

# Οδικός χάρτης τεχνολογιών ανακύκλωσης αποβλήτων 2030

Αδαμάντιου Σκορδίλη  
Δρα Χημικού μηχανικού  
Πρώην Γενικού Διευθυντή Ε.Ο.ΑΝ.

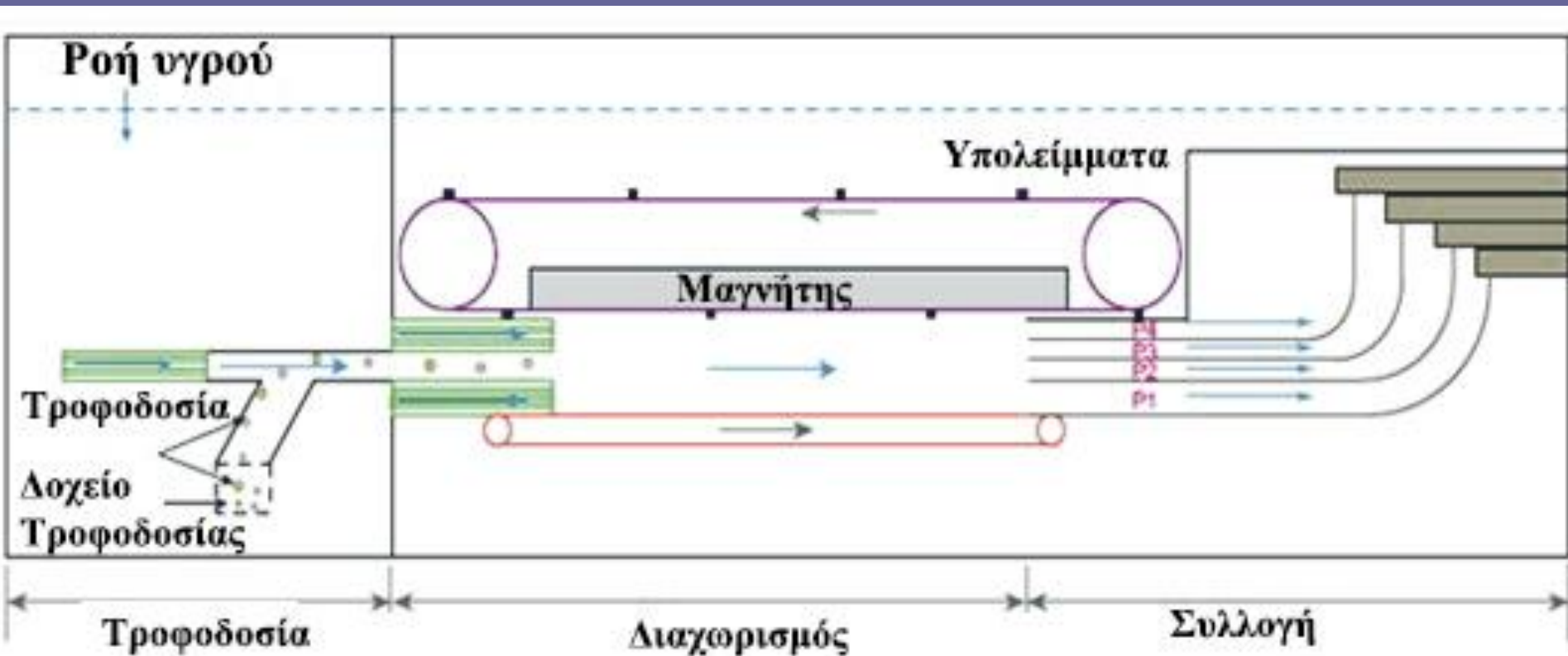
# Κλασσικές τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων :

ο τεμαχισμός,

το κοσκίνισμα,

ο διαχωρισμός ανά είδος (υγρός διαχωρισμός –  
αεροδιαχωρισμός, ηλεκτροστατικός διαχωρισμός,  
μαγνητικός, μαγνητοϋδροστατικός  
και επαγωγικός διαχωρισμός).

# Μαγνητοϋδροστατικός διαχωρισμός



# Επανάσταση στην ανακύκλωση

\*Αισθητήρες

\*Χημειομετρία

\*Πηγές φωτισμού

## Τεχνολογία αισθητήρων

## Ανθρώπινα όργανα



Αισθητήρας



Υπολογιστής



Ακροφύσιο



Οφθαλμός



Εγκέφαλος



Χέρια

# Χημειομετρία

- Η χημειομετρία αποτελεί εφαρμογή της γραμμικής άλγεβρας και της στατιστικής που στοχεύει στην ανάπτυξη μεθοδολογιών συσχέτισμού μεταξύ διαφορετικών σειρών δεδομένων . Περιλαμβάνει μια σειρά στατιστικών μεθόδων για την ερμηνεία των χημικών ή φασματικών στοιχείων.
- PCA
- LDA
- Νευρωνικά δίκτυα

# Πηγές φωτισμού

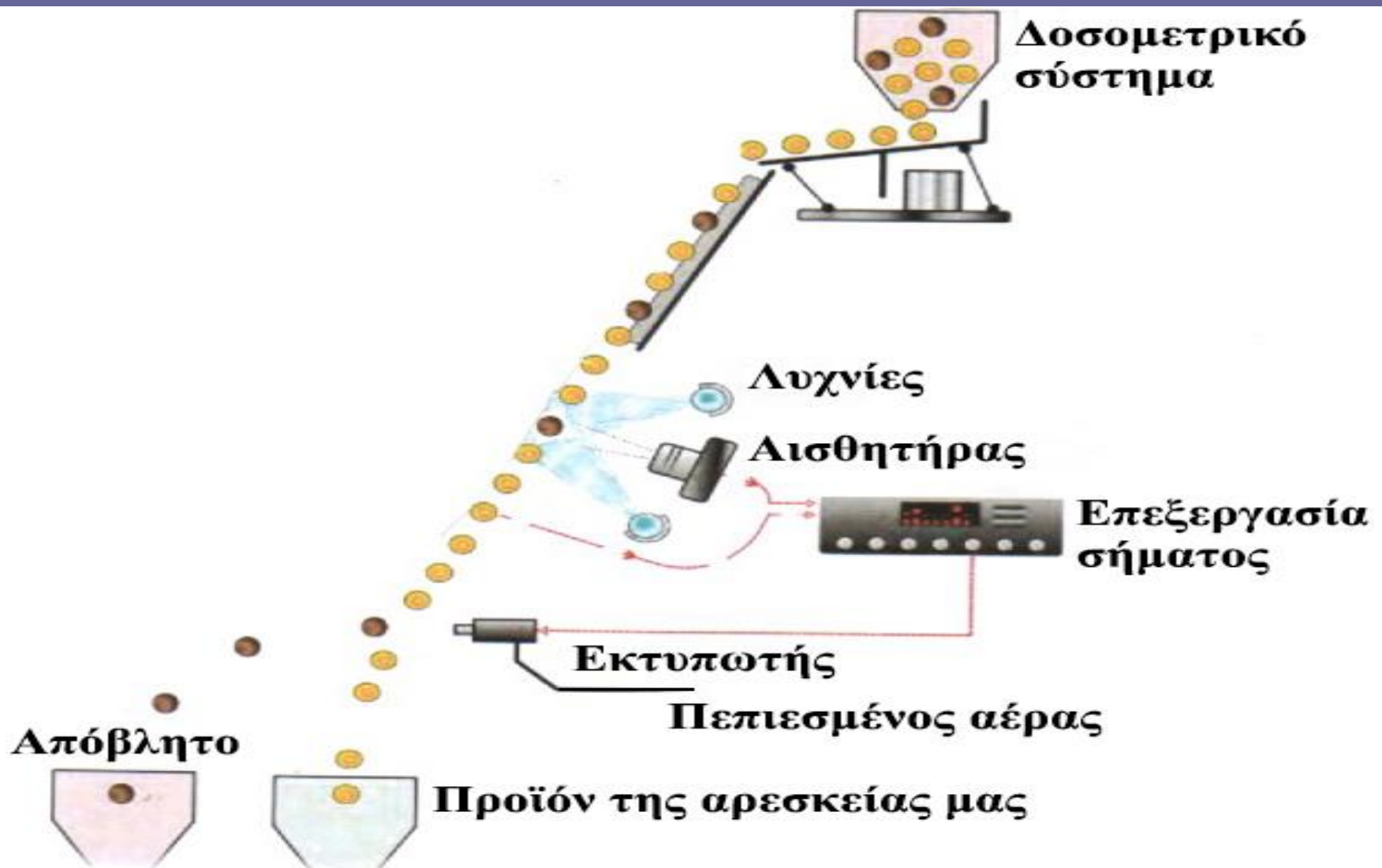
- Οι λάμπες αλογόνου
- Οι λάμπες φθορισμού και αγωγοί φθορισμού
- Οι LED και LED δίοδοι
- Οι Laser και Laser δίοδοι

# Μέθοδοι διαχωρισμού

- Ο διαχωρισμός σε ορατό φάσμα
- >> με NIR (εγγύς υπέρυθρες) μοριακή σύνθεση
- >> με IR-Θερμογραφία
- >> με ακτίνες Röntgen (πυκνότητα)
- >> με Λήψη εικόνων (γραμμική και πλήρης)
- >> με RFID (radio frequency identification)
- >> με Laser
- >> με Tera Herzt
- >> με Ultra Shall
- >> με Raman
- >> με PMIT



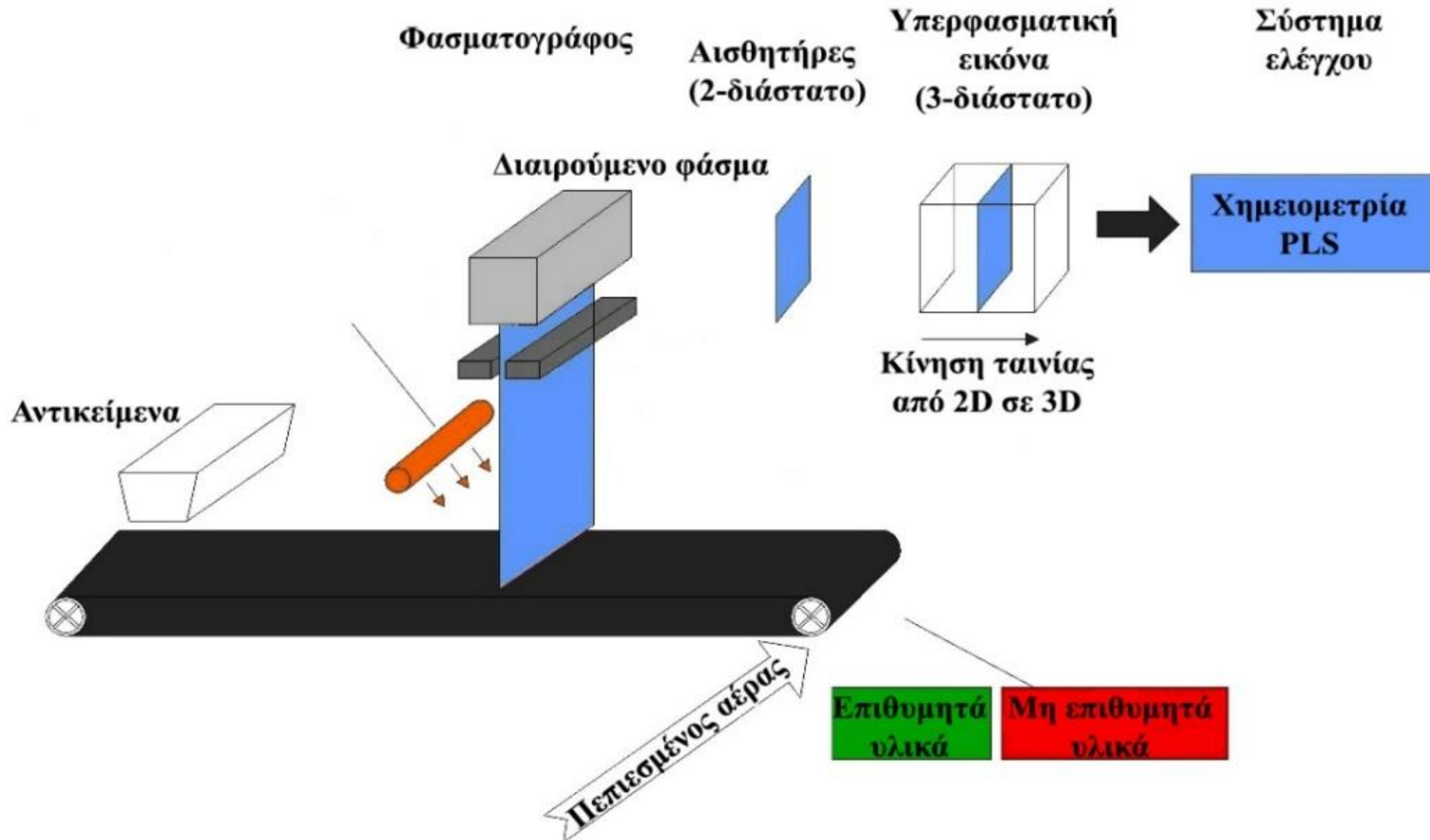
# Μηχάνημα διαχωρισμού με αισθητήρες



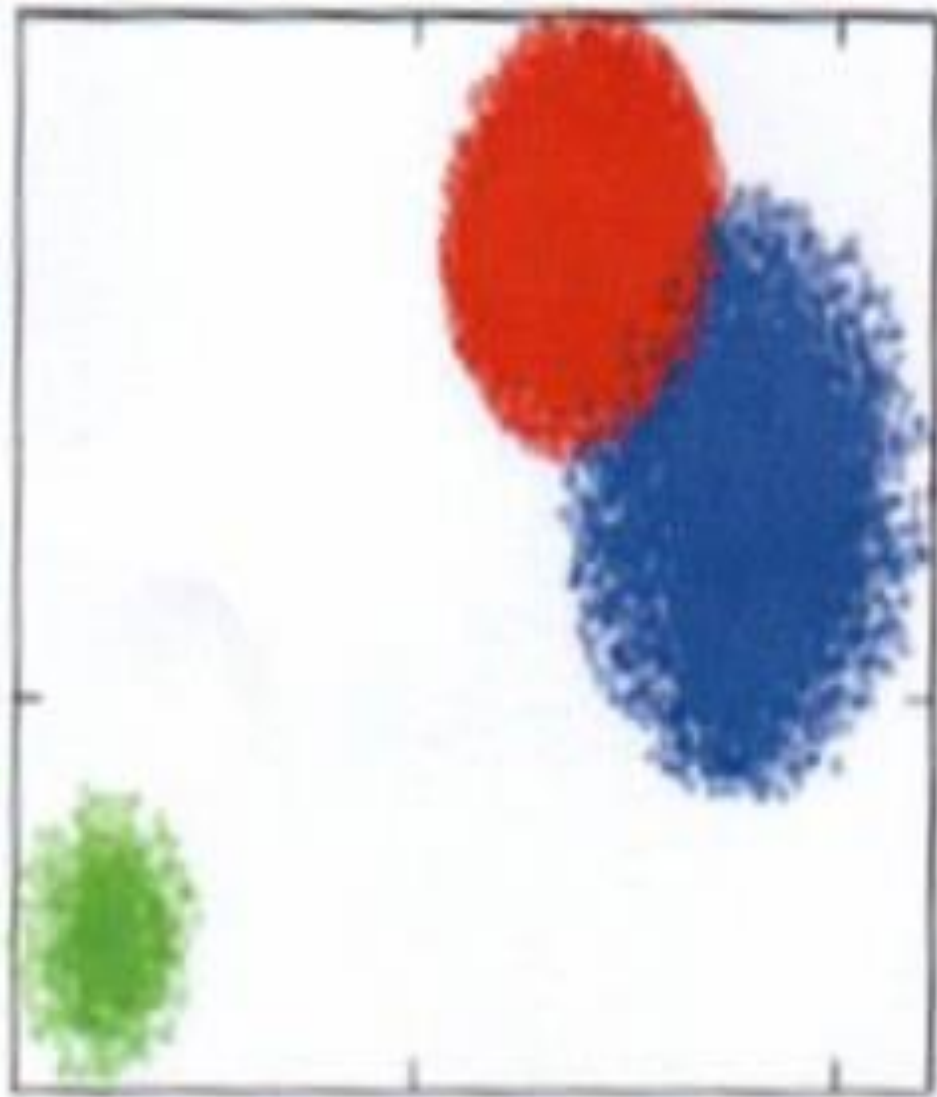
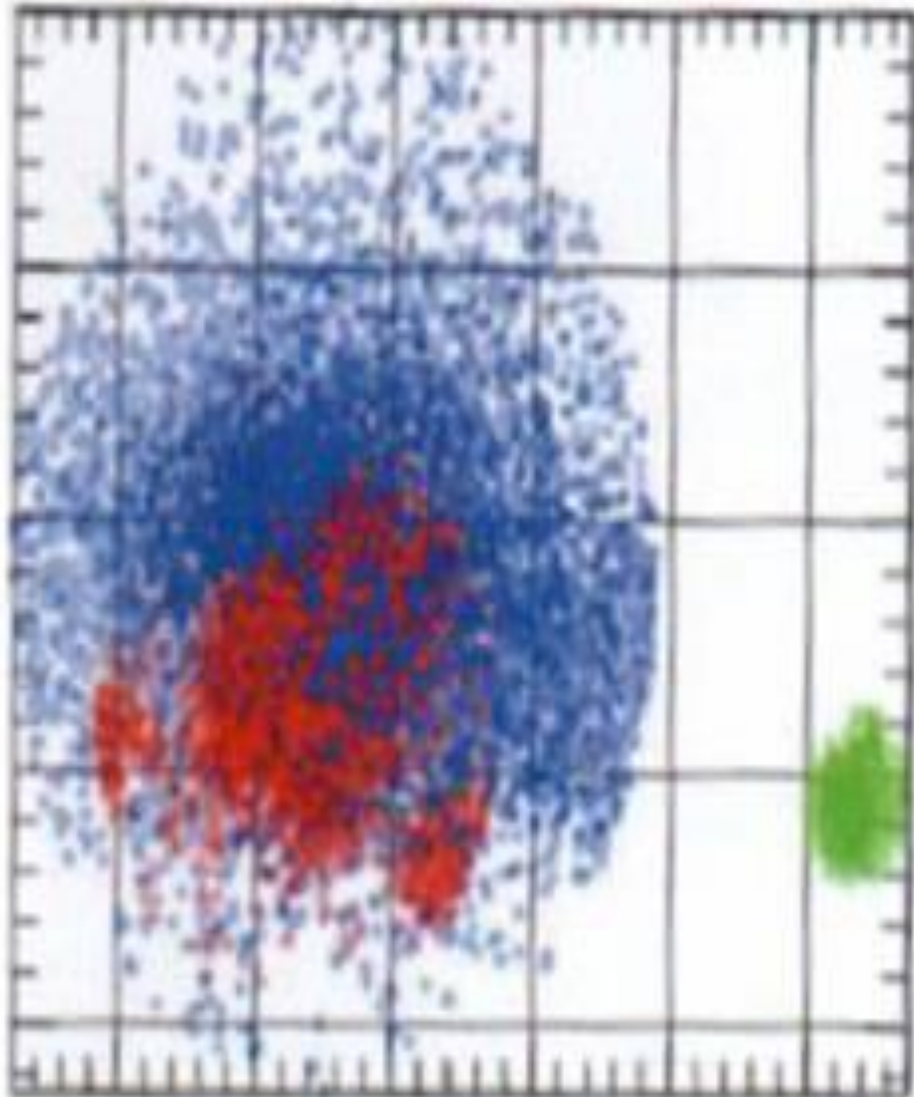
# NIR

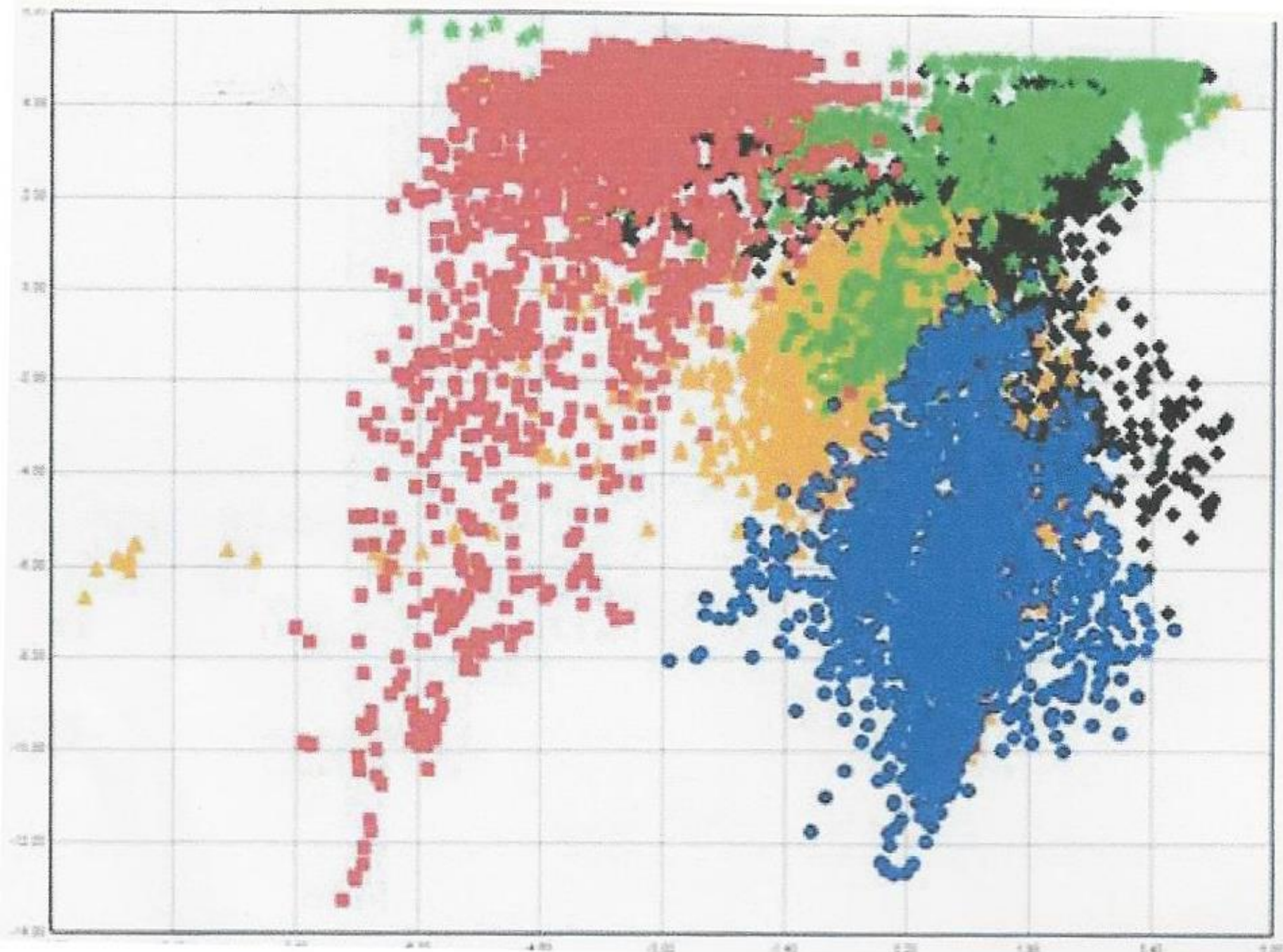
- Στην NIR ο αισθητήρας ανιχνεύει τη χαρακτηριστική αντανακλαστική ακτινοβολία στο συγκεκριμένο μήκος κύματος και παρουσιάζει ένα φάσμα.
- Τα **NIR** φάσματα περιγράφουν τη χημική σύσταση και τις φυσικές ιδιότητες ενός αντικειμένου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό και την αναγνώριση των υλικών στην διαλογή των αποβλήτων.
- Τελευταία εξέλιξη αποτελεί η υπερφασματική απεικόνιση. Η φασματική απεικόνιση αποτελεί μια τεχνική που συνδυάζει την NIR φασματοσκοπία με την ψηφιακή επεξεργασία εικόνας.

# Υπερφασματική ανάλυση

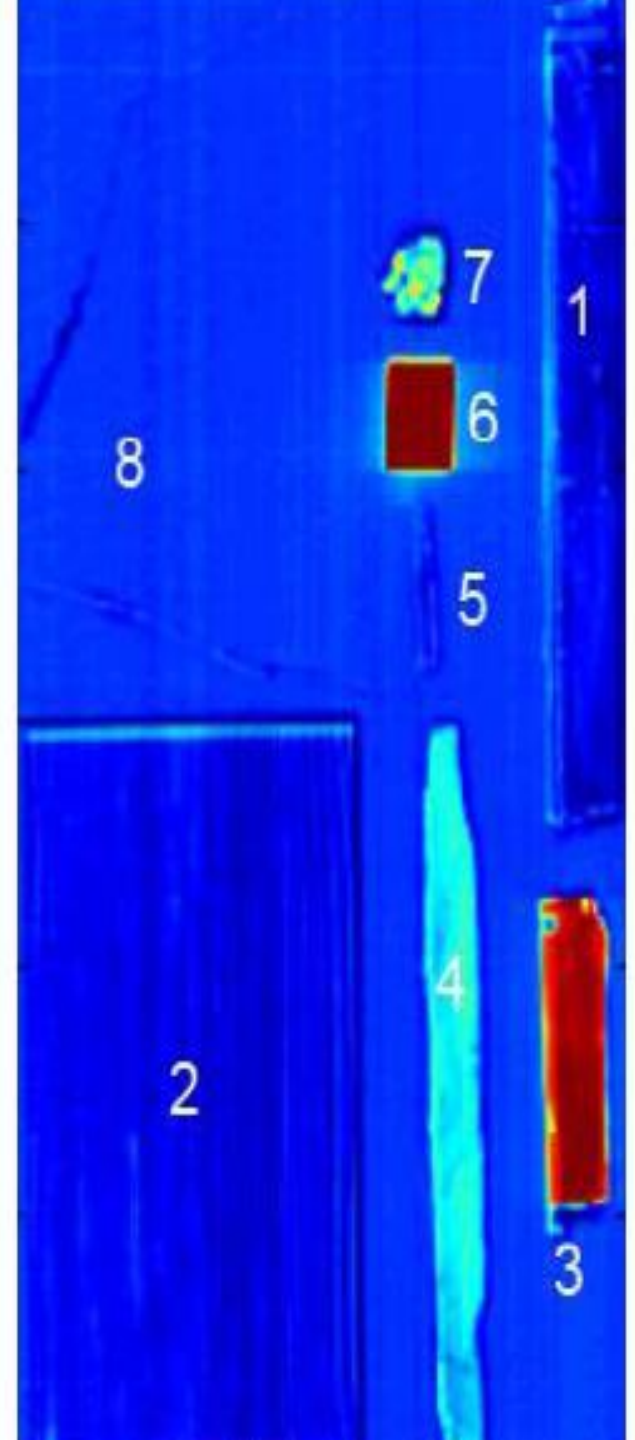
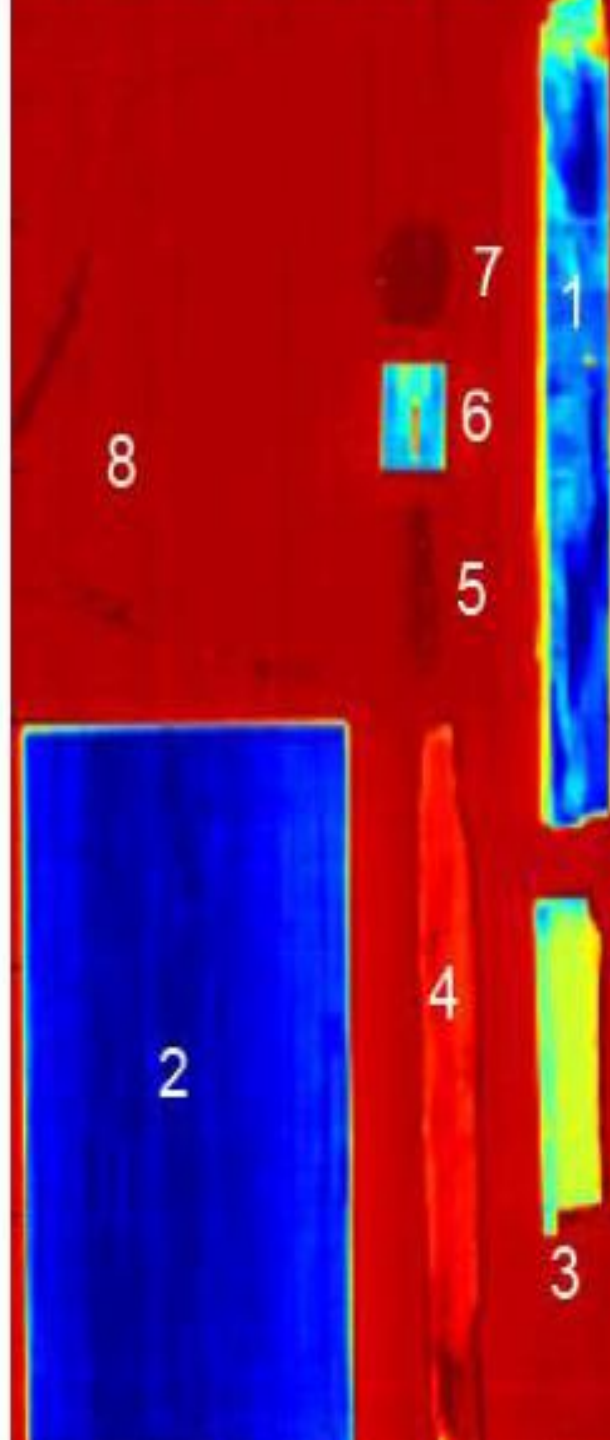


# Μοντέλο PCA/LDA





● Μπετόν ● Ασβεστούχος πέτρα ● Ελαφρύ μπετόν ● Πορώδες μπετόν ● Τούβλο

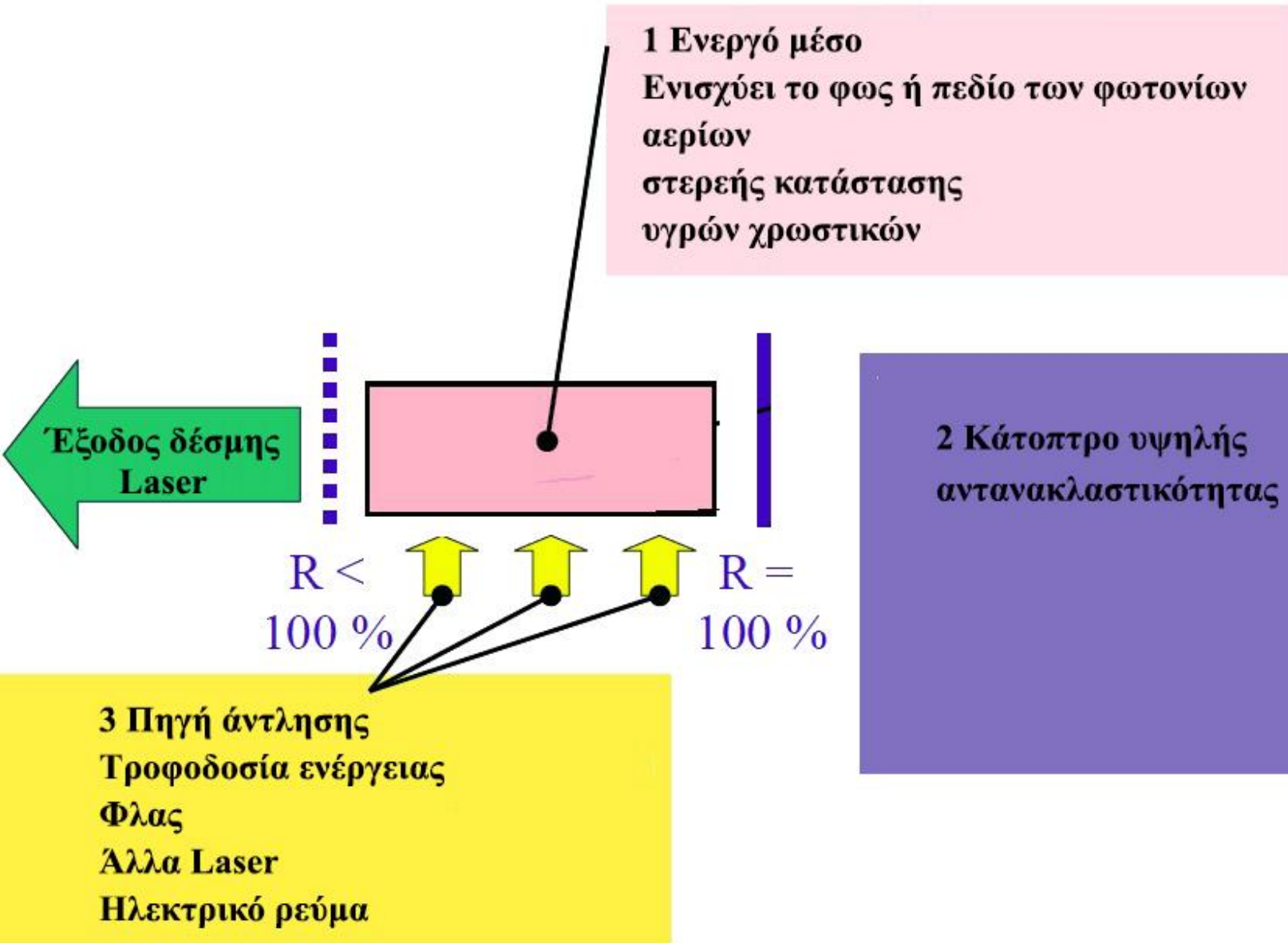


# Βασική δομή Laser

1 Ενεργό μέσο  
Ενισχύει το φως ή πεδίο των φωτονίων  
αερίων  
στερεής κατάστασης  
υγρών χρωστικών

2 Κάτοπτρο υψηλής  
αντανάκλαστικότητας

$R < 100\%$   $R = 100\%$



3 Πηγή άντλησης  
Τροφοδοσία ενέργειας  
Φλας  
Άλλα Laser  
Ηλεκτρικό ρεύμα

Περιβάλλουσα  
ατμόσφαιρα

Ακτινοβολία Laser

Αερομεταφερόμενα  
ή χημικά κύματα

Κορώνα

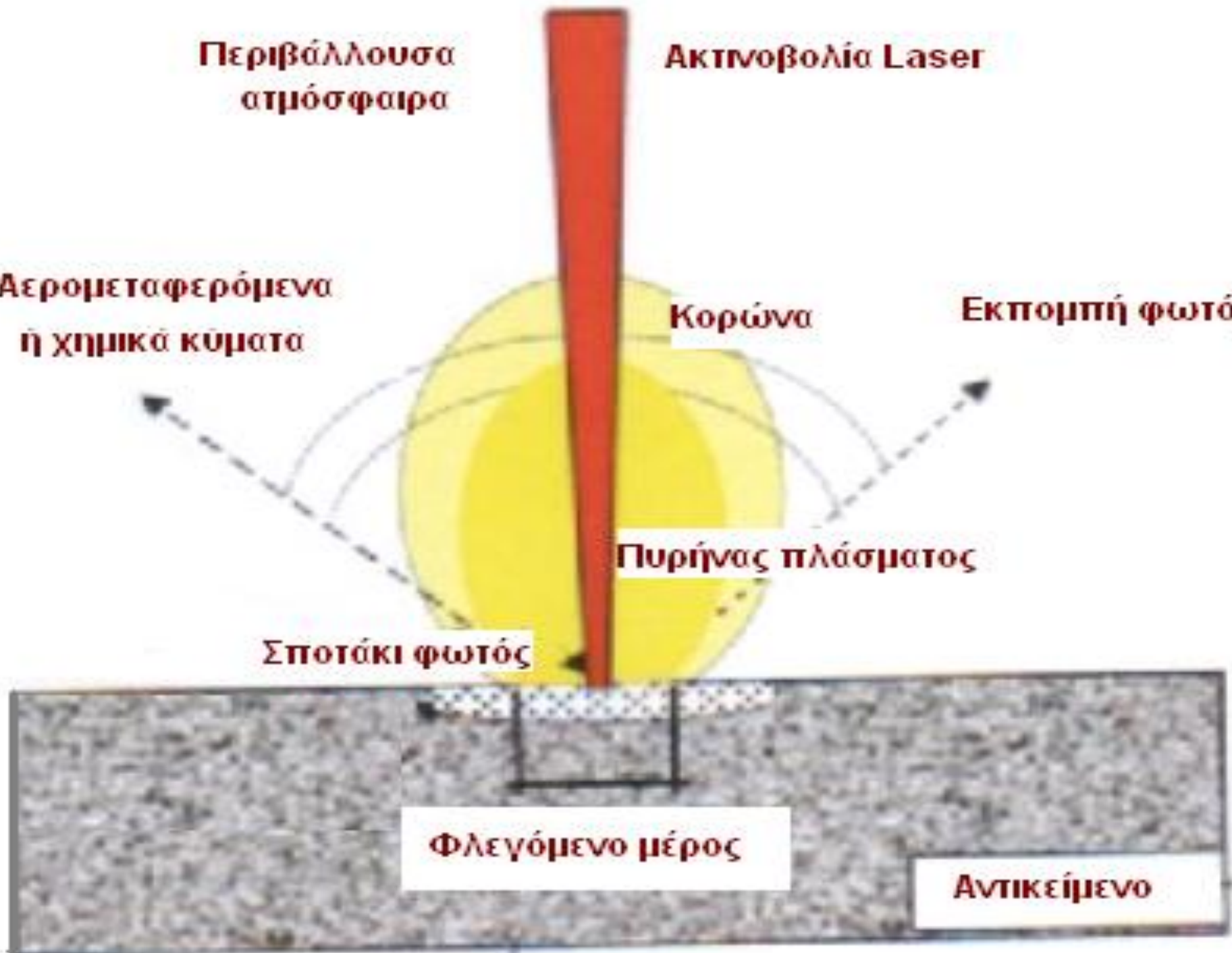
Εκπομπή φωτός

Πυρήνας πλάσματος

Σποτάκι φωτός

Φλεγόμενο μέρος

Αντικείμενο

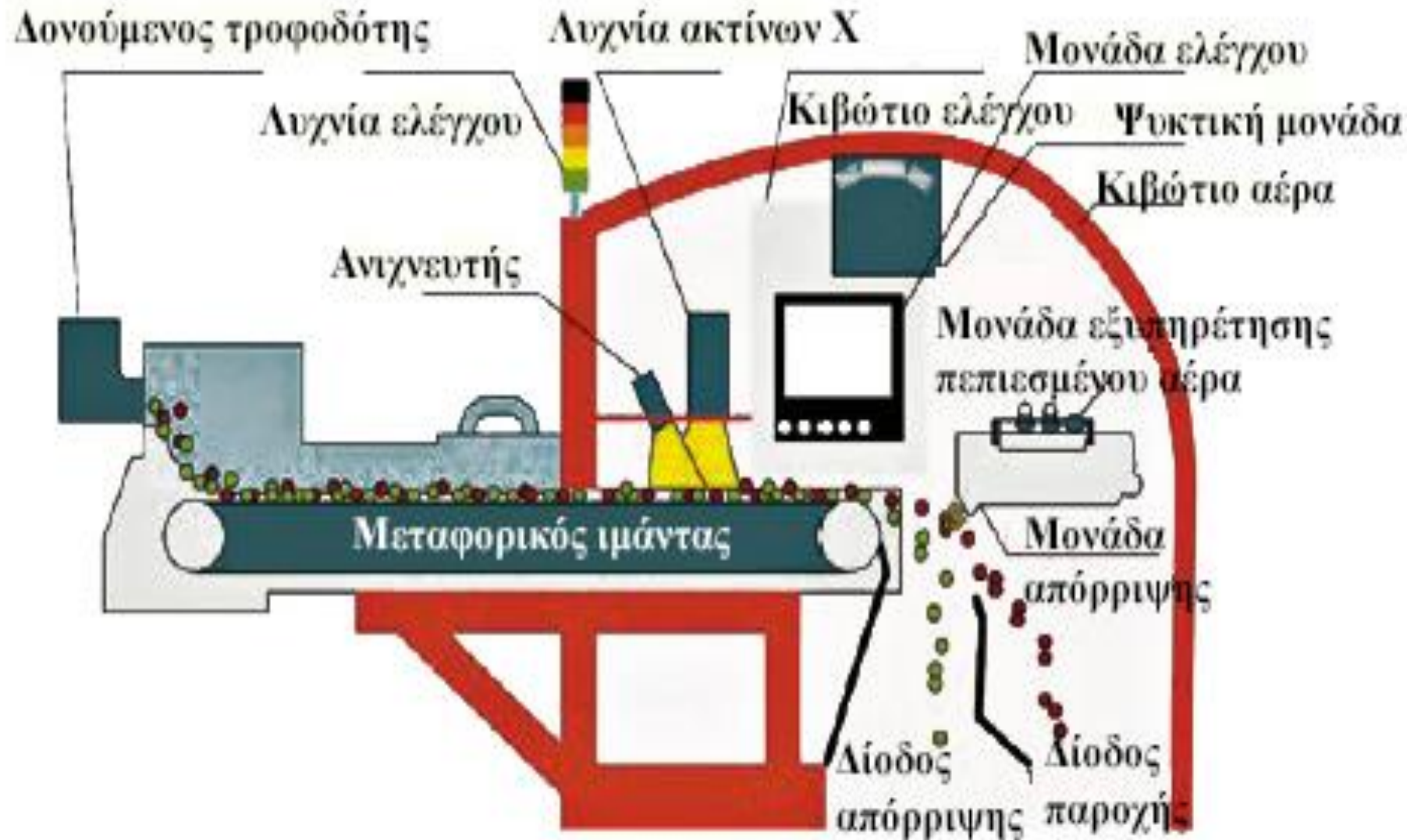




# Ακτίνες -X

- Η βασική αρχή της αναγνώρισης και διαχωρισμού των αποβλήτων με ακτίνες X είναι η ακτινοβολία των αποβλήτων μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Διακρίνονται δύο βασικά είδη ακτινοβολίας ROENTGEN : Ακτινοβολία μετάδοσης (XRT) και φθορισμού (XRF).

# XRF



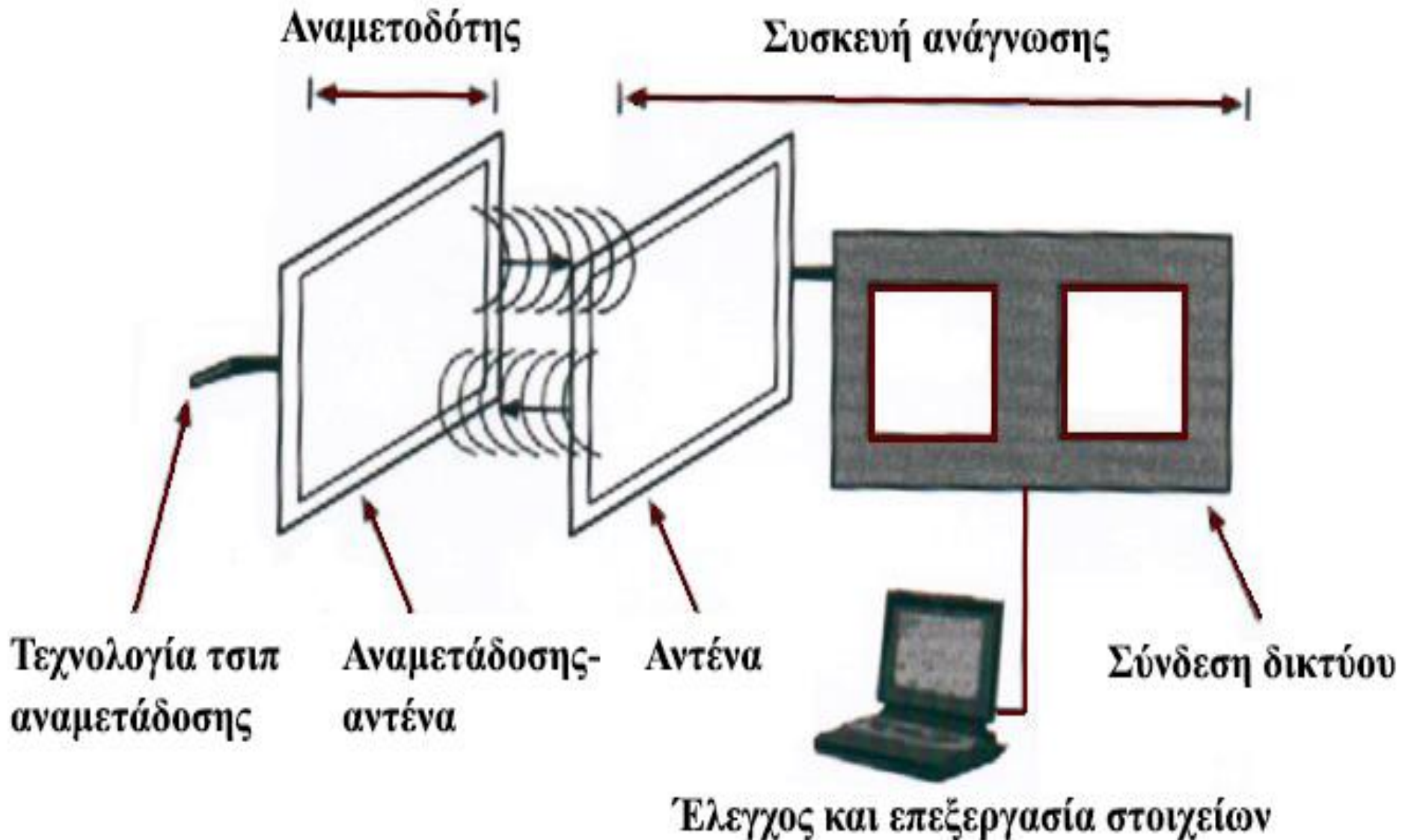
# Terahertz

- Τα αντικείμενα ακτινοβολούνται με THz ακτινοβολία, δημιουργούνται ταλαντώσεις, ανιχνεύεται η αντανακλώμενη ακτινοβολία και αξιολογείται το φάσμα αντανάκλασης. Μ' αυτόν τον τρόπο προσδιορίζεται η μοριακή δομή του προς εξέταση υλικού.

# RFID

- Το σύστημα RFID ανήκει στις τεχνολογίες των αυτόματων συστημάτων αναγνώρισης, τα οποία με τη βοήθεια κωδικοποιημένων στοιχείων και συσκευών αναγνώρισης δύνανται να αναγνωρίσουν αυτόματα τα αντικείμενα.

# Δομή συστήματος RFID

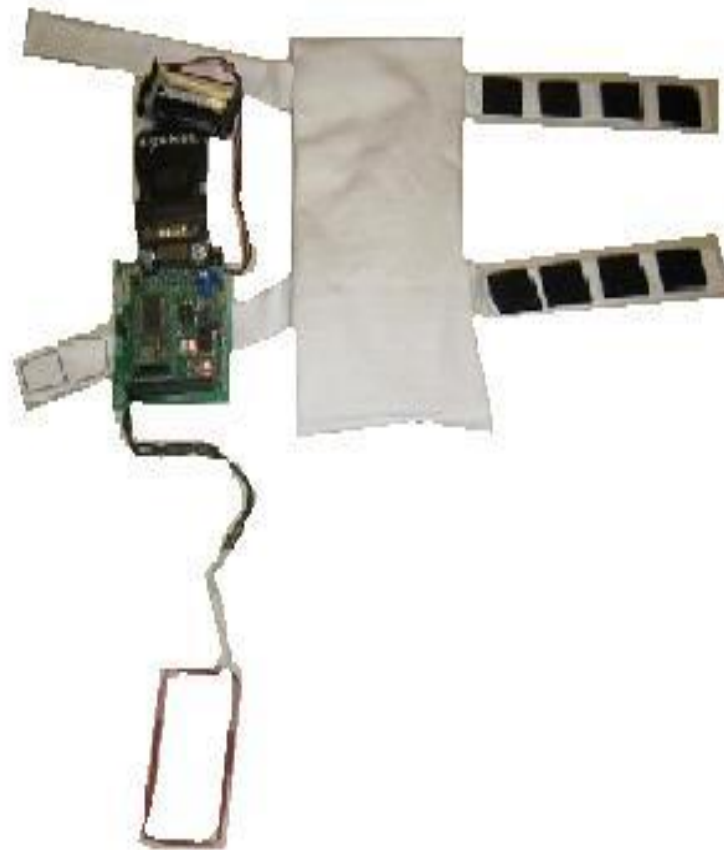


# Συστήματα αναγνώρισης RFID

**Α. Σταθερή πύλη  
RFID**



**Β. Κινητό σύστημα  
RFID**



**Γ. Γάντι RFID**



## NIR φασματοσκοπία

### Μοριακή σύνθεση της επιφάνειας των υλικών

- Διαχωρισμός των πλαστικών από τα υπόλοιπα απόβλητα
- Διαχωρισμός του PVC για παραγωγή RDF, SRF, καύσιμης ύλης
- Διαχωρισμός χαρτιού/ πλαστικού
- Διαχωρισμός καύσιμων υλικών (μικτά πλαστικά, χαρτί, ξύλο και υφάσματα) από τα υπόλοιπα απορρίμματα
- Διαχωρισμός πλαστικών ανά είδος (PE, PP, PS, PA, PET, PVC)
- Διαχωρισμός ξύλου από τα υπόλοιπα απόβλητα

### Συνδυασμός NIR – έγχρωμης επεξεργασία εικόνας

- Διαχωρισμός χαρτιού με μελάνι (εφημερίδες, περιοδικά, διαφημιστικά κλπ) από το χαρτόνι

**VIS, έγχρωμες  
κάμερες**

**χρώμα,  
φωτεινότητα**

-Διαχωρισμός γυαλιού  
ανάλογα με το χρώμα

-Διαχωρισμός διάφανων  
φιαλών PET ανάλογα με  
το χρώμα

-Διαχωρισμός πλαστικών

-Διαχωρισμός χαλκού και  
μπρούντζου από μη  
σιδηρούχα μέταλλα

-Διαχωρισμός πλαστικών  
στα ΑΗΗΕ

-Διαχωρισμός του  
χαρτιού illustration από  
το υπόλοιπο χαρτί



Επαγωγικοί αισθητήρες

ηλεκτρική αγωγιμότητα

-Διαχωρισμός μη  
σιδηρούχων μετάλλων  
από τα υπόλοιπα  
απόβλητα

-Διαχωρισμός μη Fe-  
μετάλλων από  
υπολείμματα  
τεμαχισμού

-Διαχωρισμός ευγενών  
μετάλλων από μίγμα  
μετάλλων

# Röntgen

# πυκνότητα

- Διαχωρισμός οργανικών από ανόργανα

- Διαχωρισμός αλουμινίου από τα μη σιδηρούχα μέταλλα

- Διαχωρισμός αδρανών από το σύνολο των αποβλήτων

- Διαχωρισμός PVC και ελαστικών από τα υπολείμματα κατά τον τεμαχισμό

- Διαχωρισμός οργανικών από τα ΑΕΚΚ

- Διαχωρισμός μαγνησίου και αλουμινίου από τα βαρέα μέταλλα (χαλκός, μπρούντζος, ψευδάργυρος και μόλυβδος)

- Διαχωρισμός διαφόρων μιγμάτων αλουμινίου

- Διαχωρισμός σκούρων ή μαύρων υλικών

- Διαχωρισμός γυαλιού με μόλυβδο (CRT)

# Laser

## Ανάλυση επιφάνειας

-Διαχωρισμός μετάλλων απο τα ΟΤΚΖ και ΑΗΗΕ

-Διαχωρισμός διαφανών από μη διαφανή υλικά

-Διαχωρισμός σύνθετων μετάλλων από ψευδάργυρο, χαλκό και ορείχαλκο

-Αλουμίνιο

-Ανοξείδοτο χάλυβα

-Μαύρα πλαστικά

-ΑΕΚΚ

-Γυαλί και κεραμικά

-των αλλογονούχων και βρωμιουχων

Επιβραδυντικών των πλαστικών

-αναλύονται οι σωρίες

-αναγνωρίζονται οι επικίνδυνες ουσίες στις επιφάνειες των ανακτώμενων υλικών

# Terahertz

Μεταβολή Εντασης ηλεκτρικού πεδίου παλμών

-Διαχωρισμός σκούρων πλαστικών

-Διαχωρισμός αγωγών στα Φωτοβολταικά

## Planer Magnetic Induction Tomography (PMIT)

Μαγνητική και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

-Διαχωρισμός σύνθετων μετάλλων τα οποία μαγνητίζονται

-Διαχωρισμός σιδήρου χαλκού

-Διαχωρισμός των μετάλλων από τα υπολείμματα των shredders

**Υπέρηχοι**

Ανάκλαση  
ήχου

-Διαχωρισμός  
γυαλιού, πλαστικού,  
κεραμικών,  
αλουμινίου

**Raman**

Ελαστική  
διάχυση  
ακτίνας φωτός

-Διαχωρισμός  
πλαστικών

# RFID

Ανάλυση πληροφοριών  
μέσω Ραδιοκυμάτων

-πληροφορίες για  
απορρύπανση,  
αποσυναρμολόγησ  
η, διαλογή,  
επισκευή ΑΗΗΕ

-ΟΤΚΖ (Ανταλλακτικά)

-Συσκευασίες

-Προσδιορίζεται η  
θερμογόνος τιμή των

απορρύπαντων

Σας ευχαριστώ