



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ενότητα 6: ΧΥΤΑ - Χώροι Υγειονομικής Ταφής  
Απορριμμάτων 1 & Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

Ζαγγανά Ελένη

Σχολή : Θετικών Επιστημών

Τμήμα : Γεωλογίας

# Σκοποί ενότητας

- Ορισμός και Περιγραφή ενός ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων)
- Αναφέρονται οι προδιαγραφές της ΕΕ για τα ΧΥΤΑ
- Τι είναι Στεγανοποίηση ενός ΧΥΤΑ και με ποιούς τρόπους γίνεται



# Περιεχόμενα ενότητας

- 1) ΧΥΤΑ
- 2) Κατασκευή ΧΥΤΑ
- 3) Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ



# ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΧΥΤΑ - Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων &  
Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

# Ορισμός ΧΥΤΑ

**Ο 'Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)** είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και των φυσικών μέσων που χρησιμοποιούνται για την απόθεση των απορριμμάτων στο έδαφος και έχουν σχεδιαστεί με τέτοια τεχνολογία ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιδράσεις τους, λόγω της λειτουργίας τους, στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον'.



# ΧΥΤΑ



Εικόνα 1 : Χώρος υγειονομικής ταφής



# Προδιαγραφές της Ε.Ε για τα Χ.Υ.Τ.Α

- Διαχωρισμός και ειδική επεξεργασία των επικίνδυνων απορριμμάτων, όπως τα νοσοκομειακά, οι μπαταρίες, τα ραδιενεργά, τα ελαστικά των αυτοκινήτων, τα τοξικά στερεά απόβλητα και άλλα.
- Σύμφωνα με την οδηγία 199/31/ΕΚ της Ε.Ε επιβάλλεται στους Χ.Υ.Τ.Α να γίνεται διάθεση μόνο των στερεών αστικών αποβλήτων (απορριμμάτων) τα οποία έχουν επεξεργαστεί. Τα επικίνδυνα απόβλητα και τα αδρανή διατίθενται σε ειδικούς χώρους.
- Κάθε χώρος υγειονομικής ταφής αποβλήτων κατατάσσεται σε : Χ.Υ.Τ. μη επικίνδυνων αποβλήτων, Χ.Υ.Τ επικίνδυνων αποβλήτων και Χ.Υ.Τ. αδρανών.



# Ποια Απορρίμματα-Απόβλητα είναι αποδεκτά στα ΧΥΤΑ

Αποδεκτά : είναι τα ζυμώσιμα, το χαρτί, τα πλαστικά, τα μέταλλα, τα γυαλιά, τα αδρανή, τα υφάσματα, τα ξύλα και τα λάστιχα.

Μη αποδεκτά είναι τα υγρά απόβλητα, διαβρωτικά εκρηκτικά, οξειδωτικά ή εύφλεκτα, απόβλητα νοσοκομείου τα οποία είναι μολυσματικά, τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων, απόβλητα που εκπέμπουν ενοχλητικές οσμές



Εικόνα 2 : Διάθεση αποβλήτων σε ΧΥΤΑ





# Κατασκευή ΧΥΤΑ

Η υγειονομική ταφή είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπιέζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας.

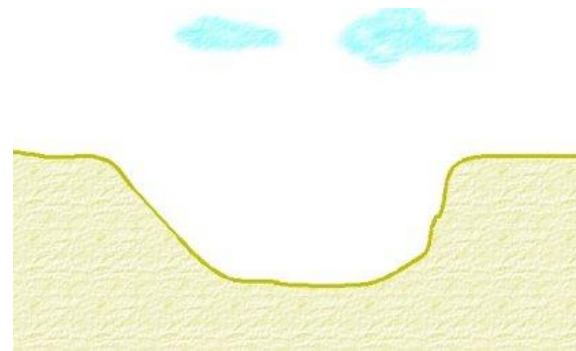
Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση αδρανούς υλικού πάχους 0,60 m περίπου και μετά στρώμα χώματος κατάλληλο για δενδροφύτευση, ώστε να αποκατασταθεί τελικά ο χώρος.



# Κατασκευή ΧΥΤΑ συνέχεια 1

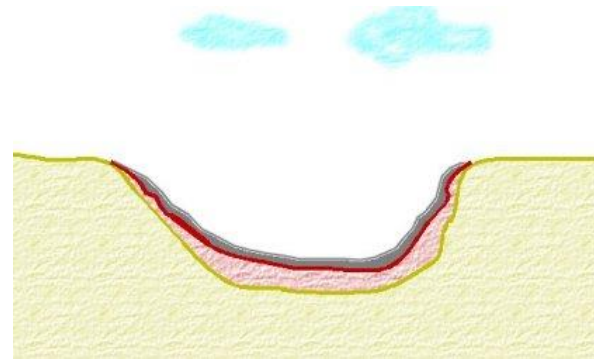
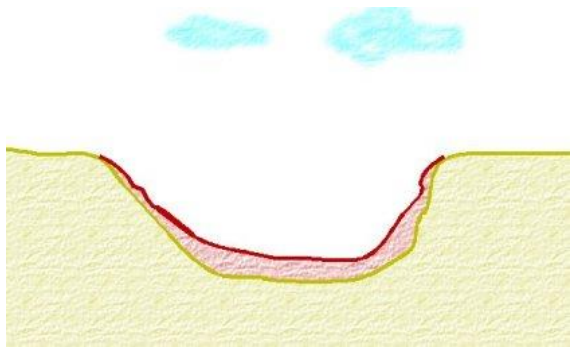
Τα βήματα για την κατασκευή ενός ΧΥΤΑ με μια απλή περιγραφή είναι

1. Η διαμόρφωση σε μορφή λεκάνης ενός χώρου που έχει το κατάλληλο υπέδαφος, δηλαδή, οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες να είναι ευνοϊκές. Ο χώρος αυτός θα μπορούσε να είναι και μια χαράρδα.



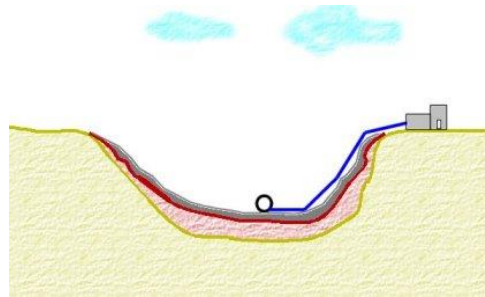
# Κατασκευή ΧΥΤΑ συνέχεια 2

2. Καλύπτουμε με μία **στεγανωτική στρώση** από άργιλο συμπυκνωμένου πάχους 30 εκ. πάνω στον οποίο θα τοποθετηθεί συνθετική στεγανωτική μεμβράνη (στεγανοποίηση του χώρου), ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση των υδροφόρων στρωμάτων



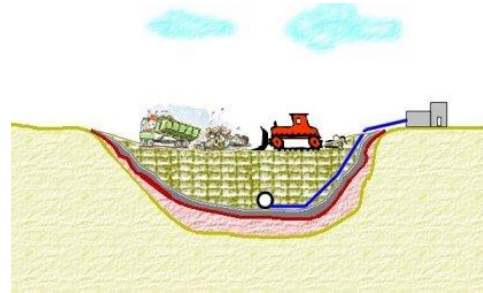
# Κατασκευή ΧΥΤΑ συνέχεια 3

3. Σε ολόκληρη την περιοχή τοποθετούνται σωλήνες για να μαζεύουν το στράγγισμα, το οποίο αφού πρώτα καθαριστεί βιολογικά, χύνεται στο περιβάλλον ή επιστρέφει στο χώρο ταφής για να υγραίνονται τα απορρίμματα και να ανοικοδομηθούν γρηγορότερα

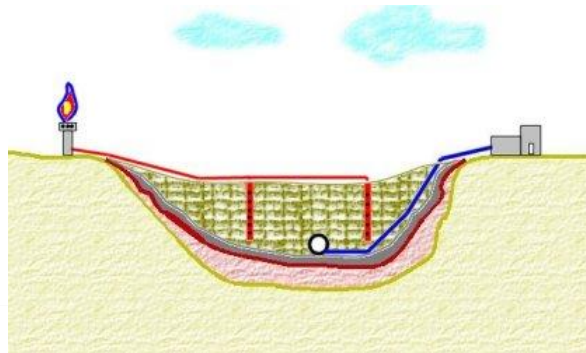


# Κατασκευή ΧΥΤΑ συνέχεια 4

4. Αφού ολοκληρωθούν οι εργασίες αρχίζουν να πέφτουν τα απορρίμματα, τα οποία αφού πατηθούν για να ελαττωθεί ο όγκος τους, σκεπάζονται με χώμα

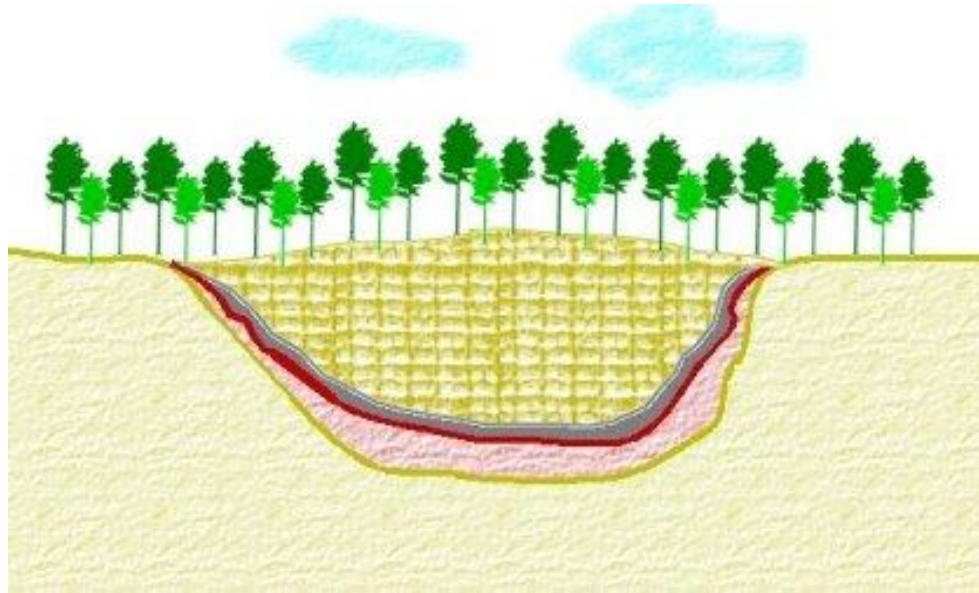


5. Από τη σήψη των απορριμμάτων παράγεται βιοαέριο, το οποίο συλλέγεται με σωλήνες που έχουν βυθιστεί μέσα στα σκουπίδια και καίγεται. Είναι όμως δυνατόν να παραχθεί και ηλεκτρικό ρεύμα, αν η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου είναι μεγάλη



# Κατασκευή ΧΥΤΑ συνέχεια 5

6. Όταν ο Χ.Υ.Τ.Α. φτάσει στο τέλος της ζωής του, δηλαδή όταν γεμίσει, οι εγκαταστάσεις φεύγουν, και ο χώρος δεντροφυτεύεται.



# Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

Ο σωστός σχεδιασμός ενός σύγχρονου ΧΥΤΑ προβλέπει τη στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή πρακτικά να μηδενιστεί η διαφυγή στραγγισμάτων.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι στεγανοποίησης :

1. Η φυσική
2. Η τεχνητή



# Φυσική μέθοδος στεγανοποίησης

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ΧΥΤΑ (ΚΥΑ 114218/97/ΦΕΚ 1010/17-11-97) η στεγανοποίηση αυτή επιτυγχάνεται με:

- ✓ τη διάστρωση εδαφικού υλικού (αργίλου) με ελάχιστο πάχος  $D = 1 \text{ m}$ .
- ✓ Η συμπίεση γίνεται σε στρώσεις σύμφωνα με τους κανόνες της εδαφομηχανικής. Θα πρέπει να επιτευχθεί ένας συντελεστής διαπερατότητας  $k = 10^{-9} \text{ cm/sec}$ .

Για να επιτευχθεί ο παραπάνω συντελεστής πρέπει

- ✓ Το ποσοστό του λεπτόκοκκου υλικού (άργιλος, διάμετρος κόκκων  $< 2 \text{ mm}$ ) να αντιστοιχεί κατά ελάχιστο στο 20% της μάζας του εδαφικού υλικού.
- ✓ Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού, η διάμετρος του οποίου δεν υπερβαίνει τα 32mm, πρέπει να είναι μικροτερο ή ίσο με 40% του συνολικού όγκου.
- ✓ Η αργιλική στρώση να έχει χαμηλά όρια Atterberg.





# Φυσική μέθοδος στεγανοποίησης συνέχεια

- ✓ Στην τελική επιφάνεια θα δοθούν οι κατάλληλες κλίσεις για την απορροή των στραγγισμάτων.
- ✓ Η τελική στεγανοποιητική επιφάνεια θα πρέπει να προφυλαχθεί από ξήρανση, διάβρωση και από τον παγετό. Για το λόγο αυτό αναγκαίο είναι πολλές φορές η στεγανοποίηση να κατασκευάζεται τμηματικά, σύμφωνα με την εξέλιξη του ΧΥΤΑ.



# Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης

Είναι η μέθοδος χρησιμοποίησης συνθετικών μεμβρανών (liners) από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), από πολυαιθυλένιο χαμηλής ή υψηλής πυκνότητας (LDDE, HDPE), ή από χλωριομένο πολυαιθυλαίνιο (CPE) και άλλα.

Πριν αρχίσουν οι εργασίες στεγανοποίησης, θα πρέπει η επιφάνεια του εδάφους να είναι λεία και καλά συμπιεσμένη και να έχουν δοθεί οι κατάλληλες κλίσεις.

Για να μην τρυπήσει η μεμβράνη από αιχμηρά αντικείμενα που υπάρχουν στα απορρίμματα ή έχουν απομείνει στην επιφάνεια του εδάφους, τοποθετούνται στρώσεις, λεπτόκοκκων υλικών, συνήθως άμμου και στις δύο πλευρές της μεμβράνης.



# Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης

## συνέχεια 1

Οι συνθετικές μεμβράνες διατίθενται σε ρολά πλάτους 8-10 μέτρων περίπου και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στη συγκόλλησή τους.

Τα συνθετικά υλικά εξασφαλίζουν καλύτερη στεγάνωση από το στρώμα αργίλου, αλλά είναι πιο ακριβά και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην τρυπήσουν ή και να μην ξεκολλήσουν στις ενώσεις, γιατί τότε η διέλευση των στραγγισμάτων δεν μπορεί να ανασχεθεί.

Στους συγχρονους ΧΥΤΑ για εξασφάλιση καλύτερων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιείται συνδυασμός των δύο μεθόδων. Τοποθετείται δηλαδή στρώμα αργίλου και από πάνω η συνθετική μεμβράνη.



# Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης συνέχεια 2



Εικόνα 3 : Συνθετικές μεμβράνες



# Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης

## συνέχεια 3

3. Τελευταία χρησιμοποιούνται οι γεωσυνθετικές αργιλικές μεμβράνες (Geosynthetic Clay Liners, GCL), που αποτελούνται από μια αργιλική στρώση (μπεντονίτης), η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ δύο συνθετικών μεμβρανών ή μια αργιλική στρώση συγκολλημένη πάνω σε μια συνθετική μεμβράνη.

Οι μεμβράνες GCL κατασκευάζονται βιομηχανικά και διατίθενται έτοιμες στο εμπόριο, επιτυγχάνοντας μικρές τιμές της υδροπερατότητας και συνεπώς μειωμένη πιθανότητα διαρροής των στραγγισμάτων.



# Βιβλιογραφία

- Βατάλης, Ο. Μανωλιάδης & Η. Δεσινιώτης Κ. (2002). Περιβαλλοντική Γεωτεχνολογία, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- Βουδούρης, Κ. (2009). Υδρογεωλογία περιβάλλοντος, υπόγεια νερά & περιβάλλον, Θεσσαλονίκη.
- Δημόπουλος, Γ. (2001). Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και Περιβάλλον. Πρακτικά Ημερίδας «Υδρογεωλογία και Περιβάλλον». Ε.Ε.Υ, Αθήνα
- Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ). [www.eedsa.gr](http://www.eedsa.gr)
- Ζαγγανά, Ε. (2010). Διάθεση Στερεών και Υγρών Αποβλήτων στο Γεωλογικό Περιβάλλον, Παν/μιακες Σημειώσεις, Πάτρα.
- Καλέργης, Γ. (2000). Εφαρμοσμένη - Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία, Αθήνα.
- Σκορδίλης, Α. (2006). Ελεγχόμενη απόθεση στερών μη επικίνδυνων αποβλήτων, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.



# Τέλος Ενότητας

ΧΥΤΑ - Χώροι Υγειονομικής Ταφής  
Απορριμμάτων & Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών,  
Ζαγγανά Ελένη. «Διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων στο  
γεωλογικό περιβάλλον, ΧΥΤΑ - Χώροι Υγειονομικής Ταφής  
Απορριμμάτων & Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ ». Έκδοση: 1.0. Πάτρα  
2015.

<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO361/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 1:

<https://simple.wikipedia.org/wiki/Landfill#/media/File:WasteFinalDeposited.jpg>

Εικόνα 2:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Landfill#/media/File:Wysypisko.jpg>

Εικόνα 3:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Geomembrane#/media/File:Geomembrane\\_installation.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Geomembrane#/media/File:Geomembrane_installation.jpg)

