



Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Ενότητα 5: Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Κώστας Βουδούρης
Επίκουρος Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Διαχείριση απορριμμάτων, υγειονομική
ταφή, κριτήρια χωροθέτησης, στεγανότητα,
αποκατάσταση.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας 1/2

1. Διαχείριση στερεών αποβλήτων.
2. Σύσταση απορριμμάτων.
3. Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων.
4. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής.
5. Έγκριση και αδειοδότηση ΧΥΤΑ.
6. Απορρίμματα που γίνονται δεκτά σε ένα ΧΥΤΑ.



Περιεχόμενα ενότητας 2/2

7. Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ.
8. Τρόποι απόθεσης στους ΧΥΤΑ.
9. Βιοαέριο.
10. Στραγγίσματα.
11. Αποκατάσταση των ΧΥΤΑ.



Σκοποί ενότητας

- Η κατανόηση των μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων και το θεσμικό πλαίσιο.
- Η παρουσίαση των κριτηρίων επιλεξιμότητας θέσης ΧΥΤΑ.
- Ο τρόπος βαθμονόμησης των κριτηρίων.
- Η αντιμετώπιση του προβλήματος στεγανότητας και της διαχείρισης βιοαερίου.
- Η αποκατάσταση των ΧΥΤΑ.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Διαχείριση αποβλήτων 1/5

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων στοχεύει, ιεραρχικά:

- στην πρόληψη παραγωγής αποβλήτων, με την κατάρτιση προγραμμάτων πρόληψης, τη θέσπιση κινήτρων και αντικινήτρων και την παραγωγή προϊόντων κατάλληλων για επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση.
- στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων.
- στη μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης.
- στην άλλου είδους ανάκτηση, όπως ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα.
- στην ασφαλή τελική διάθεση των αποβλήτων, που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης, κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό.



Διαχείριση αποβλήτων 2/5

Ως στερεό μη επικίνδυνο απόβλητο θεωρείται κάθε ουσία που μπορεί να απορριφθεί και είναι:

- τα αστικά απορρίμματα.
- τα αδρανή οικοδομικά υλικά.
- τα μη επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα (μεταχειρισμένα ελαστικά, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, κ.ά.).
- τα γαιώδη υλικά που έχουν υποστεί ρύπανση και ιλύς από βιολογικούς καθαρισμούς.



Διαχείριση αποβλήτων 3/5

Για τη διάθεσή τους υπάρχουν χώροι:

- ελεγχόμενης απόθεσης (έχουν στεγανοποιημένη βάση).
- χώροι ημι-ελεγχόμενης απόθεσης (χωρίς στεγανοποιημένη βάση).
- ανεξέλεγκτοι χώροι απόρριψης ή χωματερές ή χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (απουσία συστημάτων διαχείρισης στραγγισμάτων, βιοαερίου κ.λπ.).



Διαχείριση αποβλήτων 4/5

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα καθορίζεται από:

- το Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε με το Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» και το Ν.4042/2012.
- το Ν.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα.



Διαχείριση αποβλήτων 5/5

- καθώς και από τις ειδικές προβλέψεις του Ν. 4014/11 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Στο εθνικό δίκαιο έχουν επίσης ενσωματωθεί βασικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα, όπως η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ ενώ έχει άμεση ισχύ ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Για τη ρύθμιση επιμέρους θεμάτων έχει εκδοθεί σειρά κοινών υπουργικών αποφάσεων, η σημαντικότερη από τις οποίες είναι η ΚΥΑ με αρ. 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. 4042/2012.

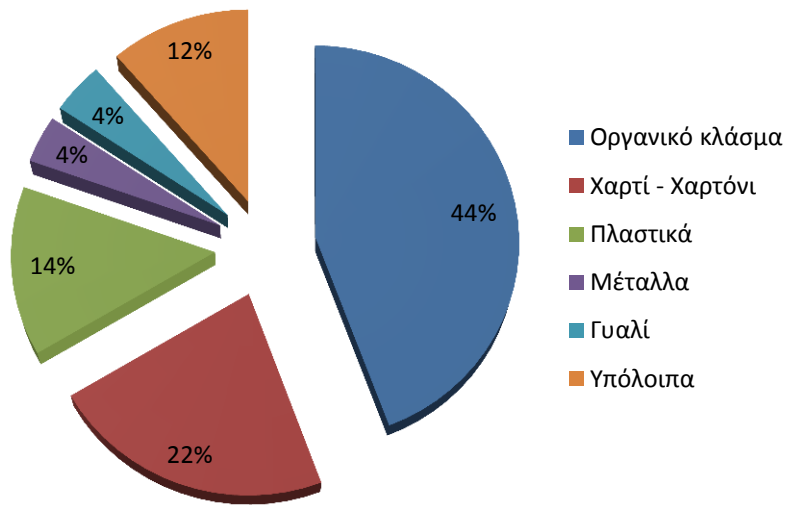




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σύσταση απορριμμάτων

Σύσταση απορριμμάτων



Εικ.5.1: Μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα.

Η μέση ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) με βάση τα τελευταία στοιχεία του ΥΠΕΚΑ κατά την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης αποβλήτων (2011) φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Η υγρασία των απορριμμάτων κυμαίνεται από 25-60% γιατί αλλάζει από εποχή σε εποχή.

Η πυκνότητα των απορριμμάτων είναι της τάξης των 185-250kg/m³. Η θερμογόνο δύναμη ανέρχεται στις 1200 έως 2000kcal/kg.





Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

1/4

1. Λιπασματοποίηση ή κομποστοποίηση

Είναι μέθοδος σταθεροποίησης της οργανικής ύλης που μετατρέπει τα οργανικά υπολείμματα των αστικών απορριμμάτων σε λίπασμα. Γίνετε με αερόβια διεργασία και παράγεται CO₂ και θερμότητα. Το προϊόν που προκύπτει, το κομπόστ, είναι ένα σταθερό, εξυγιασμένο υλικό σαν χώμα, ελεύθερο από δυσάρεστες οσμές, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εδαφοβελτιωτικό. Για την εφαρμογή της απαιτείται μικρή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, υψηλό ποσοστό ζυμώσιμων υλικών και υγρασίας και λόγος C/N>30. Είναι φιλική στο περιβάλλον και επιτρέπει την εφαρμογή της ανακύκλωσης στα υπόλοιπα υλικά (χαρτί, μέταλλο, γυαλί). Στα μειονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγονται η πιθανή ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, η περιεκτικότητα σε μικρά τεμάχια γυαλιού, πλαστικών κ.λπ., ο μεγάλος χρόνος ωρίμανσης για τη μετατροπή των απορριμμάτων σε κομπόστ και το υψηλό κόστος μεταφοράς του υλικού στις καλλιέργειες. Επιπλέον, η καχυποψία των αγροτών για την καταλληλότητά, του καθιστούν τη μέθοδο μη εφαρμόσιμη σε μεγάλη κλίμακα.



Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

2/4

2. Καύση

Τα υλικά οδηγούνται σε κλιβάνους, αφού πρώτα γίνει ανάκτηση χρήσιμων υλικών. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου παράγεται θερμική ή ηλεκτρική ενέργεια και μειώνεται σε μεγάλο βαθμό ο όγκος των απορριμμάτων έως και 90%. Εκπέμπονται όμως αέριοι τοξικοί ρύποι (διοξίνες) και παράγονται κατάλοιπα (10-30%) που απαιτούν υγειονομική ταφή. Ειδικές περιπτώσεις της μεθόδου αποτελούν η ολική καύση (καύση σε θερμοκρασία 1600°C) και η πυρόλυση (θερμική αποσύνθεση των οργανικών υλικών, απουσία O₂). Επιπλέον μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης της μονάδας, αφού απαιτεί μονάδα αφαίρεσης του οργανικού κλάσματος, μονάδα βιοσταθεροποίησης του διαχωριζόμενου οργανικού κλάσματος, χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) και μονάδα διαχωρισμού και επεξεργασίας των τοξικών αερίων προϊόντων. Στην Ελλάδα δεν λειτουργούν μονάδες ελεγχόμενης καύσης, εκτός των νοσοκομειακών αποβλήτων που καίγονται, λόγω του μικροβιακού τους φορτίου (Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).



Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

3/4

3. Υγειονομική ταφή

Αποτελεί την πλέον ολοκληρωμένη, οικονομική, συμβατή με τον εθνικό σχεδιασμό και περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων (50% των παγκοσμίως παραγόμενων απορριμμάτων διατίθεται με αυτόν τον τρόπο). Η λειτουργικότητα των χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) εξαρτάται από:

- την ικανή έκταση για να καλύψει τις ανάγκες σε ορισμένο χρονικό διάστημα και την εύκολη πρόσβαση.
- τη μικρή απόσταση από τον τόπο παραγωγής και συλλογής των απορριμμάτων.
- την πρόσβαση σε δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος και υδρευτικό δίκτυο.
- την ύπαρξη υδροφόρων οριζόντων και το είδος τους.
- την ύπαρξη σε μικρή απόσταση υλικού κατάλληλου για επικάλυψη.
- την τοπογραφία και την ευστάθεια των πρανών.



Μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

4/4

- τις καλές γεωτεχνικές ιδιότητες του χώρου.
- την τεκτονική κατάσταση της ευρύτερης περιοχής και τη σεισμικότητα.
- την πιθανότητα εκδήλωσης πλημμύρας.

Η σωστή εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί:

- χωροθέτηση κατάλληλου χώρου,
- καθημερινή συμπίεση και επικάλυψη των αποτιθέμενων απορριμμάτων,
- έλεγχο και συλλογή του παραγόμενου στραγγίσματος,
- απομάκρυνση του παραγόμενου βιοαερίου,
- αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος των εργασιών (μέγιστο 30 έτη).





Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής

Πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής 1/3

- Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων.
- Οικονομική μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων.
- Αποτελεί μια πλήρη μέθοδο σε σύγκριση με την καύση και τη λιπασματοποίηση.
- Παραγωγή βιοαερίου, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ και διαμόρφωση χώρου για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις κ.ά.
- Ένας σωστά σχεδιασμένος ΧΥΤΑ δεν αλλοιώνει αισθητικά την περιοχή.



Μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής 2/3

- Δύσκολος εντοπισμός κατάλληλου χώρου διάθεσης κοντά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.
- Ανάγκη λειτουργίας του ΧΥΤΑ σε καθημερινή βάση.
- Αντιδράσεις – διαμαρτυρίες κατοίκων των γύρω περιοχών.
- Ρύπανση αέρα, οσμές κλπ εξαιτίας παραγωγής CH_4 και άλλων αερίων.
- Διήθηση επιφανειακών νερών και κατείσδυση των διασταλαζόντων υγρών στο υπέδαφος με συνέπεια τη ρύπανση των υπογείων υδάτων και του εδάφους.
- Κίνδυνος καθίζησης και διάβρωσης του υλικού επικάλυψης.



Μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής 3/3

- Επιπτώσεις στην πανίδα και χλωρίδα (εμφάνιση τρωκτικών, αλεπούδων, πτηνών και εντόμων, εξαφάνιση της φυσικής χλωρίδας, πολλαπλασιασμός των νιτρόφιλων όπως τσουκνίδες).
- Αλλοίωση φυσικού περιβάλλοντος και αισθητική όχληση.
- Σκόνη, διασπορά μικρών αντικειμένων με τον άνεμο.
- Θόρυβοι από τη λειτουργία μηχανημάτων.
- Κίνδυνος ανάφλεξης, κατολίσθησης.
- Περιοδική συντήρηση ενός τελειωμένου Χ.Υ.Τ.Α. λόγω καθίζησης.





Έγκριση και αδειοδότηση ΧΥΤΑ

Έγκριση και αδειοδότηση ΧΥΤΑ

- Καταγραφή των υποψήφιων χώρων.
- Συγκρότηση από τον Περιφερειάρχη γνωμοδοτικής επιτροπής.
- Σύνταξη μελέτης προέγκρισης χωροθέτησης.
- Εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).
- Απόφαση έγκρισης μελέτης περιβαλλοντικών όρων.
- Εκπόνηση τεχνικής μελέτης κατασκευής.
- Κατασκευή του ΧΥΤΑ και άδεια λειτουργίας.





Απορρίμματα που γίνονται δεκτά σε ένα ΧΥΤΑ

Απορρίμματα που γίνονται δεκτά σε ένα ΧΥΤΑ

Τα απορρίμματα που μπορούν να γίνουν δεκτά σε ένα Χ.Υ.Τ.Α. είναι:

- οικιακά απορρίμματα και παρεμφερή προερχόμενα από εμπορικές ζώνες.
- διάφορες τέφρες και σκουριές.
- μπάζα.
- σταθεροποιημένες λάσπες από εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού.
- σταθεροποιημένες και αφυδατωμένες λάσπες από μονάδες βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων.



Απορρίμματα που γίνονται ΔΕΝ δεκτά σε ένα ΧΥΤΑ

Τα απορρίμματα που **δεν** μπορούν να γίνουν δεκτά σε ένα Χ.Υ.Τ.Α. είναι:

- υγρά απόβλητα.
- απόβλητα που είναι διαβρωτικά, εκρηκτικά, οξειδωτικά ή εύφλεκτα.
- απόβλητα νοσοκομείων και συναφή που είναι μολυσματικά.
- ολόκληρα ή τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων.
- απόβλητα που εκπέμπουν ενοχλητικές οσμές.
- χημικά απόβλητα που έχουν χαρακτηριστεί ως επικίνδυνα.

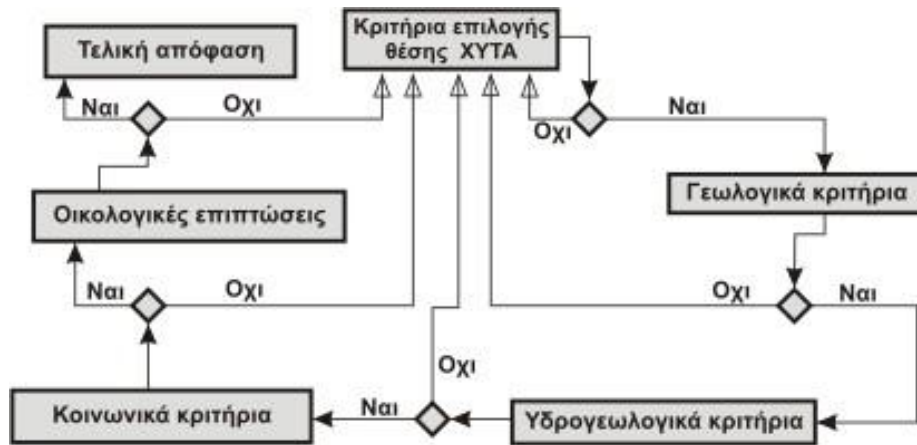




Βαθμονόμηση κριτηρίων

Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ

Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 1/21



Εικ.5.2: Διάγραμμα ροής των διαδικασιών επιλογής θέσης ΧΥΤΑ.

Για την επιλογή των ΧΥΤΑ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια:

Γεωλογικά-γεωτεχνικά κριτήρια

Εξετάζεται εξ αρχής η λιθολογία, η στρωματογραφία και η τεκτονική (ρήγματα, σεισμικότητα) της υποψήφιας θέσης.

Απαγορευτικές συνθήκες είναι: η παρουσία ασβεστολίθων και διαρρηγμένων πετρωμάτων σε μικρό βάθος από τον πυθμένα και η ύπαρξη ενεργών ρηξιγενών ζωνών λόγω αυξημένης διαπερατότητας και πιθανών μετακινήσεων. Ελέγχονται οι κλίσεις, η διαβρωσιμότητα του εδάφους, η πιθανότητα εκδήλωσης καθιζήσεων/κατολισθήσεων και τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 2/21

Υδρογεωλογικά κριτήρια

Το γεωλογικό υπόβαθρο θεωρείται κατάλληλο για ΧΥΤΑ, όταν ο συντελεστής υδροπερατότητάς του είναι μικρός ($k \leq 10^{-7} \text{m/s}$), ώστε μετά την επεξεργασία να πάρει την επιθυμητή τιμή $k \leq 10^{-9} \text{m/s}$.

Το πάχος της ακόρεστης ζώνης πρέπει να έχει ελάχιστο πάχος 5m για τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών αυτοκαθαρισμού και αποτροπή πιθανής ρύπανσης.

Προτιμούνται κύρια περιοχές στις οποίες η στάθμη του υπόγειου νερού είναι σε μεγάλο βάθος, με μικρή διακύμανση της στάθμης και ποιοτικά υποβαθμισμένες (π.χ. λόγω υφαλμύρισης). Ελέγχονται επίσης οι υδραυλικές παράμετροι των υδροφόρων, η γεωμετρία τους, οι πιθανές εισροές από γειτονικές λεκάνες, οι ζώνες προστασίας υδροληπτικών έργων, η ποιότητα των υπόγειων νερών και το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής.

Επιπλέον προτιμούνται σχηματισμοί με υψηλό pH (μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων) και μεγάλη ικανότητα κατιοανταλλαγής (εξασθένηση ρύπων).



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 3/21

Κριτήρια χωροταξίας

Λαμβάνονται υπόψη αποστάσεις από οικισμούς και απόκρυψη από αυτούς.

Απαγορεύεται η εγκατάσταση ΧΥΤΑ σε:

- αρχαιολογικούς χώρους.
- παραδοσιακούς οικισμούς.

Η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση από ποταμούς είναι 100m, από λίμνες 300m, από εθνικές οδούς 300m, από αεροδρόμια 3.000m και από υδρευτικές γεωτρήσεις 400m.

Περιβαλλοντικά κριτήρια

Καθορίζονται οι επιδράσεις στην πανίδα και χλωρίδα και λαμβάνονται υπόψη αποστάσεις από βιότοπους ή υγροβιότοπους. Μπορούν με αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους να κατασκευαστούν μικροί ΧΥΤΑ σε προστατευμένες περιοχές.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 4/21

Κλιματικά-υδρολογικά κριτήρια

Εξετάζονται και αξιολογούνται:

- Η ένταση και διεύθυνση του ανέμου γιατί ρυθμίζουν τη μεταφορά των οσμών.
- Το μέγεθος της λεκάνης απορροής και η επιφανειακή απορροή.
- Η ένταση και η κατανομή των βροχοπτώσεων (πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας και ανάγκη αποστράγγισης).
- Η εξατμισοδιαπνοή. Περιοχές με έντονη εξατμηση ξηραίνουν και ρωγματώνουν τις αργιλικές μεμβράνες.
- Στοιχεία μικροκλίματος της περιοχής (π.χ. συχνότητα και διάρκεια θερμοκρασιακών αναστροφών).



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 5/21

Οικονομικά κριτήρια

- Κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων.
- Αξία γης και διαμόρφωση του χώρου.
- Έργα για τη στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών και συλλογής στραγγισμάτων.
- Διαθεσιμότητα δικτύων (ύδρευση, ηλεκτρική ενέργεια κ.ά.).
- Ευχέρεια εκτέλεσης έργων υποδομής (τάφρος ομβρίων υδάτων, οδοποιία, κ.ά.).
- Ο απαιτούμενος χώρος ταφής των απορριμμάτων σχετίζεται με τον πληθυσμό, την παραγόμενη ποσότητα ανά κάτοικο, την πυκνότητα, τον αριθμό των στρωμάτων (ταμπάνια) και το λόγο συμπίεσης.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 6/21

Λειτουργικά κριτήρια

- Χωρητικότητα ΧΥΤΑ (διάρκεια ζωής).
- Ευχέρεια απόκτησης του χώρου, σε σχέση με τον χαρακτήρα της περιοχής και το ιδιοκτησιακό του καθεστώς.
- Διαθεσιμότητα υλικού επικάλυψης σε μικρή απόσταση.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 7/21

Περιοριστικός παράγοντας	Αποκλεισμός ή σοβαρός περιορισμός	Μέτριος περιορισμός	Καθόλου ή μικρός περιορισμός
Κλίση πρανών	>15%	3-15%	<3%
Επιφανειακές αποθέσεις	Καθαρό αμμοχάλικο οργανική άργιλος	Αμμοχάλικο αναμειγμένο με ιλύ, πάχους <15m	Ιλύες, άργιλοι
Βάθος υποβάθρου	<3,5m	3,5-15m	>15m
Πέτρωμα υποβάθρου	Καρστικά ανθρακικά πετρώματα	Ψαμμίτες ασβεστιτικοί χονδρόκοκκοι	
Πάχος ακόρεστης ζώνης	<3,5m	3,5- 7,5m	>7,5m
Απόσταση από:			
-Περιοχή υδροληψίας	<15m	15-350m	>350m
-Όριο πλημμύρας κοιλάδας	100m	100-350m	>350m
-Υδρόρευμα	100m	100-350m	>350m
-Λίμνη	<350m	-	>350m
-Οδικό δίκτυο	<350m	-	>350m
-Υγροβιότοπος	<15m	-	-
-Αεροδρόμια	≤3.000m ή 1500m	-	-

Πίνακας 5.1: Κριτήρια επιλογής θέσεων ΧΥΤΑ.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 8/21

Οι εργασίες πεδίου περιλαμβάνουν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, ο αριθμός των οποίων πρέπει να είναι 5 για έκταση χώρου έως 8 στρέμματα, ενώ προστίθεται μία γεώτρηση για κάθε επιπλέον 2 στρέμματα. Οι γεωτρήσεις πρέπει να φθάνουν 7m βαθύτερα από τον πυθμένα του χώρου που προτίθεται να γίνει ΧΥΤΑ.

Επίσης, πραγματοποιούνται γεωφυσικές διασκοπήσεις για τη διερεύνηση της στρωματογραφίας, διαγραφίες (logging), μικροσεισμικές έρευνες, δοκιμές υδροπερατότητας (Luggeon, Maag, Le Franc), μετρήσεις στάθμης του υπόγειου νερού και δειγματοληψία, δοκιμαστικές αντλήσεις για τον προσδιορισμό των υδραυλικών χαρακτηριστικών και καθορισμός του υδρογεωλογικού μοντέλου του χώρου.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 9/21

Οι εργασίες εργαστηρίου περιλαμβάνουν χημικές αναλύσεις για τον καθορισμό της ποιότητας των υπόγειων νερών, κοκκομετρικές αναλύσεις, δοκιμές μηχανικής αντοχής, προσδιορισμό των ορίων Atterberg, δοκιμές συμπιεστότητας, δοκιμές περατότητας, προσδιορισμός υγρασίας εδάφους, πυκνότητα κατά Proctor, προσδιορισμός της διαλυτότητας και διαβρωσιμότητας.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 10/21

Σύμφωνα με τον Δημόπουλο, 2001, τα κριτήρια με βάση τα οποία γίνεται επιλογή ενός ΧΥΤΑ ταξινομούνται σε 4 κατηγορίες:

- A. Λειτουργικότητας.
- B. Χωροταξίας.
- Γ. Περιβαλλοντικής προστασίας.
- Δ. Κόστους.

Τα κριτήρια βαθμονομούνται με βάση το ειδικό βάρος της κατηγορίας που ανήκει και το ειδικό βάρος του κριτηρίου στο σύνολο. Ακολουθεί μια προτεινόμενη κλίμακα βαθμονόμησης.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 11/21

A. Κριτήρια λειτουργικότητας

A1. Κλιματικές συνθήκες

A1α) Βροχόπτωση <300mm: Βαθμοί 10. Βροχόπτωση >1100mm: Βαθμοί 1. Κάθε αύξηση της βροχής ανά 100mm συνεπάγεται μείωση της βαθμολογίας κατά 1 βαθμό, δηλ. βροχή 400-500mm: Βαθμοί 9, 500-600mm: Βαθμοί 8 κ.ο.κ.

A1β) Αριθμός ημερών παγετού ≤ 3 : Βαθμοί 10. Αύξηση αριθμού ημερών παγετού κατά 2 συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό.

A1γ) Ένταση του ανέμου >6B (B=Beaufort) για διάρκεια <5 ημερών: Βαθμοί 10. Ένταση του ανέμου >6B για διάρκεια <15 ημερών: Βαθμοί 5.

A1δ) Μέσο υψόμετρο ΧΥΤΑ <200m: Βαθμοί 10. Αύξηση του μέσου υψομέτρου κατά 60m συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 12/21

A1ε) Συχνότητα ανέμων >5B προς την εκτιθέμενη διεύθυνση του ΧΥΤΑ <1%: Βαθμοί 10. Συχνότητα ανέμων >5B προς την εκτιθέμενη διεύθυνση του ΧΥΤΑ 2%: Βαθμοί 5. Ενδιάμεσες τιμές βαθμονομούνται με γραμμική αναγωγή.

Η τελική τιμή προκύπτει από την κάτωθι σχέση:

$$A1=0,4(0,4A1\alpha+0,4A1\beta+0,2A1\gamma)+0,4A1\delta+0,2A1\varepsilon.$$



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 13/21

A2. Χωρητικότητα

Διάρκεια ζωής >25 έτη: Βαθμοί 10 . Μείωση της διάρκειας ζωής κατά 1 έτος συνεπάγεται μείωση κατά 1 βαθμό.

A3. Επιφανειακή απορροή-Ροή ομβρίων υδάτων

Σχετίζεται με την απορροή επιφανειακών νερών στην υδρολογική λεκάνη του ΧΥΤΑ. Περιοχές με καρστικούς σχηματισμούς και πλήρη φυτοκάλυψη (>90%) δεν ευνοούν την επιφανειακή απορροή και βαθμολογούνται με 10. Περιοχές με αδιαπέρατους γεωλογικούς σχηματισμούς και απουσία φυτοκάλυψης (<20%) ευνοούν σημαντικά την απορροή και βαθμολογούνται με 1. Λαμβάνεται υπόψη η έκταση της λεκάνης απορροής (A3α) και η γεωλογική σύσταση και βλάστηση (A3β), που καθορίζουν την επιφανειακή απορροή και τη συλλογή των ομβρίων υδάτων. Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής:



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 14/21

A3α) Μεγάλη έκταση της λεκάνης απορροής: Βαθμοί 10.

Μέτρια έκταση: Βαθμοί 5. Μικρή έκταση: Βαθμοί 1. Μέτρια έκταση της λεκάνης απορροής θεωρείται ίση με το 8πλάσιο της έκτασης του ΧΥΤΑ.

A3β) Η βαθμονόμηση του κριτηρίου διέλευσης και συλλογής ομβρίων υδάτων γίνεται με βάση πίνακα (βλ. Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση: **$A3=0,6A3\alpha+0,4A3\beta$** .

A4. Υλικό επικάλυψης

Ικανότητα πρόσληψης υλικού επικάλυψης.

Πολύ μεγάλη: Βαθμοί 10. Μεγάλη: Βαθμοί 7. Μέτρια: Βαθμοί 5.

Μικρή: Βαθμοί 3. Πολύ μικρή: Βαθμοί 1.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 15/21

A5. Ευχέρεια απόκτησης του χώρου

Η βαθμονόμηση γίνεται με πίνακα. Ενδεικτικά, δημόσιοι χώροι χωρίς ειδική χρήση βαθμολογούνται με 10. Δασικοί δημοτικοί χώροι του οικείου ΟΤΑ με 0.

A6. Κεντροβαρικότητα

Η κεντροβαρική απόσταση κάθε υποψήφιου χώρου από την κύρια πηγή απορριμμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L = (B_1L_1 + B_2L_2 + \dots + B_nL_n) / B_{ολ.}$$
, όπου B_1, B_2, B_n είναι το ημερήσιο διακινούμενο φορτίο από κάθε πηγή (δημοτικό διαμέρισμα) και L_1, L_2, L_n οι ανηγμένες αποστάσεις, αντίστοιχα. Αν η θέση είναι κεντροβαρής βαθμονομείται με 10, ενώ αν βρίσκεται στην πλέον απομακρυσμένη θέση βαθμονομείται με 1. Ενδιάμεσες περιπτώσεις βαθμονομούνται με γραμμική αναγωγή.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 16/21

B. Κριτήρια χωροταξίας

B1. Απόσταση και απόκρυψη από τους οικισμούς

Η βαθμονόμηση γίνεται ως εξής: Απόσταση από οικισμούς >2.000m: Βαθμοί 10. 1.500-2.000m: Βαθμοί 7. 1.000-1.500m: Βαθμοί 5. 500-1.000m: Βαθμοί 3. <500m: Βαθμοί 1.

B2. Απόσταση από τουριστικές περιοχές, χώρους αναψυχής, περιβαλλοντικά πάρκα, χώρους πολιτιστικών εκδηλώσεων κ.λπ.

Η βαθμονόμηση γίνεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 17/21

Γ. Κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας

Γ1. Μορφολογία χώρου

Είναι συνάρτηση της κλίσης του δαπέδου του ΧΥΤΑ (Γ1α) και του χώρου (Γ1β).

Γ1α) Για κλίση δαπέδου 0-3%: Βαθμοί 10. Για κλίση δαπέδου 3-5%: Βαθμοί 7. Για κλίση δαπέδου 5-10%: Βαθμοί 4. Για κλίση δαπέδου 10-15%: Βαθμοί 1-3.

Γ1β) Για κλειστή λεκάνη κατά τα 3/4: Βαθμοί 10. Για κλειστή λεκάνη κατά το 1/2: Βαθμοί 7. Για κλειστή λεκάνη κατά το 1/4: Βαθμοί 4. Για ανοικτή λεκάνη από παντού: Βαθμοί 2.

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση: $\Gamma 1 = 0,7\Gamma 1\alpha + 0,6\Gamma 1\beta$.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 18/21

Γ2. Επίδραση στο φυσικό μικροτοπίο του ΧΥΤΑ

Για εγκαταλειμμένο λατομείο, γυμνή εδαφική κοιλότητα: Βαθμοί 10. Αναπτυγμένη (ευρεία βάση και ήπια πρηνή) εδαφική λεκάνη, γυμνή: Βαθμοί 9. Αναπτυγμένη εδαφική λεκάνη με αραιή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 8. Εδαφική λεκάνη με πυκνή και χαμηλή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 6. Εδαφική λεκάνη με πυκνή και υψηλή θαμνοκάλυψη: Βαθμοί 4. Εδαφική λεκάνη με αραιή δενδροκάλυψη: Βαθμοί 1. Εδαφική λεκάνη με πυκνή δενδροκάλυψη: Βαθμοί -5.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 19/21

Γ3. Επιπτώσεις στην πανίδα (Γ3α) και χλωρίδα (Γ3β)

Γ3α) Μη ύπαρξη πανίδας: Βαθμοί 10. Μέτρια πανίδα: Βαθμοί 8. Ποικιλία πανίδας: Βαθμοί 6. Αξιόλογη πανίδα και θηράματα: Βαθμοί 4. Ύπαρξη σε απόσταση <3km καταφυγίου θηραμάτων: Βαθμοί 1. Ύπαρξη σε απόσταση <3km υγροβιότοπου: Βαθμοί 0.

Γ3β) Πολύ μικρή βλάστηση: Βαθμοί 10. Μικρή βλάστηση: Βαθμοί 7. Μέτρια βλάστηση: Βαθμοί 5. Πυκνή βλάστηση: Βαθμοί 3. Πολύ πυκνή βλάστηση: Βαθμοί 1.

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση: $\Gamma 3 = 0,8 \Gamma 3\alpha + 0,2 \Gamma 3\beta$.



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 20/21

Γ4. Προστασία των υπόγειων νερών

Λαμβάνεται υπόψη η υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών (Γ4α) και η διαβρωσιμότητα του εδάφους και υπεδάφους (Γ4β).

Γ4α) Πολύ μικρή υδροπερατότητα $k < 10^{-9} \text{m/s}$: Βαθμοί 10.

Μικρή $10^{-7} < k < 10^{-9} \text{m/s}$: Βαθμοί 7. Μέτρια $10^{-7} < k < 10^{-5} \text{m/s}$: Βαθμοί 5.

Μεγάλη $10^{-5} < k < 10^{-2} \text{m/s}$: Βαθμοί 3. Πολύ μεγάλη $k > 10^{-2} \text{m/s}$: Βαθμοί 1.

Γ4β) Μικρή διαβρωσιμότητα: Βαθμοί 10. Διαβρωμένο, αλλά συνεκτικό έδαφος: Βαθμοί 7. Εναλλαγές διαβρωμένων και μη υλικών: Βαθμοί 5. Διαβρωμένα μη συνεκτικά εδάφη: Βαθμοί 3. Έντονη διαβρωσιμότητα: Βαθμοί 1.

Η τελική τιμή προκύπτει από τη σχέση: **$\Gamma 4 = 0,5\Gamma 4\alpha + 0,5\Gamma 4\beta$** .



Κριτήρια επιλογής ΧΥΤΑ 21/21

Δ. Οικονομικά κριτήρια

Δ1. Έργα υποδομής

Σχετίζεται με το κόστος κατασκευής έργων, όπως: στεγανοποίηση του πυθμένα, αγωγοί αποστράγγισης, συλλεκτήριοι τάφροι ομβρίων, αγορά του χώρου, χωματουργικά, δρόμοι πρόσβασης, υλικό επικάλυψης, γεωτρήσεις ελέγχου και έργα τελικής αποκατάστασης.

Πολύ μικρό κόστος έργων υποδομής: Βαθμοί 10. Μικρό κόστος: Βαθμοί 8. Μέτριο κόστος: Βαθμοί 5. Μεγάλο κόστος: Βαθμοί 3. Πολύ μεγάλο κόστος: Βαθμοί 1.

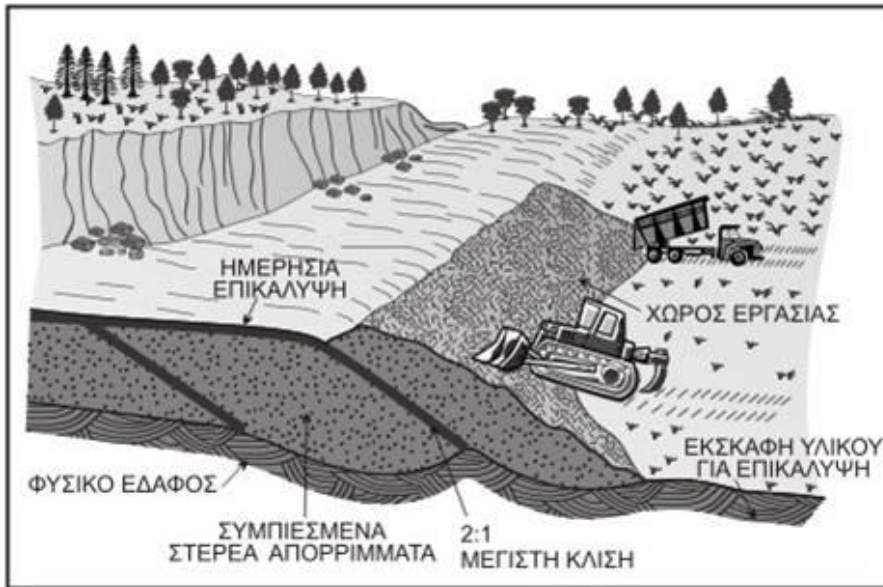




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τρόποι απόθεσης στους ΧΥΤΑ

Τρόποι απόθεσης στους ΧΥΤΑ 1/2



Εικ.5.3: Απόθεση με την μέθοδο της ράμπας. Παραλλαγή της μεθόδου σε επίπεδες περιοχές στην οποία ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό εκσκαφής που λαμβάνεται από τη βάση του επόμενου κελιού.

Η απόθεση των απορριμμάτων σε έναν ΧΥΤΑ γίνεται σε στρώσεις που συμπιέζονται με τη βοήθεια μηχανημάτων. Κάθε στρώση (ταμπάνι) χωρίζεται σε κελιά στα οποία αποτίθενται τα απορρίμματα που φθάνουν στον ΧΥΤΑ σε μία μέρα και επικαλύπτεται με λεπτό στρώμα υλικού. Διακρίνονται 3 τρόποι απόθεσης:

- Μέθοδος σε επίπεδες περιοχές.
- Μέθοδος τάφρων.
- Μέθοδος τοπογραφικών ταπεινώσεων.



Τρόποι απόθεσης στους ΧΥΤΑ 2/2



Εικ.5.4: Απόθεση απορριμμάτων σε ημερήσιο κελί στο ΧΥΤΑ Μαυροράχης.





Παραγωγή και μετανάστευση

Βιοαέριο

Βιοαέριο 1/5

Οι διεργασίες που αναπτύσσονται σε έναν ΧΥΤΑ είναι η παραγωγή στραγγισμάτων και βιοαερίου.

Το **βιοαέριο** (biogas) παράγεται από την αναερόβια ζύμωση των οργανικών και βιοαποικοδομήσιμων υλικών των απορριμμάτων (75-85% του συνολικού βάρους των αστικών απορριμμάτων).

Είναι μίγμα διαφόρων αερίων με κυρίαρχα το CH_4 (50-70%) και CO_2 (30-40%). Σε μικρά ποσοστά συμμετέχουν: H_2 , H_2S , NH_3 , N_2 , βινυλοχλωρίδια κ.ά. Οι φθοριούχοι υδρογονάνθρακες (freons) διαφεύγουν εύκολα στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στη διάσπαση του όζοντος.



Βιοαέριο 2/5

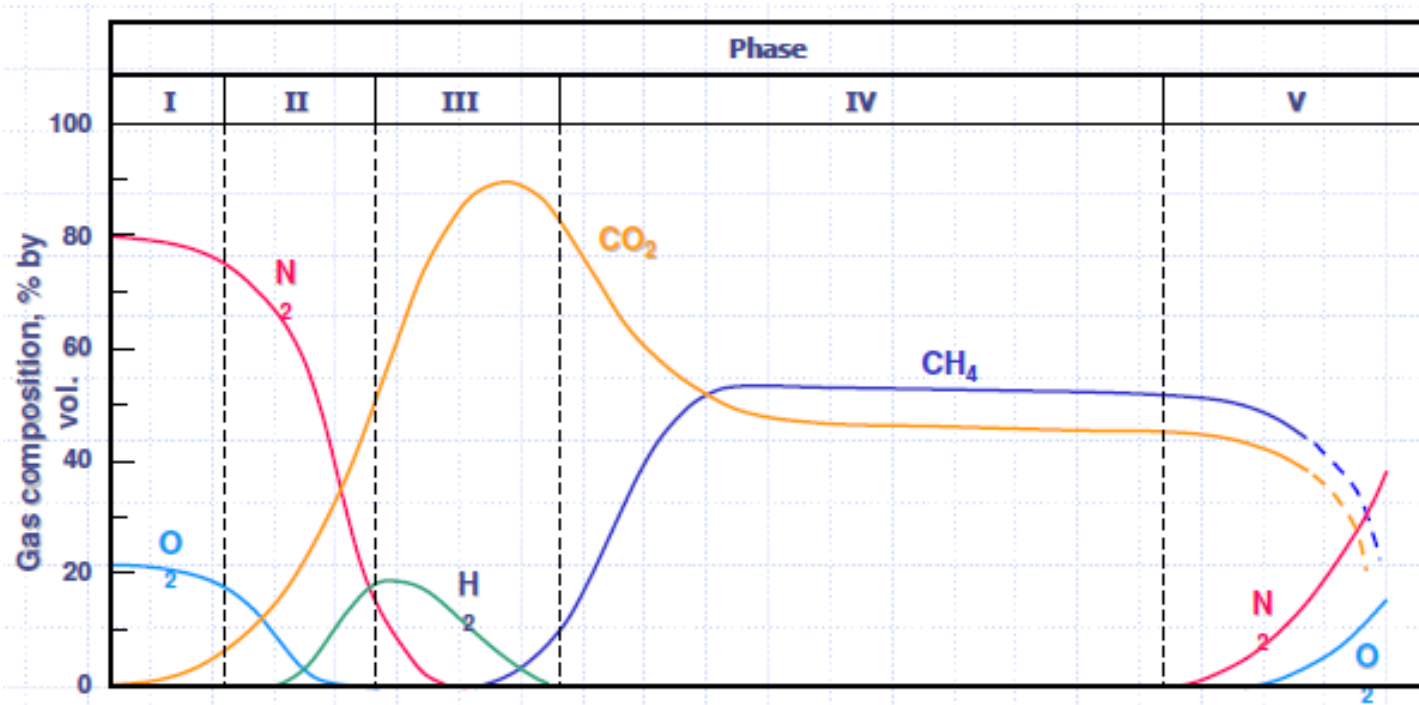
Η βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών γίνεται σε φάσεις που παρουσιάζονται στην εικόνα 5.6. Σε όλες παράγεται νερό που προστίθεται στον όγκο των στραγγισμάτων.

Φάση	Ιδιότητες
Αερόβια αποσύνθεση	Οξείδωση μέσω αερόβιων βακτηριδίων Παραγωγή CO ₂ , Έντονη θερμότητα
Αναερόβια όξινη	Υδρόλυση κυτταρίνης και σακχάρων σε αλκοόλες και καρβοξυλικά οξέα Δεν παράγεται CH ₄ λόγω χαμηλού pH (5,5-6) Παραγωγή CO ₂ και H ₂
Αναερόβια Επιταχυνόμενη Μεθανογενετική	Κατανάλωση των καρβοξυλικών οξέων Έντονη παραγωγή CH ₄ Μέσες τιμές του pH (6,8-7,4)
Αναερόβια Επιβραδυνόμενη Μεθανογενετική	Σταθεροποίηση παραγωγής CH ₄ Αύξηση του pH (7,5-8,0)

Εικ.5.5: Φάσεις αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών.



Βιοαέριο 3/5



Εικ.5.6: Χρονοδιάγραμμα παραγωγής αερίων από ΧΥΤΑ.

Βιοαέριο 4/5

Το σύστημα απαγωγής του βιοαερίου αποτελείται από γεωτρήσεις που φτάνουν μέχρι τον πυθμένα του ΧΥΤΑ. Είναι εφοδιασμένες με διάτρητους σωλήνες, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με οριζόντιους αγωγούς, που καταλήγουν στο αντλητικό συγκρότημα. Εφαρμόζεται υποπίεση και το βιοαέριο αντλείται και οδηγείται για παραγωγή ενέργειας ή καύση.

Η διαχείριση του βιοαερίου στους ΧΥΤΑ αποσκοπεί:

- στην ασφάλεια του ΧΥΤΑ, τόσο στο εσωτερικό όσο και στην ευρύτερη περιοχή και την αποτροπή κινδύνου.
- στην αποτροπή των οσμών.
- στη μείωση των εκπομπών CH_4 , που συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- στην προστασία της χλωρίδας.



Βιοαέριο 5/5



Εικ.5.7: Πηγάδι συλλογής βιοαερίου στη χωματερή Ταγαράδων.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Στραγγίσματα

Στραγγίσματα 1/10

Καθώς το νερό διεισδύει μέσω των αποβλήτων, η φύση των αποβλήτων και οι συνθήκες αποθήκευσης παράγουν μολυσμένα στραγγίσματα, ως αποτέλεσμα της έκλυσης, της απογύμνωσης και των χημικών αντιδράσεων. Τα στραγγίσματα περιέχουν συνήθως υψηλές ποσότητες οργανικής ύλης, αλάτι, άζωτο και άλλα αραιωμένα χημικά.

Τα στραγγίσματα αποτελούν πιθανό κίνδυνο μόλυνσης των επιφανειακών υδάτων, των υπόγειων υδάτων και του υπεδάφους. Σε σύγκριση με τις εκπομπές των αερίων του χώρου υγειονομικής ταφής, τα στραγγίσματα εκλύονται κατά πολύ μεγαλύτερο χρόνο (δεκαετίες) (Από <http://www.care-waste.eu/index.php>, 4/9/2014).



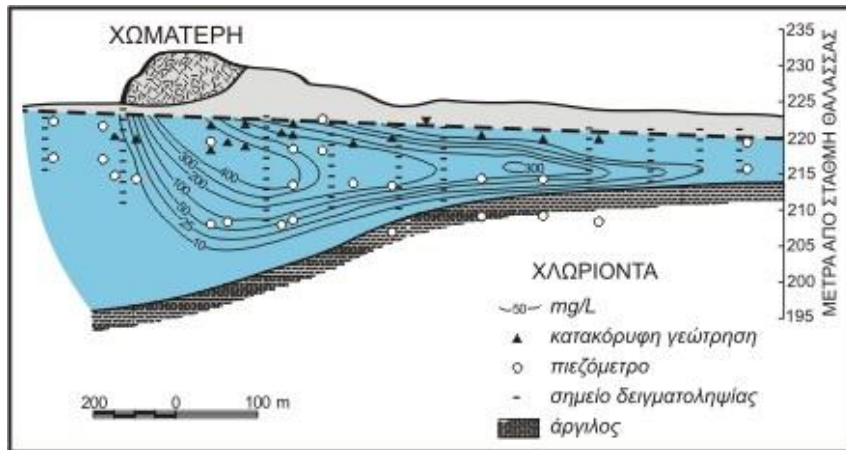
Στραγγίσματα 2/10

Πίνακας 5.2: Χημική σύσταση διασταλαζόντων υγρών που παράγονται σε νέους και ώριμους ΧΥΤΑ.

Χημική παράμετρος	Νέοι ΧΥΤΑ	Όριμοι ΧΥΤΑ
	(< 2ετών)	(> 10 ετών)
Διακύμανση (mg/L)		
BOD ₅	2000 - 30000	100 - 200
TOC	1500 - 20000	80 - 160
COD	3000 - 60000	100 - 500
TDS	200 - 2000	100 - 400
Οργανικό Άζωτο	10 - 800	80 - 120
Αμμωνία	10 - 800	20 - 40
Νιτρικά	5 - 40	5 - 10
Ολικός φώσφορος	5 - 100	5 - 10
Ορθοφώσφορος	4 - 80	4 - 8
Αλκαλικότητα σαν CaCO ₃	1000 - 10000	200 - 1000
pH	4,5 - 7,5	6,6 - 7,5
Ολική σκληρότητα σαν CaCO ₃	300 - 10000	200 - 500
Ασβέστιο	200 - 3000	100 - 400
Μαγνήσιο	50 - 1500	50 - 200
Κάλιο	200 - 1000	50 - 400
Νάτριο	200 - 2500	100 - 200
Χλώριο	200 - 3000	100 - 400
Θειικά άλατα	50 - 1000	20 - 50
Ολικός Σίδηρος	50 - 1200	20 - 200



Στραγγίσματα 3/10



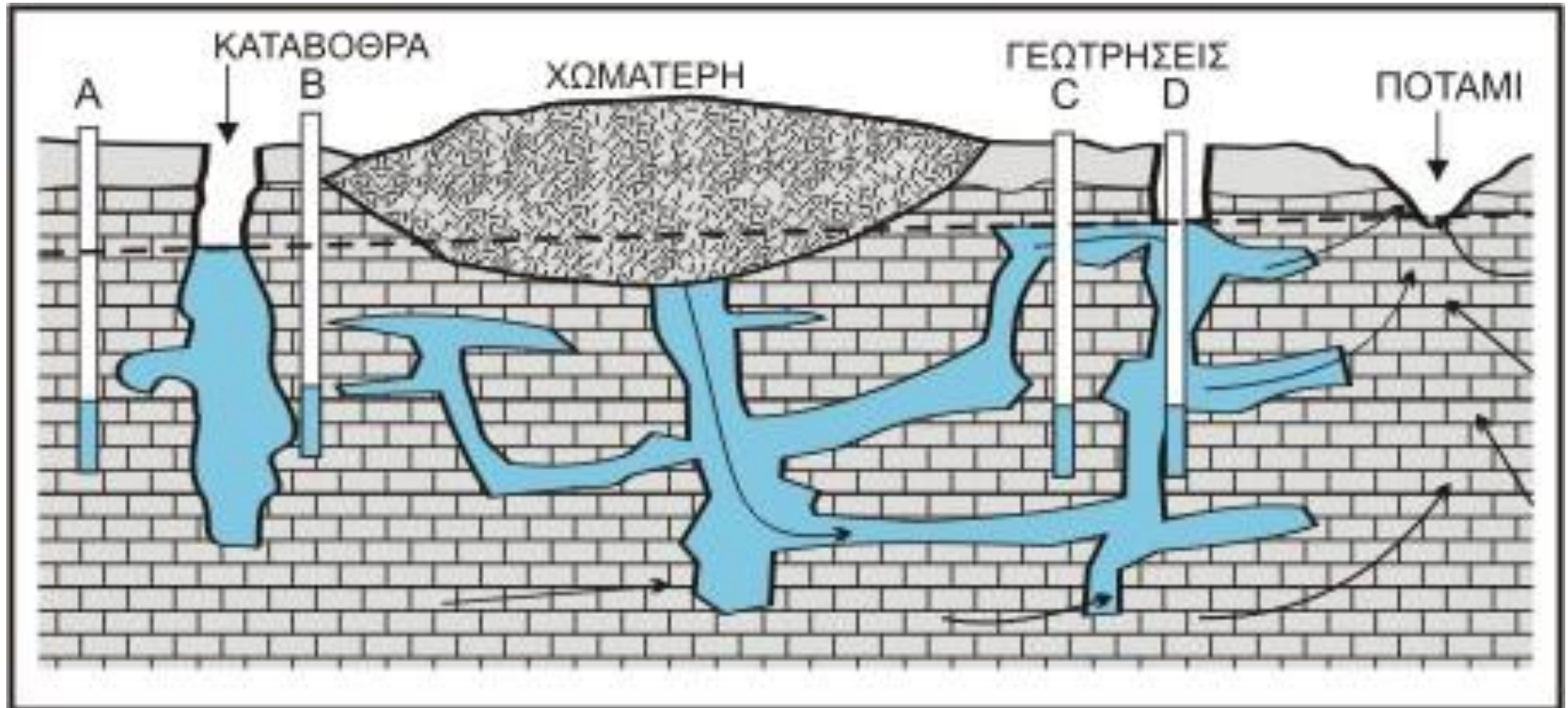
Εικ.5.8: Ισοχλώριες καμπύλες του πλουμίου ρύπανσης μιας χωματερής.

Οι ΧΥΤΑ θεωρούνται σημειακές πηγές ρύπανσης. Η διαφυγή των στραγγισμάτων από τον χώρο απόθεσης έχει ως αποτέλεσμα την κίνησή τους κατακόρυφα αρχικά στην ακόρεστη ζώνη και στη συνέχεια στην κορεσμένη, δημιουργώντας το πλούμιο ρύπανσης.

Το σχήμα και η έκτασή του εξαρτάται από την υδραυλική αγωγιμότητα και την υδραυλική κλίση. Το πλούμιο μπορεί να φτάσει σε οριζόντια απόσταση 2-3Km και σε βάθος 50m. Ο έλεγχος της διαρροής των στραγγισμάτων γίνεται σε θέσεις που έχουν υποδειχθεί από την υδρογεωλογική έρευνα. Οι παράμετροι που ελέγχονται είναι: pH, BOD₅, COD, SO₄, NH₄, N, Cl, F κ.ά.



Στραγγίσματα 4/10



Εικ.5.9: Κίνηση των στραγγισμάτων σε καρστικοποιημένα ανθρακικά πετρώματα. Η κίνηση του πλουμίου γίνεται κατά μήκος των ασυνεχειών.

Στραγγίσματα 5/10

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτείται στεγανοποίηση του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών του ΧΥΤΑ και κατασκευή δικτύου για την συλλογή και απομάκρυνση των στραγγισμάτων. Τα τελευταία κινούνται με ελεύθερη ροή και καταλήγουν σε δεξαμενή αποθήκευσης κατάντη του ΧΥΤΑ. Για την αποφυγή επιφανειακών εισροών στον ΧΥΤΑ κατασκευάζεται περιμετρικά αγωγοί για την απομάκρυνση των ομβρίων.

Ο πυθμένας και τα πρανή του ΧΥΤΑ πρέπει να πληρούν τα εξής:

- μη επικίνδυνων αποβλήτων: υδροπερατότητα $k \leq 10^{-9} \text{ m/s}$, πάχος $\geq 1 \text{ m}$.
- επικίνδυνων αποβλήτων: $k \leq 10^{-9} \text{ m/s}$, πάχος $\geq 5 \text{ m}$.
- αδρανών αποβλήτων: $k \leq 10^{-7} \text{ m/s}$, πάχος $\geq 1 \text{ m}$.



Στραγγίσματα 6/10



Εικ.5.10: Λίμνη συλλογής ομβρίων σε ΧΥΤΑ.



Στραγγίσματα 7/10

Τα στεγανά υποστρώματα κατασκευάζονται από μια ποικιλία φυσικών και τεχνητών υλικών και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

Άκαμπτα

- σκυρόδεμα.
- τσιμέντο.
- άσφαλτος.

Εύκαμπτα φυσικά υλικά

- συμπαγές έδαφος.
- χημικά επεξεργασμένο έδαφος.
- μπεντονίτης.



Στραγγίσματα 8/10

Συνθετικά υλικά

- Συνθετικές μεμβράνες. Κατασκευάζονται από πλαστικό ή καουτσούκ σε διάφορους τύπους και παραλλαγές. Τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή γεωμεμβρανών είναι: το πολυαιθυλένιο (PE), το χλωριωμένο πολυαιθυλένιο (CPE), το χλωροθειωμένο πολυαιθυλένιο (CSPE), το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το βουτύλιο (Butil), το πολυχλωροπροπάνιο (Neoprene) κ.ά.
- Τα ανωτέρω υλικά κατεργάζονται με διάφορες προσμίξεις και διατίθενται στην αγορά με μορφή φύλλων πάχους 3mm. Οι κυριότερες ιδιότητες των γεωμεμβρανών είναι: το πάχος, η υδροπερατότητα, το ειδικό βάρος, η περιεκτικότητα σε άνθρακα, η αντοχή (στη ρωγμάτωση, γήρανση, θερμοκρασία, ανάπτυξη βακτηρίων κ.λπ.).
- Τα ασθενέστερα σημεία των γεωμεμβρανών για διαρροή των στραγγισμάτων είναι οι **συρραφές**, γι' αυτό χρειάζεται έλεγχος των συγκολλήσεων. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται με τη χρήση σύνθετων μεμβρανών δηλ. μια συνθετική μεμβράνη, που τοποθετείται στην οροφή μιας συμπυκνωμένης αργιλικής στρώσης.



Στραγγίσματα 9/10

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.



Στραγγίσματα 10/10



Εικ. 5.11. Μονάδα επεξεργασία στραγγισμάτων στο ΧΥΤΑ Μαυροράχης Θεσσαλονίκης.





Τελική επικάλυψη

Αποκατάσταση των ΧΥΤΑ

Αποκατάσταση των ΧΥΤΑ 1/3

Η αποκατάσταση ενός ΧΥΤΑ αφού τελειώσουν οι εργασίες απόθεσης (>20 χρόνια) ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση της τελικής επικάλυψης. Η **τελική επικάλυψη** έχει ως στόχο την ελαχιστοποίηση της κατείσδυσης και συνεπώς τον περιορισμό του παραγόμενου στραγγίσματος. Συνήθως προτιμούνται εδαφικά υλικά ή μπεντονίτης ή μείγμα φυσικού εδάφους και μπεντονίτη. Το πάχος του στεγανού καλύμματος καθορίζεται από τις υδρολογικές συνθήκες της περιοχής του χώρου απόθεσης των απορριμμάτων και τις πιθανές χρήσεις του χώρου μετά την τελική αποκατάστασή του.

Επίσης, η τελική επικάλυψη αποτρέπει τη διαφυγή του βιοαερίου προς τα ανώτερα στρώματα, καθώς και την εκπομπή ανεπιθύμητων οσμών. Δημιουργεί το κατάλληλο υπόστρωμα για την ανάπτυξη κατάλληλης βλάστησης και σταθερό σχετικά έδαφος για τη στήριξη ελαφρών κατασκευών που μπορεί να περιλαμβάνουν οι νέες χρήσεις.

Ο σχεδιασμός της τελικής επικάλυψης πρέπει να συνεκτιμά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ΧΥΤΑ, τις προβλεπόμενες νέες χρήσεις και τεχνικοοικονομικά στοιχεία, ώστε να εφαρμοσθεί η βέλτιστη λύση.



Αποκατάσταση των ΧΥΤΑ 2/3

Η τελική επικάλυψη αποτελείται από τις εξής στρώσεις από κάτω προς τα πάνω:

- Η **πρώτη** στρώση πάχους 0,15-0,60m αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά (αμμοχάλικες) και αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία “κάθεται” η στεγανή στρώση.
- Η στεγανή **δεύτερη** στρώση αποτελείται από μπεντονίτη ή συνθετική γεωμεμβράνη, πάχους 0,5m και $k \leq 10^{-9} \text{m/s}$.
- Η **τρίτη** στρώση έχει πάχος 0,3-1m, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και προστατεύει το δεύτερο στρώμα. Τέλος η τελική επικάλυψη περιλαμβάνει και ένα επιφανειακό εδαφικό στρώμα πάχους 0,1-0,3m για την ανάπτυξη της χλωρίδας.

Το αδρανές υλικό, που απαιτείται συνολικά για την κάλυψη των απορριμμάτων, ανέρχεται στο 20-25% του συνολικού τους όγκου.



Αποκατάσταση των ΧΥΤΑ 3/3

Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ συνιστάται η παρακολούθηση του μέσω γεωτρήσεων μέχρι να μειωθεί σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο (30 έτη).

Η μελέτη αποκατάστασης πρέπει να αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού ΧΥΤΑ και γίνεται με την συνεργασία πολλών επιστημόνων (όπως αρχιτέκτονα τοπίου, γεωπόνου, υδρογεωλόγου, πολιτικού μηχανικού, κ.ά.).



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 5.1: <Μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα><<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=OgPlcKDnQIU%3D&tabid=238&language=el-GR>><12/8/2014>

Εικόνα 5.2: <Διάγραμμα ροής των διαδικασιών επιλογής θέσης ΧΥΤΑ><Άδεια από εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ ><Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία, Τόμος Β', Εκδόσεις ΤΕΕ, 2000><Καλλέργης Γ.Α.><Από ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009, Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.3: <Απόθεση με την μέθοδο της ράμπας>< Άδεια από τον εκδότη><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009 ><Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.4: <Απόθεση απορριμμάτων σε ημερήσιο κελί στο ΧΥΤΑ Μαυροράχης><Φώτο Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.5: <Φάσεις αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών><Άδεια από εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ><Στοιχεία Περιβαλλοντικής Γεωτεχνικής, ΕΜΠ, 1996><Καββαδάς Μ.><Από ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009, Βουδούρης Κ.>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 5.6: <Χρονοδιάγραμμα παραγωγής αερίων από ΧΥΤΑ><Άδεια από δημιουργό>
<<http://library.certh.gr/libfiles/PDF/EL-PAPYR-5098-DYNATOTHTES-by-XATZHDMOULAS-in-HMERIDA-BIOAERIO-4-FEB-2010-at-THESS-PPT-21.pdf>><Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου από αστικά στερεά απορρίμματα, Εφαρμογή στο ΧΥΤΑ Ταγαράδων, 2010><Χριστόδουλος Χατζηδημούλας, ΗΛΕΚΤΩΡ>

Εικόνα 5.7: <Πηγάδι συλλογής βιοαερίου στη χωματερή Ταγαράδων><Άδεια από τον εκδότη><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009><Βουδούρης Κ.><Φώτο Αθ. Παύλου>

Εικόνα 5.8: <Ισοχλώριες καμπύλες του πλουμίου ρύπανσης μιας χωματερής><Άδεια από εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ><Environmental Hydrogeology, Lewis Publishers, 1998><Soliman M., LaMoreaux P., Memon B., Assaad F., LaMoreaux J.><Από ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009, Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.9: <Κίνηση των στραγγισμάτων σε καρστικοποιημένα ανθρακικά πετρώματα><Άδεια από εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009><Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.10: <Λίμνη συλλογής ομβρίων σε ΧΥΤΑ><Φώτο Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 5.11: <Μονάδα επεξεργασία στραγγισμάτων στο ΧΥΤΑ Μαυροράχης Θεσσαλονίκης><Φώτο Βουδούρης Κ.>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακας 5.1: <Κριτήρια επιλογής θέσεων ΧΥΤΑ><Άδεια από εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ><Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία, Τόμος Β΄, Εκδόσεις ΤΕΕ, 2000><Καλλέργης Γ.Α.><Από ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009, Βουδούρης Κ.>

Πίνακας 5.2: <Χημική σύσταση διασταλαζόντων υγρών που παράγονται σε νέους και ώριμους ΧΥΤΑ><άδεια συγγραφέα><http://www.teetak.gr/files/domh_TEE/omades_ergasias/xta.pdf><ΒΙΟΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ><ΤΕΕ/ΤΑΚ, 2005><2. Συστήματα ανακυκλοφορίας στραγγισμάτων><Χάβας Γιώργος>

Άλλες Αναφορές

Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009

Δημόπουλος Γ. 2001, Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και περιβάλλον. Πρακτικά ημερίδας <<Υδρογεωλογία και Περιβάλλον>>. Ε.Ε.Υ. Αθήνα, σελ. 75-128.

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=437>



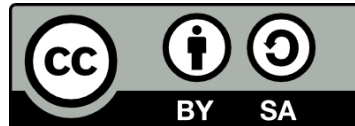
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Κώστας Βουδούρης.
«Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Χώροι Υγειονομικής Ταφής
Απορριμμάτων». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS190/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [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».



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

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





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Δέσποινα Σιμελετίδου
Θεσσαλονίκη, Εαρινό εξάμηνο, 2014-2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

