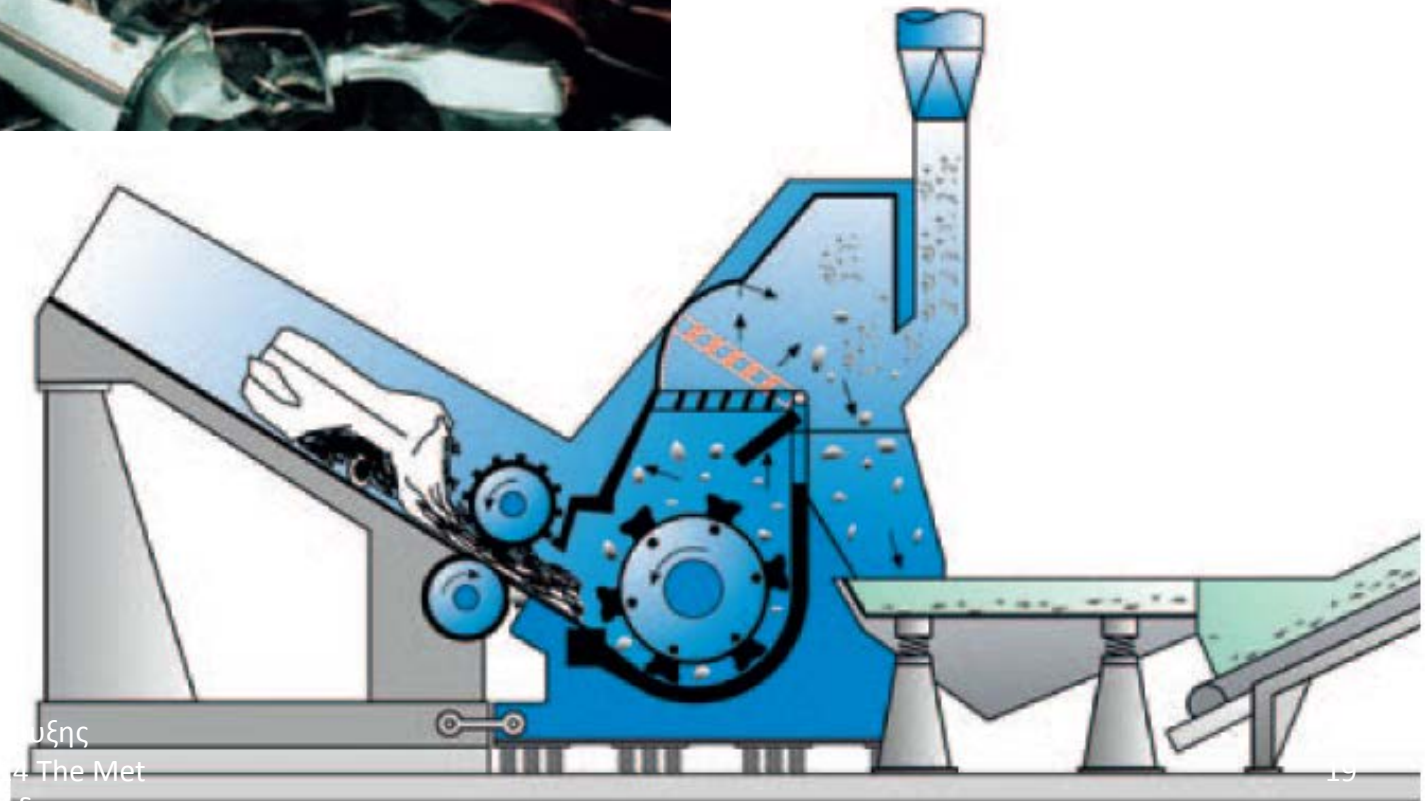
ΕΙΔΙΚΟΙ ΘΡΑΥΣΤΗΡΕΣ



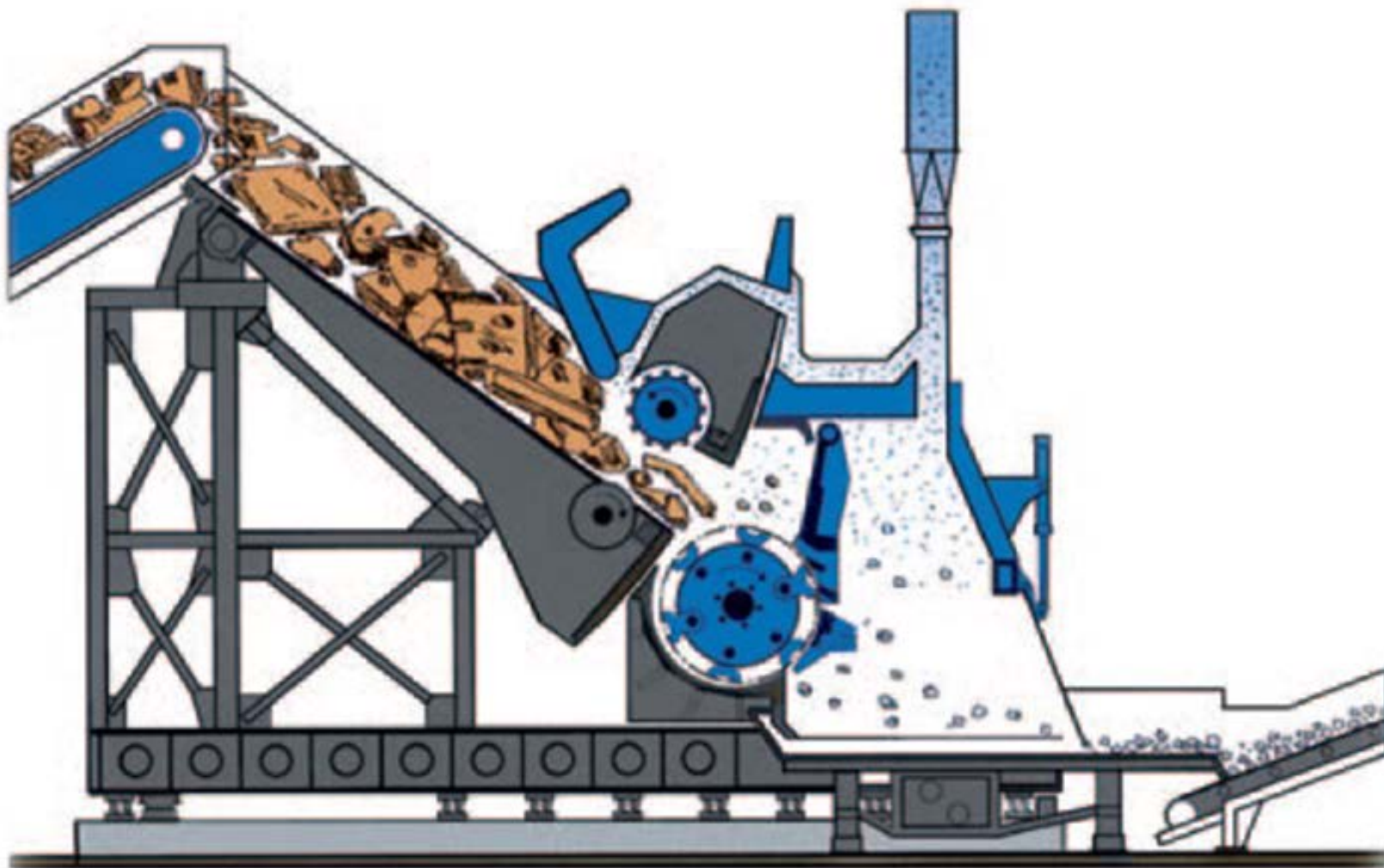
Εφαρμογές της
κατάτμησης στην
ανακύκλωση
σύνθετων
υλικών τροφοδοσίας
(π.χ. παλιά οχήματα)



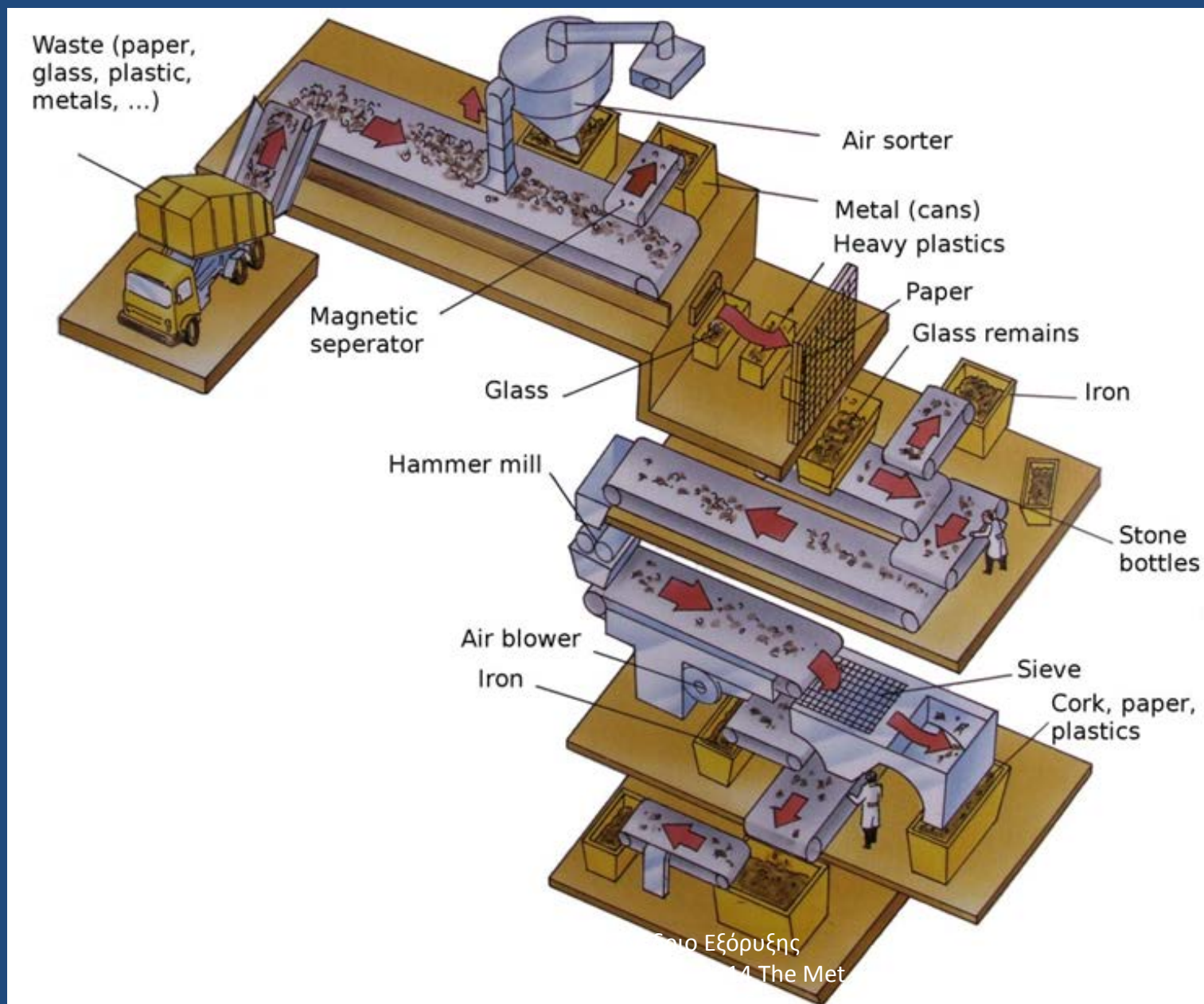
Τύπος Shredder
τεμαχισμός παλιών
οχημάτων
(συμπίεση, διάτμηση,
κρούση)



Τύπος Shredder τεμαχισμός παλιών οχημάτων (συμπίεση, διάτμηση, κρούση)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

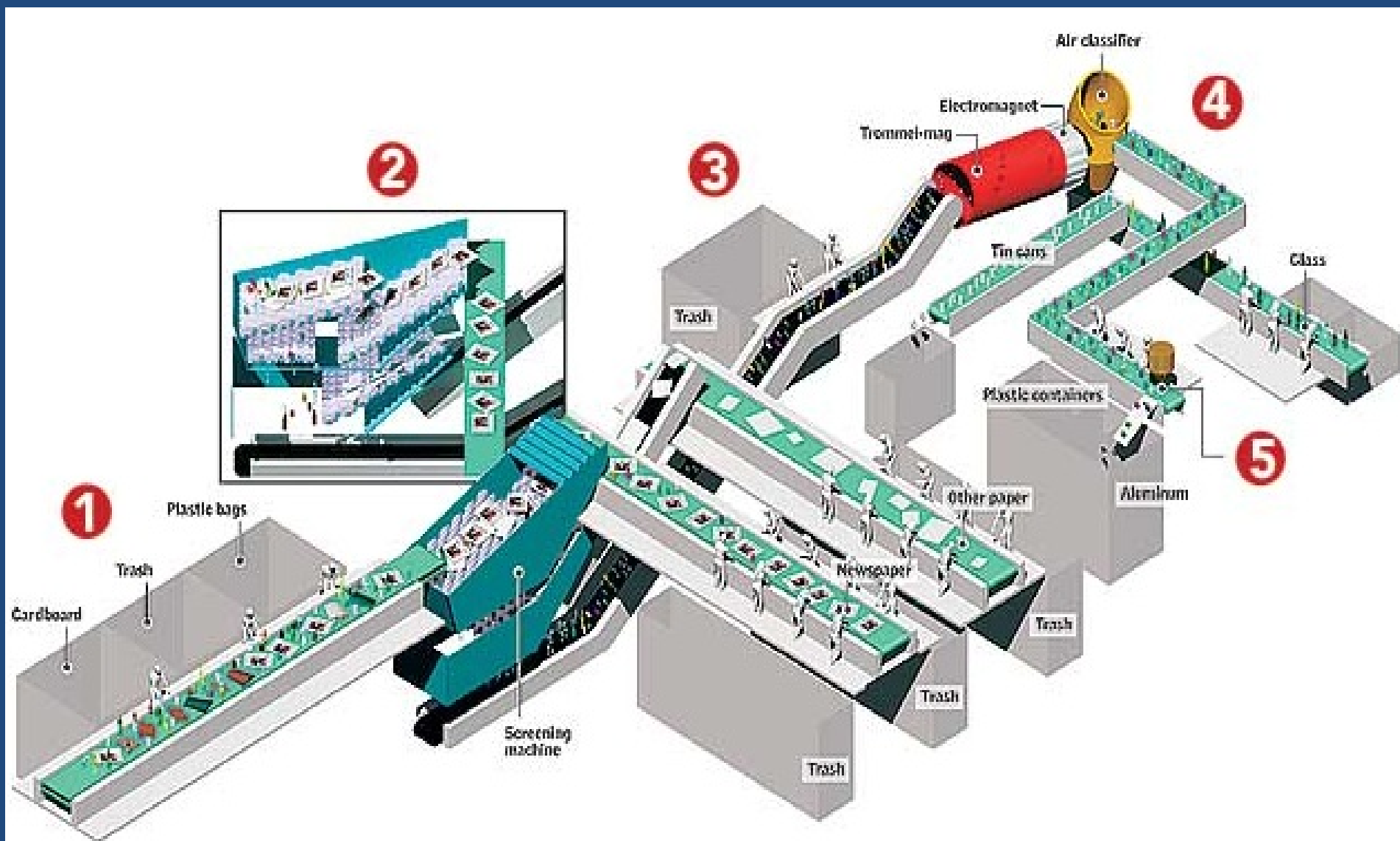


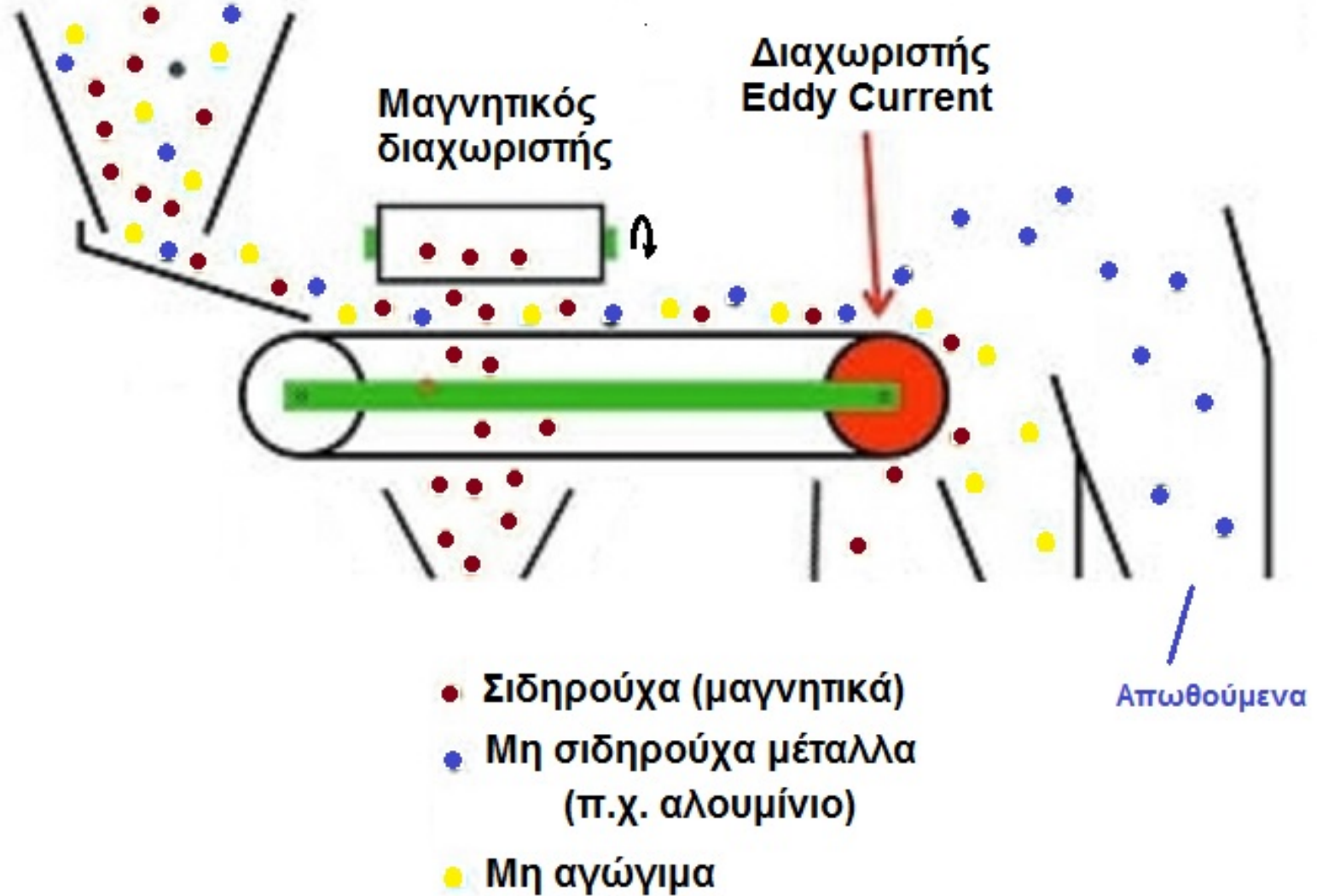
Στοιχισμένο

14 The Met

Hotel Θεσσαλονίκη - Ελλάδα

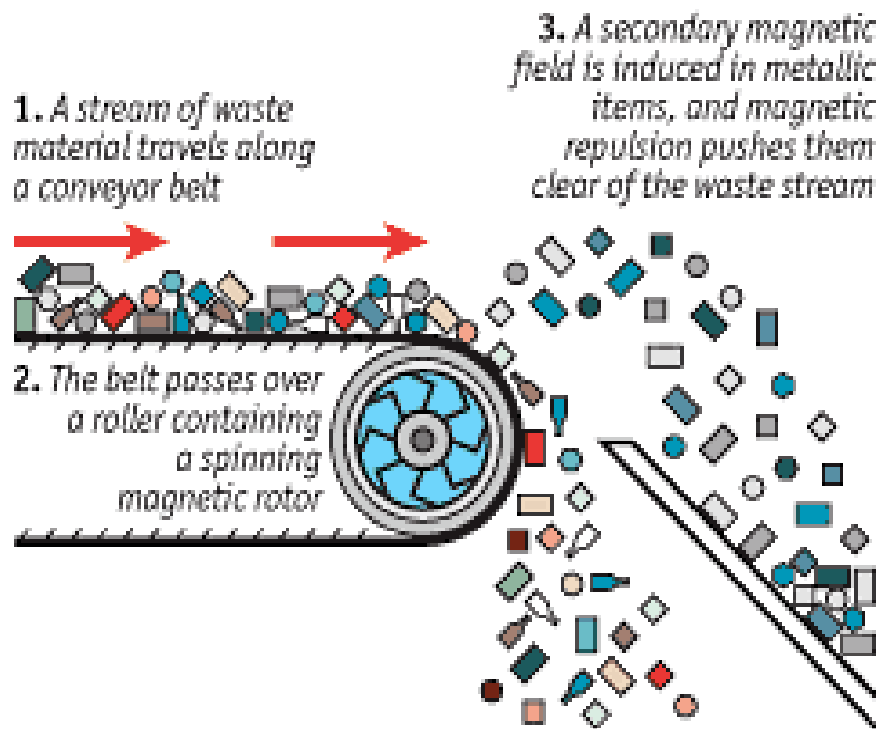
ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΩΝ από ΑΣΑ



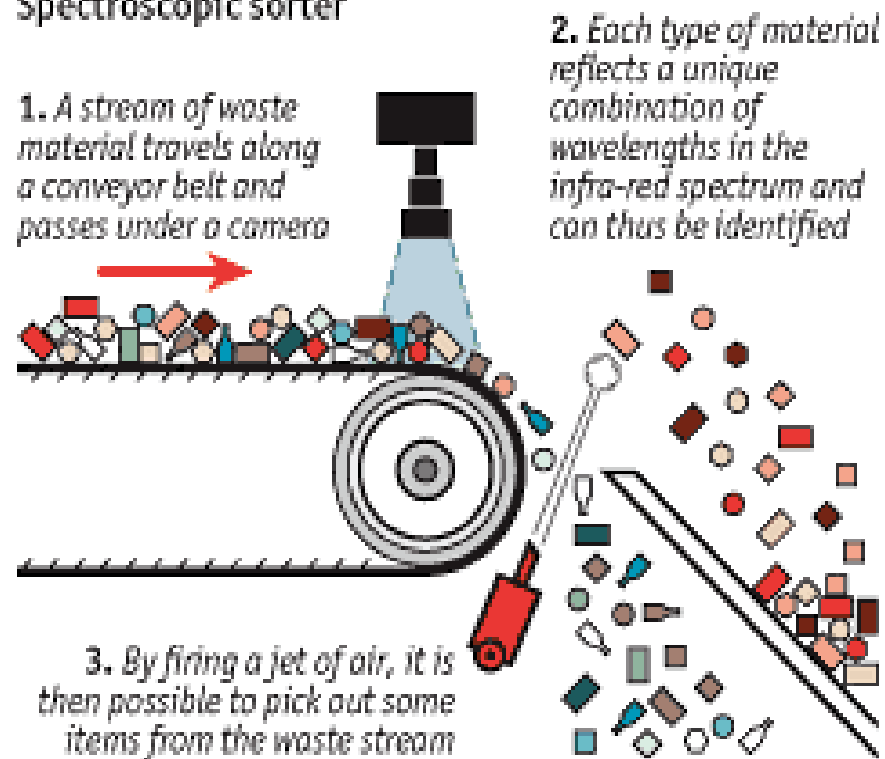


Green flingers

Eddy-current separator



Spectroscopic sorter



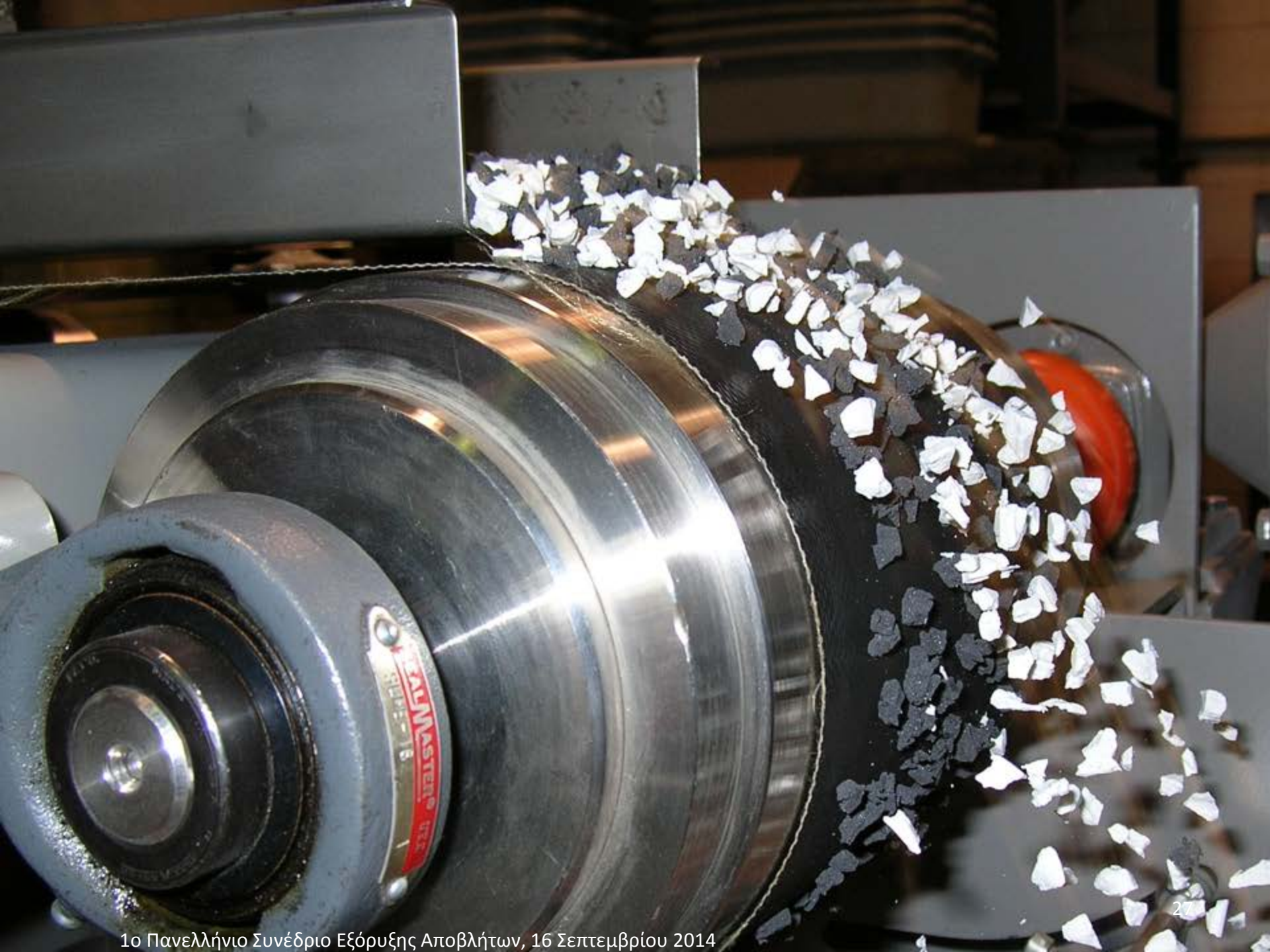
Sources: TiTech, *The Economist*

Εφαρμογές Eddy current στα ΑΣΑ

Capacity per 1000mm Feed width (Tonnes/hour)

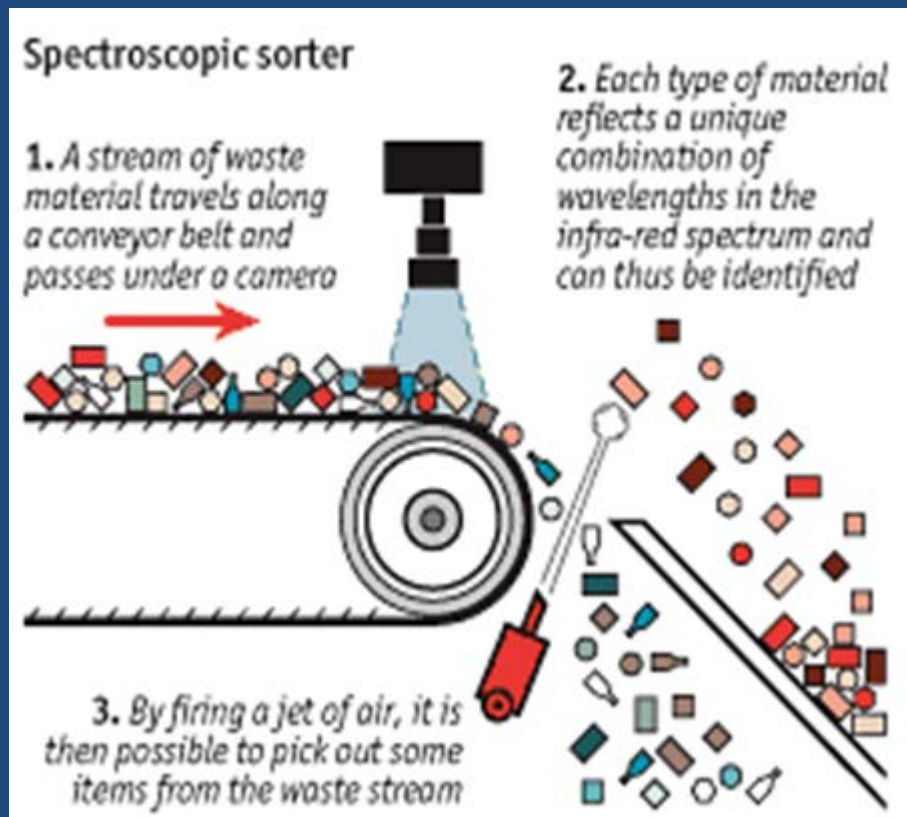
PET Flake	-15mm	2-3
Glass Cullet	-40mm	20.0
Car frag	-12mm	5.2
Car frag	12-30mm	12.5
Car frag	30-70mm	20.0
Shredded refuse	-50mm	18.0
Shredded refuse	50-150mm	20.0
Plastic Al	-10mm	10
Copper Pb	-8mm	7
Copper PVC	-6mm	2.25
Ash NF	-100mm	21.5
Sand NF	-100mm	20.0







ΟΠΤΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ



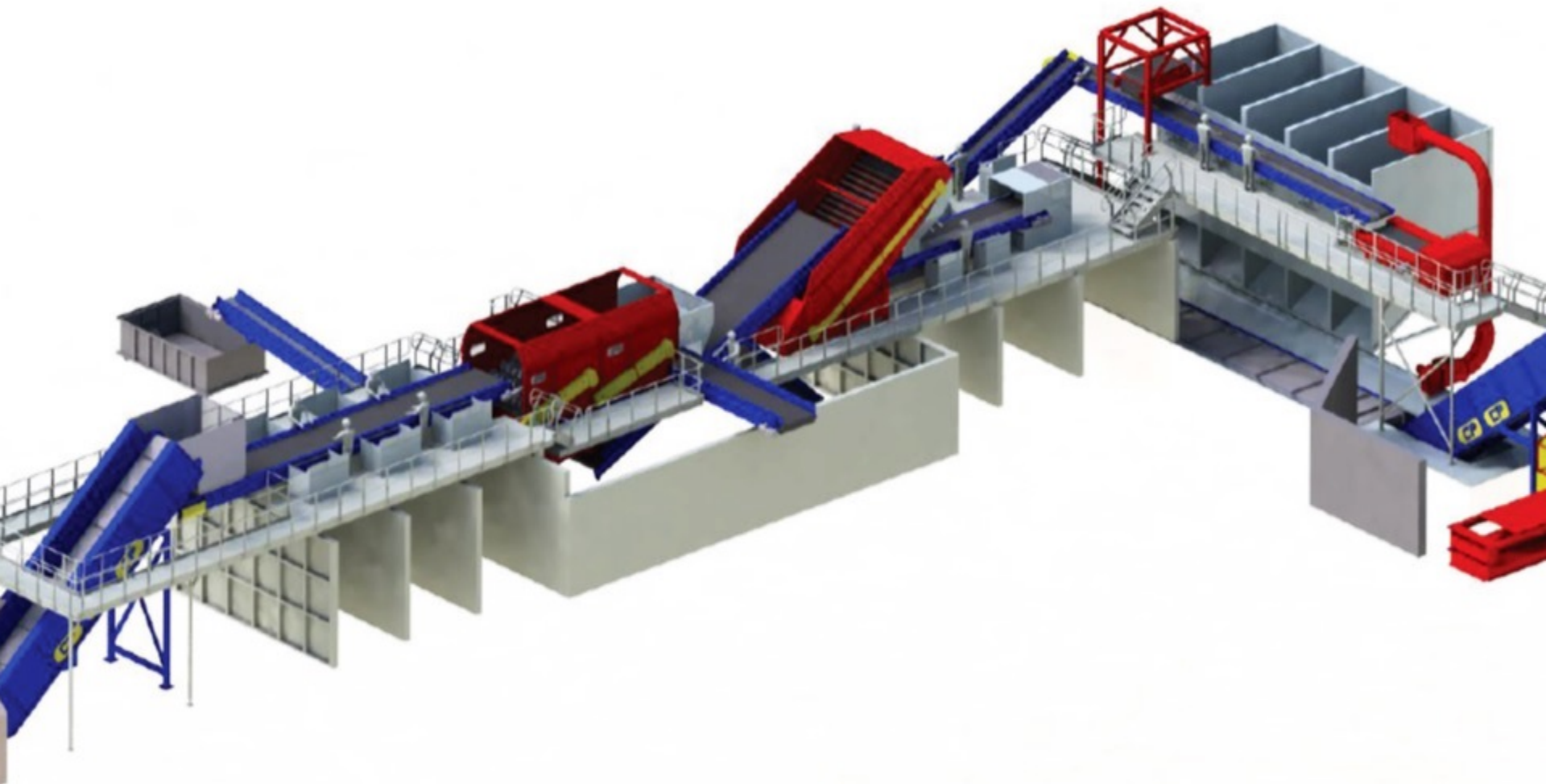


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εξόρυξης Αποβλήτων, 16 Σεπτεμβρίου 2014
The Met Hotel Θεσσαλονίκη - Ελλάδα





1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εξόρυξης Αποβλήτων, 16 Σεπτεμβρίου 2014
The Met Hotel Θεσσαλονίκη - Ελλάδα





1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εξόρυξης Αποβλήτων, 16 Σεπτεμβρίου 2014
The Met Hotel Θεσσαλονίκη - Ελλάδα

40 Years of Innovation:

For the past 40 years MSS has been the leading specialist in sensor-based sorting, developing their own sensor hardware and software in-house and providing top-of-the-line optical sorters that achieve the most efficient separation in the industry. MSS was the first to develop and integrate the concept of *in-flight detection*, over 15 years ago!

With MSS optical sorting systems you will increase system efficiency and capacity to new levels, recover high quantity and quality products, cut manual labor and maintenance costs while increasing worker safety; improving your bottom line.

Optical Sorter Models:

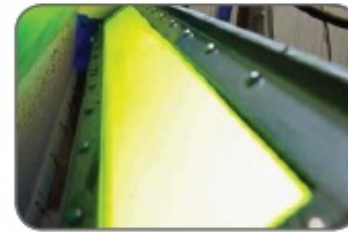
- CIRRUSTM
- L-VISTM
- AlladinTM
- SapphireTM
- MetalSortTM
- Glass ColorSortTM
- FiberSortTM

Applications:

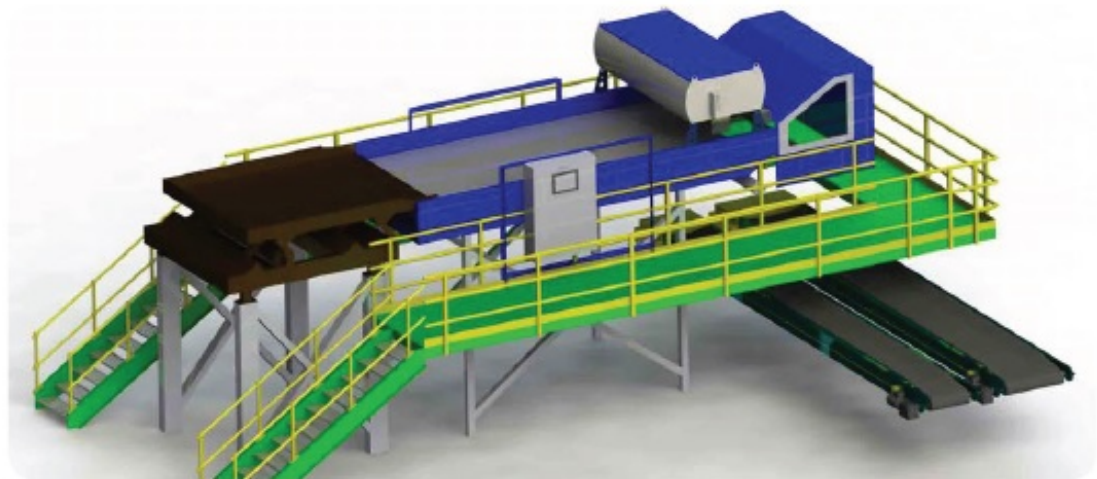
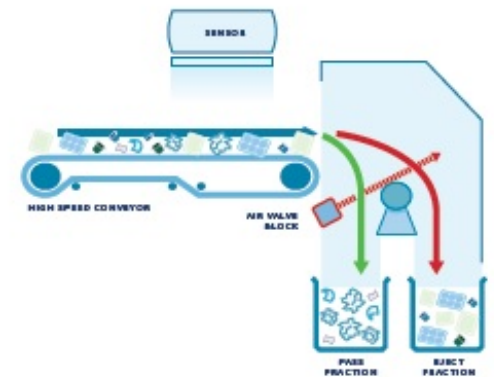
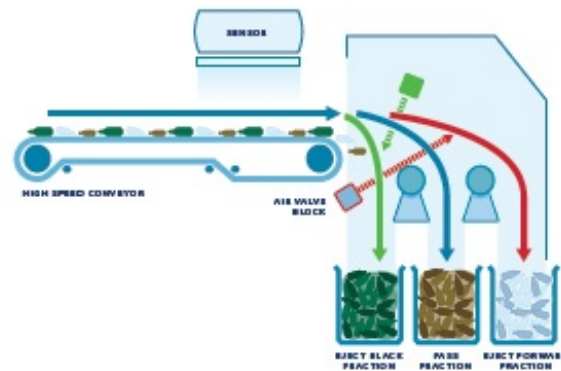
- Plastics
- e-Scrap
- Paper
- Metals
- Glass
- RDF
- C&D
- Biomass
- MSW
- C&I

Committed to Customer Success:

Our innovative technology gives our customers peace of mind knowing they are operating the most efficient and advanced technology for automated sorting. We offer continuous support for guaranteed success and equipment longevity, that's our commitment.

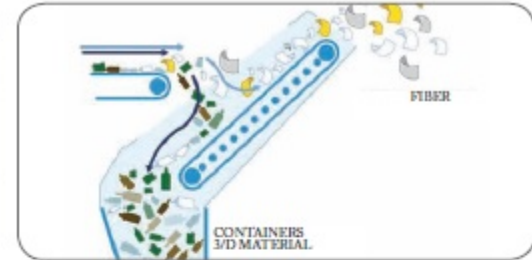


The L-VISTM machine has the ability to change the back light reference (example shown left) to optimize sorting for various applications. This is a breakthrough innovation taking optical sorting to the next level of accuracy and capability.



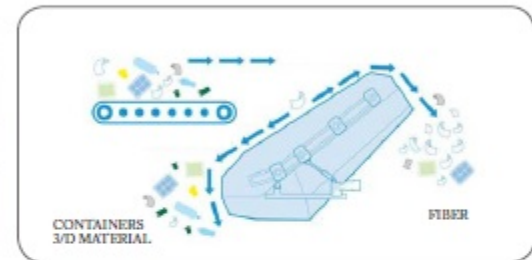
CPScreen™

- Automatically separates small fibers from containers, and 2D from 3D material
- Small screen openings minimize loss of small fibers to container line and maximize capture rate
- Low maintenance, belt-driven screen that is resistant to jamming and wrapping
- High throughput



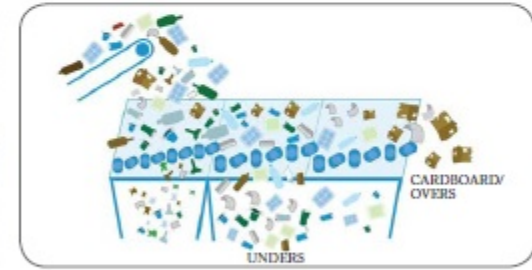
NEWScreen™

- Automatically separates large fiber (ONP) from mixed paper, containers and debris
- Patented rubber finger discs accurately size material for increased recovery rates
- Lowest disc cost per ton of material
- Shaft and disc designed for reduced wrapping
- High throughput



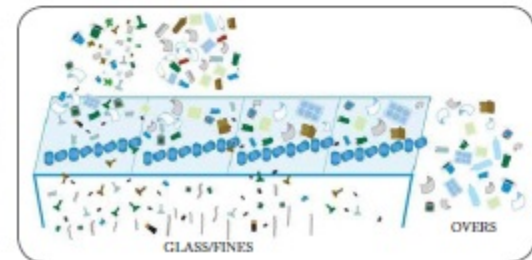
OCCScreen™

- Effectively separates old corrugated (OCC) from other mixed fiber, containers and debris
- Aggressive steel discs separate both by size and rigidity, allowing the screen to separate rigid chip from similar sized "soft" newspaper
- Discs specially engineered to have consistent spacing at all points to prevent jamming



Glass Breaker Screen™

- Breaks and separates glass and fines
- Lowest operating-cost screen with the longest lasting discs in the industry
- Opening size between discs do not change with time; minimizes loss of aluminum and PET
- Minimizes contaminants to dramatically improve marketability of other materials



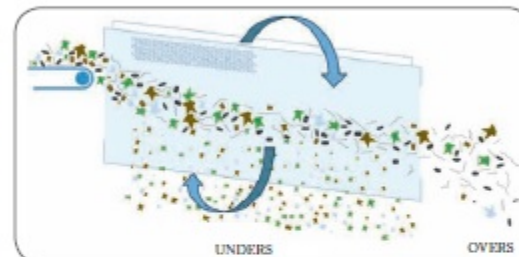
Scalping Screen

- Size-separates material, allowing separation machines downstream of sizing screen to work more efficiently – small containers can be routed past ONP screens or large containers can be routed past eddy current separator
- Low maintenance screen with long lasting steel discs



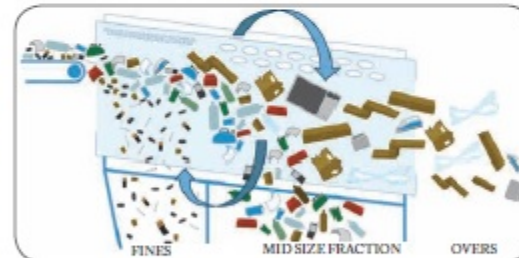
Glass Trommel Screen

- Separation of fines from large and medium glass particles
- Retractable cover for ease of maintenance
- Dual barrel option decreases space requirements
- Heavy-duty urethane direct-drive wheels
- Very low maintenance
- Customizable screening options up to 4 splits



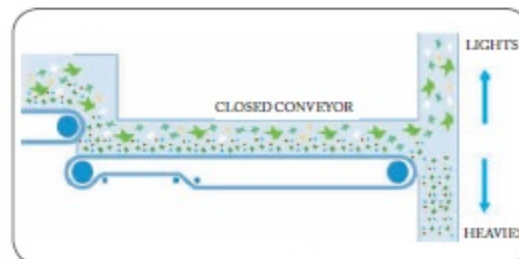
Trommel Screen

- Separates material by size and shape
- Processes up to 100 TPH of MSW, C&I, and C&D material, with bag opening option
- Increases system throughput capacity
- Heavy duty design and build
- Options for brush or air cleaning system
- Low maintenance



Glass Clean-Up System

- Efficiently separates lights from glass, maximizing glass end-product quality
- Processes up to 5 TPH
- Utilizes a fully adjustable vacuum system for accurate and efficient separation
- Urethane wear liners increases durability and extends equipment life



CPgrp.com

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- Οι κλασσικές μέθοδοι εμπλουτισμού, εκμεταλλευόμενες τις φυσικοχημικές, τις μηχανικές διαφορές και της μορφής και του σχήματος των διαφόρων υλικών που περιέχονται στα ΑΣΑ, είναι εκείνες που εφαρμόζονται με μικρές τροποποιήσεις για το διαχωρισμό μεταξύ τους και την ανάκτηση των χρήσιμων υλικών που ανευρίσκονται στα ΑΣΑ συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ορθή χρήση και διαχείριση των εξαντλήσιμων πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των διαφόρων προϊόντων καθημερινής χρήσης.