



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΜΠ 438

Επεξεργασία και Διαχείριση Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων

Επ. Καθηγητής Απόστολος Γιαννής

E-mail: agiannis@chenveng.tuc.gr

Κεφάλαιο 7

Τεχνολογίες Διάθεσης των Επικινδύνων Αποβλήτων

Διάθεση

- ✓ Χώρους ανεξέλεγκτης εναπόθεσης (έδαφος)
- ✓ Απόρριψη στους ωκεανούς
- ✓ Στοίβες αποθήκευσης (προσωρινή → μόνιμη)
- ✓ Επιφανειακή διάθεση – Ανοιχτές δεξαμενές
- ✓ Έγχυση σε πηγάδια (injection deep-well)
- ✓ Ορυχεία και σπηλιές
- ✓ Χώρους υγειονομικής ταφής (XYTEA) (secure landfill)
- ✓ Ειδικά σχεδιασμένα συστήματα (concrete vault – ultimate landfill)

Διαδικαστικά έγγραφα

Τα απαραίτητα έγγραφα για τη σύννομη διαχείριση των αποβλήτων είναι:

- Ορθή συμπλήρωση του εντύπου αναγνώρισης επικινδύνων αποβλήτων - σύμφωνα με την ΚΥΑ 24944/1159
- Πιστοποιητικό ζύγισης
- Βεβαίωση παραλαβής ή/και αποθήκευσης των αποβλήτων
- Βεβαίωση τελικής ανάκτησης/διάθεσης των αποβλήτων



Χώρος ανεξέλεγκτης εναπόθεσης (έδαφος)

- Οι περισσότερες χώρες απαγορεύουν την ανεξέλεγκτη εναπόθεση (open dumping), παρόλα αυτά η παράνομη διάθεση είναι ακόμα πρόβλημα
- Είναι η κυριότερη μέθοδος διάθεσης αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες



Χώρος ανεξέλεγκτης εναπόθεσης (έδαφος)

- Διαρροές στραγγισμάτων στα υπόγεια νερά
- Ρύπανση επιφανειακών υδάτων
- Ανεξέλεγκτες πυρκαγιές
- Εκπομπές επικινδύνων αερίων σε έδαφος και αέρα
- Κατολισθήσεις ασταθών αποβλήτων
- Σκόνη και οσμές
- Οι κακές πρακτικές προκαλούν:
 - Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία – εργάτες, περιοχή
 - Καταστροφή της χλωρίδας
 - Έκρηξη και φωτιές

Παράδειγμα χημικής πυρκαγιάς



Chemical fire on European dump site –
example of the risks of mixing hazardous wastes with MSW

Απόρριψη σε θάλασσες/ωκεανούς

- Χρόνιο πρόβλημα και σχεδόν ανεξέλεγκτο

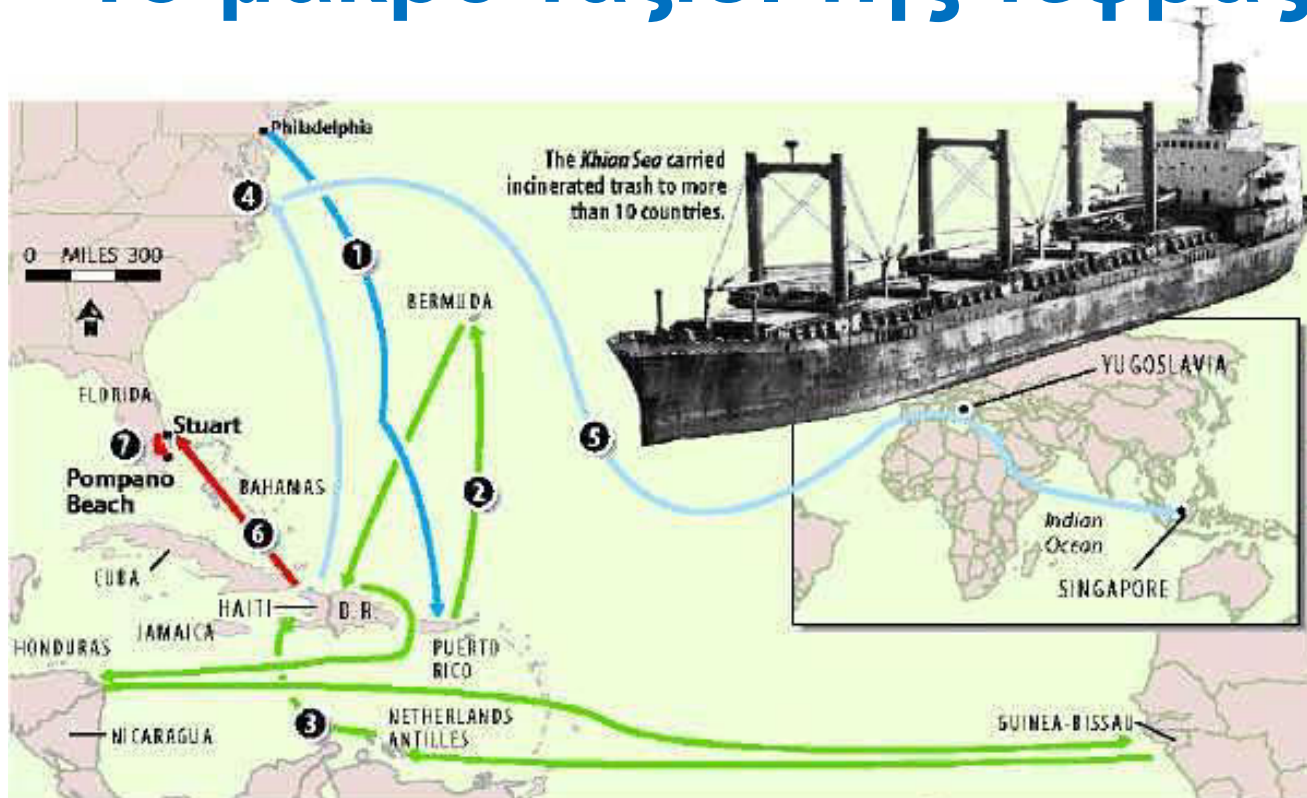


- Great Pacific garbage patch

Απόρριψη σε θάλασσες/ωκεανούς



Το μακρύ ταξίδι της τέφρας



The trash's journey to South Florida

① Sept. 5, 1986

The *Khian Sea* leaves Philadelphia for the Bahamas with 14,355 tons of incinerator ash. Officials in the Bahamas reject the shipment before it arrives, forcing the ship to change course.

② Sept. 1986 - Aug. 1987

The barge is turned away from Puerto Rico, Bermuda, the Dominican Republic, Honduras, Guinea-Bissau and the Netherlands Antilles.

SOURCE: AP

③ Dec. 1987 - Feb. 1988

The ship arrives near Gonaïves, Haiti. The crew unloads about 4,000 tons of ash officially described as "soil fertilizer," before being stopped. The government orders them to reload and depart, but they leave the ash on the beach.

④ March 1, 1988

The *Khian Sea* arrives in Delaware Bay to return the remaining ash, but is rejected. The ship leaves for Africa.

⑤ Aug. - Nov. 1988

The ship, renamed *Felicia*, appears in Yugoslavia for repairs and is escorted away. It reappears near Singapore with a third name, *Pekano*, but no ash. The captain testifies that it was dumped in the Atlantic and Indian oceans.

⑥ Spring 2000

The ash left in Haiti is picked up and brought to Stuart. It sits in the St. Lucie River until a home is found.

⑦ Thursday

The state agrees to bury the ash in the landfill near Pompano Beach.

Staff graphic/Jon-Paul Dumont

Απόρριψη ραδιενεργών αποβλήτων στους ωκεανούς

- Η απόρριψη στους ωκεανούς ήταν μια μέθοδος διάθεσης πυρηνικών / ραδιενεργών αποβλήτων
- Τόσο υγρά όσο και στερεά απόβλητα αποθηκεύονταν σε βαρέλια (container)
- Από το 1993, έχει απαγορευτεί η απόρριψη στους ωκεανούς από διεθνής οργανισμούς



Αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων στη Ρωσία

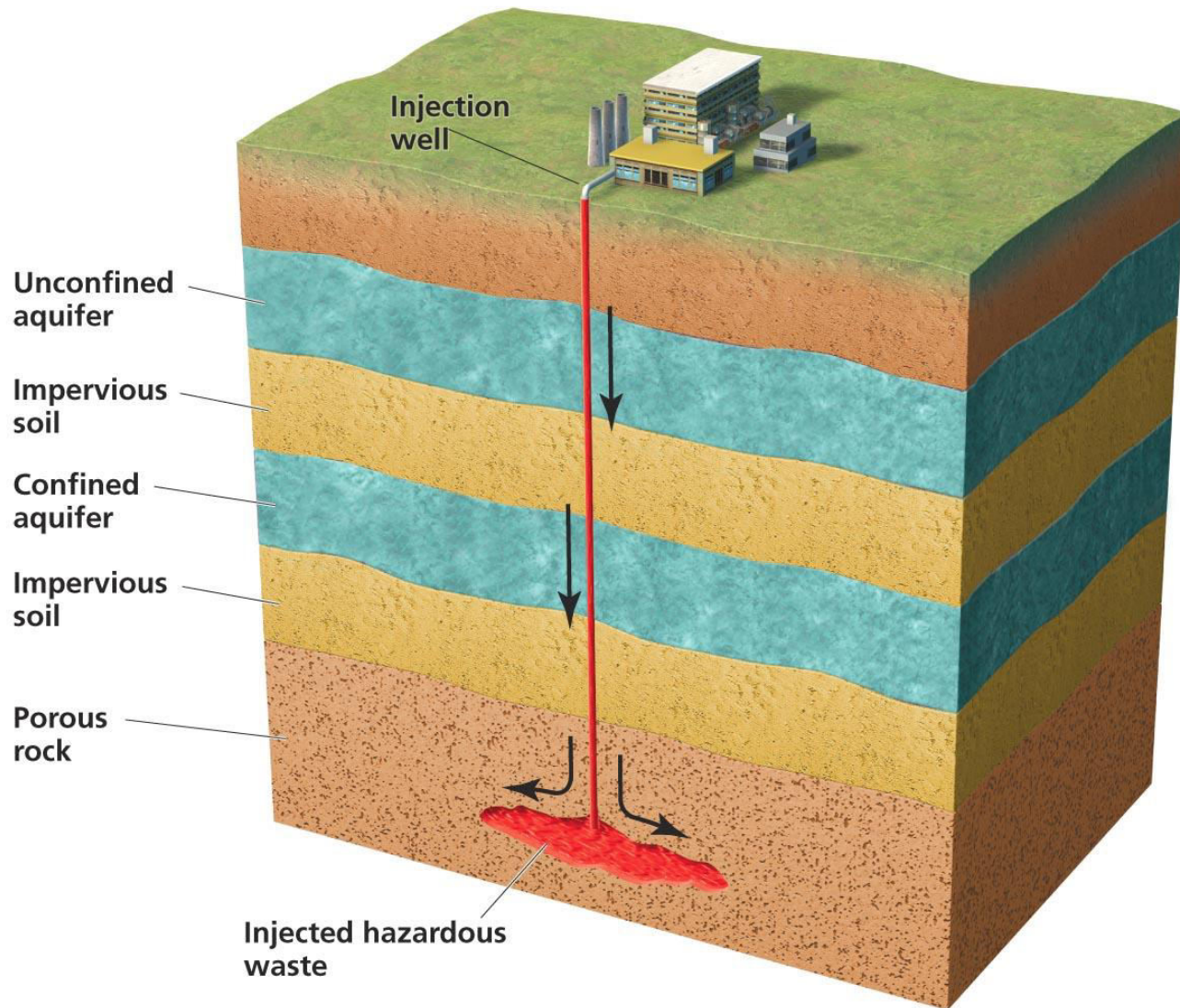


Στοιίβες αποθήκευσης

- Η στοίβαξη αποβλήτων επιτρέπεται μόνο για απόβλητα που είναι προς επεξεργασία
- Ανάμιξη ή άλλες φυσικές δραστηριότητες επιτρέπονται, όχι όμως επεξεργασία



Έγχυση σε πηγάδια (deep-well disposal)



Έγχυση σε πηγάδια (deep-well disposal)

Trade-Offs

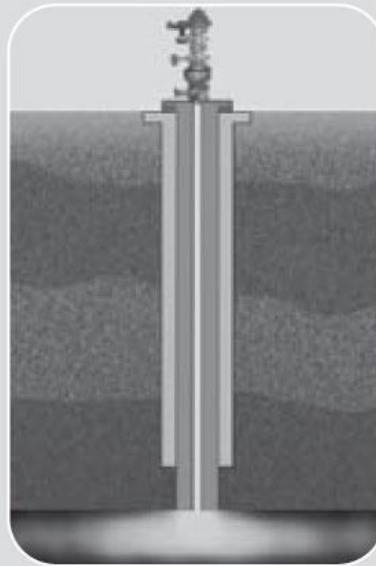
Deep-Well Disposal

Advantages

Safe if sites are chosen carefully

Wastes can often be retrieved

Low cost



Disadvantages

Leaks from corrosion of well casing

Emits CO₂ and other air pollutants

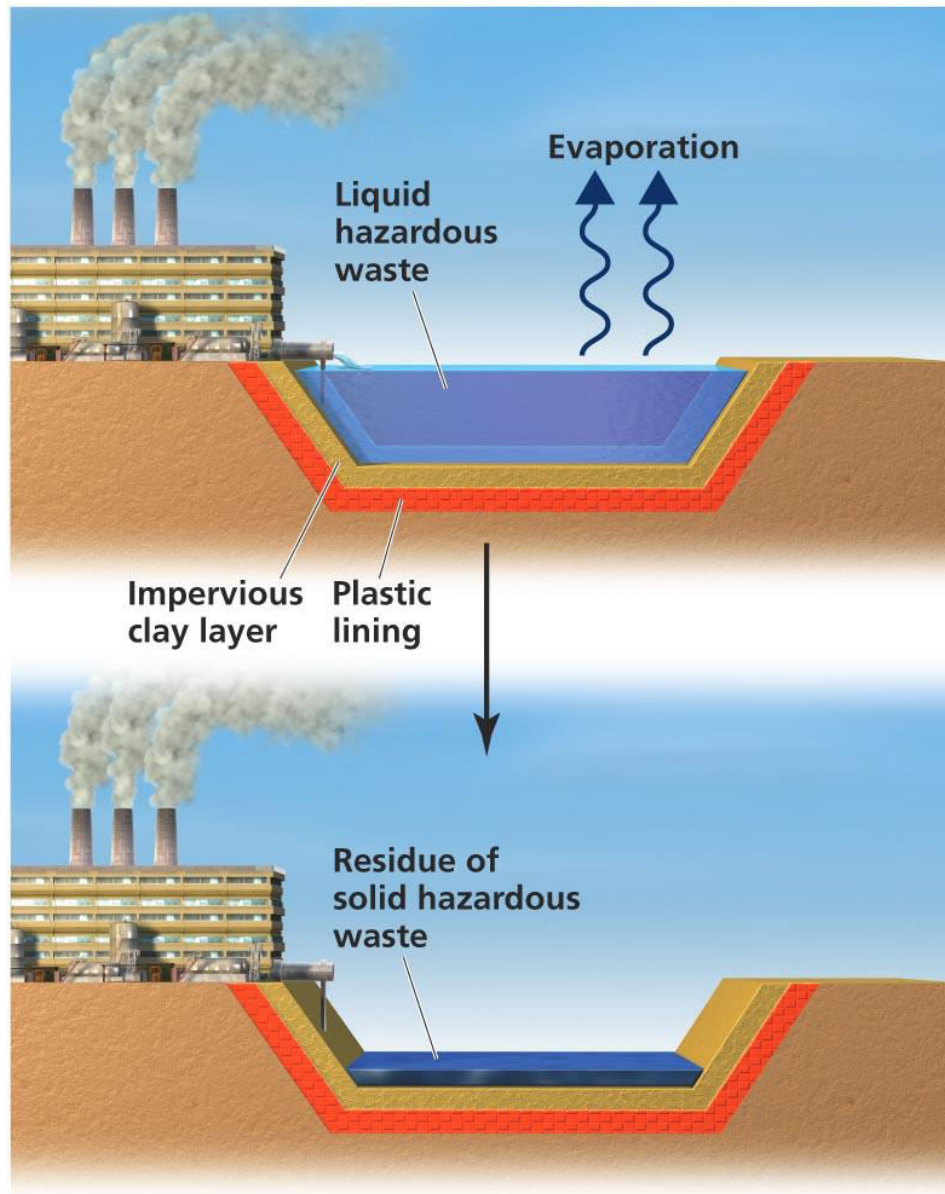
Output approach that encourages waste production

- 64% of hazardous liquid wastes in the U.S.

Oil waste injection in deep wells



Επιφανειακή διάθεση (Surface Impoundments)



Επιφανειακή διάθεση (Surface Impoundments)

Trade-Offs

Surface Impoundments

Advantages

Low cost

Wastes can often be retrieved

Can store wastes indefinitely with secure double liners



Disadvantages

Groundwater contamination from leaking liners (and overflow from flooding)

Air pollution from volatile organic compounds

Output approach that encourages waste production

Ορυχεία

(Salt mine - Britain's hazardous waste storage)

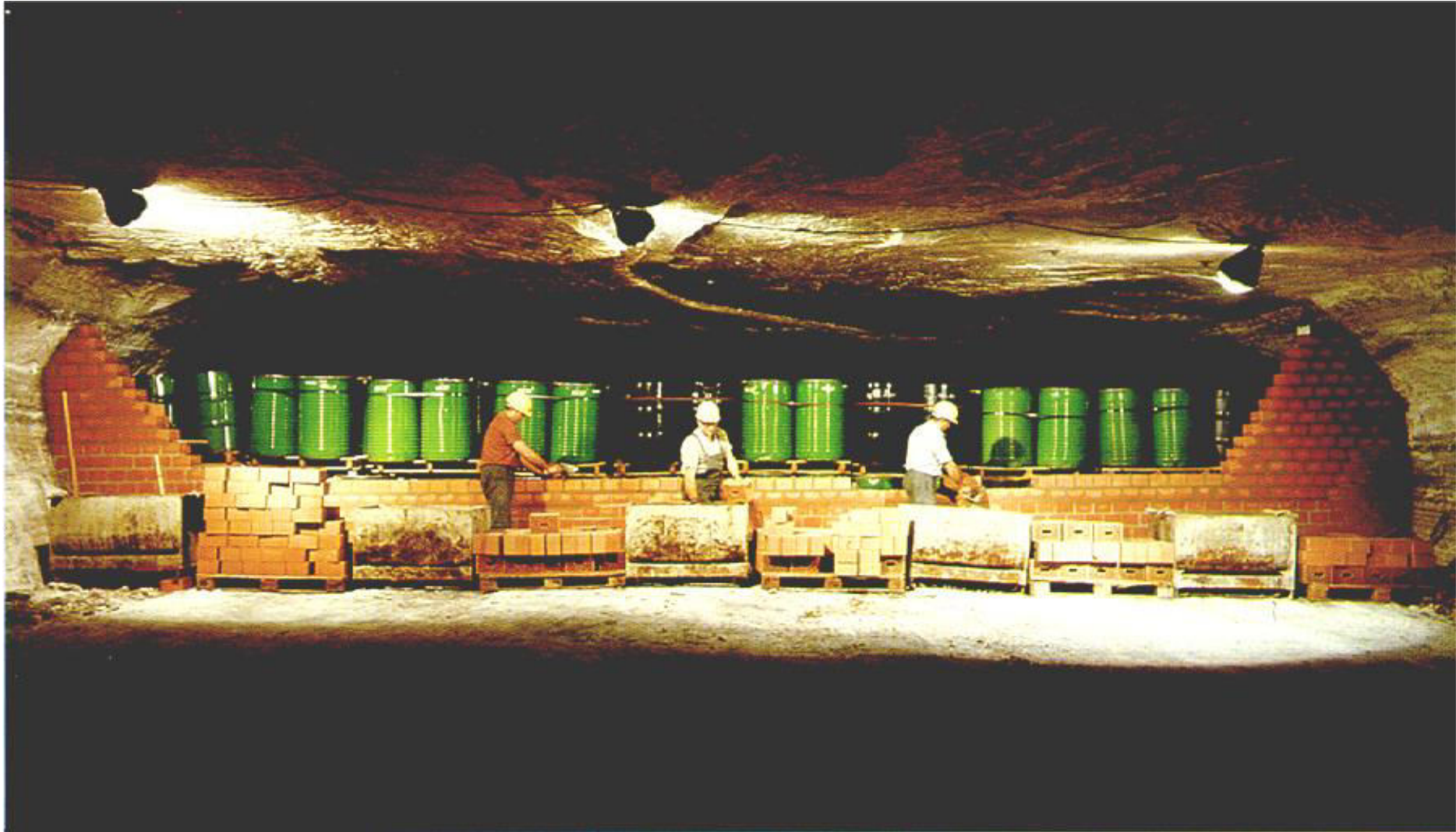


- 170 meters deep mine
- Incineration ash, heavy industry waste and asbestos

Deep Mine Landfill Herfa-Neurode (Germany)



Deep Mine Landfill Herfa-Neurode (Germany)



Χώρος υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ)

- Ιστορικά, ο ΧΥΤΑ ήταν ένας εύκολος και φτηνός τρόπος διάθεσης, αλλά με τα σημερινά δεδομένα έχει γίνει λιγότερο εύκολος και πιο ακριβός.
- Αύξηση τιμής οικοπέδου, κόστος μεταφοράς και αύξηση απαιτήσεων στην κατασκευή και συντήρηση του ΧΥΤΑ.
- Ανεξέλεγκτη διάθεση επικινδύνων αποβλήτων σε παραδοσιακούς ΧΥΤΑ.
- Διαρροές βιοαερίου και στραγγισμάτων λόγω μη σωστής εγκατάστασης στρωμάτων μόνωσης.
- Η μη σωστή λειτουργία του ΧΥΤΑ αποτελεί απειλή για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον

Χώρος υγειονομικής ταφής επικινδύνων αποβλήτων (ΧΥΤΕΑ)

- Είναι ένας ‘ασφαλής’ χώρος-ΧΥΤΕΑ που προορίζεται μόνο για τη διάθεση επικινδύνων αποβλήτων (secure landfill)
- Ο ΧΥΤΕΑ πρέπει να έχει:
 - ✓ Υψηλά κριτήρια κατασκευής (high engineering standards)
 - ✓ Συγκεκριμένα κελιά για διαφορετικούς τύπους ΕΑ
 - ✓ Σχεδιασμός:
 - Αποφυγή διαρροών, σύστημα συλλογής στραγγισμάτων
 - Διαχωρισμός μη-συμβατών αποβλήτων
 - Περιορισμός και τοποθέτηση των αποβλήτων με ασφαλή τρόπο
 - Απαγόρευση επαφής μεταξύ των περιεχομένων ΕΑ και του περιβάλλοντος

Επικίνδυνα απόβλητα κατάλληλα για ΧΥΤΕΑ

- Στερεά (ημι-στερεά) αποθηκευμένα σε βαρέλια
- Προ-επεξεργασμένες λάσπες
- Απόβλητα από βιομηχανία μετάλλων
- Ρυπασμένα εδάφη
- Τέφρες



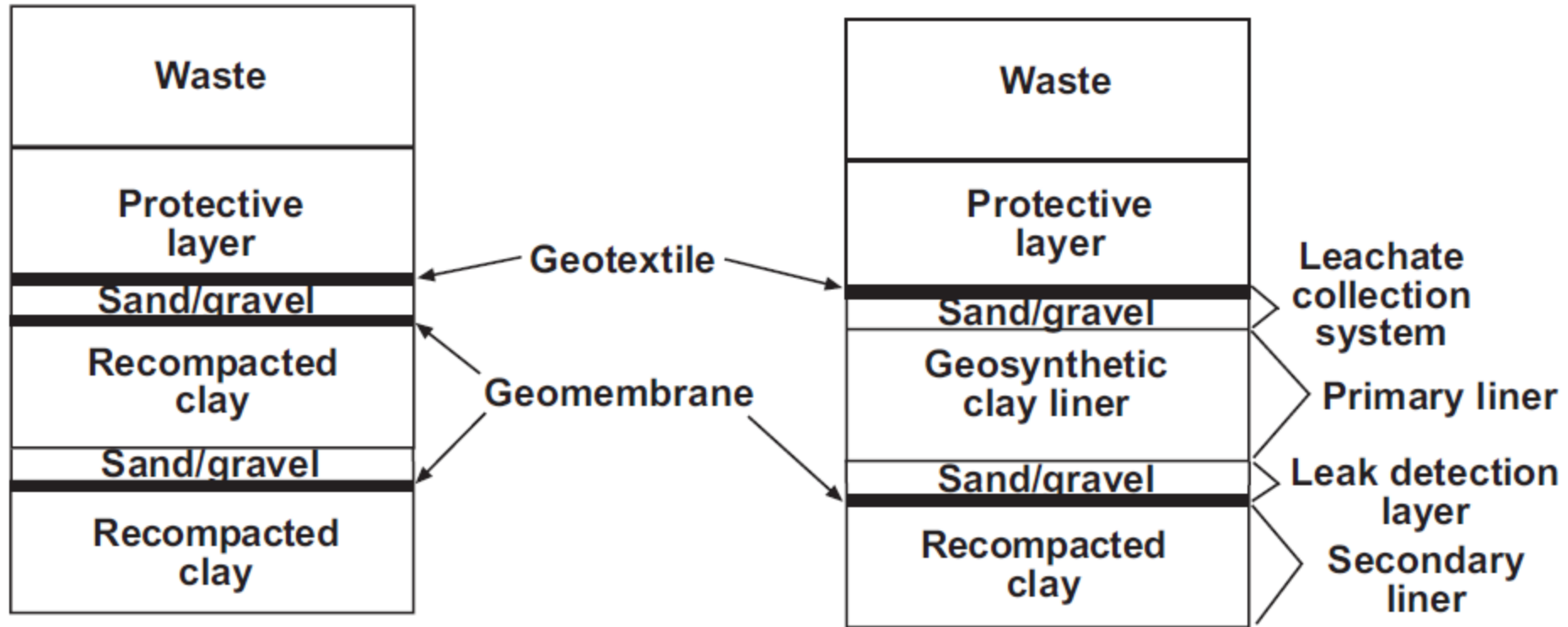
Λειτουργία ΧΥΤΕΑ

- Έλεγχος συμβατότητας ΕΑ
- Τοποθέτηση ΕΑ ανά κατηγορίες
- Διαχωρισμός κελιών με υλικό πλήρωσης
- Καταγραφή των τύπων ΕΑ και προέλευσή τους
- Έκτακτο πλάνο για διαρροές και ατυχήματα
- Κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού
- Ασφαλής χώρος εργασίας

Βασικές αρχές ΧΥΤΕΑ

- **Παρόμοιες με ένα απλό ΧΥΤΑ:**
 - ✓ Μηχανική σχεδίαση, στρώμα μόνωσης/κάλυψης
 - ✓ Σχεδιασμός με κελιά
- **Σε κάθε κελί τοποθετείται σταθεροποιημένο απόβλητο**
- **Παραδείγματα ΧΥΤΕΑ:**
 - ❖ **Ratchaburi secure landfill, Thailand**
 - Capacity 100,000 tonnes of HW
 - ❖ **Shenzhen secure landfill, China**
 - Capacity 23,000 cubic metres of HW

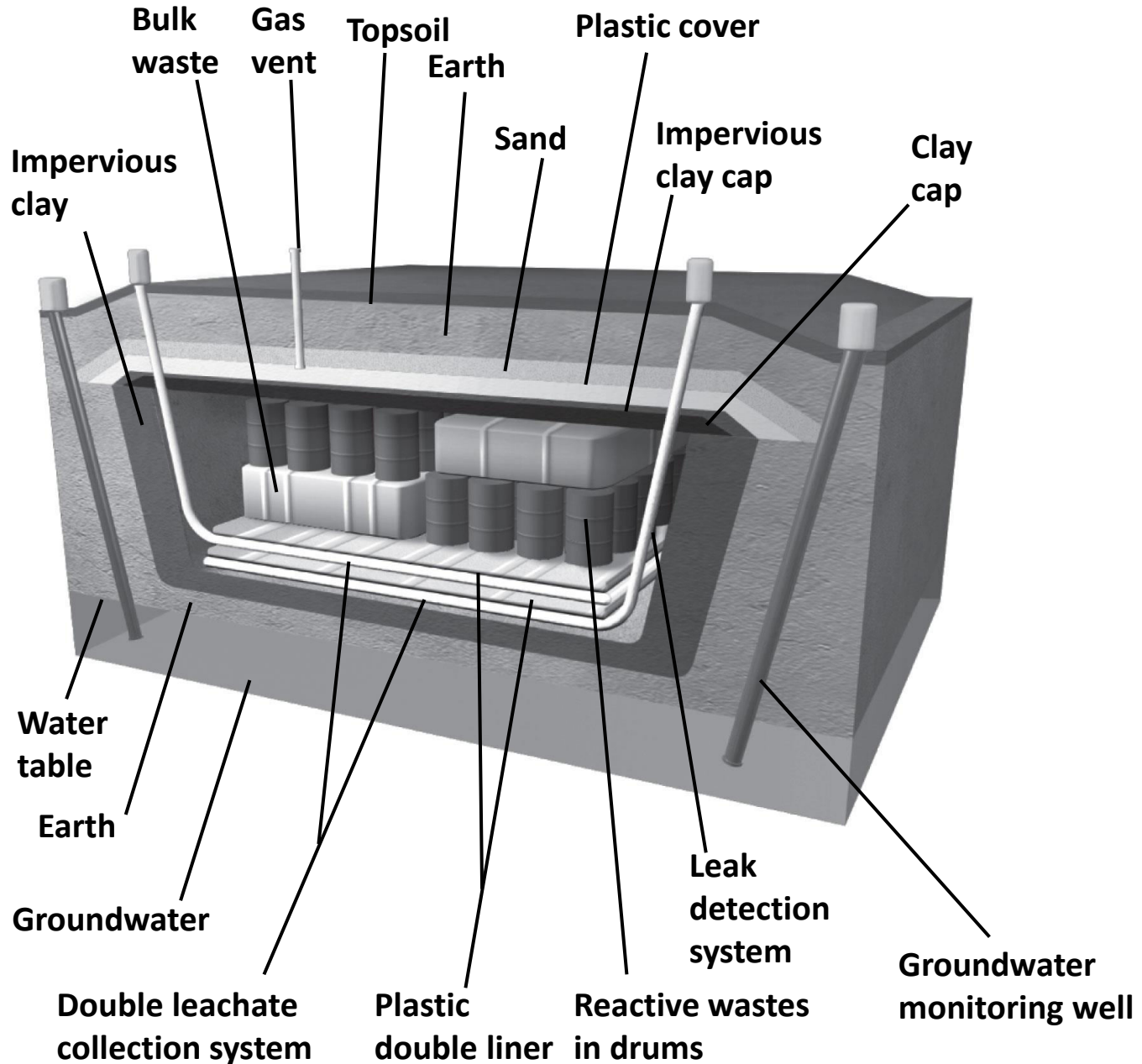
Κατασκευή διπλού στρώματος μόνωσης



Geotextile: i) permeable fabrics; ii) prevent the movement of small soil and refuse particles into the leachate collection layers; iii) protect geomembranes from punctures.

Geomembrane: i) polyvinyl chloride (PVC); ii) high-density polyethylene (HDPE)

XYTEA



Κατασκευή ΧΥΤΕΑ



- Rocky Mountain Arsenal, Colorado
- Construction included a triple-layer compacted clay and geomembrane lined hazardous waste landfill liner

Έλεγχος ΧΥΤΕΑ

- Μακροχρόνιος έλεγχος απαιτείται για την ασφαλή προστασία του περιβάλλοντος.
- Εγκαταστάσεις για έλεγχο υπεδάφους και αέρα (με παράλληλο έλεγχο της ποιότητας και ποσότητας των στραγγισμάτων).
- Ο έλεγχος ξεκινά πριν την κατασκευή του ΧΥΤΑ, και συνεχίζεται κατά τη λειτουργία και μετά το κλείσιμο για μεγάλο διάστημα.

Ειδικά σχεδιασμένα συστήματα 'ultimate' landfill



Αποτελείται:

- Στρώμα μόνωσης με τσιμέντο
- Κινητή οροφή
- Τοποθέτηση αποβλήτων με αρπάγη
- Μπορεί να δεχτεί διάφορα είδη στερεών ΕΑ
- Το κάθε κελί καλύπτεται με τσιμέντο (υλικό κάλυψης)

Hazardous Waste Landfill with Roof

(Hünxe, Germany)



Hazardous Waste Landfill

(Switzerland)



Questions & Answers

