

# ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

---

ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ  
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΧΥΤΑ)

---

# ΧΥΤΑ

## Διάθεση αποβλήτων (οικιακών και ραδιενεργών)

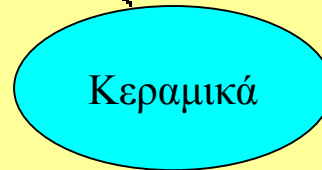
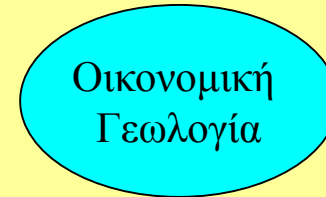
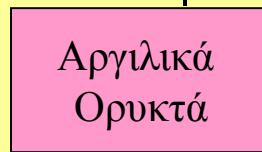
Σταθεροποίηση

Πρανών



Κατάλυση  
Ιδιότητες Κolloειδών  
Πληρωτικό χαρτιού  
Φαρμακευτικά

Καλλιέργειες  
Λιπάσματα



Υδροθερμική  
Αποσάθρωσης

Περιβάλλον απόθεσης  
Στρωματογραφική σχέση  
Ποιότητα reseroir  
Ιστορία υποβάθρου

# ΧΥΤΑ

➤ Τι είναι η Χωματερή :

✓ Ο χώρος στον οποίο αποτίθενται απορρίμματα (στερεά απόβλητα) σε ποσότητα ικανή να αλλάξει το επιφανειακό ανάγλυφο

✓ Οι χωματερές μπορεί να είναι

- σκαμμένες και πληρωμένες
- πληρωμένες και πιεσμένες
- να ξεκινούν από το υπάρχον ανάγλυφο
- συνδυασμός των παραπάνω

# ΧΥΤΑ

➤ Προβλήματα που εμφανίζονται στις Χωματερές :

✓ Διασπορά ρύπων και εκδήλωση ασθενειών στους πληθυσμούς

✓ Δυσσοσμία

✓ Πυρκαγιές

✓ Μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα

✓ Διαφυγή αερίων υδρογονανθράκων

Αντιμετωπίζεται  
με τους κλασικούς  
ΧΥΤΑ

Αντιμετωπίζεται  
με τους σύγχρονους  
ΧΥΤΑ

# ΧΥΤΑ

➤ Τι είναι ο ΧΥΤΑ :

- ✓ Σχέδιο και εφαρμογή της αρχής του **20<sup>ου</sup> Αιώνα**
- ✓ Λειτουργούν με ασφάλεια και έλεγχο ελαχιστοποιώντας τη διασπορά ρύπων
  
- ✓ Χρησιμοποιούν :
  - εδαφική επικάλυψη
  - σκαμμένους «αποθηκευτικούς χώρους»
  - συμπίεση των αποβλήτων
  - ελεγχόμενη πρόσβαση

# XYTA

➤ Τι είναι ο XYTA :

✓ Οι σύγχρονοι XYTA είναι σχεδιασμένοι να περιέχουν στραγγίσματα και να ελαχιστοποιούν την διασπορά ρύπων

# ΧΥΤΑ

➤ Τι είναι τα στραγγίσματα :

- ✓ Το υγρό που δημιουργείται όταν νερό της βροχής ή/και υγρά από τα απορρίμματα διαπερνούν τα απορρίμματα
- ✓ Τα στραγγίσματα μπορεί να καταλήξουν στον υδροφόρο ορίζοντα
- ✓ Ενδέχεται να περιέχουν πληθώρα χημικών και ρύπων σε υψηλές συγκεντρώσεις

# ΧΥΤΑ

➤ Ποια αέρια και αέριοι υδρογονάνθρακες μπορεί να εκλύονται :

- ✓ Μεθάνιο
- ✓ CO<sub>2</sub>
- ✓ Σε μικρότερο βαθμό άλλοι υδρογονάνθρακες

Αποτέλεσμα των αναερόβιων συνθηκών σήψης των ρύπων



# ΧΥΤΑ

- Γιατί ασχολούμαστε με τα αέρια που εκλύονται :
  - ✓ Δυσσοσμία
  - ✓ Τοξικότητα
  - ✓ Πηγή ενέργειας
  - ✓ Πηγή κινδύνων

# ΧΥΤΑ

- Περιορισμοί στην κατασκευή ΧΥΤΑ
- Τοποθεσία
  - ✓ Αεροδρόμια
  - ✓ Εδάφη με μεγάλη υγρασία
  - ✓ Περιοχές κοντά σε ρήγματα
  - ✓ Ασταθείς περιοχές
  - ✓ Διαβίωση ειδών υπό εξαφάνιση

**Γιατί σε ΧΥΤΑ χρησιμοποιούν κανονάκι ?**

# ΧΥΤΑ

- Η κατηγοριοποίηση των αποβλήτων **δεν γίνεται** με βάση την ποσότητα των αποβλήτων
- Η κατηγοριοποίηση των αποβλήτων **γίνεται** με βάση τα στραγγίσματα που παράγουν και την ποσότητα των ρύπων

# ΧΥΤΑ

Κατηγοριοποίηση των αποβλήτων :

- Αδρανή κατασκευαστικά και βιομηχανικά απόβλητα
- **Οικιακά απόβλητα**
- Τοξικά βιομηχανικά απόβλητα
- Αποτεφρωμένα υλικά και σκωρίες
- **Ραδιενεργά απόβλητα**

# ΧΥΤΑ

- Η σωστή διαχείριση των απορριμμάτων εκτιμάται στις μέρες μας ως αναγκαία προϋπόθεση για την προστασία από τον κίνδυνο της ρύπανσης, τη διαφύλαξη των οικοσυστημάτων, την προάσπιση της δημόσιας υγείας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων αποτελούν το κύριο μέσο και στόχο για την ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων και για αυτό το λόγο θεωρούνται πλέον αναγκαιότητα.

# ΧΥΤΑ

- Τυπικές απαιτήσεις και προδιαγραφές για ΧΥΤΑ
- Επιστρώσεις χαμηλής διαπερατότητας
  - ✓ Αργιλικά τοιχώματα
  - ✓ Συμπιεσμένη άργιλος
  - ✓ Συνθετικό κάλυμμα (μεμβράνη)
  - ✓ Σύνθεση των παραπάνω
- Επιστρώσεις που να εμποδίζουν τη «μετανάστευση» του στραγγίσματος
- Συλλογή και απομάκρυνση του στραγγίσματος
- **Στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και σύγχρονη νομοθεσία**

# ΧΥΤΑ

- Η μέθοδος της υγειονομικής ταφής με τη χρησιμοποίηση συνθετικών μεμβρανών για τη στεγανοποίηση του χώρου διάθεσης, καλύπτει τις απαιτήσεις για την ελαχιστοποίηση και εξάλειψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος της περιοχής
- Συμφωνείτε ?



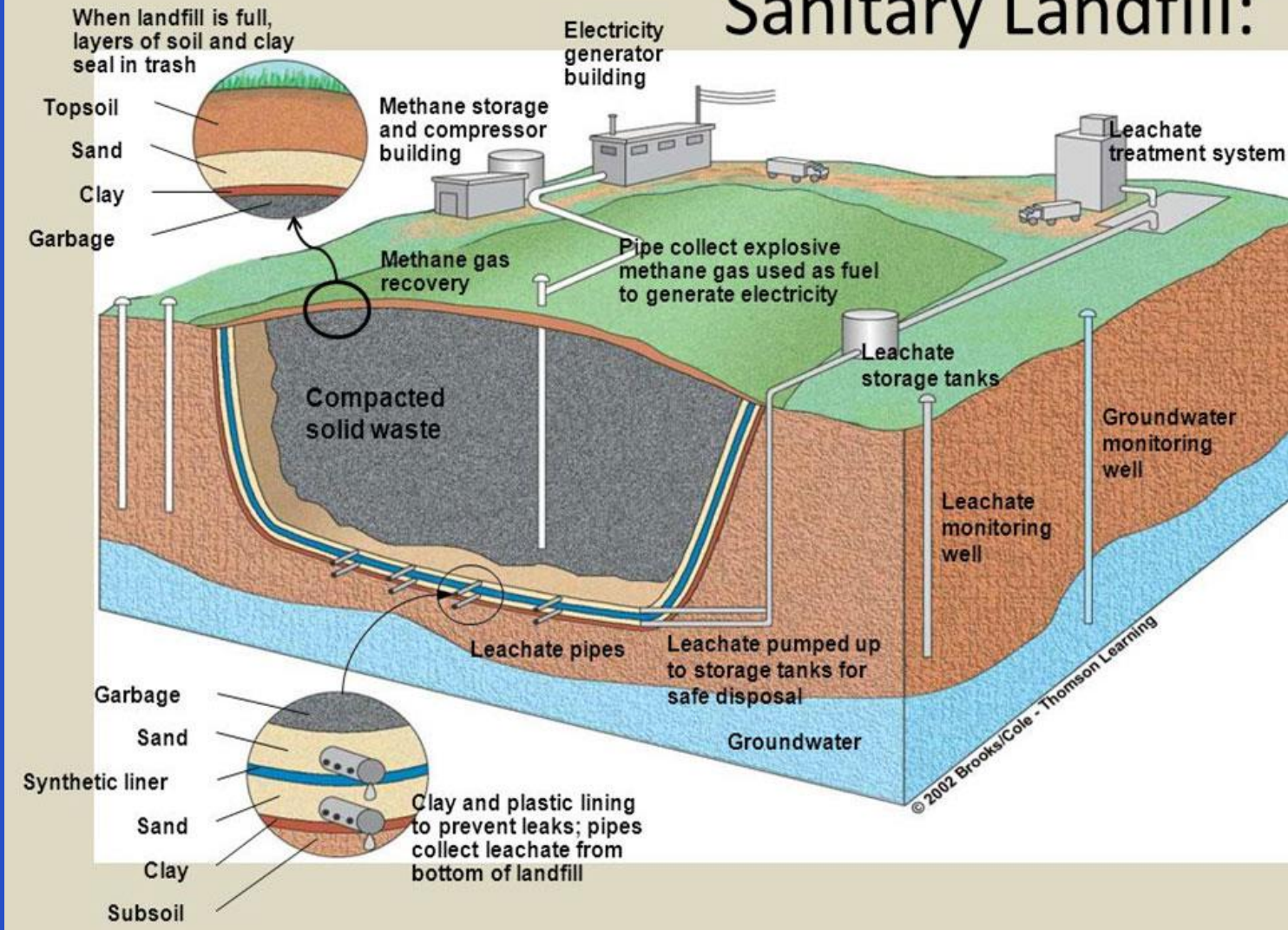
# XYTA

- Τι υλικό χρησιμοποιείται ως συνθετική μεμβράνη ?
- **HDPE**
- **PVC**
- **VLDPE**
- **PP**

# ΧΥΤΑ

- Η μετανάστευση στα απορρίμματα επιφανειακών ή βρόχινων νερών έχει ως αποτέλεσμα την απόπλυση των απορριμμάτων και των προϊόντων της αποσύνθεσής τους καθώς και τη δημιουργία τοξικών υγρών, δηλαδή «στραγγισμάτων» (leachate).
- Τα στραγγίσματα, κινούμενα αρχικά κατακόρυφα, κατεισδύουν προς τον υποκείμενο υδροφόρο τον οποίο και μολύνουν, ενώ παράλληλα, κινούμενα οριζόντια, εκτείνονται προς την περιφέρεια του σκουπιδότοπου με αποτέλεσμα τη δημιουργία «πηγών» ή πλευρικών μεταγγίσεων σε επιφανειακά σώματα νερού (π.χ. υδρορεύματα), τα οποία επίσης μολύνουν

## Sanitary Landfill:



# ΧΥΤΑ

- Οι άργιλοι και τα αργιλικά ορυκτά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε γεωλογικά φράγματα σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.
- Η κύρια λειτουργία του υποστρώματος - είναι να λειτουργεί σαν φράγμα - απαιτεί χαμηλή υδραυλική αγωγιμότητα και υψηλό περιεχόμενο συγκράτησης σε τοξικά υγρά.
- Το γεωλογικό φράγμα αποτελεί σημαντικό και αναπόσπαστο τμήμα του ΧΥΤΑ και λειτουργεί σαν στρώμα συγκράτησης ρυπαντών σε περίπτωση αστοχίας των τεχνικών έργων.

# ΧΥΤΑ

- Μελέτες έδειξαν, ότι τα βαρέα μέταλλα, όπως π.χ. το  $\text{Cd}^{+2}$  και ο  $\text{Pb}^{+2}$  που υπάρχουν στα στραγγίσματα, μπορεί να μεταφερθούν μέσω φαινομένων διάχυσης και να οδηγηθούν στο υπέδαφος.
- Ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του κινδύνου είναι η χρήση αργίλων για την απορρόφηση και συγκράτηση των βαρέων μετάλλων.
- Τα αργιλικά ορυκτά εξαιτίας της μεγάλης ειδικής επιφάνειάς τους και του υψηλού αρνητικού φορτιού τους παρουσιάζουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης των βαρέων μετάλλων.

# ΧΥΤΑ

- Εάν στα στραγγίσματα υπάρχουν οργανικοί ρυπαντές σε σημαντικές συγκεντρώσεις, οι χημικές αλληλεπιδράσεις μπορεί να οδηγήσουν στην υποβάθμιση των ιδιοτήτων των αργίλων.
- Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται οι συνθετικές γεωμεμβράνες ως πρωτογενής επίστρωση εμποδίζοντας έτσι την άμεση επαφή της αργίλου με τα στραγγίσματα.
- Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης από τα επιφανειακά νερά, μια πολύ συνηθισμένη λύση είναι η τοποθέτηση ενός στρώματος επικάλυψης από αργιλικά υλικά, ώστε να μειωθεί η εισροή υδάτων κι έτσι να ελαχιστοποιηθεί η παραγωγή στραγγίσματος.

## Πλεονεκτήματα χρήσης Αργιλικών ορυκτών σαν περιβαλλοντικά φράγματα

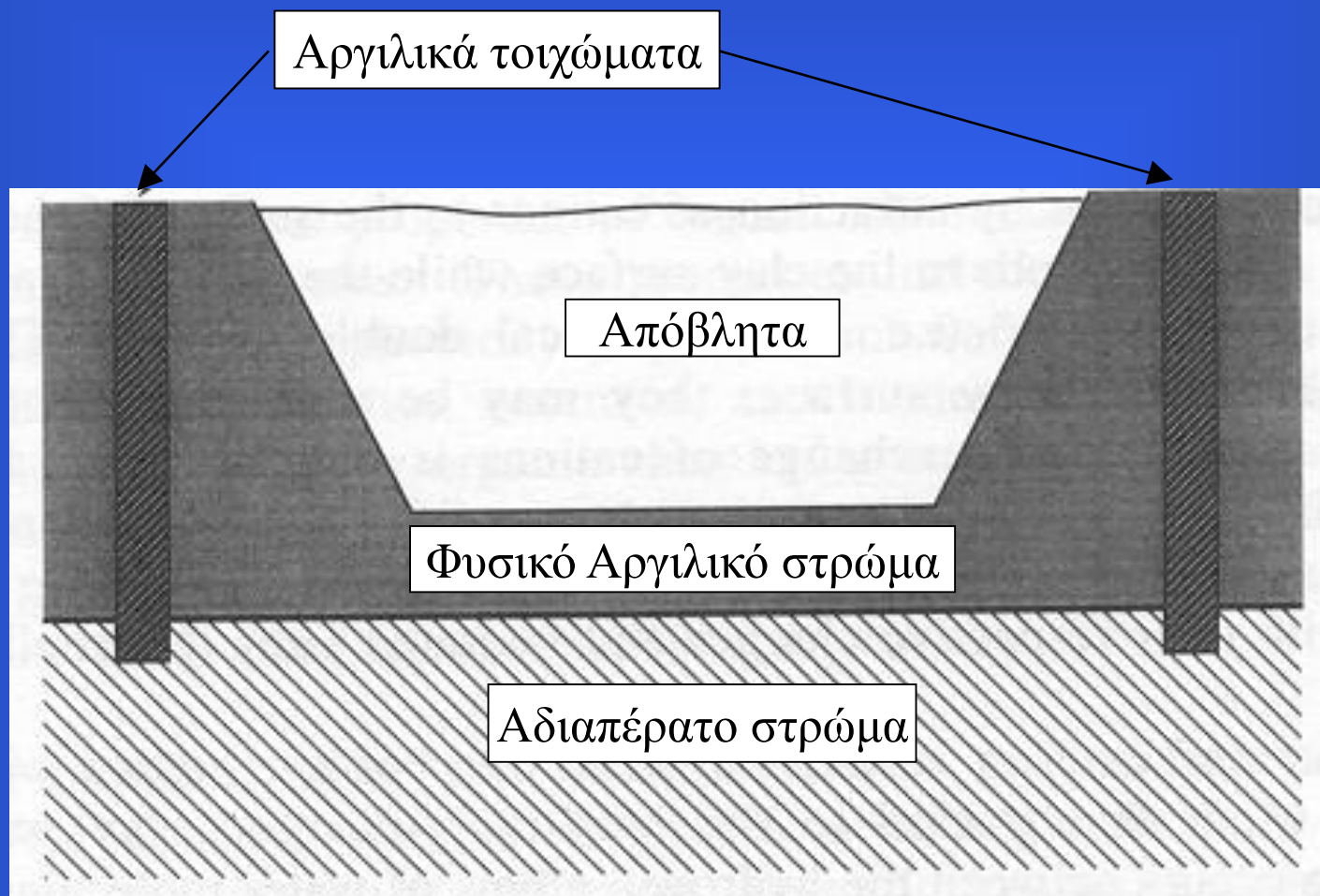
- ✓ Δαπάνη
- ✓ Χαμηλή διαπερατότητα
- ✓ Ανθεκτικότητα
- ✓ Διαθεσιμότητα
- ✓ Χημική συμβατότητα

## Απαιτήσεις και χαρακτηριστικά του ορυκτολογικού φράγματος επίστρωσης

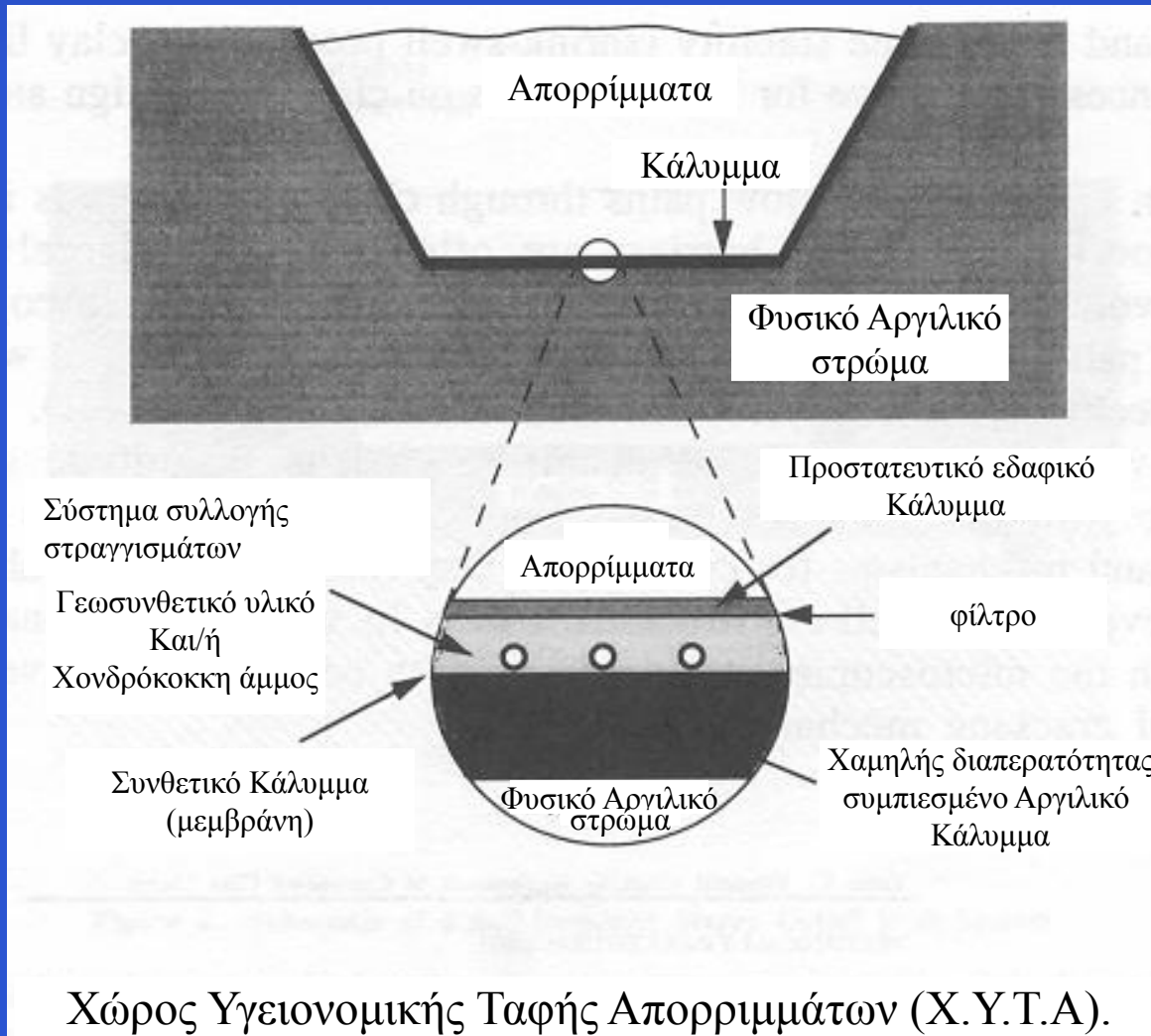
- ✓ Χαμηλή υδραυλική αγωγιμότητα
- ✓ Μεγάλης διάρκειας χημική συμβατότητα
- ✓ Υψηλή ικανότητα απορρόφησης
- ✓ Χαμηλός συντελεστής διάχυσης



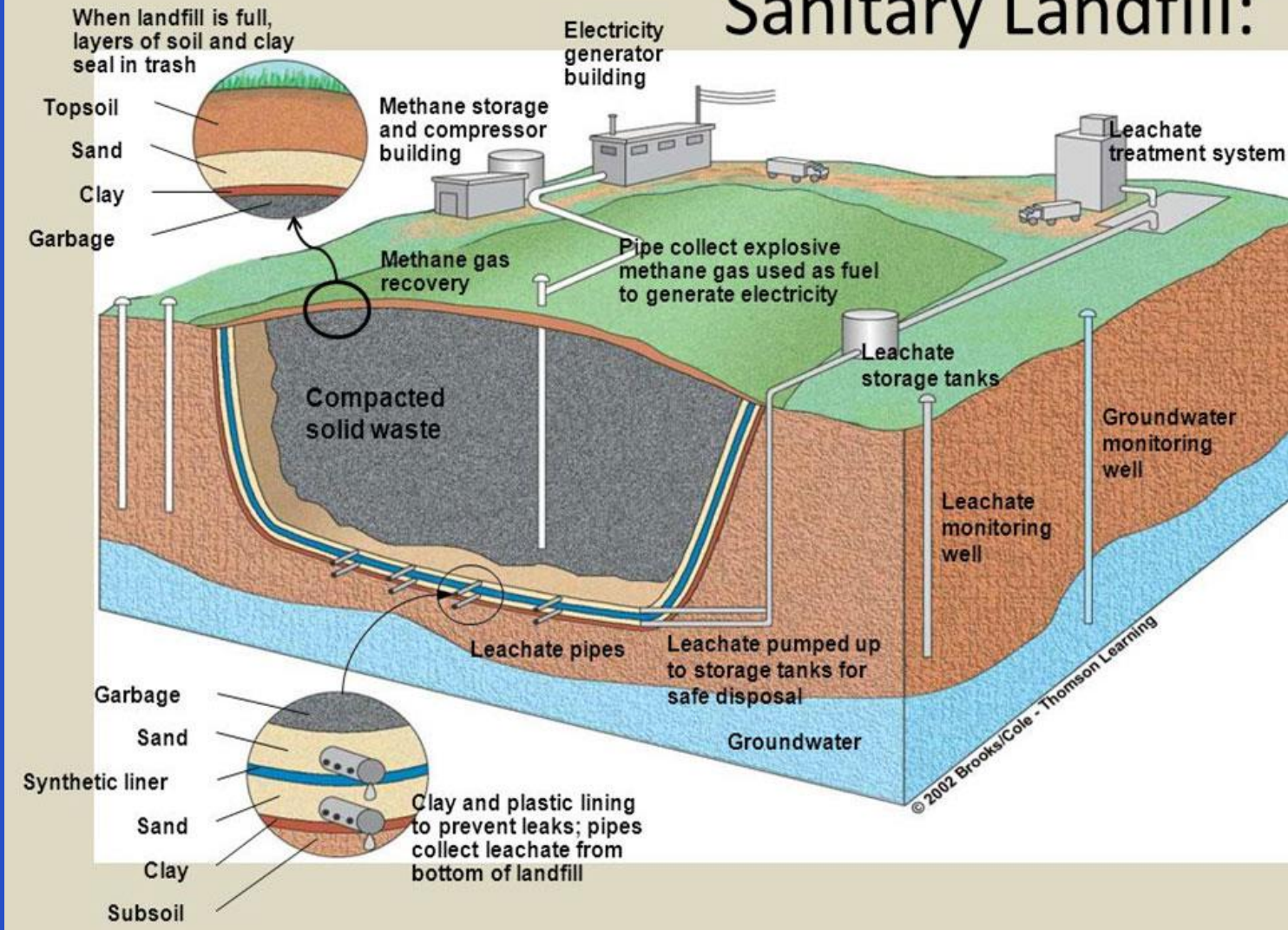
# Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



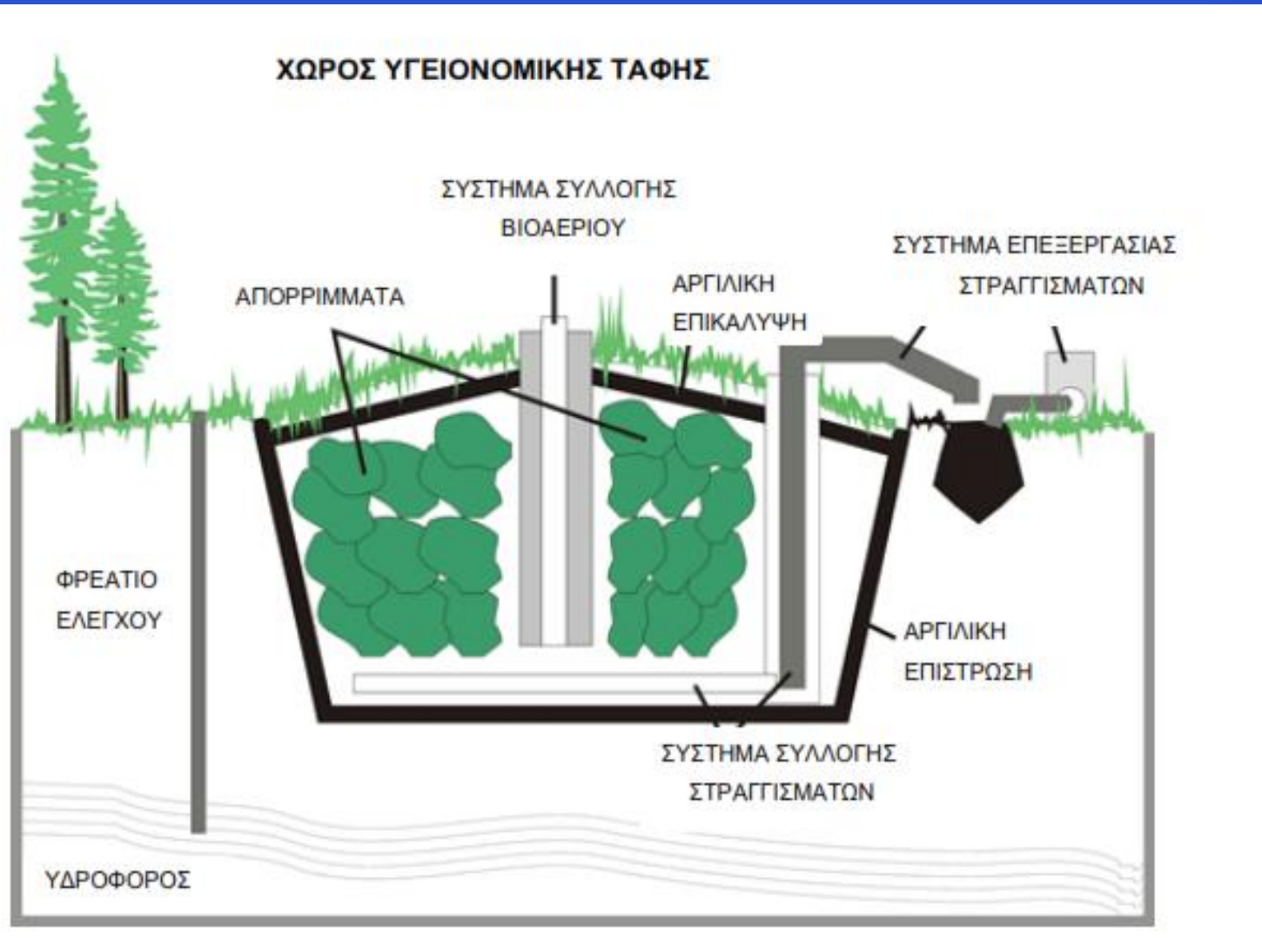
# Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



## Sanitary Landfill:



# Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)



<https://coorscu.wordpress.com/2009/04/22/how-well-do-you-know-your-landfill/>

Τροποποιημένο από Κουτσοπούλου, 2012 (Διδ. Διατριβή).

# ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΥΤΑ

## Τοποθέτηση Αργιλικού στρώματος

*Surveying of the first cell by city engineers*



*Surveying of the first cell by city engineers*



# ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΥΤΑ

*Excavation works at cell 1*



*Compaction of the clay liner*

*Compaction of the slopes with the help of a compactor*

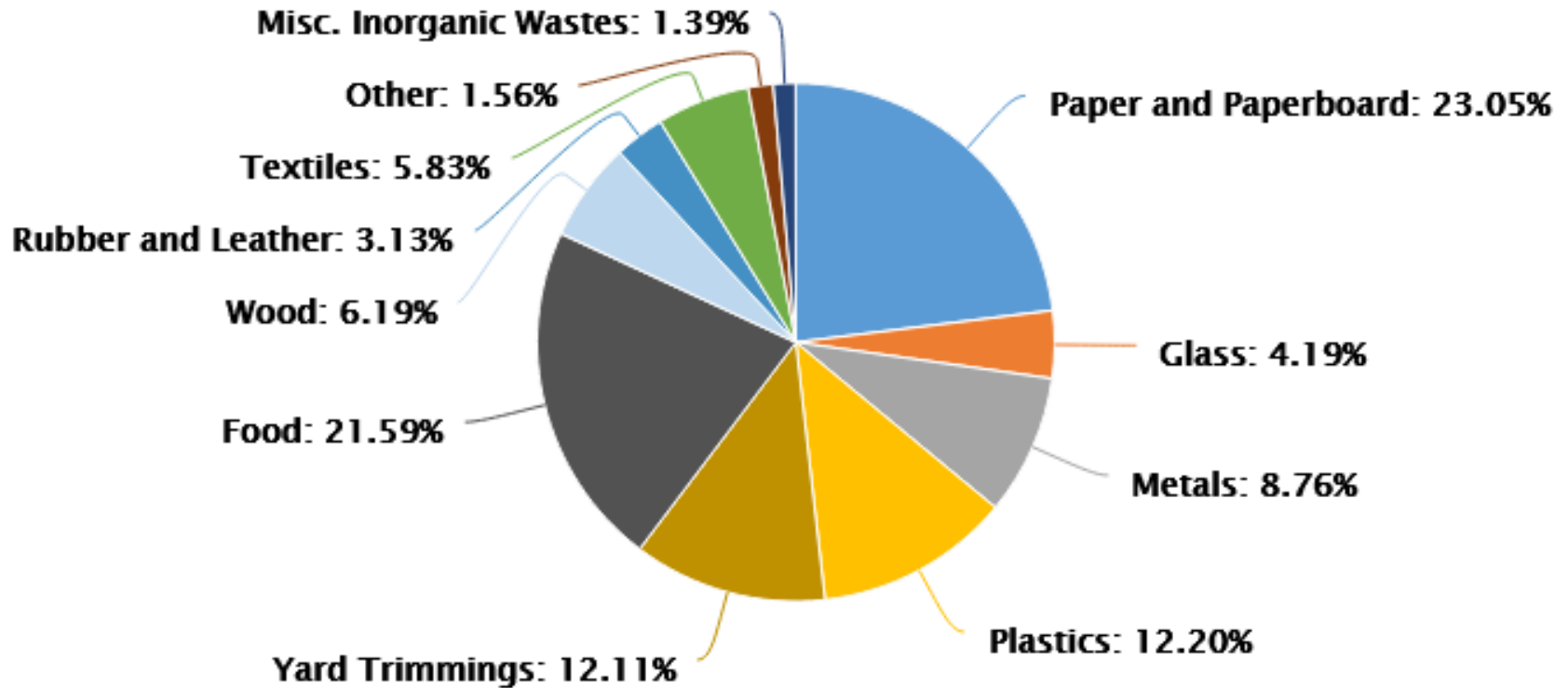


*Compaction work at cell 1*

*Compactor at work*

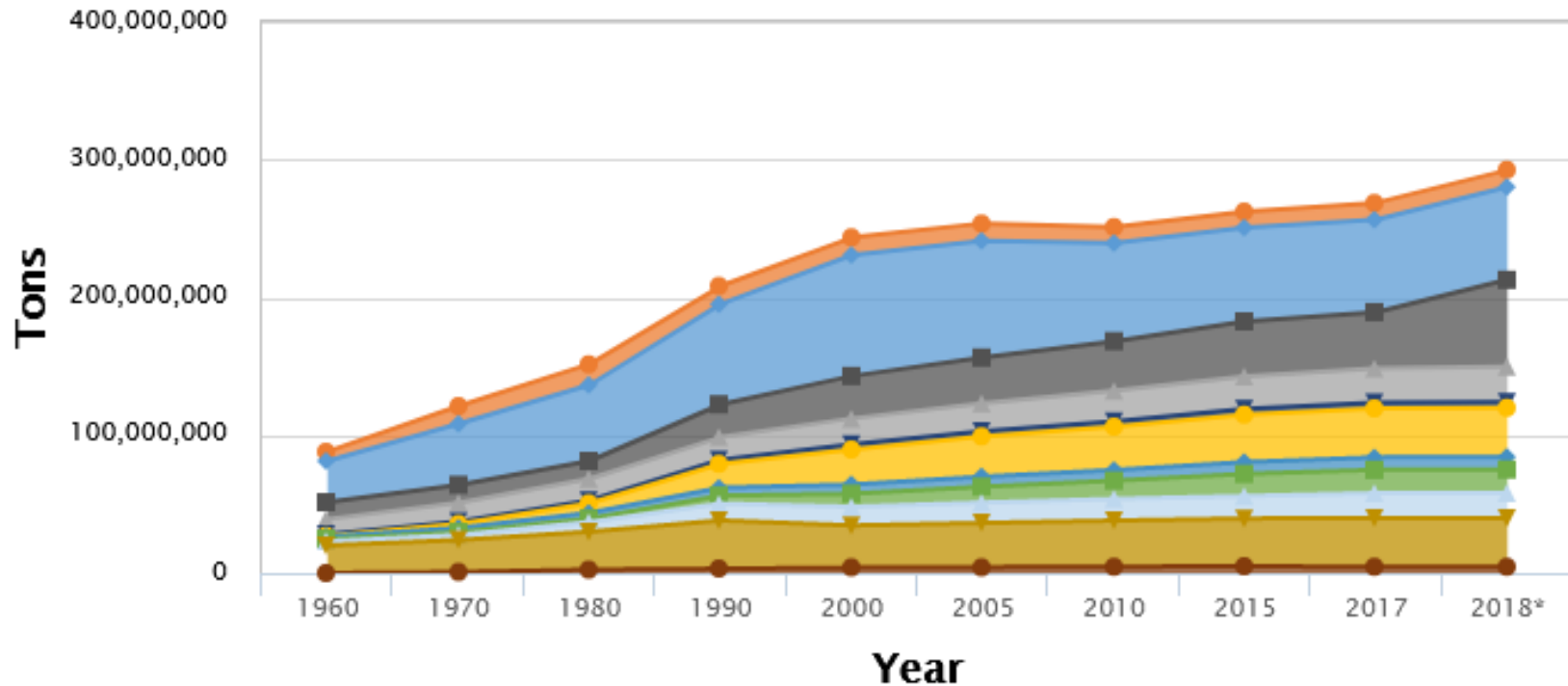
## ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ 2018 USA

292.4 million tons



<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ 1960-2018 σε τόνους USA

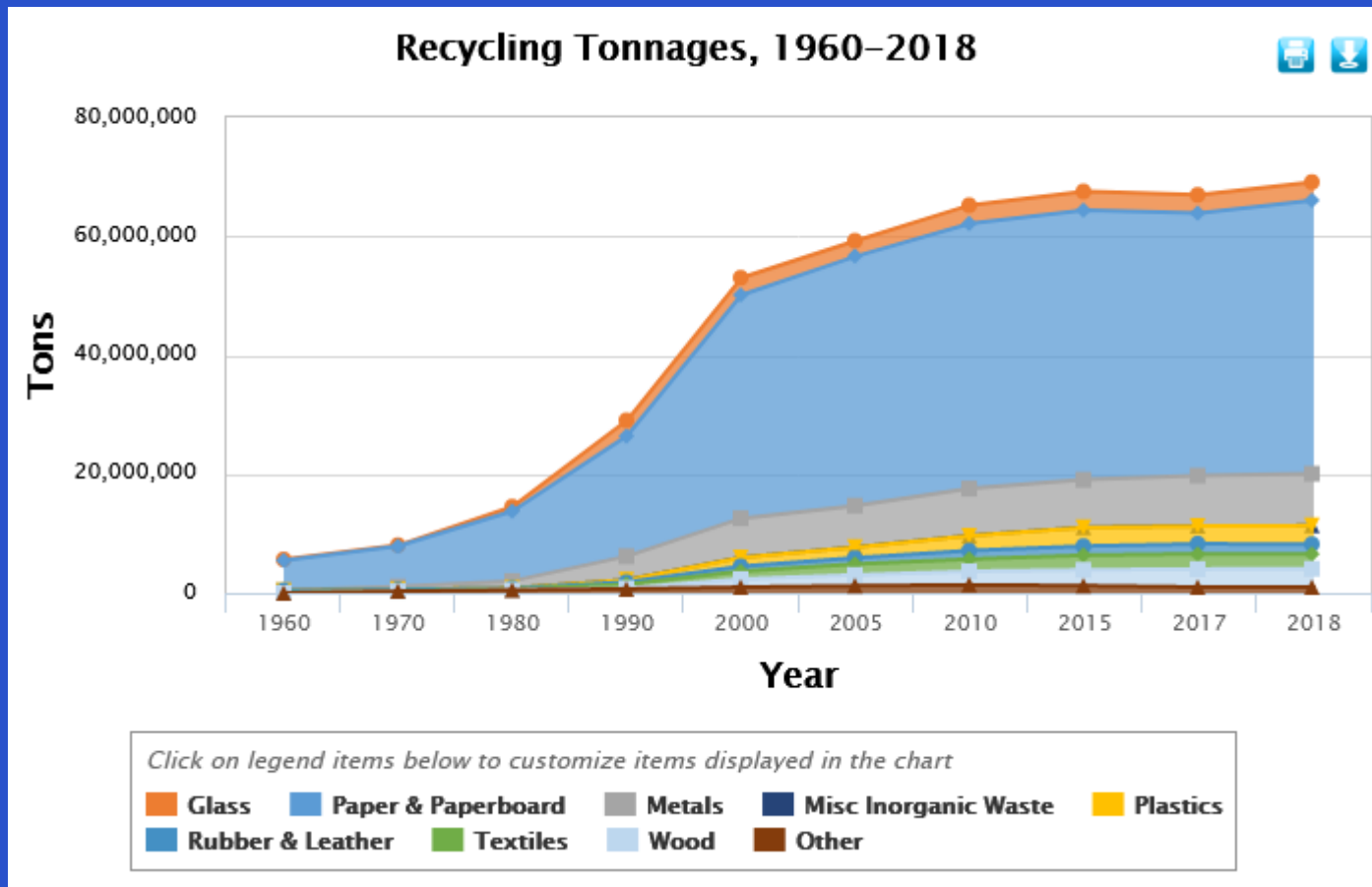


Click on legend items below to customize items displayed in the chart

■ Glass   
 ■ Paper & Paperboard   
 ■ Food   
 ■ Metals   
 ■ Misc Inorganic Waste   
 ■ Plastics  
■ Rubber & Leather   
■ Textiles   
■ Wood   
■ Yard Trimmings   
■ Other

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>



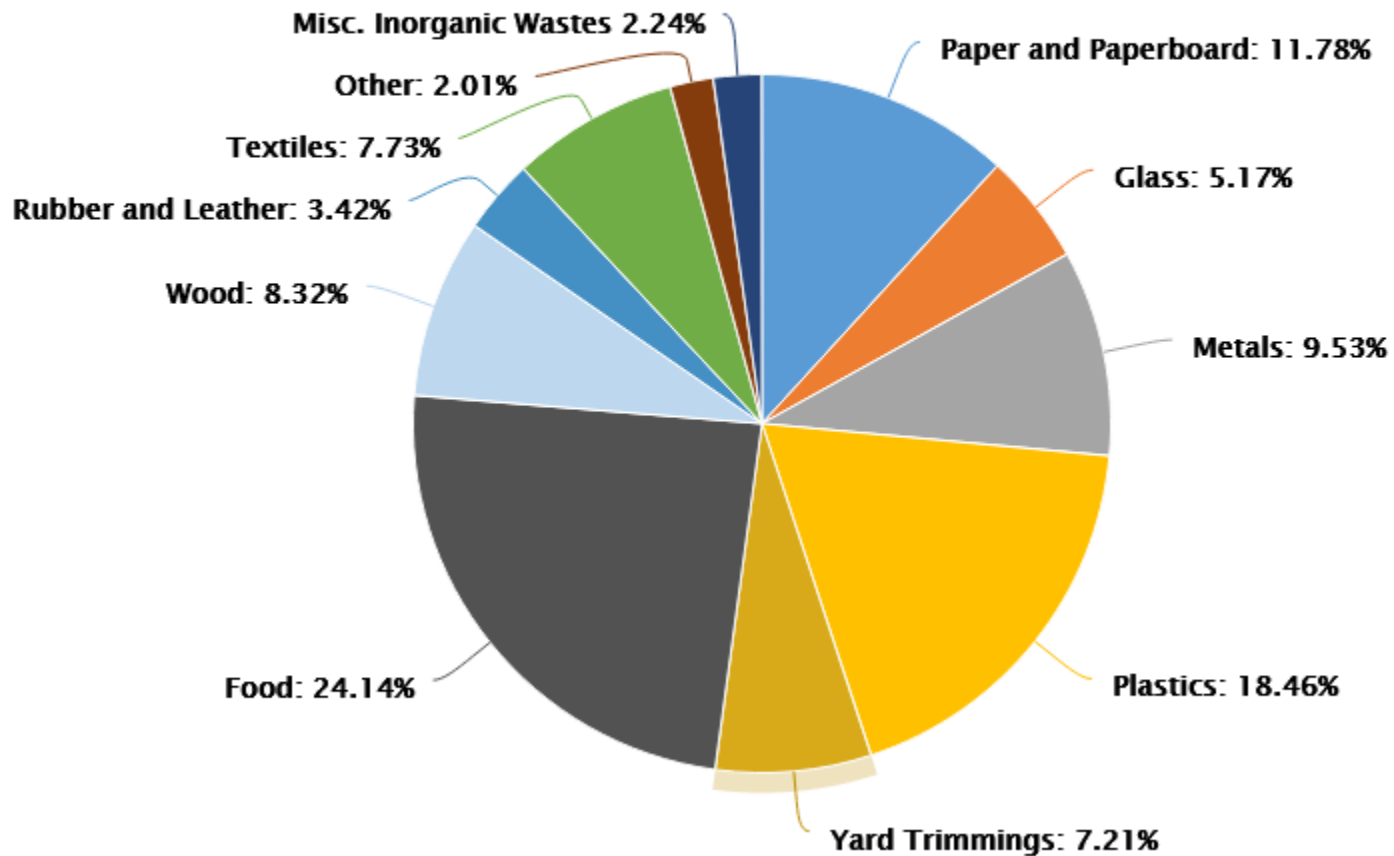


<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

## Total MSW Landfill by Material, 2018

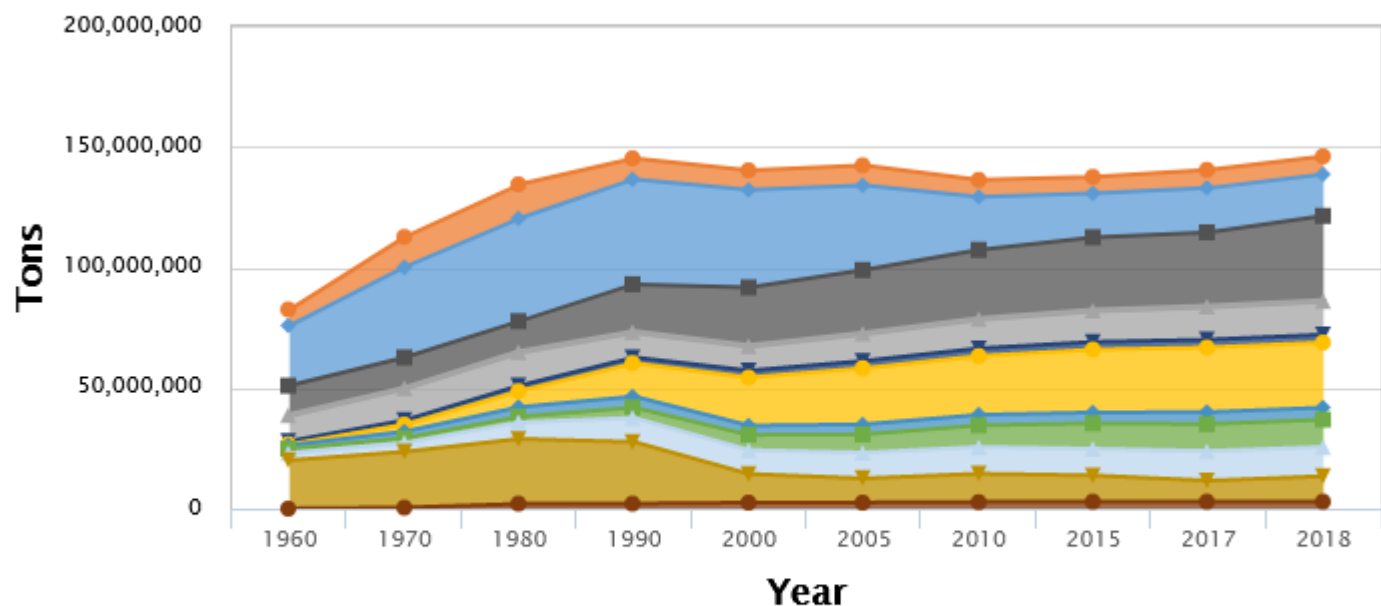


146.1 million tons



<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

## Landfill Tonnages, 1960–2018

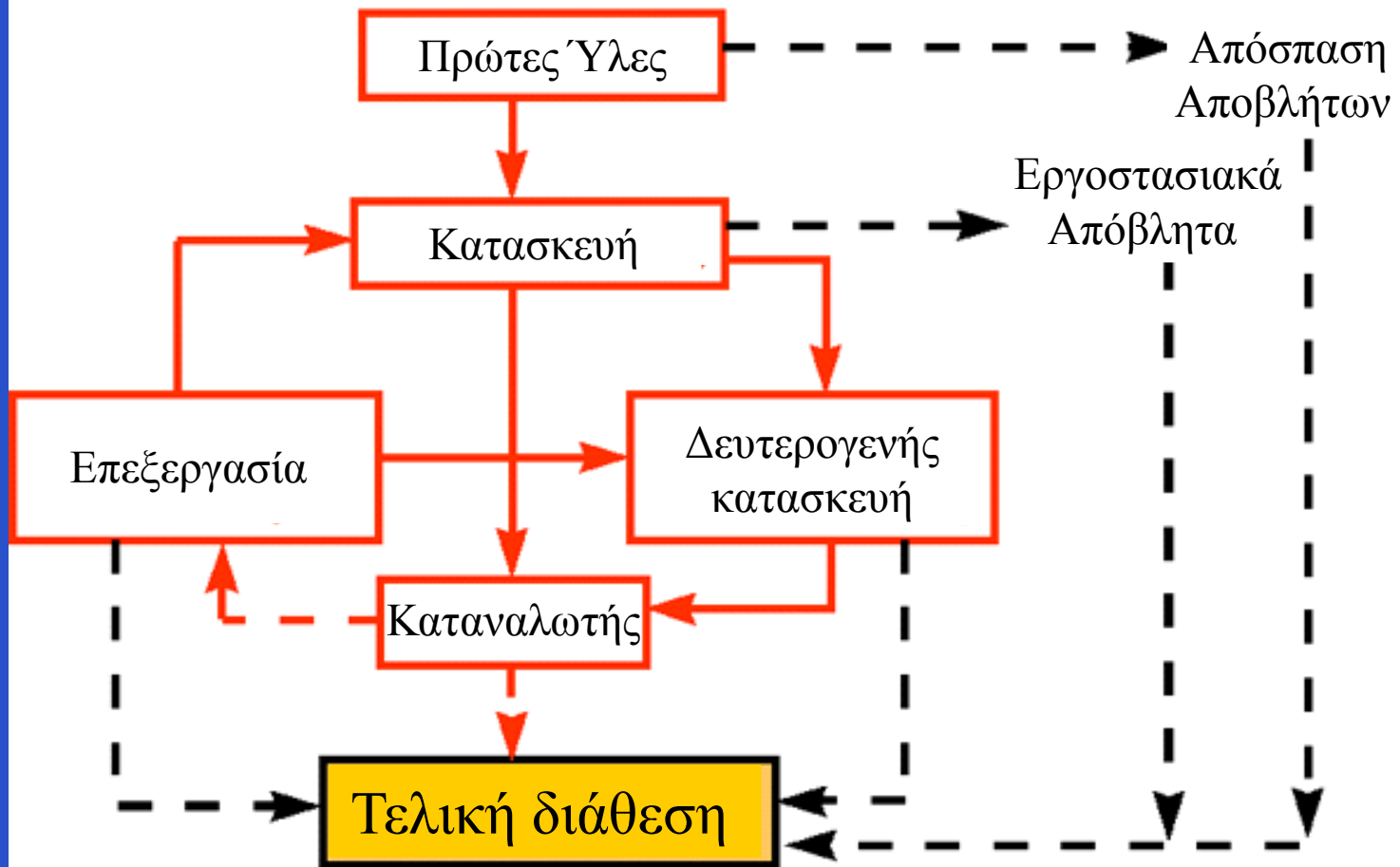


Click on legend items below to customize items displayed in the chart

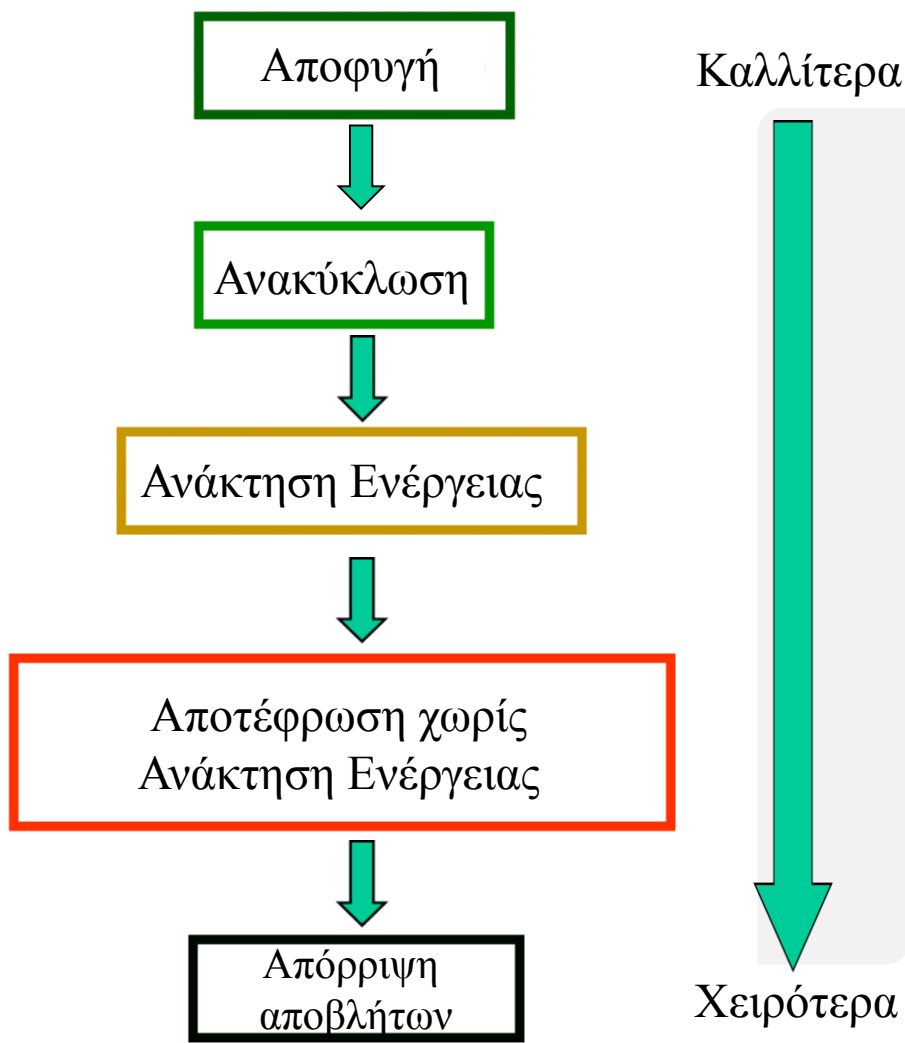
- Glass
- Paper & Paperboard
- Food
- Metals
- Misc Inorganic Waste
- Plastics
- Rubber & Leather
- Textiles
- Wood
- Yard Trimmings
- Other

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



# Ιεραρχία στερεών αποβλήτων



# Ο ΧΥΤΑ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΥΟΡΚΗΣ (Fresh Kills, Staten Island)

❖ Ο ΧΥΤΑ της Νέας Υόρκης (Fresh Kills) ήταν ο μεγαλύτερος του κόσμου μέχρι το 2001 που έκλεισε μετά από 50 χρόνια λειτουργίας με εισροή **11.500-20.000 τόνους οικιακών αποβλήτων την ημέρα**

❖ Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αποκατάσταση του τοπίου



<https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2013/09/15/nyregion/from-garbage-to-energy-at-fresh-kills.html>

# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Το υλικό που χρησιμοποιείται πρέπει να έχει τις παρακάτω ιδιότητες :

- Υψηλή Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (CEC)
- Προτίμηση σε προσρόφηση σε Καίσιο και Στρόντιο
- Σταθερότητα στη ραδιενέργεια
- Μηχανική σταθερότητα
- Μικρό κόστος

# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υλικά που πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις είναι τα αργιλικά ορυκτά και οι ζεόλιθοι



# ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ

Ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται στην ταφή των ραδιενεργών αποβλήτων, κυρίως λόγω:

- της πλαστικής παραμόρφωσης την οποία παρουσιάζει, εμποδίζεται η μετάδοση υπερβολικών πιέσεων στα δοχεία με τα ραδιενεργά απόβλητα.
- της υδατοστεγανότητας του, περιορίζει την προσβολή των δοχείων που περιέχουν τα ραδιενεργά απόβλητα από το νερό για πάνω από 1000 χρόνια
- της ιοντοανταλλακτικής του ικανότητας, αυξάνεται ο χρόνος που απαιτείται ώστε οι ραδιενεργές ουσίες να διασχίσουν το στρώμα του μπεντονίτη (από  $10^4$  χρόνια, σε  $10^6$  χρόνια).

## ΜΙΕΝΤΟΝΙΤΗΣ

- ❖ Λόγω της πυροσυσσωμάτωσης (sintering), που παρουσιάζει ο μοντμοριλλονίτης κατά την πύρωση στους  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , χάνει την ιοντοανταλλακτική του ικανότητα και έτσι συγκρατεί σταθερά τα ραδιενεργά κατιόντα, τα οποία έχει προσλάβει λόγω ιοντοανταλλαγής, σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- ❖ Στις ιδιότητές του αυτές στηρίζεται η χρήση του στην απομάκρυνση ραδιενεργών αποβλήτων.

# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

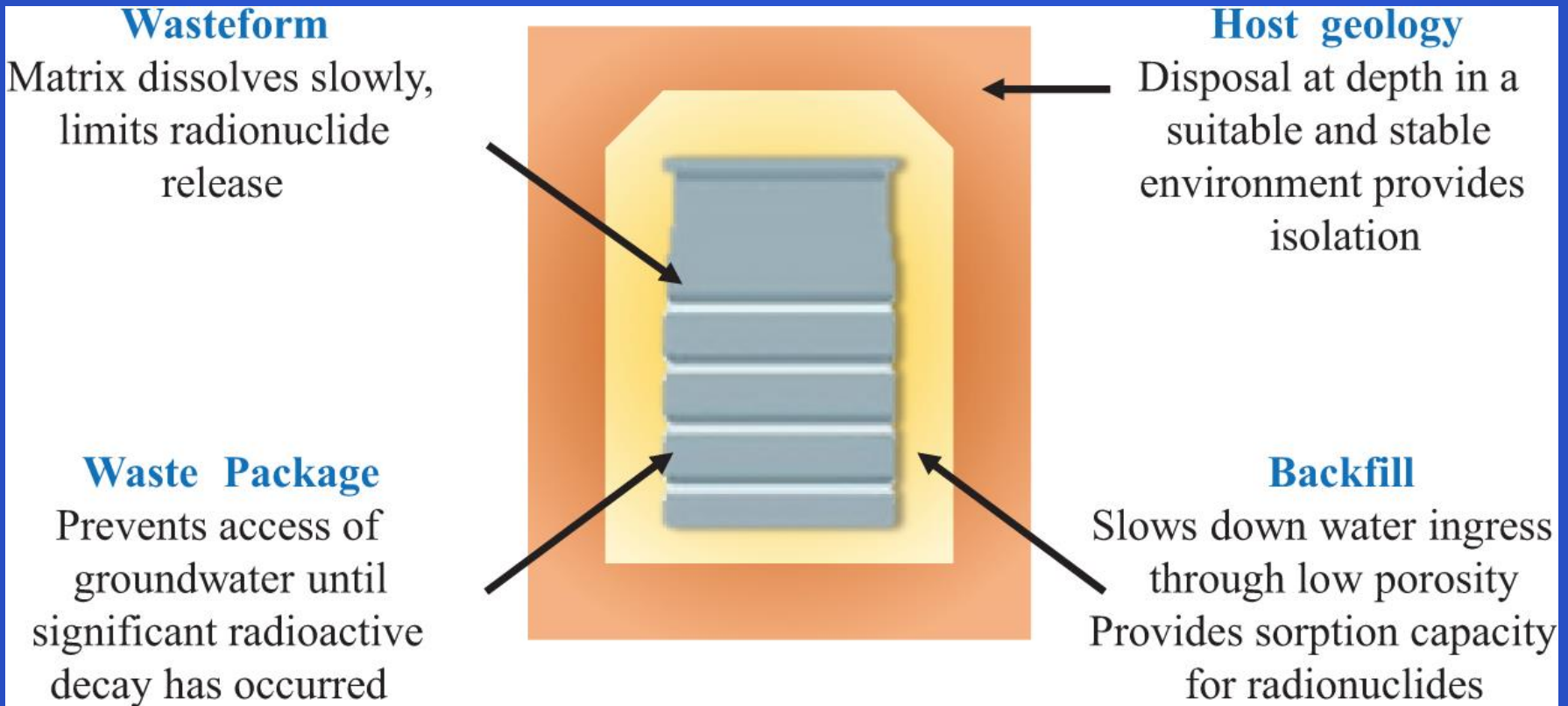
❖ Αν η χρήση της ραδιενέργειας συνεχίζεται ο λόγος βρίσκεται στον πίνακα

Πηγή Ενέργειας	Ουράνιο	Λιγνίτης	Πετρέλαιο	Φυσικό αέριο
Κόστος / εκατ. BTU	<b>\$0.01</b>	\$1.25	\$5.70	\$3-4
Σπατάλη καυσίμου	Μεγάλη	Λόγω παλιών εγκαταστάσεων	Από μη πλήρη καύση	Γρήγορη καύση
Συχνότητα ανανέωσης του καυσίμου	1/3 του πυρήνα κάθε 18-24 μήνες	Συνεχώς	Συνεχώς	Συνεχώς

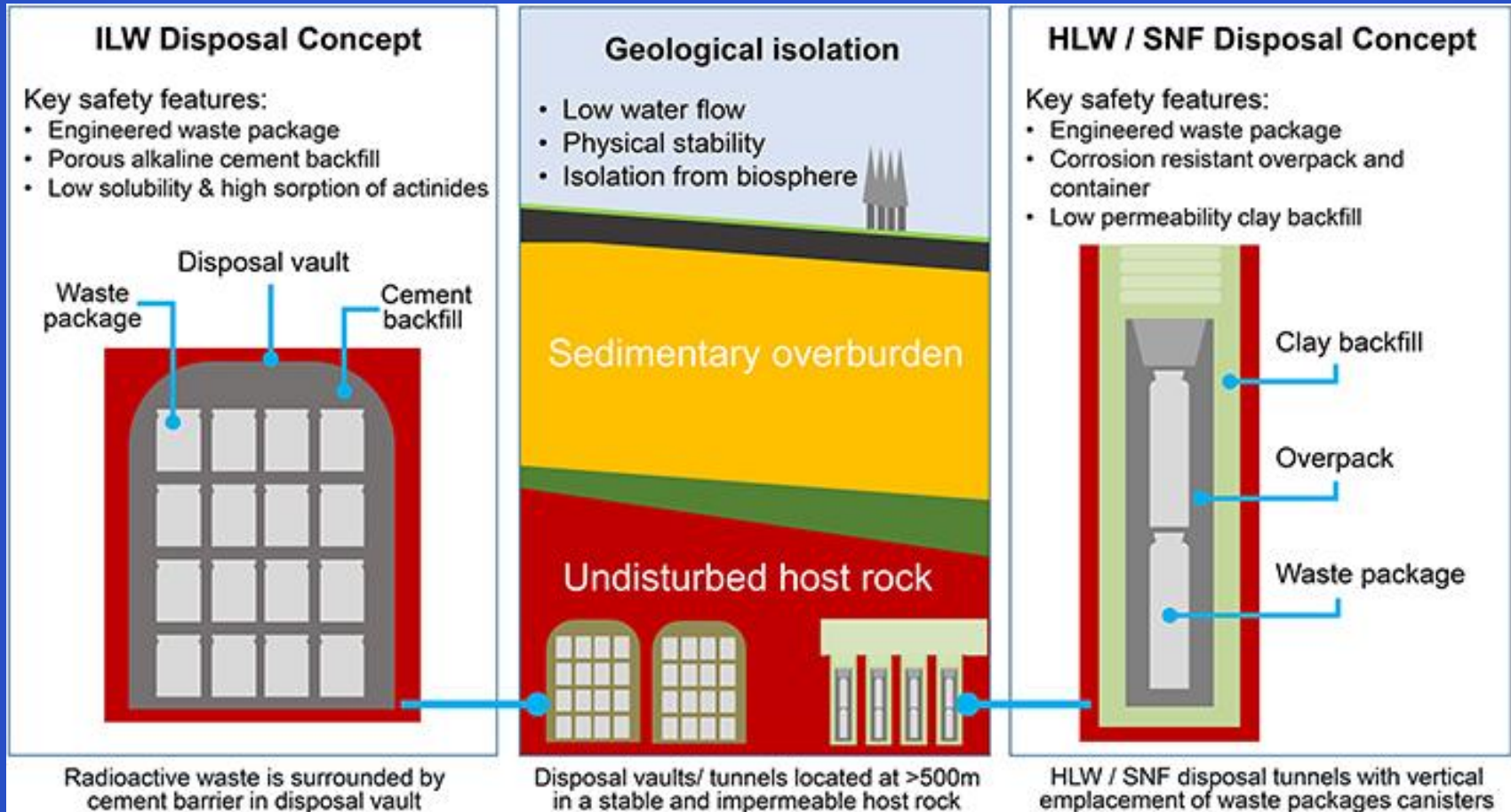
# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Χώρος ταφής	Απόβλητα σε τόνους	Ετήσια χωρητικότητα σε τόνους
<b>Key Lake (Canada)</b>	5,600	4,381
<b>Rabbit Lake (Canada)</b>	16,800	3,190
<b>Cluff Lake (Canada)</b>	6,000	1,456
<b>McClean Lake (Canada)</b>	23,000	2,700*
<b>McArthur River (Canada)</b>	115,000	8,200*
Ranger (Australia)	63,600	3,860
Olympic Dam (Australia)	72,600	3,200
Rossing (Namibia)	117,900	2,270
Akouta Arlit (Nigeria)	90,720	3,180
Krasnokomonsk (Russia)	90,720	2,270
Highland (USA)	9,000	450

# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

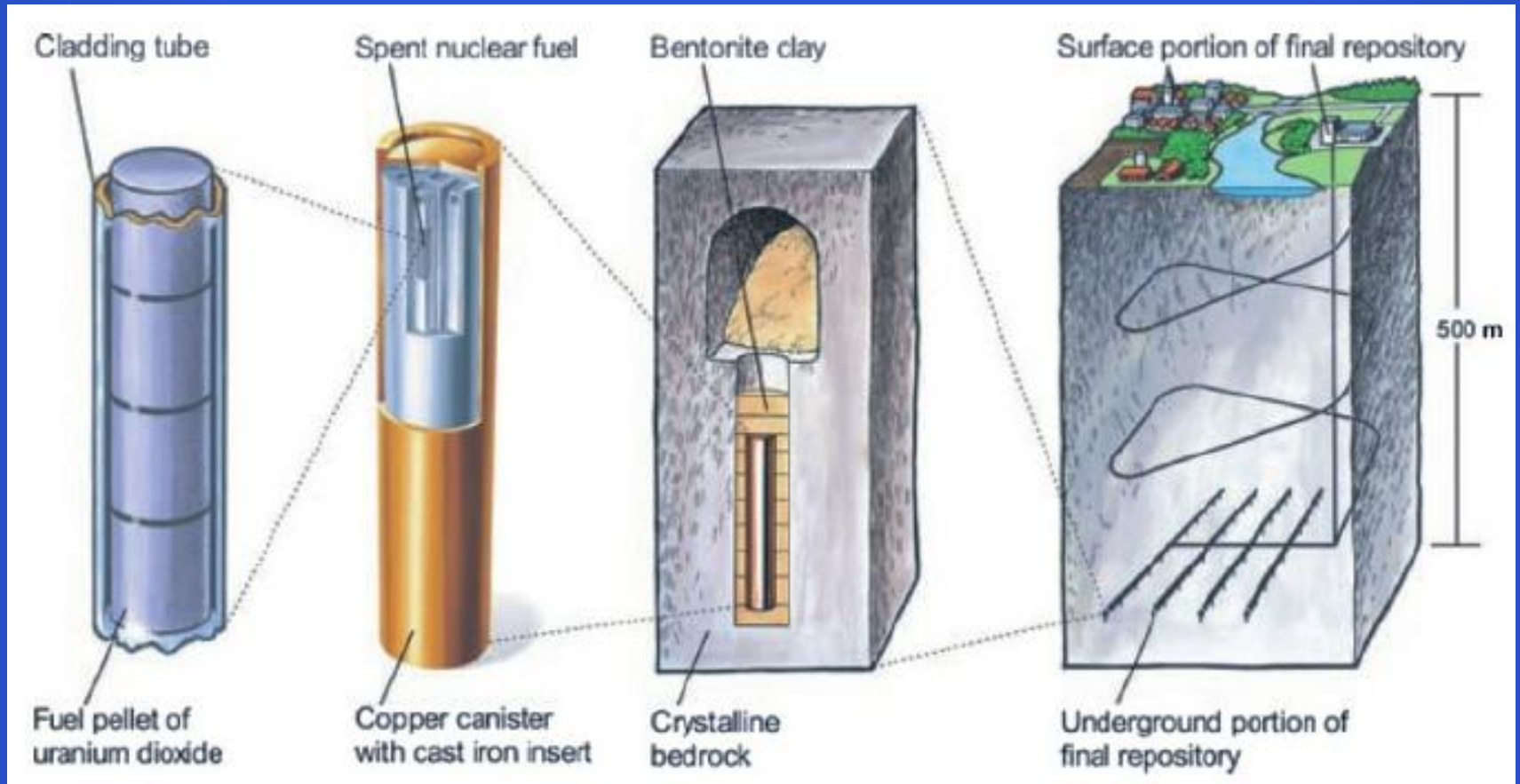


# ΧΩΡΟΙ ΤΑΦΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ





<https://bellona.org/news/nuclear-issues/radioactive-waste-and-spent-nuclear-fuel/2016-08-21710>



<https://bellona.org/news/nuclear-issues/radioactive-waste-and-spent-nuclear-fuel/2016-08-21710>