ΠΜΣ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Ενότητα: Τεχνολογίες προστασίας περιβάλλοντος Ι

Υποενότητα: **Επικίνδυνα απόβλητα**

Σταματία Κοντογιάννη
Επίκουρη Καθηγήτρια

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ | DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

Μαθησιακοί στόχοι

- Να διακρίνετε τα επικίνδυνα από τα μη επικίνδυνα απόβλητα
- Να εξηγείτε τη διαφορά μεταξύ επικινδυνότητας και κινδύνου
- Να αναγνωρίζετε βασικές πηγές και κατηγορίες επικίνδυνων αποβλήτων συμπεριλαμβανομένου των ιδιοτήτων τους
- Να περιγράφετε τις βασικές οδούς έκθεσης ανθρώπων και οικοσυστημάτων βαση τηγς τοξικολογιας
- Να σχεδιάζετε ιεράρχηση: μείωση, ανακύκλωση, αποθήκευση, επεξεργασία, τελική διάθεση

Επικίνδυνα απόβλητα

Καθορισμός

Τι είναι απόβλητο και ποιο υλικό φέρει αυτόν τον χαρακτηρισμό;

- Υλικό ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει, προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει
- Η έννοια δεν εξαρτάται μόνο από τη φυσική μορφή ή την εμπορική αξία του υλικού
- Η οικονομική αξία δεν αίρει τον χαρακτηρισμό από μόνη της
- Η προέλευση, η χρήση και οι συνθήκες διαχείρισης βοηθούν στην αξιολόγηση
- Ο χαρακτηρισμός δεν εξαρτάται από τη φυσική κατάσταση του υλικού
- Η νομική ταξινόμηση πρέπει να βασίζεται στο ισχύον πλαίσιο και στα πραγματικά στοιχεία
- Το υποκείμενο είναι ο κάτοχος, όχι ο παραγωγός:ο κάτοχος φέρει την ευθύνη

Αποχαρακτηρισμός υπό προϋποθέσεις

- Προϊόν: υλικό που παράγεται και διατίθεται για συγκεκριμένη χρήση
- Υποπροϊόν: Παράγεται ως αναπόσπαστο μέρος της παραγωγικής διαδικασίας. Μπορεί να μην αποτελεί απόβλητο, εφόσον πληρούνται συγκεκριμένοι όροι.
- Απόβλητο: υλικό που εμπίπτει στον σχετικό νομικό ορισμό
- Τέλος αποβλήτου (end-of-waste)
  - **Συγκεκριμένη χρήση**: Το υλικό χρησιμοποιείται συνήθως για συγκεκριμένους σκοπούς.
  - **Υπάρχουσα αγορά ή ζήτηση**: Υπάρχει ενεργή αγορά ή ζήτηση για το εν λόγω υλικό.
  - **Συμμόρφωση με πρότυπα**: Πληροί τις τεχνικές απαιτήσεις για τους συγκεκριμένους σκοπούς και συμμορφώνεται με την ισχύουσα νομοθεσία και τα πρότυπα που ισχύουν για τα προϊόντα.
  - **Χωρίς αρνητικές επιπτώσεις**: Η χρήση του δεν προκαλεί συνολικά δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον ή στην ανθρώπινη υγεία.

Γιατί έχει σημασία ο χαρακτηρισμός;

- Καθορίζει τις απαιτήσεις συλλογής, συσκευασίας, μεταφοράς και αποθήκευσης
- Επηρεάζει την επιλογή εγκατάστασης και τεχνολογίας επεξεργασίας
- Συνδέεται με υποχρεώσεις τεκμηρίωσης και παρακολούθησης
- Λανθασμένος χαρακτηρισμός μπορεί να οδηγήσει σε έκθεση εργαζομένων ή ρύπανση

Η σημασία της διεργασίας παραγωγής

- Η γνώση της παραγωγικής διεργασίας βοηθά στην πρόβλεψη πιθανών συστατικών
- Οι πρώτες ύλες και τα αντιδραστήρια αποτελούν ενδείξεις για την επικινδυνότητα
- Οι μεταβολές της διεργασίας μπορεί να μεταβάλλουν τη σύσταση του αποβλήτου
- Η περιγραφή της πηγής είναι βασικό στοιχείο της αρχικής αξιολόγησης

Από τη δοκιμή στην τεκμηρίωση

- Βήμα 1: ταυτοποίηση του ρεύματος και των συστατικών
- Βήμα 2: έλεγχος στον κατάλογο ΕΚΑ
- Βήμα 3: δοκιμές όπου ο κατάλογος δεν είναι αποφασιστικός
- Βήμα 4: αξιολόγηση ορίων και κατάταξη
- Βήμα 5: σύνταξη και τήρηση αρχείου κατάταξης

ΕΚΑ: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων.

- Οργάνωση σε κεφάλαια και υποκεφάλαια ανά πηγή προέλευσης.
- Κωδικός έξι ψηφίων: δύο για κεφάλαιο, δύο για υποκεφάλαιο, δύο για το ρεύμα.
- Τα επικίνδυνα απόβλητα χαρακτηρίζονται με αστερίσκο (*).
- Ίδιος κωδικός σημαίνει ίδιες υποχρεώσεις σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

- 01–05: Εξόρυξη, γεωργία, ξυλεία, τρόφιμα.
- 06–08: Χημικές διεργασίες, χημικά, βαφές.
- 09: Φωτογραφικά απόβλητα.
- 10–12: Θερμικές κατεργασίες, μέταλλα.
- 13–15: Έλαια, διαλύτες, συσκευασίες.
- 16–20: Απόβλητα εξοπλισμού, κατασκευών, υγείας και εγκαταστάσεων.

Τι σημαίνει «επικίνδυνο απόβλητο»;

- Απόβλητο που εμφανίζει μία ή περισσότερες ιδιότητες επικινδυνότητας.
- Απόβλητο που περιέχει επικίνδυνη ουσία πάνω από θεσπισμένο όριο.
- Η αξιολόγηση συνδέεται με τη σύσταση, τη συγκέντρωση και τις ιδιότητες των συστατικών.
- Ο χαρακτηρισμός ισχύει ανεξάρτητα από τον τόπο παραγωγής
- Η επικινδυνότητα δεν προσδιορίζεται μόνο από την εμφάνιση, το χρώμα ή την οσμή.
- Απαιτείται συνδυασμός πληροφοριών για την πηγή, τη σύσταση και την ταξινόμηση.
- Η κατάταξη γίνεται με τον κατάλογο ΕΚΑ και, όταν χρειάζεται, με δοκιμές.

Οι επικίνδυνες ιδιότητες (HP1-HP15) κατά ΕΕ

HP1 Εκρηκτικό · HP2 Οξειδωτικό · HP3 Πολύ εύφλεκτο

HP4 Ερεθιστικό – ευαισθητοποιητικό δέρματος · HP5 Ειδική τοξικότητα οργάνου

HP6 Οξεία τοξικότητα · HP7 Καρκινογόνο · HP8 Διαβρωτικό

HP9 Μολυσματικό · HP10 Τοξικό για την αναπαραγωγή · HP11 Μεταλλαξιογόνο

HP12 Έκλυση οξείας τοξικής αέριας ουσίας · HP13 Ευαισθητοποιητικό αναπνευστικού

HP14 Οικοτοξικό · HP15 Απόβλητο ικανό να αναπτύξει μία από τις ανωτέρω ιδιότητες

HP1 και HP2: εκρηκτικότητα και οξείδωση

HP1 — Εκρηκτικό

- HP1: εξώθερμη αντίδραση με ταχύτητα παραγωγής αερίων και θερμοκρασίας
- Εξαιρούνται τα πυροτεχνικά και τα εκρηκτικά που υπάγονται σε άλλη νομοθεσία

HP2 — Οξειδωτικό

- HP2: αντίδραση εξώθερμη με την επαφή με άλλα υλικά
- Οξειδωτικά με κίνδυνο έναρξης ή τροφοδότησης πυρκαγιάς

Τυπικά παραδείγματα

- Υπολείμματα υπεροξειδίων, χλωρικά, νιτρικά άλατα

HP3 και HP4: ανάφλεξη και δερματική δράση

HP3 — Πολύ εύφλεκτο

- υγρό με χαμηλό σημείο ανάφλεξης, στερεό που αναφλέγεται ευχερώς
- Στην πράξη: ρεύματα με διαλύτες και οργανικές ενώσεις

HP4 — Ερεθιστικό

- ερεθισμός δέρματος ή οφθαλμών, ευαισθητοποίηση δέρματος
- Ο ερεθισμός μετράται με δοκιμές ή με ταξινόμηση των συστατικών

Στην πράξη

- Σημασία για τους εργαζομένους: μέσα ατομικής προστασίας

HP5 και HP6: τοξικότητα στόχου και οξεία τοξικότητα

HP5 — Ειδική τοξικότητα οργάνου

- βλάβη οργάνου μετά από εφάπαξ ή επανειλημμένη έκθεση
- Η επίπτωση μπορεί να εμφανιστεί μετά από επαναλαμβανόμενες δόσεις

HP6 — Οξεία τοξικότητα

- σοβαρές επιπτώσεις μετά από εφάπαξ έκθεση
- Κριτήρια με οδούς έκθεσης: από του στόματος, δέρματος, εισπνοής

Κοινό στοιχείο

- Κατώτατο όριο ταξινόμησης κατά τις κατηγορίες οξείας τοξικότητας

HP7, HP10, HP11: οι ιδιότητες «χρόνιας» βλάβης

HP7 — Καρκινογόνο

- ουσίες που προκαλούν ή αυξάνουν τον κίνδυνο καρκίνου

HP10 — Τοξικό για την αναπαραγωγή

- βλάβη στη γονιμότητα ή στο έμβρυο

HP11 — Μεταλλαξιογόνο

- αύξηση των μεταλλάξεων στα γεννητικά κύτταρα

Κοινός τρόπος κατάταξης

- Κατάταξη από τις ουσίες που περιέχει το απόβλητο
- Ισχύουν όρια συγκέντρωσης ανά κατηγορία επικινδυνότητας

HP8, HP13, HP14: διάβρωση, αναπνευστικό, περιβάλλον

HP8 — Διαβρωτικό

- διάβρωση μετάλλων ή σοβαρή βλάβη δέρματος

HP13 — Ευαισθητοποιητικό αναπνευστικού

- ευαισθητοποίηση της αναπνευστικής οδού

HP14 — Οικοτοξικό

- οικοτοξικότητα με βάση βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους δείκτες
- Τεστ: βλαστικότητα, ανάπτυξη, αναπαραγωγή υδρόβιων οργανισμών

Κοινό στοιχείο

- Το συνολικό φορτίο ρύπανσης κρίνει τον χαρακτηρισμό, όχι μόνο η ουσία

HP9, HP12, HP15: λοιμώδη, αέρια, κατάλοιπη ιδιότητα

HP9 — Μολυσματικό

- παρουσία βιώσιμων μικροοργανισμών ή τοξινών (π.χ. κλινικά απόβλητα)

HP12 — Έκλυση οξείας τοξικής αέριας ουσίας

- έκλυση τοξικών αερίων σε επαφή με νερό ή οξύ
- Χαρακτηριστικά παραδείγματα: κυανιούχα, θειούχα αποθέματα

HP15 — Κατάλοιπη ιδιότητα

- ιδιότητα που δεν καταγράφεται αλλού αλλά εμφανίζεται στην πράξη
- Η HP15 είναι «ομπρέλα» και απαιτεί αιτιολόγηση

Ιδιότητες επικινδύνων κατά US EPA

Αναφλεξιμότητα (Κωδικός EPA: D001)

Τα απόβλητα αυτά μπορούν εύκολα να προκαλέσουν πυρκαγιά υπό συγκεκριμένες συνθήκες ή να υποστηρίξουν την καύση.

Διαβρωτικότητα

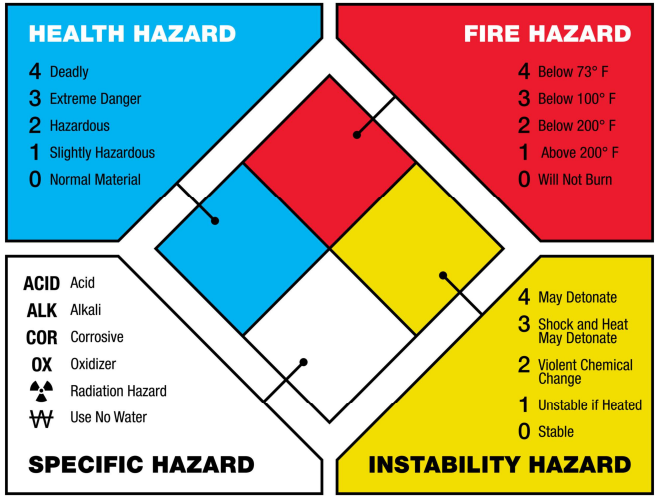
Τα διαβρωτικά απόβλητα είναι εξαιρετικά όξινα ή βασικά (αλκαλικά) υλικά που μπορούν να καταστρέψουν μεταλλικά δοχεία αποθήκευσης ή να προκαλέσουν εγκαύματα στο δέρμα.

Αντιδραστικότητα (Κωδικός EPA: D003)

Τα αντιδραστικά απόβλητα είναι ασταθή υπό κανονικές συνθήκες και μπορούν να προκαλέσουν εκρήξεις ή να απελευθερώσουν τοξικά αέρια.

Τοξικότητα (Κωδικοί EPA: D004 έως D043)

Αφορά απόβλητα που είναι επιβλαβή ή θανατηφόρα σε περίπτωση κατάποσης ή απορρόφησης, και ενδέχεται να μολύνουν τα υπόγεια ύδατα εάν διαρρεύσουν στο περιβάλλον.



Από πού προέρχονται τα επικίνδυνα απόβλητα

- Βιομηχανικές διεργασίες και χημική παραγωγή
- Ενεργειακός τομέας και καύση
- Κατασκευές και κατεδαφίσεις
- Υπηρεσίες υγείας και εργαστήρια
- Γεωργία, εξόρυξη και μεταλλουργία

Ενδεικτική προέλευση και είδος επικινδύνων αποβλήτων

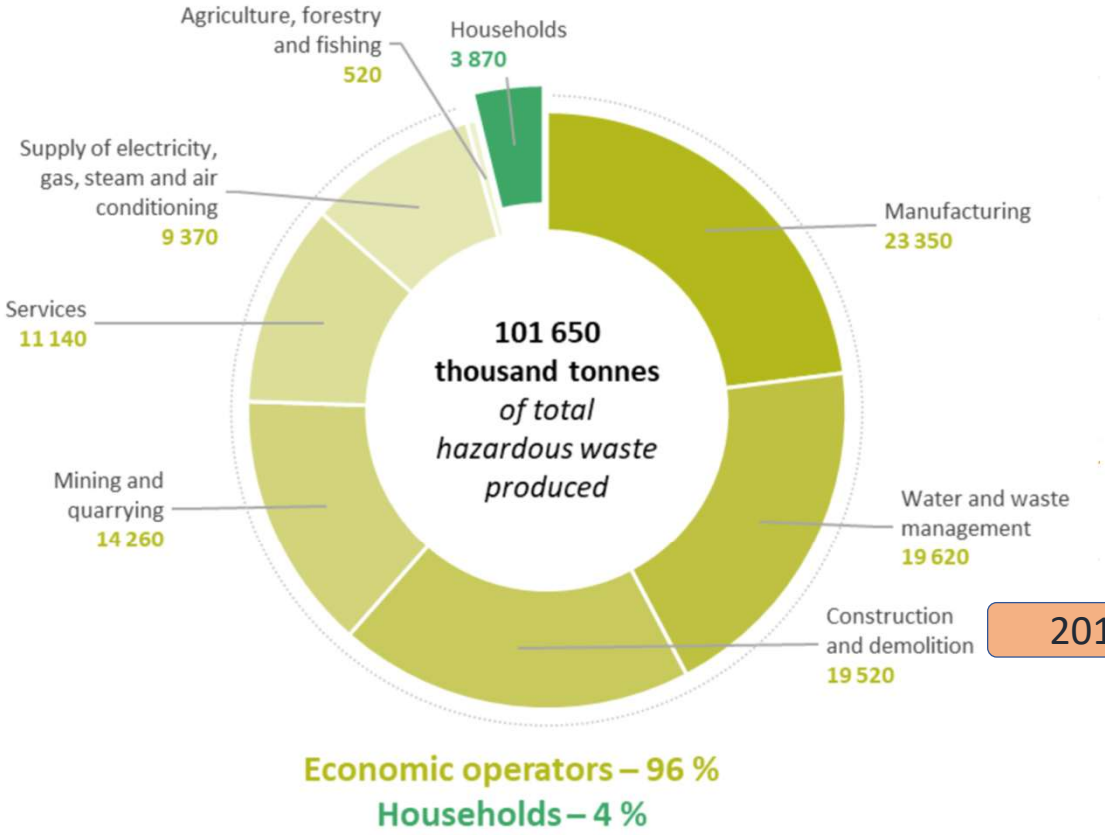
Τομέας δραστηριότητας	Σημεία παραγωγής	Ενδεικτικά επικίνδυνα απόβλητα
Χημική βιομηχανία	Αντιδραστήρες, ανάμειξη, καθαρισμός δεξαμενών	Διαλύτες, αντιδραστήρια, υπολείμματα αντιδράσεων
Μεταλλουργία	Επιμετάλλωση, αποξείδωση, λείανση	Ιλύες μετάλλων, όξινα λουτρά, σκόνες
Διυλιστήρια	Διαχωρισμός, διύλιση, συντήρηση	Ελαιώδεις λάσπες, καταλύτες, μολυσμένα φίλτρα
Βιομηχανία χρωμάτων	Παρασκευή, ανάμειξη, καθαρισμός	Διαλύτες, ρητίνες, χρωστικές
Υγειονομικές μονάδες	Χειρουργεία, εργαστήρια, φαρμακεία	Μολυσματικά, αιχμηρά, φαρμακευτικά
Γεωργία	Ψεκασμοί, αποθήκευση φυτοφαρμάκων	Υπολείμματα φυτοφαρμάκων, συσκευασίες
Κατασκευές	Κατεδαφίσεις, αποκατάσταση κτιρίων	Αμίαντος, μολυσμένα εδάφη, παλαιά χρώματα
Ηλεκτρονική βιομηχανία	Χάραξη, καθαρισμός, συγκόλληση	Διαλύτες, οξέα, απόβλητα με μέταλλα
Εξορυκτική βιομηχανία	Εξόρυξη, εμπλουτισμός	Τέλματα, θειούχα κατάλοιπα, όξινη απορροή
Συνεργεία οχημάτων	Αλλαγή λιπαντικών, βαφή, συντήρηση	Απόβλητα έλαια, φίλτρα, διαλύτες, μπαταρίες

Ειδικές κατηγορίες επικινδύνων αποβλήτων

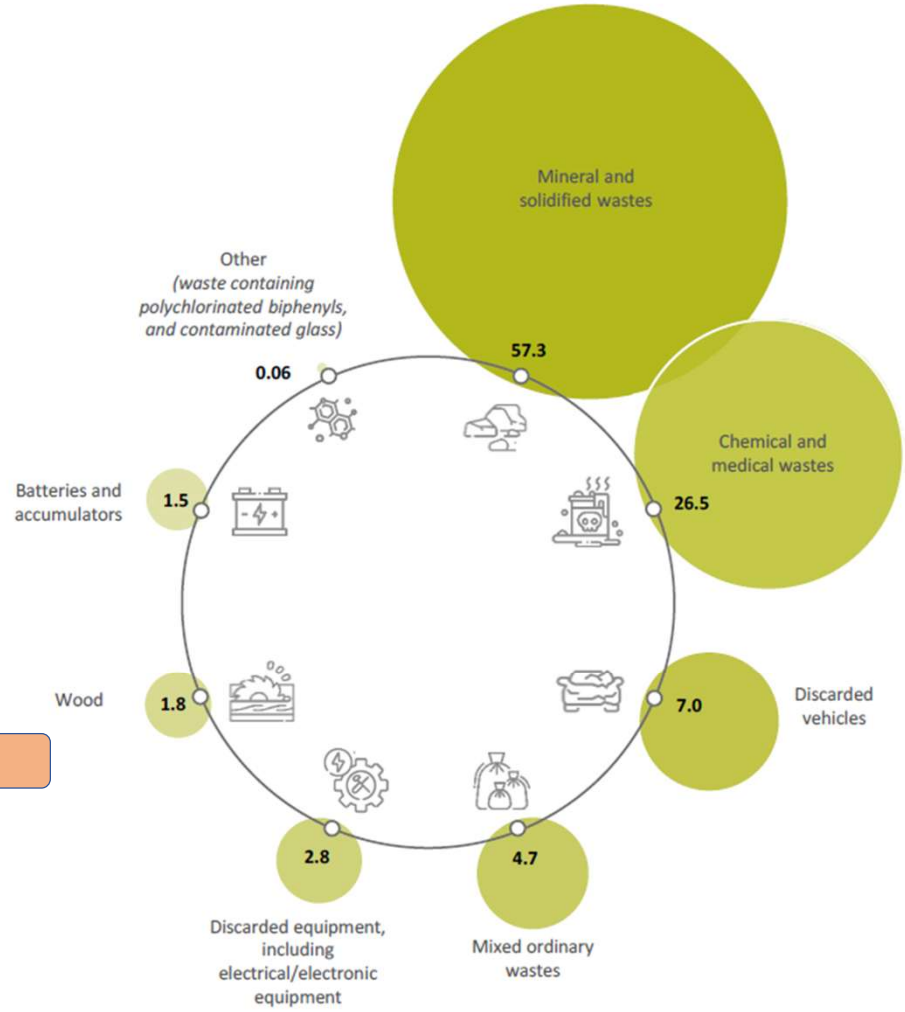
- Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών: Μπαταρίες λιθίου, μολύβδου, νικελίου-καδμίου. Κίνδυνοι τοξικότητας, διαρροής ηλεκτρολύτη και πυρκαγιάς.
- Απόβλητα αμιάντου: Αμιαντοτσιμέντο, μονωτικά υλικά, σωληνώσεις και θερμομονωτικές επιστρώσεις.
- ΑΗΗΕ: Ηλεκτρονικές πλακέτες, οθόνες, λαμπτήρες και εξαρτήματα π περιέχουν επικίνδυνες ουσίες.
- Υγειονομικά απόβλητα: Αιχμηρά, μολυσματικά, ανατομικά και κυτταροτοξικά/κυτταροστατικά απόβλητα.
- Ρυπασμένα εδάφη: Εδάφη με πετρελαιοειδή, βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα ή άλλους επικίνδυνους ρύπους.
- Οικιακά απόβλητα: παραγωγή μικρών ποσοτήτων πολλών διαφορετικών επικίνδυνων ρευμάτων



Τα επικίνδυνα απόβλητα σε αριθμούς



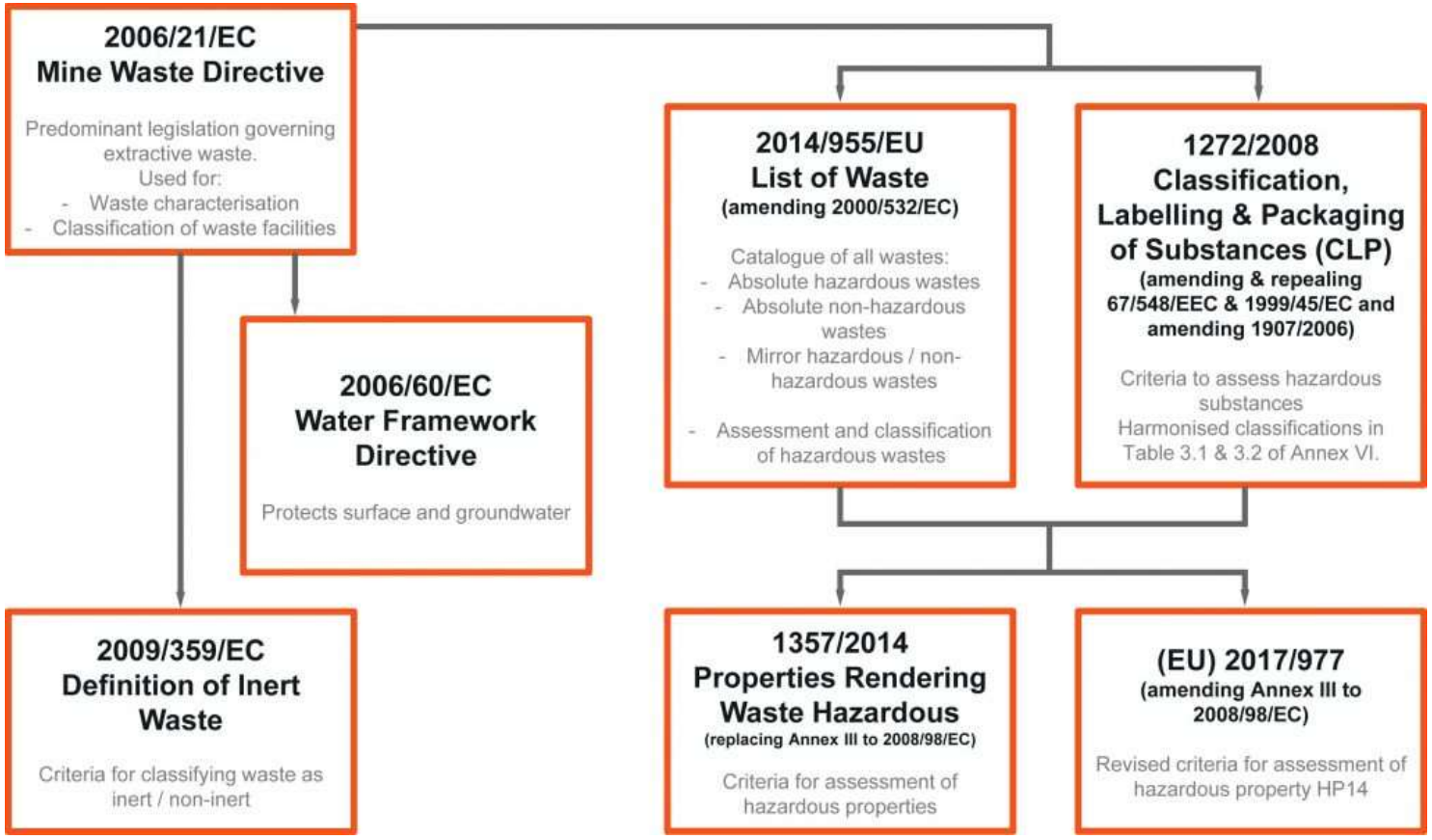
2018



Επικίνδυνα απόβλητα

Νομοθετικό πλαίσιο

Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο



Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο

- Ν. 4819/2021 (Κύριος Νόμος για τη Διαχείριση Αποβλήτων)

Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ και το νέο ευρωπαϊκό πλαίσιο κυκλικής οικονομίας.

- Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ 2020–2030)

Κατευθύνσεις για πρόληψη, ανακύκλωση, ανάκτηση και ασφαλή διάθεση επικίνδυνων/ειδικών ρευμάτων.

- Νόμος 4819/2021 (ΦΕΚ Α' 129) →ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση όλων των αποβλήτων στην Ελλάδα, ενσωματώνοντας τις νεότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες.
- Καθορίζει τις υποχρεώσεις των παραγωγών, την απαγόρευση ανάμειξης επικίνδυνων αποβλήτων και τις διαδικασίες ιχνηλασιμότητας και αδειοδότησης (συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση).

- Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων (ΗΜΑ)→ 4389/2016

Υποχρεωτική καταχώριση παραγωγών και διακινητών αποβλήτων.

- Κανονιστικές πράξεις για Επικίνδυνα Απόβλητα

Προδιαγραφές συλλογής, μεταφοράς, αποθήκευσης και επεξεργασίας (ΚΥΑ 24944/1159/2006 κ.ά.).

- Κανονισμός Διαχείρισης Υγειονομικών Αποβλήτων

ΚΥΑ 146163/2012 για μολυσματικά ιατρικά απόβλητα (αποτέφρωση, αποστείρωση).

- Αυστηρό πλαίσιο αδειοδότησης

Υποχρέωση αδειών για συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και εγκαταστάσεις επικινδύνων αποβλήτων.

- Ενισχυμένοι έλεγχοι & κυρώσεις

Επιθεωρήσεις περιβάλλοντος, πρόστιμα, και παρακολούθηση διακίνησης.

Βασική Νομοθεσία για τα Επικίνδυνα Απόβλητα

ΕΕ

- **Απόφαση 2000/532/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής** → εναρμονισμένος κατάλογος αποβλήτων

Ελλάδα

- ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ Β' 383):→ μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων. Με αυτήν ενσωματώθηκε στην ελληνική έννομη τάξη ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων.
- Νόμος 4819/2021 (ΦΕΚ Α' 129) → ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση όλων των αποβλήτων στην Ελλάδα, ενσωματώνοντας τις νεότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες.
  - Καθορίζει τις υποχρεώσεις των παραγωγών, την απαγόρευση ανάμειξης επικίνδυνων αποβλήτων και τις διαδικασίες ιχνηλασιμότητας και αδειοδότησης (συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση).

Αρχές του «ρυπαίνων πληρώνει»

1. Ο παραγωγός καλύπτει το κόστος της διαχείρισης
2. Διευρυμένη ευθύνη παραγωγού σε ορισμένα προϊόντα
3. Καταλογισμός κόστους καθαρισμού ιστορικής ρύπανσης
4. Εγγυήσεις και χρηματοδοτικά εργαλεία
5. Καταγραφή κόστους ανά τόνο ως εργαλείο διαφάνειας

Υποχρεώσεις παραγωγού και κατόχου

- Ασφαλής φύλαξη με μέσα που αποκλείουν διαρροή
- Χωριστή συλλογή και απαγόρευση ανάμιξης
- Παράδοση μόνο σε αδειοδοτημένο παραλήπτη
- Έγγραφη ενημέρωση του μεταφορέα και του παραλήπτη
- Τήρηση αρχείου για τα προβλεπόμενα έτη
  (Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων υποστηρίζει την καταγραφή και τον έλεγχο των ροών)

Η συμμόρφωση απαιτεί τεκμηρίωση, ιχνηλασιμότητα και έλεγχο του τελικού προορισμού

Αποκατάσταση ρυπασμένων χώρων

1. Εντοπισμός πηγής και έκτασης της ρύπανσης
2. Δειγματοληψία εδάφους, υπογείων νερών και αέρα
3. Αξιολόγηση επικινδυνότητας για ανθρώπους και οικοσυστήματα
4. Επιλογή μέτρων: απομάκρυνση, εξυγίανση, περιορισμός
5. Παρακολούθηση μετά την αποκατάσταση

Συμφωνία ADR (Διεθνής Οδική Μεταφορά Επικινδύνων Εμπορευμάτων)

Τα απόβλητα μεταφέρονται μόνο με κοινοποίηση και συγκατάθεση

Καταγραφή της προέλευσης, του φορτίου και του προορισμού

Ιχνηλασιμότητα από τον παραγωγό ως τον τελικό αποδέκτη

Απαγόρευση εξαγωγής σε χώρες μη μέλη του συστήματος

Η συναίνεση των αρχών είναι προϋπόθεση, όχι τύπος



Πράσινες, κίτρινες και κόκκινες λίστες

🟩 Πράσινη Λίστα (Green List Wastes)
χαμηλού κινδύνου, ελεύθερη κίνηση με όρους

Τα απόβλητα της πράσινης λίστας **δεν εμπίπτουν στις κλάσεις επικινδυνότητας του ADR** (θεωρούνται μη επικίνδυνα εμπορεύματα για οδική μεταφορά), εκτός αν είναι μολυσμένα με επικίνδυνες ουσίες

Ευρωπαϊκός Κανονισμός REACH (Χημικά): Ο Κανονισμός (ΕΚ) 1907/2006 (Καταχώριση, Αξιολόγηση, Αδειοδότηση και Περιορισμός Χημικών Προϊόντων)

🟧 Κίτρινη Λίστα (Amber List Wastes)
κοινοποίηση και συγκατάθεση

🟥 Κόκκινη Λίστα (Red List Wastes)
αυστηρές απαγορεύσεις

- Η κατάταξη εξαρτάται από τον κωδικό ΕΚΑ και τη διαδρομή
- Οι λίστες ενημερώνονται με τις αποφάσεις των συμβάσεων

Υποχρεώσεις του παραγωγού στην εξαγωγή

- Γνώση της πραγματικής εγκατάστασης προορισμού
- Έλεγχος της άδειας του τελικού αποδέκτη
- Κατάρτιση σύμβασης με ρήτρες περιβαλλοντικής συμμόρφωσης
- Οικονομική εγγύηση ή ισοδύναμο μέσο
- Έλεγχος μετά την παράδοση και αρχείο συναλλαγής

Παράνομη διακίνηση: πώς εμφανίζεται

- Ψευδής δήλωση του περιεχομένου ως μη επικίνδυνου
- Διάσπαση φορτίου σε πολλαπλές μικρές αποστολές
- Εξαγωγή προς εγκαταστάσεις χωρίς άδεια
- Αλλαγή κωδικού κατά μήκος της διαδρομής
- Η ευθύνη του παραγωγού δεν αίρεται από τη διαμεσολάβηση

Επικίνδυνα απόβλητα

Κίνδυνος, Επικινδυνότητα, Έκθεση

Επικινδυνότητα (risk) και κίνδυνος (hazard): δύο διαφορετικές έννοιες

- Επικινδυνότητα: εγγενής ικανότητα μιας ουσίας ή ενός αποβλήτου να προκαλέσει βλάβη
- Κίνδυνος: πιθανότητα και σοβαρότητα βλάβης υπό συγκεκριμένες συνθήκες έκθεσης
- Μια επικίνδυνη ουσία δεν προκαλεί κατ’ ανάγκη βλάβη όταν δεν υπάρχει οδός έκθεσης
- Η έκθεση εξαρτάται από τη διαδρομή, τη συγκέντρωση, τη διάρκεια, τη συχνότητα και τα μέτρα ελέγχου.
- Υψηλή επικινδυνότητα δεν συνεπάγεται πάντοτε υψηλό πραγματικό κίνδυνο, εφόσον η έκθεση ελέγχεται αποτελεσματικά.
- Η διαχείριση αποσκοπεί τόσο στον περιορισμό της έκθεσης όσο και στον έλεγχο της πηγής

Παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα

- Χημική σύσταση και συγκέντρωση συστατικών
- Φυσική μορφή: υγρό, στερεό, σκόνη, ατμός ή μίγμα
- Δυνατότητα έκλυσης, διασποράς ή μεταφοράς στο περιβάλλον
- Συνθήκες αποθήκευσης, θερμοκρασία και πιθανότητα ασυμβατότητας
- Διάρκεια και οδός πιθανής έκθεσης

Η εξίσωση της επικινδυνότητας

1. Επικινδυνότητα = Πιθανότητα × Σοβαρότητα συνεπειών
2. Η πιθανότητα εξαρτάται από τη συχνότητα και τη διάρκεια της έκθεσης
3. Η σοβαρότητα εξαρτάται από την τοξικότητα και το ευαίσθητο του δέκτη
4. Παράγοντες έκθεσης: οδός, ρυθμός, ποσότητα, προστατευτικά μέτρα
5. Η αξιολόγηση τεκμηριώνεται με σενάρια, όχι με εντυπώσεις

Στάδια αξιολόγησης της επικινδυνότητας

1. Αναγνώριση κινδύνου: ποιοι παράγοντες μπορούν να βλάψουν
2. Αξιολόγηση δόσης-απόκρισης: πόσο προκαλεί τι
3. Εκτίμηση έκθεσης: ποιοι, πώς, πόσο και για πόσο
4. Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας: σύνθεση των παραπάνω
5. Διαχείριση και επικοινωνία: μέτρα, παρακολούθηση, ενημέρωση

Οφέλη και όρια της αξιολόγησης επικινδυνότητας

Ιεραρχεί τις προτεραιότητες με περιορισμένους πόρους

Επιτρέπει τη σύγκριση εναλλακτικών τεχνολογιών

Εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων

Τα σενάρια δεν εξαντλούν την πραγματικότητα

Χρειάζεται επανεξέταση όταν αλλάζει η διεργασία

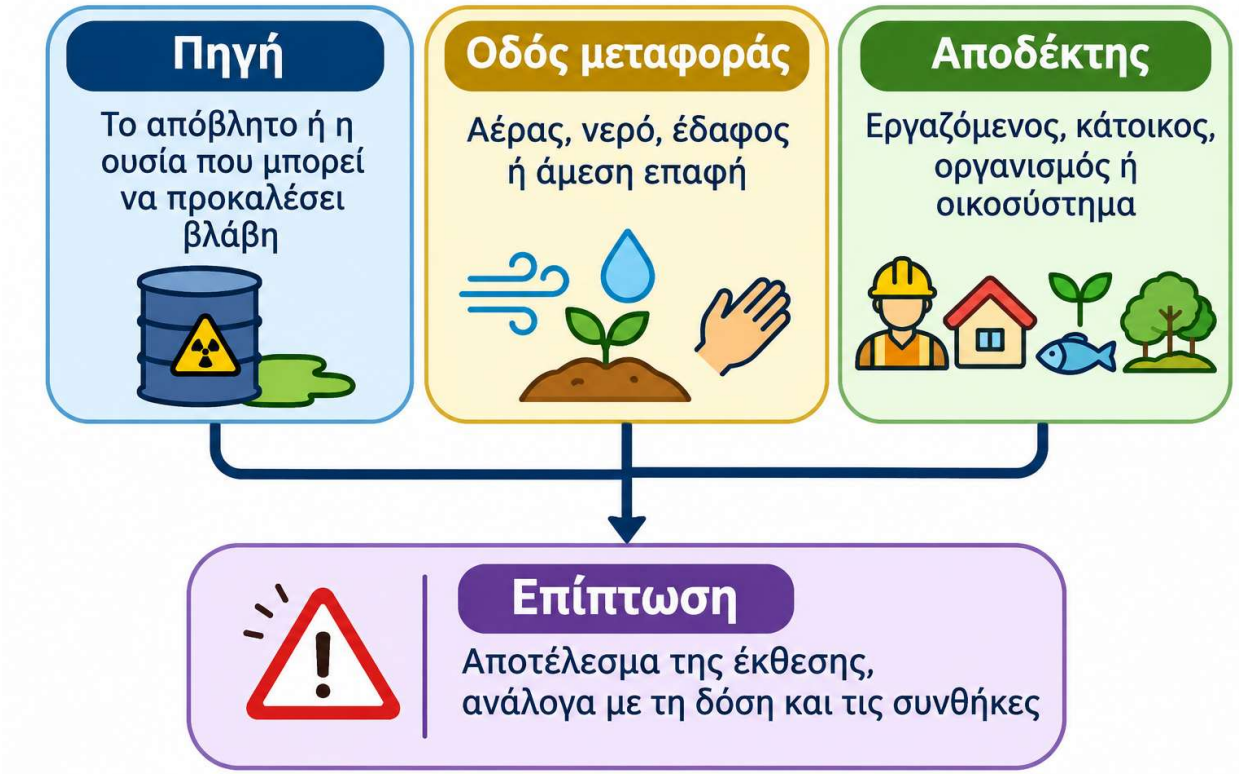
Βασικές έννοιες τοξικολογίας

1. Δόση: η ποσότητα της ουσίας που φθάνει στον οργανισμό
2. Δόση-απόκριση: η σχέση ποσότητας και έντασης της επίπτωσης
3. Οξεία έκθεση: βραχύς χρόνος, υψηλή δόση
4. Χρόνια έκθεση: μακρύς χρόνος, χαμηλή δόση
5. Τοξικοκινητική: απορρόφηση, κατανομή, μεταβολισμός, αποβολή

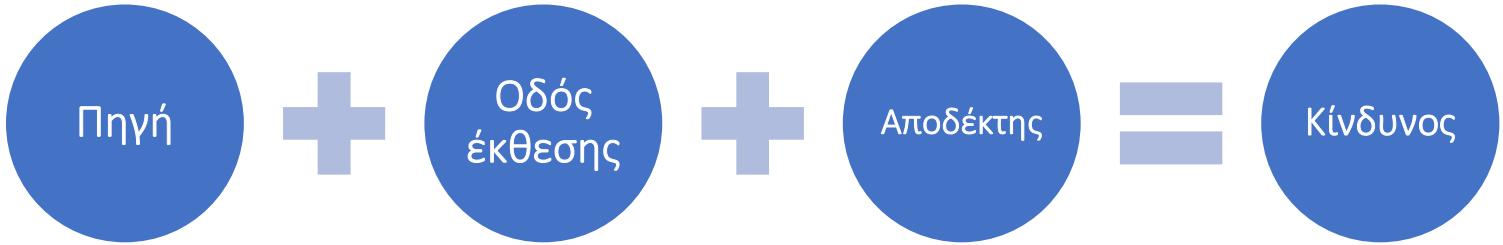
Από την πηγή στην επίπτωση

Οδοί έκθεσης

- Εισπνοή ατμών, αερολυμάτων ή σκόνης
- Κατάποση μέσω νερού, τροφής ή μεταφοράς από τα χέρια στο στόμα
- Δερματική επαφή και, για ορισμένες ουσίες, απορρόφηση



Το μοντέλο της επίπτωσης



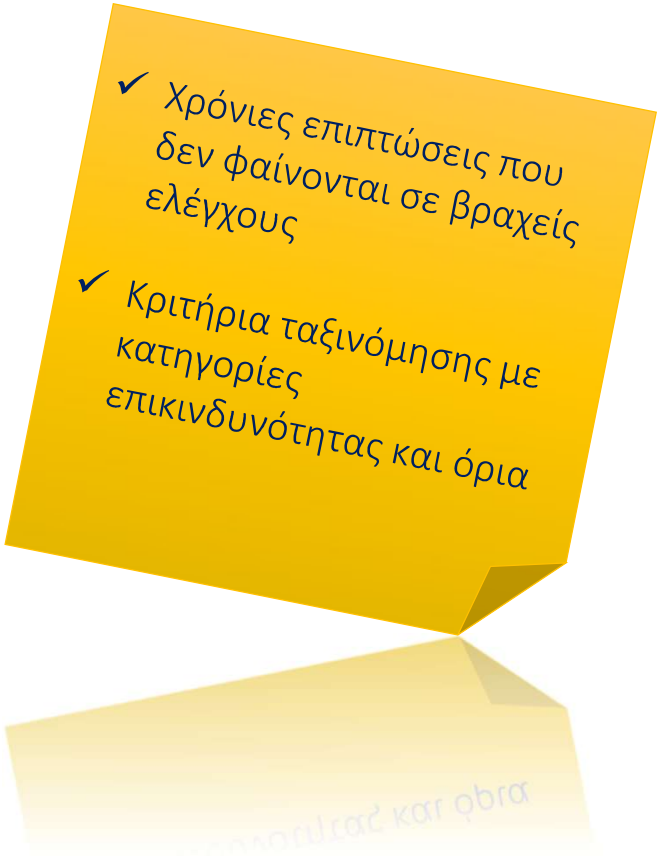
- Η διακοπή οποιουδήποτε κρίκου μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο
- Το μοντέλο χρησιμοποιείται για την οργάνωση της αρχικής εκτίμησης
- Παράδειγμα: διαρροή από δοχείο → διείσδυση στο έδαφος → υπόγεια νερά

Δείκτες τοξικότητας: LD50, LC50, NOAEL

1. LD50: δόση που προκαλεί θάνατο στο 50% του πληθυσμού δοκιμής
2. LC50: συγκέντρωση στον αέρα με την ίδια αρχή
3. NOAEL: η υψηλότερη δόση χωρίς παρατηρούμενη ανεπιθύμητη επίπτωση
4. Οι δείκτες τροφοδοτούν τα όρια της νομοθεσίας

Τοξικές επιδράσεις στην αναπαραγωγή και στο γενετικό υλικό

1. Καρκινογόνος δράση: έναρξη ή προαγωγή καρκίνου
2. Μεταλλαξιογόνος δράση: βλάβη στο γενετικό υλικό
3. Τερατογόνος δράση: βλάβη στην ανάπτυξη του εμβρύου



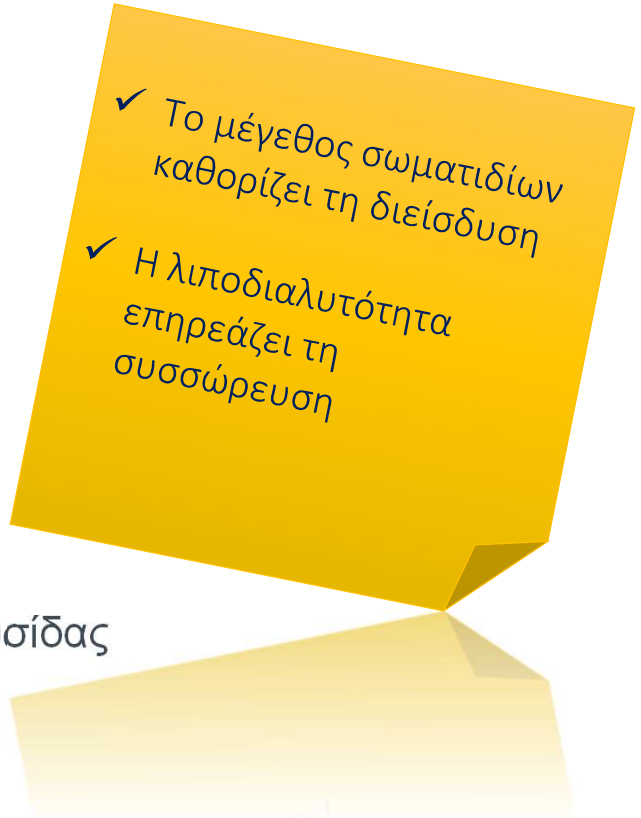
Περιβαλλοντικοί αποδέκτες

- Η έκθεση μπορεί να αφορά εργαζομένους στη συλλογή και επεξεργασία
- Η προστασία απαιτεί τεχνικά μέτρα, εκπαίδευση και κατάλληλες διαδικασίες
- Η επικοινωνία του κινδύνου πρέπει να βασίζεται σε δειγματοληπτικά δεδομένα



Οδοί έκθεσης και απορρόφηση

1. Εισπνοή: ταχύτερη οδός για πτητικές ουσίες
2. Δερματική επαφή: καθοριστική για διαλύτες και έλαια
3. Κατάποση: συνηθέστερη σε κακή υγιεινή χεριών
4. Έμμεση έκθεση μέσω μολυσμένου εδάφους, νερού ή τροφικής αλυσίδας



Επιπτώσεις

Στην υγεία των οργανισμών

- Άμεσες επιπτώσεις μπορεί να εμφανιστούν μετά από οξεία έκθεση
- Χρόνιες επιπτώσεις μπορεί να συνδέονται με επαναλαμβανόμενη ή μακρόχρονη έκθεση
- Η απουσία άμεσων συμπτωμάτων δεν αποδεικνύει απουσία κινδύνου
- Η διάρκεια, η δόση και οι ιδιότητες της ουσίας είναι κρίσιμες

Στο περιβάλλον

- Ρύπανση εδάφους και υδάτων από διαρροές ή ανεξέλεγκτη απόθεση
- Έκλυση πτητικών ουσιών και έκθεση μέσω εισπνοής
- Τοξικές επιδράσεις σε οργανισμούς και πιθανή διατάραξη οικοσυστημάτων
- Μακροχρόνια προβλήματα όταν οι ουσίες είναι ανθεκτικές ή βιοσυσσωρεύσιμες

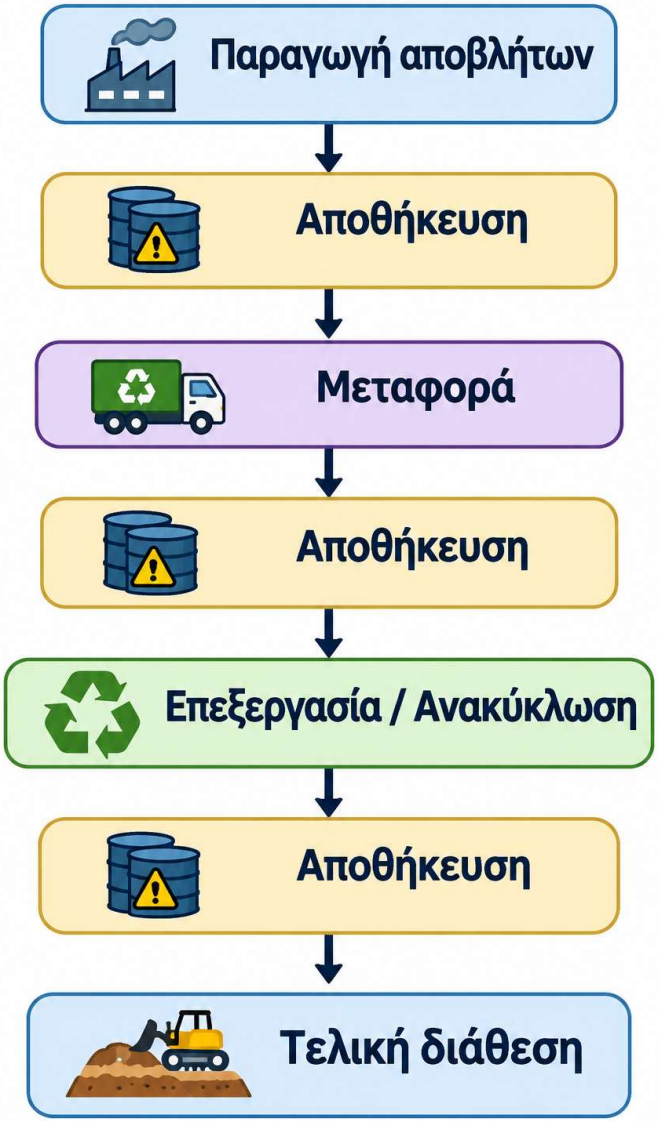
Βιοσυσσώρευση και βιομεγέθυνση

1. Βιοσυσσώρευση: συγκέντρωση στον οργανισμό πάνω από το περιβάλλον
2. Βιομεγέθυνση: αύξηση της συγκέντρωσης κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας
3. Βαρέα μέταλλα και οργανοχλωριωμένες ενώσεις ως τυπικά παραδείγματα
4. Λιποδιαλυτές ουσίες παραμένουν στους ιστούς
5. Συνέπεια για τους υδάτινους αποδέκτες και τα ιζήματα

Επικίνδυνα απόβλητα

Διαχείριση

Κύκλος Ζωής παραγόμενων Επικινδύνων Αποβλήτων



Γιδαράκος, Ε.& Αϊβαλιώτη Μ. (2006). Επικίνδυνα Απόβλητα – Διαχείριση, Επεξεργασία, Διάθεση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός.

Ιεράρχηση: από την πρόληψη στη διάθεση

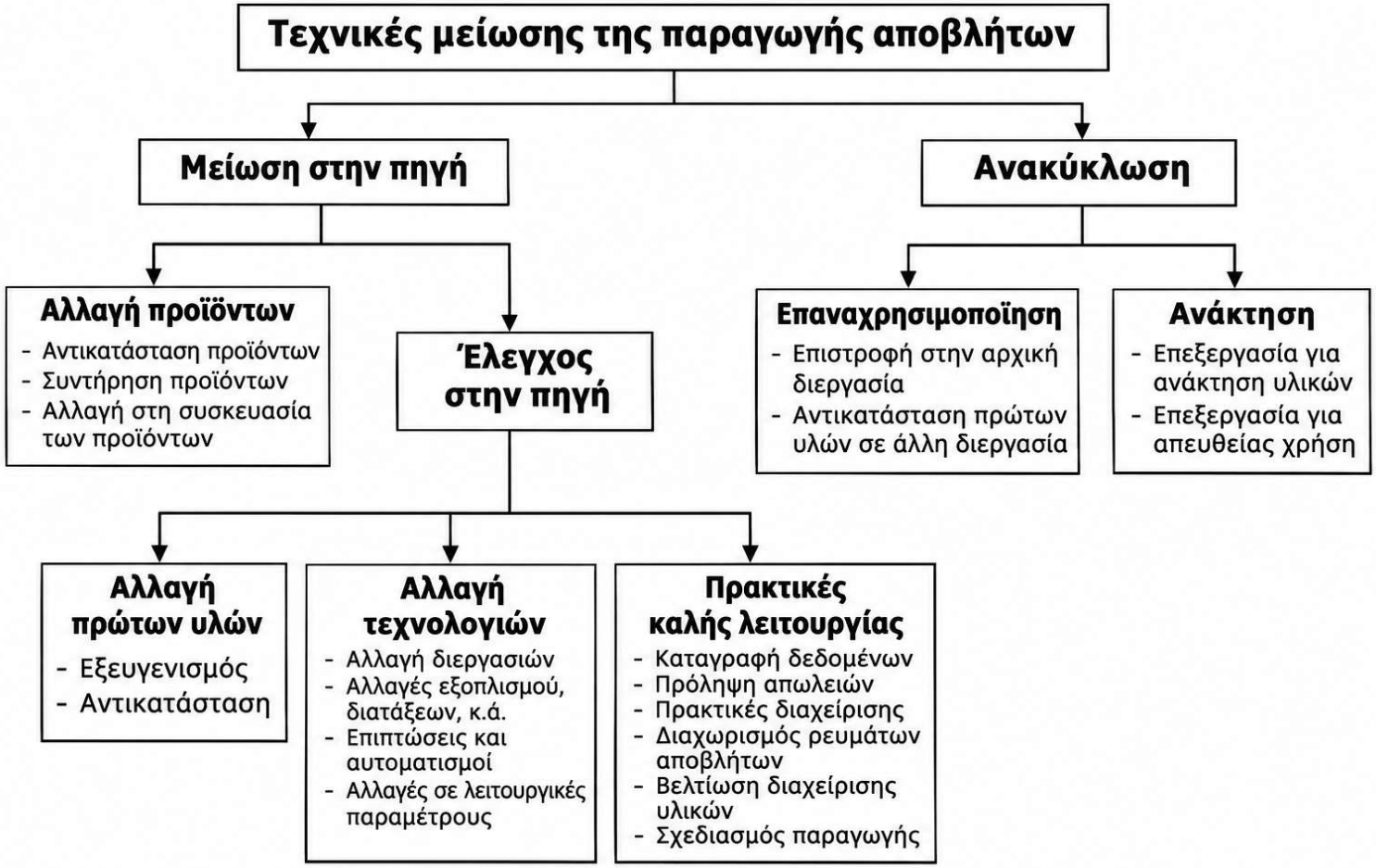
1. Πρόληψη: το απόβλητο δεν παράγεται
2. Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
3. Ανακύκλωση υλικών και κομποστοποίηση
4. Άλλη ανάκτηση, με την ανάκτηση ενέργειας τελευταία
5. Διάθεση μόνο όταν δεν υπάρχει άλλη επιλογή

Διαχείριση Επικινδύνων Αποβλήτων



Γιδαράκος, Ε.& Αϊβαλιώτη Μ. (2006). Επικίνδυνα Απόβλητα – Διαχείριση, Επεξεργασία, Διάθεση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός.

Μείωση παραγωγή Επικίνδυνων Αποβλήτων κατά US EPA



Γιδαράκος, Ε.& Αϊβαλιώτη Μ. (2006). Επικίνδυνα Απόβλητα – Διαχείριση, Επεξεργασία, Διάθεση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός.

Πρόληψη: αλλαγή στην παραγωγική διαδικασία ή χρήση

1. Υποκατάσταση επικίνδυνων ουσιών με ασφαλέστερες
2. Αλλαγή τεχνολογίας και καλύτερος έλεγχος διεργασίας
3. Μείωση της ποσότητας στην πηγή με ακριβέστερη δοσολογία
4. Επαναχρησιμοποίηση λουτρών και διαλυτών εντός της μονάδας
5. Παρατεταμένη διάρκεια ζωής προϊόντων και συσκευασιών

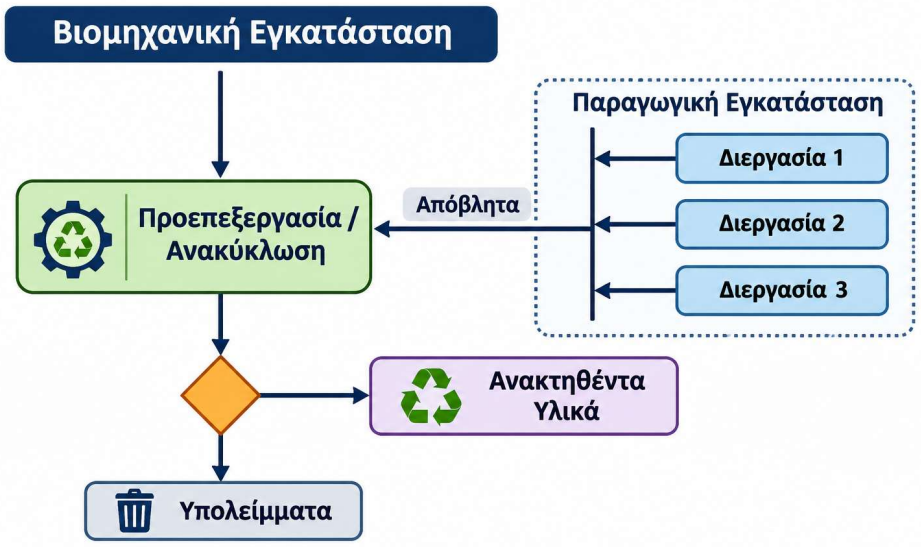
Πρόληψη παραγωγής Επικινδύνων Αποβλήτων

- Χρήση μέτρων **σχεδιασμού** ή άλλα οικονομικά μέσα που προάγουν την αποτελεσματική χρήση των πόρων.
- Προσαγωγή της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της επίτευξης **καθαρότερων προϊόντων και τεχνολογιών**, που παράγουν λιγότερα απόβλητα, καθώς και διανομή και χρήση των αποτελεσμάτων της εν λόγω έρευνας και ανάπτυξης.
- Ανάπτυξη αποτελεσματικών και χρήσιμων **δεικτών** για τις περιβαλλοντικές πιέσεις, που συνδέονται με την παραγωγή αποβλήτων, με στόχο τη συμβολή στην πρόληψη παραγωγής αποβλήτων σε όλα τα επίπεδα από τις συγκρίσεις προϊόντων σε κοινοτικό επίπεδο μέχρι δράσεις που αναλαμβάνονται με πρωτοβουλίες των τοπικών αρχών και μέτρα σε εθνικό επίπεδο.

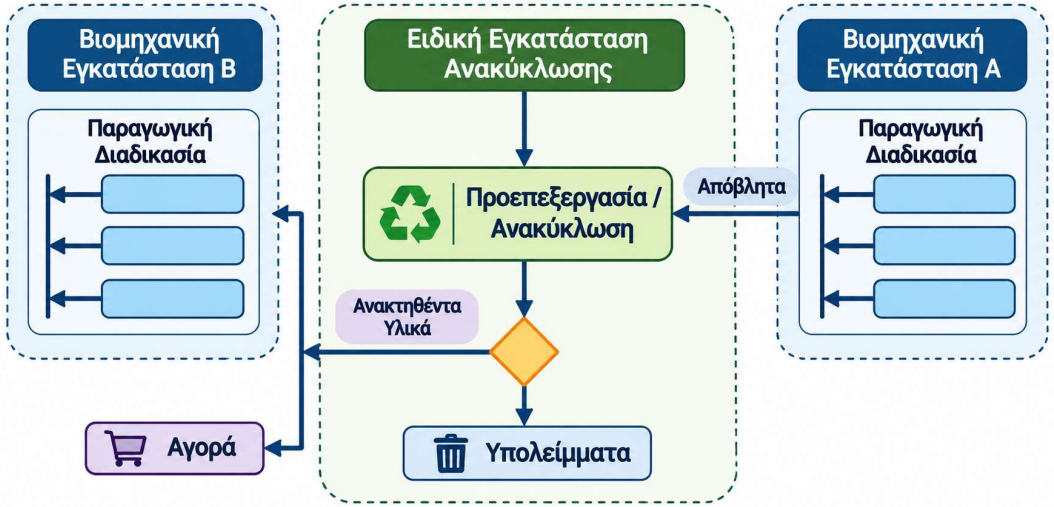
Γιδαράκος, Ε.& Αϊβαλιώτη Μ. (2006). Επικίνδυνα Απόβλητα – Διαχείριση, Επεξεργασία, Διάθεση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός.

Ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών

i) Ανακτηση εντός εγκαταστασης



ii) Ανακτηση →βιομηχανική συμβίωση



Παραδείγματα ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών

1. Ανάκτηση μετάλλων από λάσπες και υπολείμματα
2. Αναγέννηση διαλυτών με απόσταξη
3. Αναγέννηση ορυκτελαίων με καθαρισμό
4. Ανάκτηση οξέων και βάσεων από λουτρά
5. Η ανάκτηση πρέπει να είναι ασφαλής, όχι μόνο εφικτή

Αποθήκευση επικίνδυνων αποβλήτων

- Σαφής αναγνώριση του περιεχομένου κάθε δοχείου
- Προστασία από καιρικές συνθήκες και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση
- Οργάνωση χώρου με βάση τη συμβατότητα και τις ανάγκες ελέγχου
- Καταγραφή ποσοτήτων, ημερομηνιών και υπεύθυνων χειρισμού

Τύποι συσκευασίας και ανθεκτικότητα

1. Υλικά συσκευασίας συμβατά με το περιεχόμενο
2. Κλειστά δοχεία, όχι ανοικτά βαρέλια
3. Αντιστήριξη και αποφυγή στοίβαξης πάνω από τα όρια
4. Ετικέτα με περιεχόμενο, κωδικό και ημερομηνία
5. Αντικατάσταση φθαρμένης συσκευασίας αμέσως

Συμβατότητα και διαχωρισμός

1. Οξέα και βάσεις σε ξεχωριστούς χώρους
2. Οξειδωτικά μακριά από οργανικά και εύφλεκτα
3. Νερό-αντιδρώντα υλικά σε στεγνό, χωριστό τμήμα
4. Πτητικές ουσίες μακριά από θερμικές πηγές
5. Πίνακας συμβατότητας αναρτημένος στον χώρο

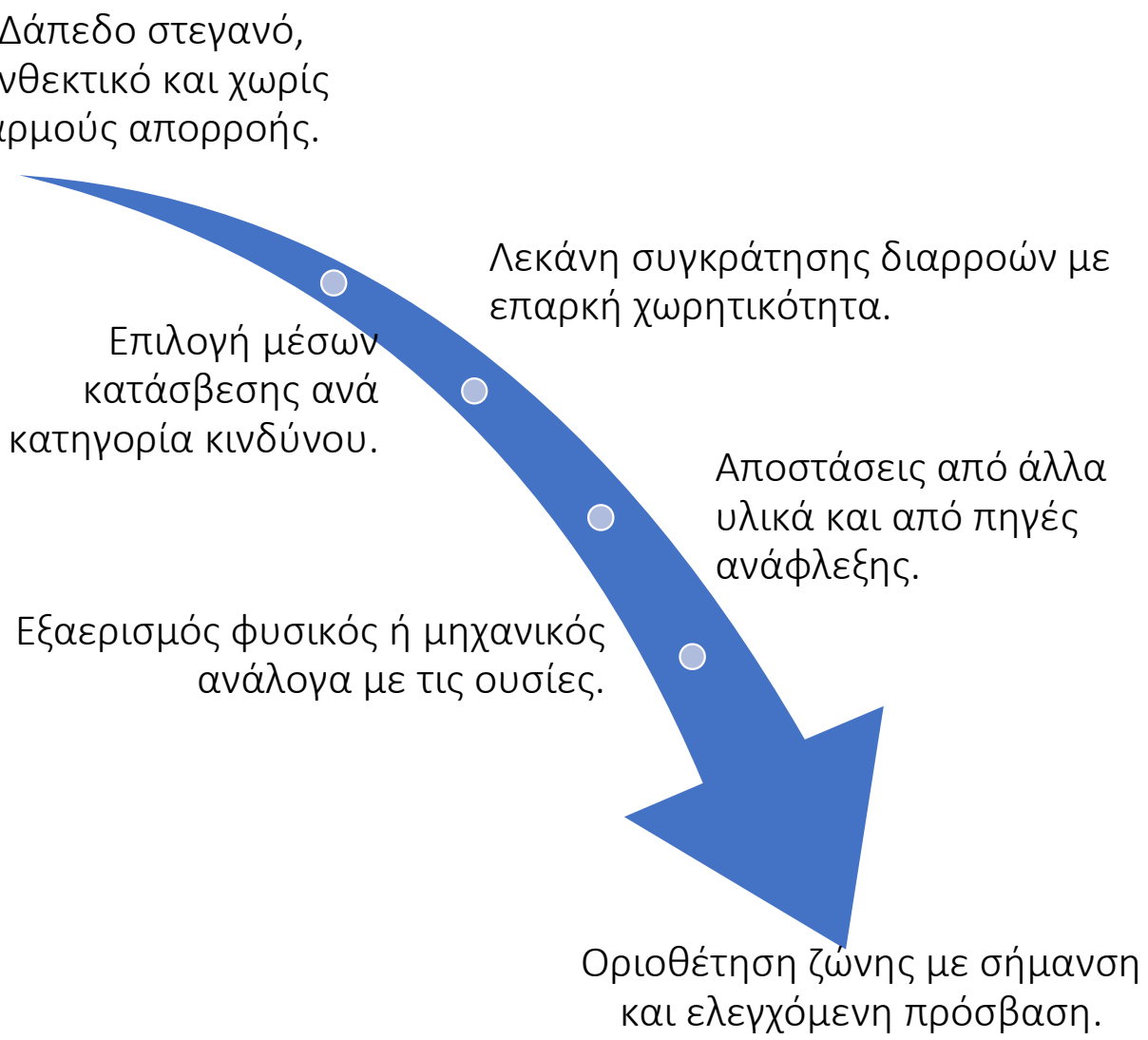
Σήμανση και ταυτοποίηση δοχείων

1. Ετικέτα κινδύνου με εικονογράμματα κατά την ταξινόμηση
2. Ονομασία ουσίας, κωδικός αποβλήτου, ημερομηνία συλλογής
3. Απαγορεύεται δοχείο χωρίς ταυτοποίηση
4. Δοχεία μεταφοράς με δικά τους σήματα
5. Ενημέρωση της ετικέτας σε κάθε αλλαγή περιεχομένου
6. Δεν χρησιμοποιείται δοχείο άγνωστου περιεχομένου χωρίς αξιολόγηση

Τεκμηρίωση και χρονικοί περιορισμοί

1. Αρχείο εισόδου-εξόδου με ημερομηνίες
2. Έντυπο αναγνώρισης αποβλήτου ανά ρεύμα
3. Περιορισμός του χρόνου παραμονής κατά τη νομοθεσία
4. Ετήσια απογραφή αποθηκευμένων ποσοτήτων
5. Ενημέρωση του σχεδίου διαχείρισης

Προσωρινή αποθήκευση: σχεδιασμός χώρου



Κύριοι Φορείς στη Διαχείριση Επικινδύνων Αποβλήτων στην Ελλάδα

ΔΗΜΟΣΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ)

Κεντρικός σχεδιασμός & νομοθεσία

Εθνική πολιτική διαχείρισης αποβλήτων

Εποπτεία & έλεγχος

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ)

Αρμόδιος για συστήματα ΕΠΕ (EPR)

Αξιολόγηση & έλεγχος συλλογικών συστημάτων

Περιφέρειες & Αποκεντρωμένες Διοικήσεις

Αδειοδοτήσεις εγκαταστάσεων

Έλεγχοι παραγωγών & διαχειριστών

Εφαρμογή Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)

Ελληνική Αστυνομία, Τελωνεία

Έλεγχοι μεταφορών και διασυνοριακών κινήσεων

Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ)

ΑΗΗΕ → Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.

Μπαταρίες → ΑΦΗΣ & ComBATT

Λιπαντικά Έλαια → ΕΛΤΕΠΕ

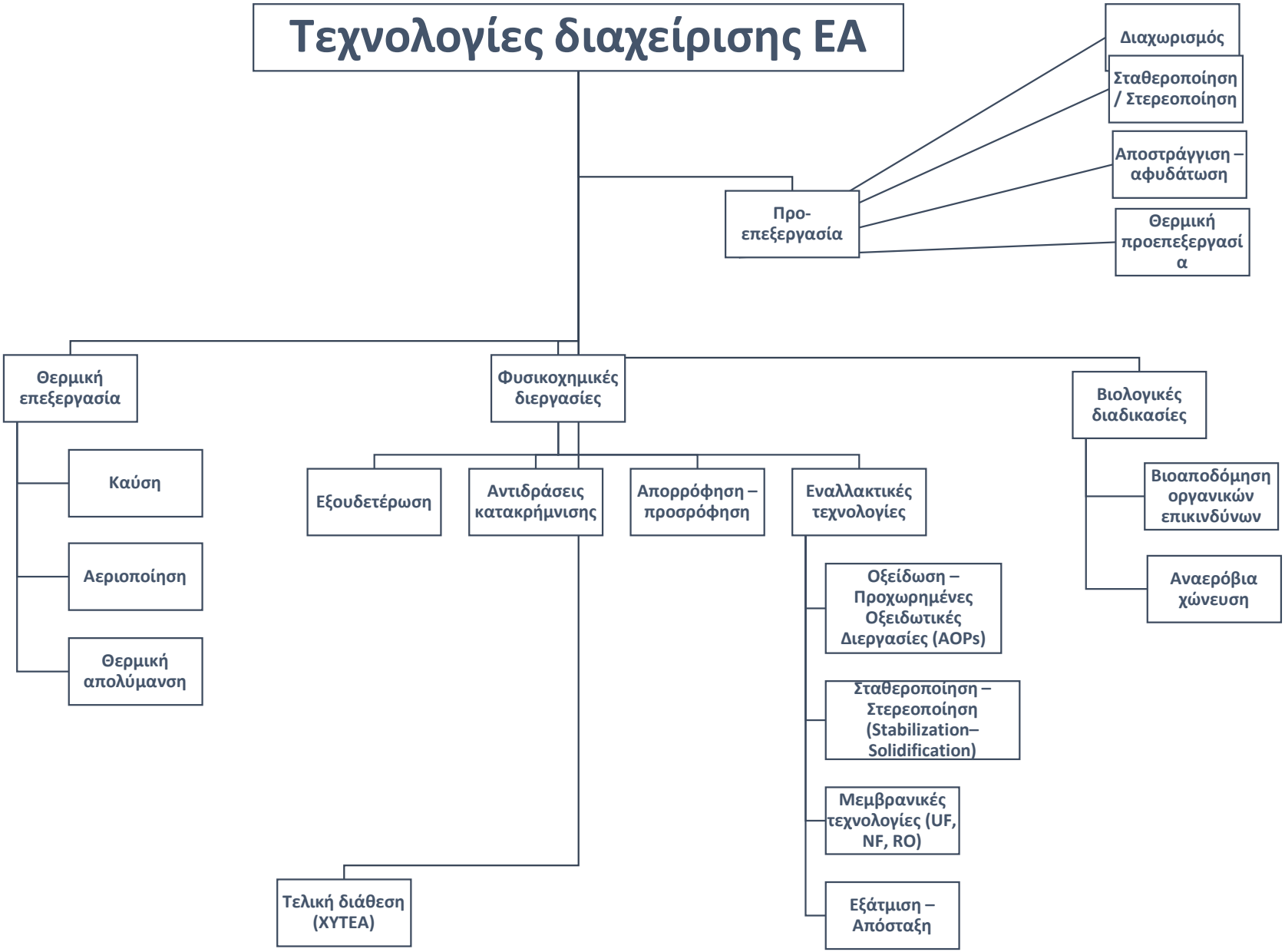
ΟΤΚΖ → ΕΔΟΕ

Συσκευασίες → ΕΕΑΑ

Οχήματα & ελαστικά → Ecoelastika

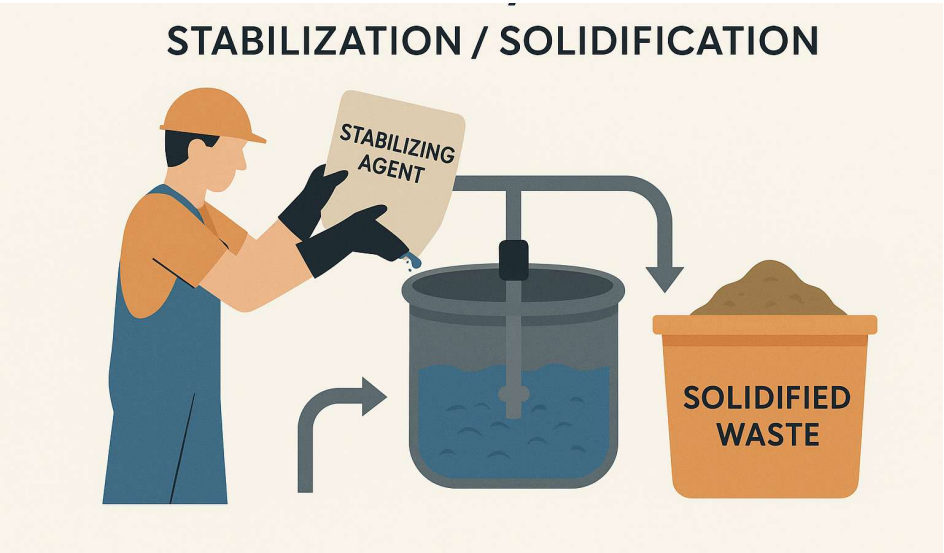
ΙΔΙΩΤΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

- Αδειοδοτημένες εταιρείες συλλογής/μεταφοράς
- Μονάδες επεξεργασίας (π.χ. αποτέφρωση, φυσικοχημική επεξεργασία)
- Αναλυτικά εργαστήρια
- Βιομηχανίες που παράγουν επικίνδυνα απόβλητα
- Κέντρα προσωρινής αποθήκευσης


Τεχνολογίες διαχείρισης ΕΑ
Προ-επεξεργασία
Διαχωρισμός
Σταθεροποίηση / Στερεοποίηση
Αποστράγγιση – αφυδάτωση
Θερμική προεπεξεργασία
Θερμική επεξεργασία
Καύση
Αεριοποίηση
Θερμική απολύμανση
Φυσικοχημικές διεργασίες
Εξουδετέρωση
Αντιδράσεις κατακρήμνισης
Απορρόφηση – προσρόφηση
Εναλλακτικές τεχνολογίες
Οξείδωση – Προχωρημένες Οξειδωτικές Διεργασίες (AOPs)
Σταθεροποίηση – Στερεοποίηση (Stabilization–Solidification)
Μεμβρανικές τεχνολογίες (UF, NF, RO)
Εξάτμιση – Απόσταξη
Τελική διάθεση (ΧΥΤΕΑ)
Βιολογικές διαδικασίες
Βιοαποδόμηση οργανικών επικινδύνων
Αναερόβια χώνευση

Σταθεροποίηση/ Στερεοποίηση

Μέθοδος που μετατρέπει τα επικίνδυνα συστατικά σε χημικά πιο αδρανή μορφή ή τα εγκλωβίζει μέσα σε στερεό υλικό ώστε να αποτραπεί η διαρροή τους.



Υλικά

Τσιμέντο, Ασβέστης, Πολυμερή

Αποτελέσματα

- ✓ Μείωση της κινητικότητας των ρύπων.
- ✓ Προσθήκη συνδετικών μέσων και τσιμέντου.
- ✓ Έλεγχος με δοκιμή έκπλυσης μετά τη σταθεροποίηση.
- ✓ Μείωση της επιφάνειας επαφής με το νερό.
- ✓ Αποτελεί προεπεξεργασία πριν τη διάθεση, όχι εξαφάνιση των ρύπων.



Denf et al., 2022

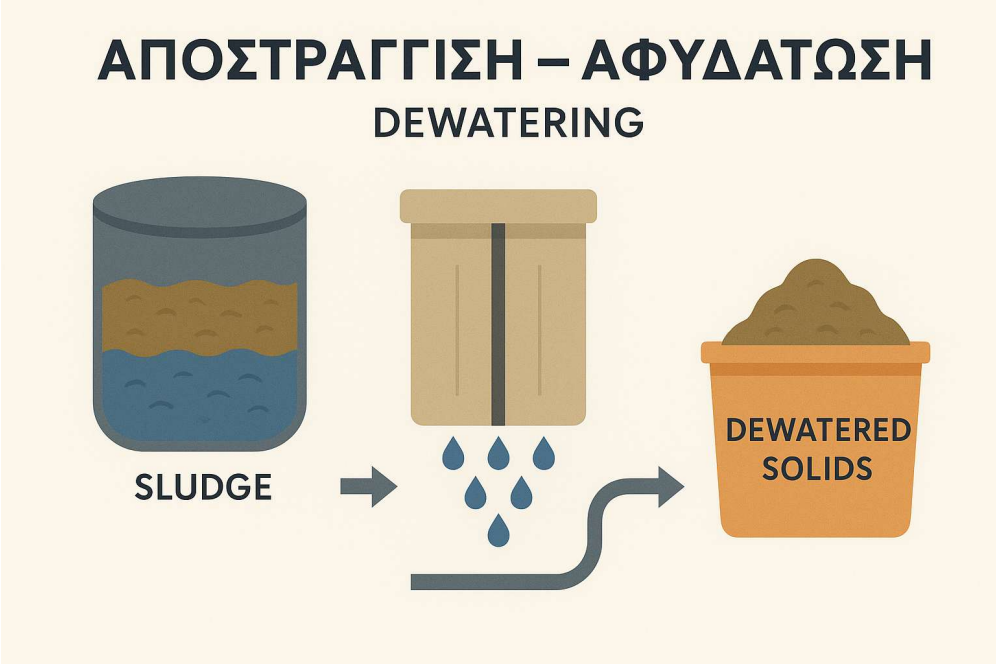
Αποστράγγιση – αφυδάτωση

Αφορά την αφαίρεση του νερού από ιλύες ή υγρά απόβλητα, με σκοπό τη μείωση όγκου και βάρους.

Τεχνικές:

- Φυγοκέντρηση
- Πάχυνση/διήθηση
- Φιλτρόπρεσσες

Οφέλη:
Μείωση κόστους μεταφοράς και προετοιμασία για στερεοποίηση ή περαιτέρω επεξεργασία.



Θερμική προεπεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία χρησιμοποιεί υψηλές θερμοκρασίες για:

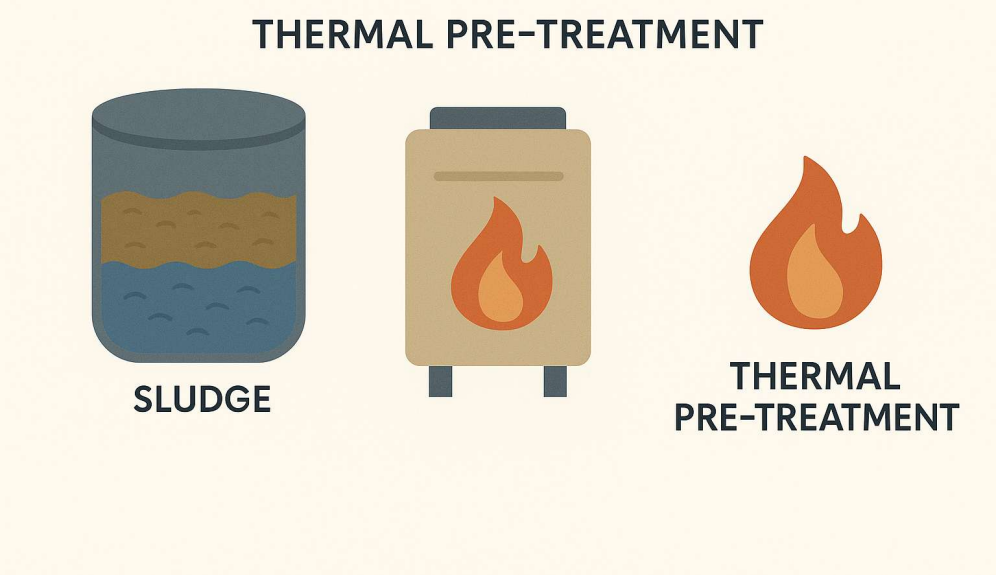
- Αδρανοποίηση παθογόνων
- Εξάτμιση νερού
- Οξείδωση οργανικών ρύπων

Αλληλουχία διαδικασιών:

- Ξήρανση
- Θερμική απολύμανση
- Θερμική οξείδωση / αποτέφρωση (ως προεπεξεργασία)

Στόχος

Μείωση τοξικότητας και διευκόλυνση επόμενων διαδικασιών.



- ✓ Αποτέφρωση υψηλής θερμοκρασίας για οργανικά ρεύματα.
- ✓ Έλεγχος χρόνου παραμονής και θερμοκρασίας.
- ✓ Συστήματα καθαρισμού καυσαερίων.
- ✓ Ιπτάμενη τέφρα και υπολείμματα εστίας ως επικίνδυνα.
- ✓ Ανάκτηση ενέργειας όπου επιτρέπεται

Καύση (Incineration)

Η *καύση* είναι θερμική διεργασία υπό **περίσσεια οξυγόνου**, όπου τα οργανικά υλικά οξειδώνονται πλήρως.

Χαρακτηριστικά:

Θερμοκρασίες: **850–1200°C**

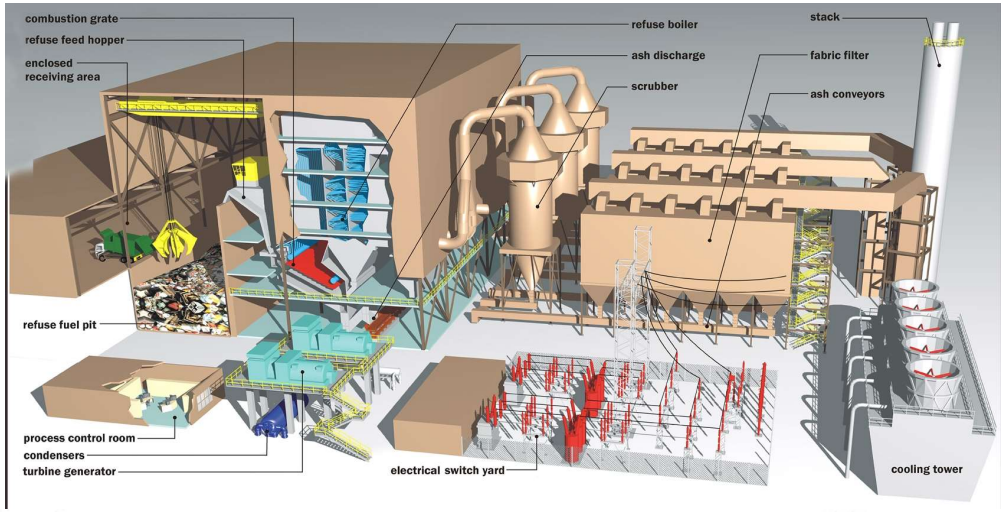
Παράγει θερμότητα ή ενέργεια (waste-to-energy)

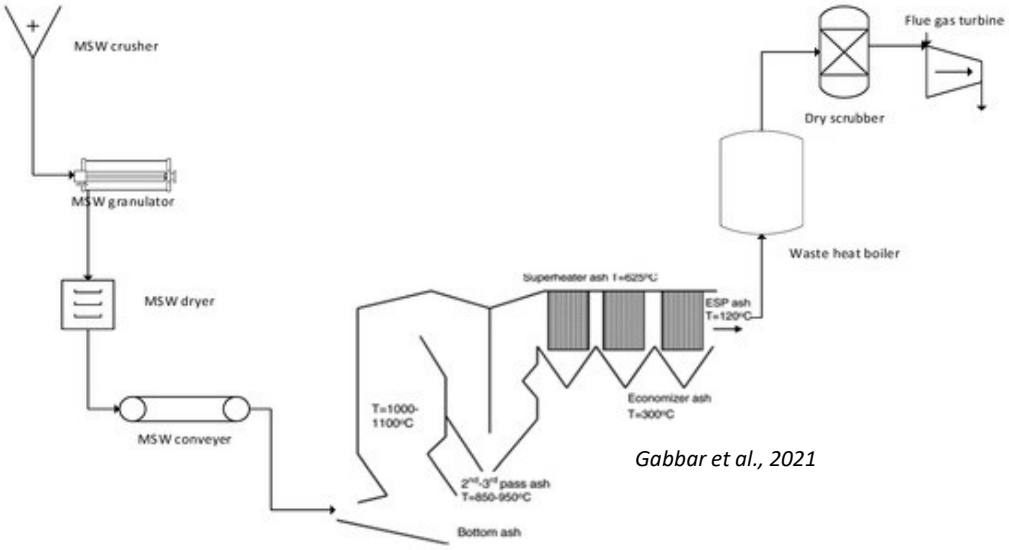
Προϊόντα

- Έλεγχος εκπομπών με συνεχή όργανα.
- Υπολείμματα που απαιτούν δική τους διάθεση (bottom ash / fly ash).
- Ανάκτηση θερμότητας ως ενεργειακή αξιοποίηση
- καυσαέρια & υπόλειμμα τέφρας

Στόχος

Μείωση όγκου αποβλήτων έως 90% και καταστροφή επικίνδυνων οργανικών ρύπων.





Gabbar et al., 2021

Ανάκτηση ενέργειας: πού και με ποιους όρους

- Εφαρμόζεται σε ρεύματα με υψηλή θερμογόνο δύναμη
- Απαιτεί εγκεκριμένη εγκατάσταση και όρια εκπομπών
- Παράγει υπολείμματα που απαιτούν δική τους διάθεση
- Δεν αποτελεί ανακύκλωση υλικού
- Η ιεράρχηση την τοποθετεί πριν τη διάθεση, μετά την ανακύκλωση

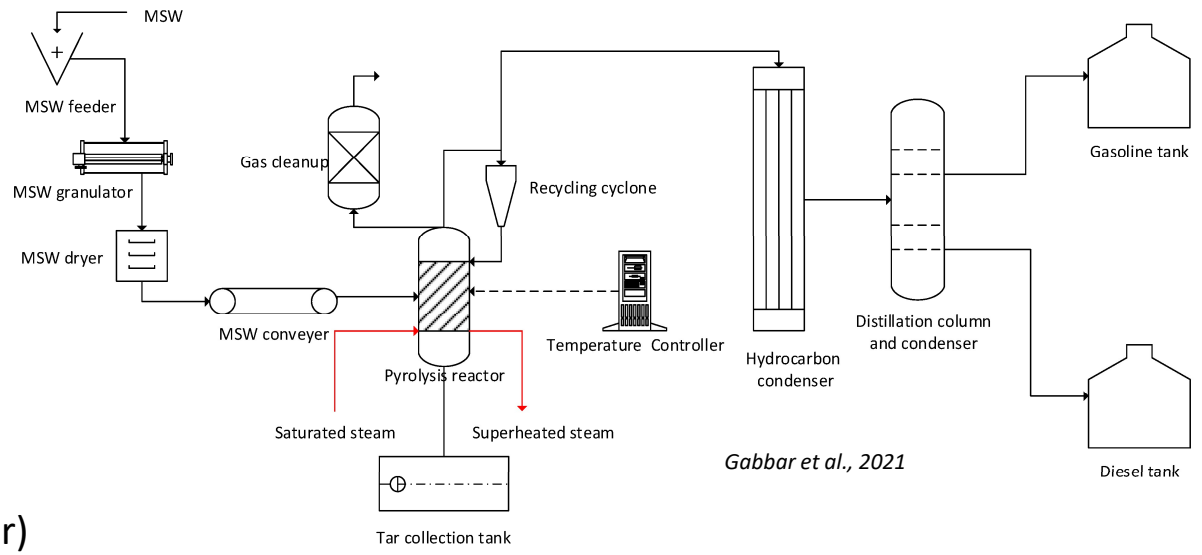
Πυρόλυση (Pyrolysis)

Η *πυρόλυση* είναι θερμική διάσπαση οργανικών υλικών **χωρίς την παρουσία οξυγόνου**.

Χαρακτηριστικά:

Θερμοκρασίες: 400–800°C

Απουσία οξυγόνου



Gabbar et al., 2021

<u>Προϊόντα</u>

- Πυρολυτικό έλαιο,
- Συνθετικό αέριο (syngas),
- Στερεό υπόλειμμα/βιοκάρβουνο (char)

<u>Στόχος</u>

Ανάκτηση ενέργειας και παραγωγή αξιοποιήσιμων υλικών.

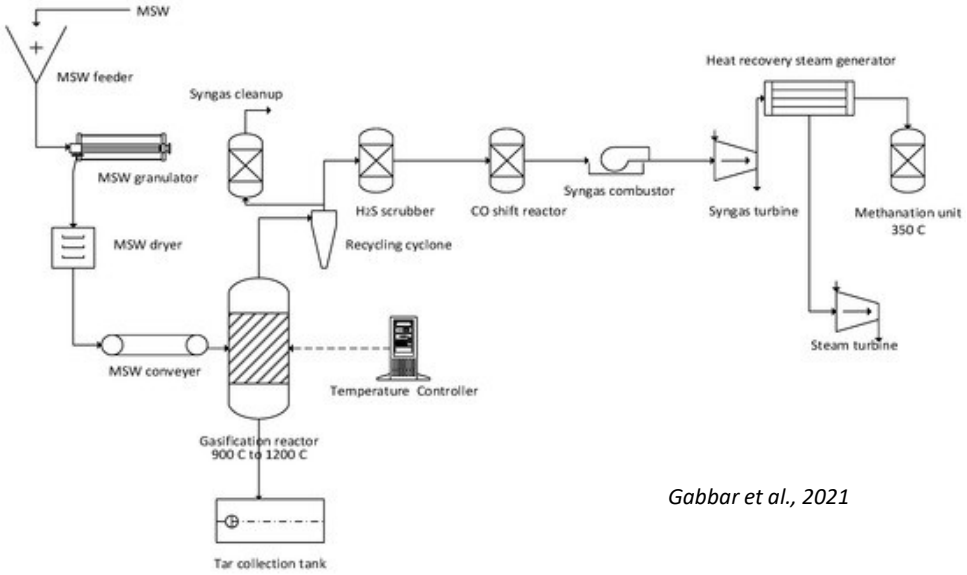
Αεριοποίηση (Gasification)

Η *αεριοποίηση* γίνεται υπό **περιορισμένο οξυγόνο** ή ατμό και μετατρέπει τα απόβλητα σε **συνθετικό αέριο (syngas)**.

Χαρακτηριστικά:

Θερμοκρασίες: **800–1400°C**

Παρουσία μικρής ποσότητας O_2 ή ατμού



Gabbar et al., 2021

Προϊόντα

- Συνθετικό αέριο -**Syngas** (H_2, CO),
- **Σκωρία (slag)**

Στόχος

Παραγωγή αερίου καυσίμου για καύση, ηλεκτροπαραγωγή ή χημική σύνθεση.

Θερμική απολύμανση
(για υγειονομικά απόβλητα)

Τα υγειονομικά απόβλητα θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες (70–150°C) για συγκεκριμένο χρόνο, ώστε να **αδρανοποιηθούν ιοί, βακτήρια, σπόροι και παθογόνα**.



Στόχος

Αποστείρωση / απολύμανση, όχι καταστροφή υλικού

Τα απόβλητα μετατρέπονται σε *μη επικίνδυνα* και μπορούν να διατεθούν σε ΧΥΤΑ ή προς ενεργειακή αξιοποίηση.

1. Αποστείρωση με ατμό (φάρμακα , αιχμηρά)
2. Ξηρή θερμότητα (εργαλεία)
3. Μικροκυμάτα (γάζες, κ.λπ.-τεμαχισμός)

Φυσικοχημική επεξεργασία

1. Εξουδετέρωση οξέων και βάσεων
2. Κατακρήμνιση μετάλλων ως υδροξείδια
3. Οξείδωση ή αναγωγή τοξικών μορφών
4. Διάσπαση γαλακτωμάτων και διαχωρισμός φάσεων
5. Οι λάσπες που προκύπτουν είναι δικό τους ρεύμα



Αντιδράσεις κατακρήμνισης (Precipitation Reactions)

Χρησιμοποιούνται όταν τα απόβλητα περιέχουν **βαρέα μέταλλα** ή άλλους ανόργανους ρύπους.

Μηχανισμός

Προσθήκη χημικού που αντιδρά με τα διαλυμένα ιόντα σχηματίζοντας **αδιάλυτες ενώσεις (ιζήματα)**.

Συχνά ακολουθείται από καθίζηση, πάχυνση και διήθηση.

Βασικά κατακρημνιστικά μέσα

Υδροξείδια ($NaOH$, $Ca(OH)_2$)

Ανθρακικά (Na_2CO_3)

Θειούχα (Na_2S — πολύ αποτελεσματικά για βαρέα μέταλλα)

Εφαρμογές

Απόβλητα επιμετάλλωσης με Cr, Ni, Cu, Zn

Ραδιενεργά απόβλητα

Διαλύματα με φθοριούχα



Υάλωση

- Το επικίνδυνο απόβλητο θερμαίνεται σε **1.100–1.600°C** (ή περισσότερο).
- Τα ανόργανα συστατικά λιώνουν και σχηματίζουν **υαλώδη μήτρα (glass matrix)**.
- Οποιαδήποτε βαρέα μέταλλα ενσωματώνονται στο υαλώδες υλικό και **εγκλωβίζονται** (immobilization).
- Το τελικό προϊόν ψύχεται και solidifies σε **σταθερό, αδρανές γυαλί**.

Το παραγόμενο υαλώδες υλικό **δεν εκπλένεται** → είναι πολύ ασφαλές για ταφή ή να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό/ υλικό πλήρωσης.

Υάλωση	
Υψηλή σταθερότητα	Υψηλό ενεργειακό κόστος
Εγκλωβισμός βαρέων μετάλλων	Εξειδικευμένο εξοπλισμό
Μειώνει δραστικά τον όγκο	Προεπεξεργασία αποβλήτων
Επανάχρησιμο (δομικά υλικά, αδρανή)	Δεν είναι κατάλληλο για οργανικά

✓ **Απόβλητα με πολλά βαρέα μέταλλα**

✓ **Απόβλητα από νοσοκομεία ή φαρμακευτικές (με τοξική ανόργανη σύσταση)**

✓ **Ιλύες βιομηχανικών διεργασιών**

✓ **Αμίαντο**

✓ **Τέφρες αποτέφρωσης επικίνδυνων αποβλήτων**

✓ **Ραδιενεργά απόβλητα χαμηλής/μέσης δραστηριότητας**

Βιολογική επεξεργασία επικινδύνων

1. Βιοαποδόμηση οργανικών ρύπων σε ελεγχόμενες συνθήκες
2. Βιοεξυγίανση εδαφών με μικροοργανισμούς
3. Προσαρμογή πληθυσμών σε συγκεκριμένους ρύπους
4. Χρόνοι μεγαλύτεροι από τις φυσικοχημικές μεθόδους
5. Κατάλληλη για ορισμένα ρεύματα, όχι για μέταλλα

Βιοαποδόμηση οργανικών επικινδύνων (Biodegradation)

Η βιοαποδόμηση βασίζεται στη δράση **μικροοργανισμών** (βακτήρια, μύκητες) που διασπούν οργανικές ενώσεις, συχνά τοξικές ή ανθεκτικές.

Μηχανισμός

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τους οργανικούς ρύπους ως **πηγή ενέργειας** ή/και **άνθρακα**.

Οι ενώσεις μετατρέπονται σε CO_2, νερό, βιομάζα, και απλούστερα προϊόντα.

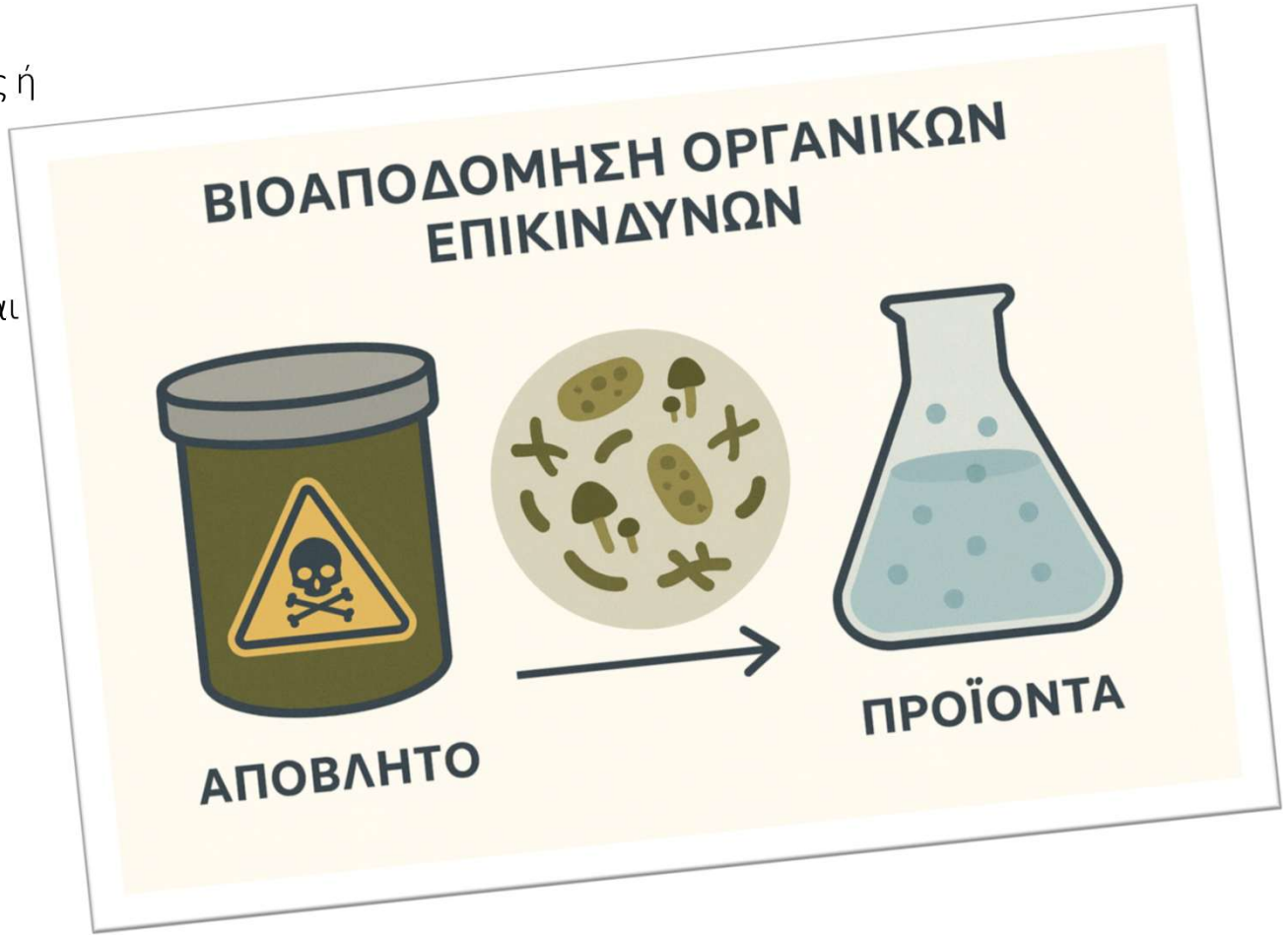
Εφαρμογές

Πετρελαιοειδή (diesel, πετρέλαιο, BTEX)

Οργανικοί διαλύτες

Ορισμένα φυτοφάρμακα

Επιμόλυνση εδαφών (bioremediation, landfarming)



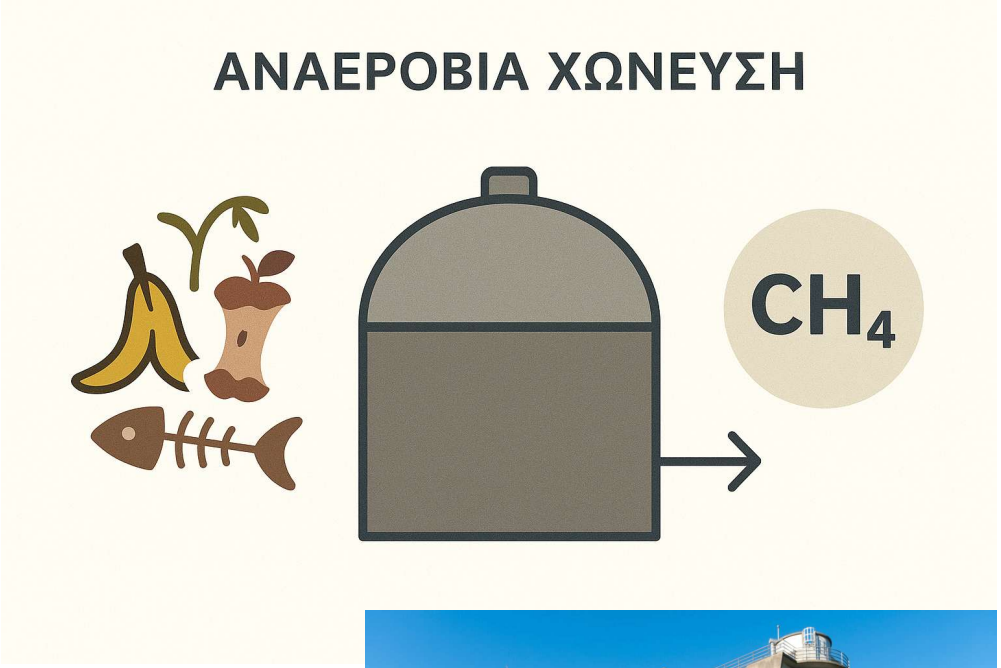
Αναερόβια χώνευση (Anaerobic Digestion)

Χρήσιμη κυρίως για **υγρά ή ημιστερεά οργανικά ρεύματα** με υψηλή περιεκτικότητα σε βιοαποδομήσιμη ύλη.

Μηχανισμός

Βακτήρια χωνεύουν οργανικές ουσίες **χωρίς παρουσία οξυγόνου**.

Παράγεται **βιοαέριο** (CH_4 + CO_2), κομπόστ/ιλύς και σταθεροποιημένα υπολείμματα.



Εφαρμογές

Οργανικά βιομηχανικά απόβλητα (τροφίμων, φαρμακευτικών)

Λύματα με τοξικά αλλά βιοαποδομήσιμα οργανικά

Απόβλητα ζωικής προέλευσης με ειδική άδεια



Διάθεση: η τελευταία λύση

- Ισχύει μόνο όταν εξαντληθούν οι επιλογές ανακτησης- ανακύκλωσης
- Ταφή μετά από προεπεξεργασία και έλεγχο αποδοχής
- Υπόγεια διάθεση σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις





Χώροι Υγειονομικής Ταφής Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΧΥΤΕΑ)

Είναι χώροι όπου αποτίθενται **επικίνδυνα απόβλητα** που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, να επεξεργαστούν περαιτέρω ή να αποτεφρωθούν.

→ Παραδείγματα επικίνδυνων αποβλήτων

Βιομηχανική λάσπη με βαρέα μέταλλα

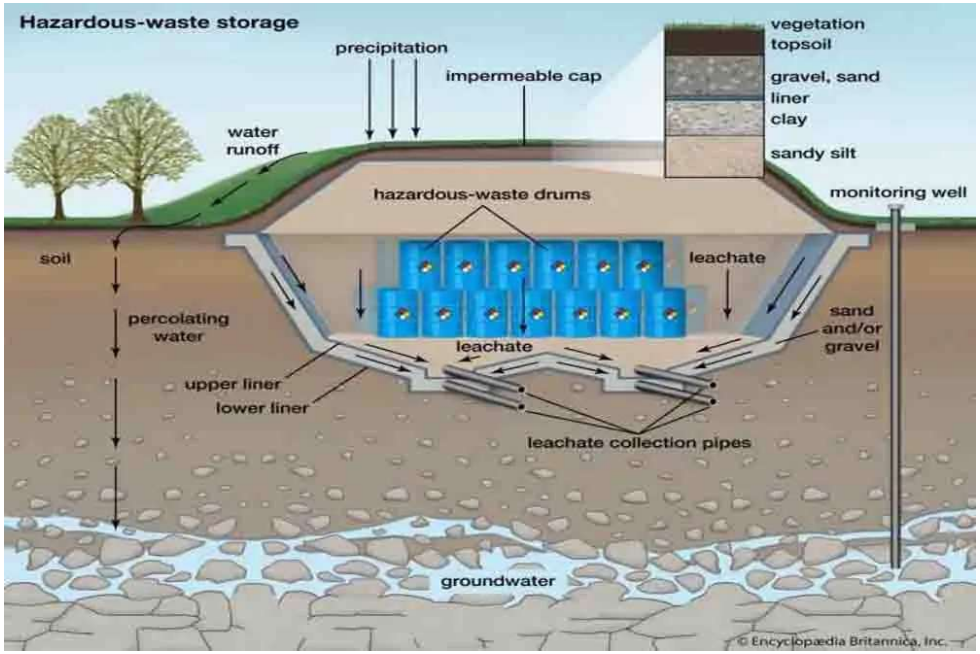
Απόβλητα χημικών διεργασιών

Υπολείμματα φυτοφαρμάκων

Αμίαντος

Στερεά υπολείμματα από αποτέφρωση

Απόβλητα υγειονομικών μονάδων (μετά από αποστείρωση)

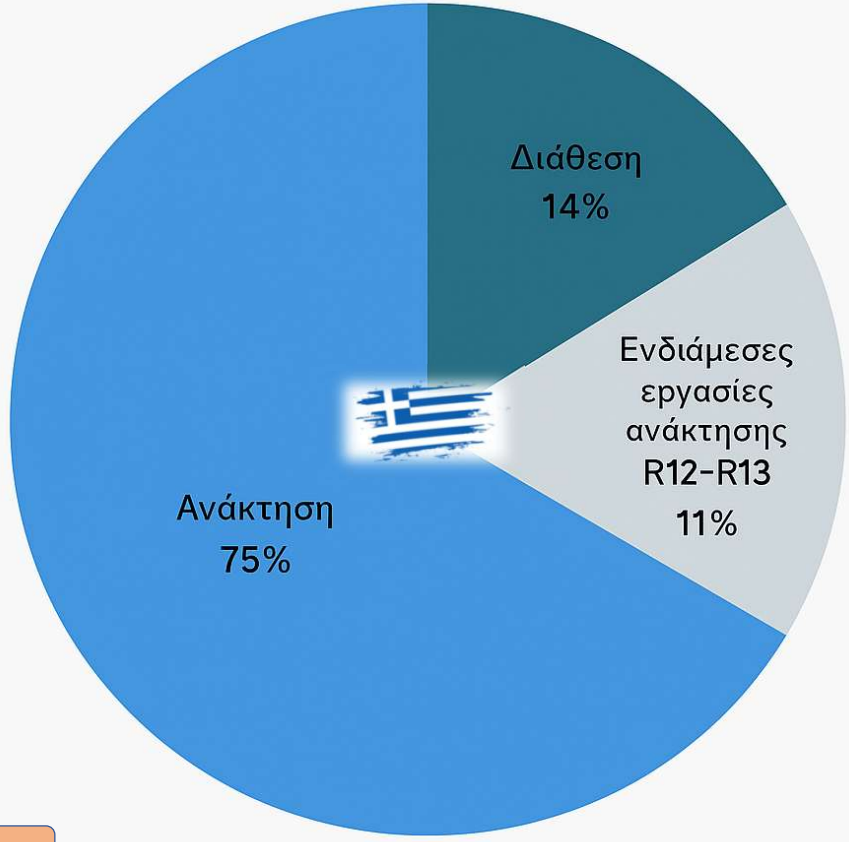


ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

- Προεπεξεργασία αποβλήτων (σταθεροποίηση, στερεοποίηση, εξουδετέρωση τοξικών ενώσεων)
- Πολυστρώσεις στεγάνωσης (γεωμεμβράνες HDPE– συστήματα αποστράγγισης– αργιλικά φράγματα)
- Σύστημα συλλογής και επεξεργασίας στραγγισμάτων
- Σύστημα συλλογής βιοαερίων (όπου εφαρμόζεται)
- Επιφανειακή κάλυψη και αποκατάσταση μετά την πλήρωση του κυττάρου.
- Μακροχρόνια παρακολούθηση

Διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων με αριθμούς





2022

Συμπεράσματα

- Ο ορισμός του αποβλήτου είναι νομικός και ευρύς
- Ο κατάλογος ΕΚΑ είναι το πρώτο εργαλείο κατάταξης
- Οι δεκαπέντε ιδιότητες HP ορίζουν το φάσμα

- Η επικινδυνότητα δεν εξαρτάται από την αγοραία αξία
- Ο κίνδυνος είναι ιδιότητα, η επικινδυνότητα σενάριο
- Τα όρια συγκέντρωσης αποφασίζουν την κατάταξη

- Η ιχνηλάσιμότητα είναι η άμυνα του παραγωγού
- Η ταξινόμηση ADR είναι ανεξάρτητη από την κατάταξη ως απόβλητο **και** καθορίζεται για περιπτώσεις όπου μια χημική ουσία ή ένα απόβλητο παρουσιάζει **περισσότερους από έναν κινδύνους**
- Η ιεράρχηση διαχείρισης έχει νομική ισχύ

Επικίνδυνα απόβλητα

Ερωτήσεις;