

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά θέματα της εποχής μας. Η εδαφική διάθεση των αστικών απορριμμάτων είναι ο πλέον συνηθισμένος τρόπος διάθεσης τους. Σε κάθε μικρό ή μεγάλο δήμο της χώρας μας λειτουργεί τουλάχιστον ένας χώρος εδαφικής διάθεσης των απορριμμάτων (νόμιμος ή μη). Η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων είναι ο πλέον διαδεδομένος τρόπος διαχείρισης των Αστικών Απορριμμάτων. Η λειτουργία των χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) κάτω από τις ενδεδειγμένες προϋποθέσεις λειτουργίας δεν εγκυμονεί ιδιαίτερους κινδύνους για το περιβάλλον και τους πληθυσμούς που κατοικούν γύρω από τον ΧΥΤΑ. Στην περίπτωση όμως που ένας ΧΥΤΑ δεν λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις που επιβάλλουν η νομοθεσία και η επιστημονική γνώση ενδέχεται να οδηγήσει στην εμφάνιση καταστάσεων οι οποίες μπορούν να έχουν έως και εξαιρετικά δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στους πληθυσμούς των γύρω περιοχών.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται στα αρχικά κεφάλαια [1,2] γενικές πληροφορίες σχετικές με την εξέλιξη των ΧΥΤΑ στο πέρασμα των χρόνων, τα γενικά χαρακτηριστικά λειτουργίας όπως η επίλυση της θέσης, τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα κ.α.

Στα επόμενα τέσσερα κεφάλαια [3,4,5,6], γίνεται εκτενής αναφορά στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες των χώρων ταφής, την διαχείριση των παραπροϊόντων αλλά και την ενεργειακή τους αξιοποίηση.

Έπειτα, γίνεται σύντομη αναφορά των εργασιακών κινδύνων στους χώρους ταφής και οι οικονομικές απαιτήσεις ενός τέτοιου χωρού ώστε να αποβεί βιώσιμος.

Τέλος, γίνεται παρουσίαση των ΧΥΤΑ σε παγκόσμια κλίμακα, σε Ε.Ε αλλά και της Ελλάδας ενώ αναλύεται η περίπτωση των ΧΥΤΑ Μαυροράχης, Θεσσαλονίκης, παρουσιάζοντας δεδομένα της περιοχής, του εδαφολογικού τοπίου, της δυναμικότητας του συγκεκριμένου ΧΥΤΑ αλλά και προτάσεις βελτίωσης της λειτουργίας του.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- ΑΣΑ= ανακύκλωση στερεών αποβλήτων
- ΔΣΑ=διαχείριση στερεών αποβλήτων
- Ε.Ε=Ευρωπαϊκή Ένωση
- ΚΥΑ=κοινές υπουργικές αποφάσεις
- ΣΑ=στερεά απόβλητα
- ΦΕΚ=φύλλα εφημερίδας της Κυβερνήσεως
- ΧΥΤΑ= χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων
- ΟΤΑ= Οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α/Α	ΤΙΤΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1	Ιστορική αναδρομή διαχείρισης αποβλήτων	
1.2	Τι είναι ΧΥΤΑ;	
1.3	Κατηγορίες ΧΥΤΑ	
1.4	ΧΥΤ αδρανών και επικίνδυνων αποβλήτων	
1.5	Πλεονεκτήματα Υγειονομικής Ταφής	
1.6	Μειονεκτήματα Υγειονομικής Ταφής	
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΥΤΑ	
2.1	Μέθοδοι υγειονομικής ταφής	
2.2	Ποια απορρίμματα-απόβλητα είναι αποδεκτά στα ΧΥΤΑ;	
2.3	Κριτήρια επιλογής θέσης	
2.4	Προσδιορισμός στρατηγικής λειτουργίας	

2.5	Παράμετροι που επιδρούν στη συμπεριφορά ενός ΧΥΤΑ	
2.6	Επιδιωκόμενα αποτελέσματα	
3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΥΤΑ	
3.1	Εισαγωγή	
3.2	Κατασκευή ΧΥΤΑ	
3.3	Αντιμετώπιση δυσκολιών κατά τη φάση λειτουργίας του ΧΥΤΑ	
3.4	Προετοιμασία χώρου ΧΥΤΑ	
3.5	Δομή και απόθεση στους ΧΥΤΑ	
3.6	Επίδραση της προεπεξεργασίας των αποβλήτων	
3.7	Εργασίες ταφής ειδικών αποβλήτων	
4	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	
4.1	Γενικά	
4.2	Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αερίων ΧΥΤΑ	
4.3	Διαχείριση και απαγωγή βιοαερίου	
4.4	Κάλυμμα ΧΥΤΑ για οξείδωση μεθανίου	
4.5	Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου	
4.6	Τεχνικές τελικής διαχείρισης αερίων	
4.7	Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου	
4.8	Έλεγχος και παρακολούθηση εκλυόμενων αερίων	
4.9	Συστήματα και τεχνικές ελέγχου και παρακολούθησης αερίων	
5	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	
5.1	Γενικά	
5.2	Υδατικό ισοζύγιο και παραγωγή διασταλλαγμάτων	
5.3	Διαχείριση στραγγισμάτων	
5.4	Επεξεργασία στραγγισμάτων	
5.5	Στεγανοποίηση πυθμένα ΧΥΤΑ	
6	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΧΥΤΑ	
7	ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΧΥΤΑ	
7.1	Γενικά	
7.2	Επιπτώσεις στο περιβάλλον	
7.3	Επιπτώσεις στην υγεία	
8	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΡΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	
9	ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΟΥ ΧΥΤΑ	
10	ΧΥΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	
10.1	Ιστορικά στοιχεία χρήσης αποβλήτων και εξέλιξης ΧΥΤΑ	
10.2	Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως	
10.3	Παγκόσμιες πρακτικές λειτουργίας ΧΥΤΑ	
10.4	Προδιαγραφές της Ε.Ε για τα ΧΥΤΑ	
10.5	Ιεραρχία διαχείρισης των απορριμμάτων της Ε.Ε	
10.6	ΧΥΤΑ στην Ελλάδα	
10.6.1	Η ιστορία των ΧΥΤΑ	
10.6.2	Αστικά στερεά απόβλητα στην Ελλάδα	
11	ΧΥΤΑ ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ	
11.1	Γενικά	
11.2	Ειδικά χαρακτηριστικά της μελετημένης θέσης	
11.3	Λειτουργία ΧΥΤΑ Μαυροράχης	
11.4	Ποσοτικά στοιχεία απορριμμάτων	
11.5	Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ	
11.6	Επεξεργασία στραγγισμάτων	

11.7	Προτεινόμενες τροποποιήσεις λειτουργίας ΧΥΤΑ Μαυροράχης	
11.8	Συμπεράσματα	
12	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	
13	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

1	Χημική ανάλυση στερεών αστικών αποβλήτων	
2	Κριτήρια επιλογής θέσεων ΧΥΤΑ	
3	Διάρκεια ζωής ΧΥΤΑ	
4	Συμπεριφορά και αντοχή των κυριότερων τύπων	
5	Αέρια που παράγονται σε χώρους απόθεσης απορριμμάτων	
6	Σύσταση παραγόμενου βιοαερίου ανάλογα τον χρόνο πλήρωσης του χώρου	
7	Τυπική χημική σύσταση διασταλαζόντων σε σχέση με την ηλικία του ΧΥΤΑ	
8	Αξιολόγηση συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων	
9	Μετρούμενες παράμετροι και συχνότητα μετρήσεων για τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα	
10α	Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως.	
10β	Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως.	
11	Χώρες που απαγορεύουν την ταφή βιοαποικοδομήσιμων απορριμμάτων	
12	Συνολική παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα έως το 2020	
13	Αναμενόμενη ποσότητα ΑΣΑ στην Ελλάδα ανά κατηγορία υλικών	
14	Λειτουργικοί ΧΥΤΑ μη επικίνδυνων αποβλήτων Ελλάδας	
15	Σύσταση ΑΣΑ.	
16	Ετήσια στοιχεία ΧΥΤΑ για τα έτη 2008-2014	
17	Δεδομένα παραγωγήςστραγγισμάτων για το έτος του 2014	

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

1	Διάγραμμα ροής των διαδικασιών επιλογής θέσης ΧΥΤΑ	
2	Δομή κυττάρου ΧΥΤΑ	
3	Ολοκληρωμένη μονάδα ΧΥΤΑ	
4	Συγκριτικός πίνακας ρυθμού και ημίσεια ζωή αποδόμησης αποβλήτων ΧΥΤΑ.	
5	Διαδικασία βιολογικής αποσύνθεσης σε ΧΥΤΑ	
6	Διάγραμμα φάσεων παραγωγής αερίων	
7	Σύστημα ενεργιακής αξιοποίησης αερίων ΧΥΤΑ	
8	Φυσική ροή στραγγισμάτων ΧΥΤΑ	
9	Τυπικός σχεδιασμός μηχανισμού για την πλήρη διαχείριση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου σε ΧΥΤΑ	
10	Ιεραρχία Διαχείρισης των Απορριμμάτων	
11	Διαχείριση αποβλήτων στις χώρες της Ε.Ε.	
12	Τα κλάσματα των δημοτικών στερεών αποβλήτων το 2001 στην Ελλάδα	
13	Τάση της συνολικής παραγωγής αποβλήτων στην Κεντρική Μακεδονία	
14	Περιοχή Μαυροράχης	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«Στερεά Απόβλητα (ΣΑ)[1] είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά, τα οποία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους, ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους».

Η διαχείριση των ΣΑ αποτελεί μια από τις κύριες προτεραιότητες περιβαλλοντικής πολιτικής σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο καθώς αποτελούν ένα όλο και σοβαρότερο περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα για όλες τις σύγχρονες οικονομίες. Ο όγκος των στερεών αποβλήτων αυξάνει με ρυθμούς ανάλογους ή και ενίοτε μεγαλύτερους από την οικονομική ανάπτυξη. Ο τρόπος παραγωγής και χειρισμού τους επηρεάζει όλους μας, από τους μεμονωμένους πολίτες και τις μικρές επιχειρήσεις, μέχρι τις δημόσιες αρχές και το διεθνές εμπόριο.

Σε αυτό το πλαίσιο, η αποδοτική και ολοκληρωμένη λειτουργία τόσο των Φορέων Διαχείρισης Αποβλήτων, όσο και των Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων είναι ζωτικής σημασίας στην προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος.

Η παραγωγή και η διαχείριση αποβλήτων συνδέεται στενά με τον τρόπο κατά τον οποίο χρησιμοποιούμε τους πόρους. Η παραγωγή υπερβολικών ποσοτήτων στερεών αποβλήτων αποτελεί ένδειξη ασύμφορης χρήσης των πόρων, η δε ανάκτηση των ενσωματωμένων στα απόβλητα υλικών και ενέργειας μπορεί να μας βοηθήσει να χρησιμοποιούμε τους πόρους καλύτερα. Κατά συνέπεια, οι πολιτικές μπορούν και πρέπει να έχουν στόχο τη μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την ορθή χρήση των πόρων. Η αναβάθμιση των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των «ανεπτυγμένων» κοινωνιών και παράλληλα μια εξέχουσα σημασίας πρόκληση αναφορικά με τη διαμόρφωση της περιβαλλοντικής πολιτικής σε ευρωπαϊκό και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Την τελευταία τριακονταετία «τα απόβλητα» ήταν στο επίκεντρο της περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) και αναπτύχθηκαν νέες τεχνικές για την επεξεργασία και διαχείρισή τους. Η βιομηχανία αντιμετωπίζει, όλο και περισσότερο, τα απόβλητα ως πολύτιμο πόρο, εφαρμόζοντας διαδικασίες όπως η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση ενέργειας και η χρήση φιλικών υλικών προς το περιβάλλον. Οι πολιτικές της Ε.Ε., αναφορικά με την αντιμετώπιση του ζητήματος της διαχείρισης των αποβλήτων, ξεκίνησαν το 1975 και έθεσαν τις βάσεις για τη διαμόρφωση του νομοθετικού πλαισίου, το οποίο διαχρονικά συμπληρώθηκε από επιπρόσθετες οδηγίες.

Το μεγαλύτερο μέρος των σκουπιδιών καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) ή σε χωματερές και μάλιστα παράνομες. Σήμερα πολλοί από αυτούς τους χώρους έχουν γεμίσει και η εύρεση νέων δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχει έντονη αντίδραση από τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών. Η δυσκολία χωροθέτησης νέων ΧΥΤΑ καθώς και το αυξημένο κόστος κατασκευής τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αυξάνουν δραματικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων και μπορεί να αναγκάσουν τους Δήμους σε αύξηση των δημοτικών τελών για την κάλυψη αυτού του κόστους.

1.1 Ιστορική αναδρομή διαχείρισης αποβλήτων

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
- υλός από βιολογικούς καθαρισμούς

Επικίνδυνα απόβλητα είναι: αγροχημικά, λάσπες του πυθμένα δεξαμενών, απόβλητα από βιομηχανίες δέρματος, συντήρησης ξύλου, σκωρίες από επεξεργασία μεταλλευμάτων κ.ά. Η διάθεση των αποβλήτων αυτών γίνεται με ειδικές διατάξεις (ΚΥΑ 19396/1546/97, ΦΕΚ 604B/18-7-1997), ώστε να μην προκαλείται κίνδυνος στη δημόσια υγεία (υγειονομική ταφή, επεξεργασία στο έδαφος, έκχυση σε βάθος, απόρριψη στη θάλασσα ή ταφή στο θαλάσσιο βυθό, αποτέφρωση στο έδαφος ή στη θάλασσα, βιολογική επεξεργασία κ.λπ).

Για τη διάθεσή τους υπάρχουν χώροι:

- Ελεγχόμενης απόθεσης (έχουν στεγανοποιημένη βάση)
- Χώροι ημιελεγχόμενης απόθεσης (απουσία στεγανοποιημένης βάσης) και
- Ανεξέλεγκτοι χώροι απόρριψης ή χωματερές ή Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων, Χ.Α.Δ.Α. (απουσία συστημάτων διαχείρισης στραγγισμάτων, βιοαερίου κ.λπ.).

Μέχρι τη δεκαετία του 1960 το σύνολο των στερεών αποβλήτων διετίθετο σε χωματερές, χωρίς ιδιαίτερα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την πρόκληση ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων, την εκδήλωση πυρκαγιών και γενικότερα την ποιοτική υποβάθμιση των περιοχών. Με την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς και την ανάπτυξη της τεχνολογίας άρχισε η χωροθέτηση χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ).

Οι σύγχρονες τάσεις στη διαχείριση των αποβλήτων, σύμφωνα και με την ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι:

- Η ελαχιστοποίηση των στερεών αποβλήτων
- Η επανάκτηση με ανακύκλωση χρήσιμων υλικών
- Η εναλλακτική διαχείριση επικίνδυνων και ειδικών αποβλήτων
- Η βελτιστοποίηση της τελικής διάθεσης των αποβλήτων και
- Η βελτίωση και εξυγίανση των υφιστάμενων χώρων απόθεσης.

Από τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, μέταλλα, γυαλί και πλαστικό) μόνο ένα ποσοστό 21% ανακυκλώνεται, αντιπροσωπεύοντας το 9% του συνόλου των αστικών απορριμμάτων, ενώ το υπόλοιπο καταλήγει σε ΧΥΤΑ ή χωματερές. Παρόλη την ενημέρωση των πολιτών είναι ισχυρό ακόμα το σύνδρομο «not in my back yard» (μακριά από την πόρτα μου), που καθιστά τη διαχείριση των απορριμμάτων ένα δημόσιο πρόβλημα πρώτου μεγέθους.

1.2 Τι είναι ΧΥΤΑ;

"Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων" (ΧΥΤΑ) ορίζεται 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. Δεν θα πρέπει να συγχέονται με τις υπάρχουσες χωματερές όπου δεν υπάρχει κατάλληλη υποδομή και η απόρριψη των αποβλήτων είναι συχνά ανεξέλεγκτη. Τα εργοστάσια υγειονομικής ταφής, κάνουν τέτοια επεξεργασία ώστε τίποτα από τα απορρίμματα που συγκεντρώνονται εκεί δεν πετάγεται. Η υγειονομική ταφή είναι όχι μόνο μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης απορριμμάτων, αλλά είναι και ένας τρόπος για την περιβαλλοντική αποκατάσταση υποβαθμισμένων χώρων.

Οι ΧΥΤΑ είναι ο συνδυασμός ενός Χώρου, ειδικά επιλεγμένου, διαμορφωμένου και εξοπλισμένου, και ενός τρόπου λειτουργίας, διαχείρισης και παρακολούθησης, που ικανοποιεί ορισμένες προδιαγραφές, οι οποίες στοχεύουν στην εξασφάλιση:

- της προστασίας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από στραγγίσματα,
- της προστασίας από τα βιοαέρια, που δημιουργούνται και προκαλούν οσμές, κίνδυνο αυτανάφλεξης και επιβάρυνση του περιβάλλοντος (φαινόμενο θερμοκηπίου),
- της αποφυγής της διασποράς των απορριμμάτων από πουλιά, τρωκτικά και έντομα, με καθημερινή χωματοκάλυψη και
- της τελικής αποκατάστασης του χώρου για άλλες χρήσεις

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 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
- την ύπαρξη σε μικρή απόσταση υλικού κατάλληλου για επικάλυψη
- την καταλληλότητα της τοπογραφίας και την ευστάθεια των πρανών
- τις καλές γεωτεχνικές ιδιότητες του χώρου
- την τεκτονική κατάσταση της ευρύτερης περιοχής
- τη σεισμικότητα
- την πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρικών απορροών.

Η σωστή εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί:

1. Χωροθέτηση κατάλληλου χώρου
2. Καθημερινή συμπίεση και επικάλυψη των αποτιθέμενων απορριμμάτων
3. Έλεγχο και συλλογή του παραγόμενου στραγγίσματος
4. Απομάκρυνση του παραγόμενου βιοαέριου
5. Αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος των εργασιών απόθεσης (~25 έτη).

1.3 Κατηγορίες ΧΥΤΑ

Οι ΧΥΤΑ αναλόγως την δυναμικότητα τους χωρίζεται σε:

1. *Μικροί ΧΥΤΑ*, οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως:
 - ΧΥΤ μη επικίνδυνων ή αδρανών υλικών με συνολική χωρητικότητα μέχρι 15,000 τόνων ή με ετήσια ικανότητα απορρόφησης μέχρι 1,000 τόνων, που εξυπηρετούν νησιά, όταν πρόκειται για τον μοναδικό υφιστάμενο ΧΥΤΑ και
 - χώροι που βρίσκονται σε απομονωμένους οικισμούς, εφόσον ο ΧΥΤΑ προορίζεται για τη διάθεση αποβλήτων που προέρχονται αποκλειστικά και μόνο από το συγκεκριμένο (κατά κανόνα δυσπρόσιτο) οικισμό.
2. *ΧΥΤΑ μεσαίας δυναμικότητας*, όπου αντιστοιχεί ισοδύναμος πληθυσμός μικρότερος των 200,000 κατοίκων.

3. ΧΥΤΑ μεγάλης δυναμικότητας, όπου αντιστοιχεί ισοδύναμος πληθυσμός μεγαλύτερος των 200,000 κατοίκων.

Ένα επιπλέον σύστημα ταξινόμησης ΧΥΤΑ, ο οποίος υιοθέτησε η πολιτεία της Καλιφόρνια το 1984 και είναι ίσως το πιο ευρέως αποδεκτό σύστημα, βασίζεται στο είδος του απόβλητου που γίνεται αποδεκτό στον ΧΥΤΑ και χωρίζεται στις εξής κατηγορίες:

- I. Επικίνδυνα απόβλητα
- II. Ειδικά απόβλητα
- III. Δημοτικά στερεά απόβλητα (ΔΣΑ)

Σε πολλούς από τους ΧΥΤΑ κατηγορίας III, γίνονται επίσης δεκτές και περιορισμένες ποσότητες μη επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων και λύος από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Σε πολλές πολιτείες γίνονται αποδεκτές υλικοί μόνον εάν έχουν προηγουμένως αφυδατωθεί μέχρι ένα στερεό περιεχόμενο 51% ή και μεγαλύτερο και εφόσον δεν περιέχει υγρά ελεύθερης ροής. Η αποδοχή υγρών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ σχεδιασμένους για ΔΣΑ έχει πλέον απαγορευτεί με ομοσπονδιακούς κανονισμούς.

Τα ειδικά απόβλητα είναι μη επικίνδυνα απόβλητα τα οποία μπορεί να αποδεσμεύσουν συστατικά σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα ισχύοντα όρια ποιότητας υδάτων που έχουν καθιερωθεί από διάφορες πολιτειακές και ομοσπονδιακές υπηρεσίες. Τέφρα καύσης, αμίαντος και άλλα παρόμοια απόβλητα, τα οποία συχνά χαρακτηρίζονται ως ειδικά, αποτίθενται συνήθως σε μονωμένους ΧΥΤΑ συγκεκριμένων υλικών (monofills) προκειμένου να απομονωθούν από υλικά που τοποθετούνται σε ΧΥΤ-ΔΣΑ.

1.4 ΧΥΤ αδρανών και επικίνδυνων αποβλήτων

Στους ΧΥΤ αδρανών διατίθενται μόνο αδρανή υλικά (οικοδομικά απορρίμματα), που προέρχονται κυρίως από έργα δόμησης ή από έργα κατεδάφισης κτιρίων λόγω γήρανσης, βλαβών από σεισμούς και ανακαίνισης. Σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό κατάλογο τα δομικά απορρίμματα διακρίνονται σε κεραμικά, τούβλα, πλακάκια, σκυρόδεμα και σε ξύλο, γυαλί και πλαστικά. Ένα μέρος των υλικών θα μπορούσε να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επίχωσης, ως υλικό αποκατάστασης ανεξέλεγκτων χωματερών, ως δευτερογενές υλικό για έργα οδοποιίας και ως αδρανή για την παραγωγή σκυροδέματος.

Η χωροθέτηση ενός ΧΥΤ αδρανών ακολουθεί παρόμοια διαδικασία με αυτήν ενός ΧΥΤ απορριμμάτων. Η γεωλογική έρευνα περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών, την ευστάθεια των πρανών, την πιθανότητα εμφάνισης κατολισθήσεων, τη σεισμικότητα, τη γεωμορφολογία, την παρουσία υδροφοριών κ.ά. Επιπλέον εξετάζεται η φέρουσα ικανότητα του εδάφους στα φορτία του ανάγλυφου που θα δημιουργηθεί, καθώς και οι γεωτεχνικές ιδιότητες των αδρανών υλικών στα στρώματα απόθεσης.

Κατασκευάζονται τα απαραίτητα έργα αποστράγγισης, ώστε να μειωθούν οι εισροές όμβριων υδάτων από τον περιβάλλοντα χώρο. Επίσης με τη διαμόρφωση κατάλληλων κλίσεων γίνεται προσπάθεια να ελαχιστοποιηθεί η κατίσχυση των όμβριων υδάτων στον ΧΥΤΑ. Στα μεταφερόμενα αδρανή γίνεται μακροσκοπικός έλεγχος και πρέπει να τηρούνται στοιχεία για τον εισερχόμενο όγκο των υλικών.

Γενικά, η διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως υγειονομική ταφή, έκχυση σε βάθος, απόρριψη στη θάλασσα ή ταφή στο θαλάσσιο βυθό, βιολογική επεξεργασία κ.λπ., ώστε να διασφαλίζεται η υγεία του ανθρώπου και η προστασία του περιβάλλοντος. Η επιλογή θέσεων αυτών ακολουθεί τη διαδικασία για τα μη επικίνδυνα απόβλητα, όπου θα αναφερθεί παρακάτω, αλλά με μεγαλύτερη αυστηρότητα.

Για την προστασία των υπόγειων νερών γίνεται συστηματικός έλεγχος της ποιότητας αυτών από γεωτρήσεις κατάντη του ΧΥΤΑ. Η παρακολούθηση των επιφανειακών νερών, εάν υπάρχουν, γίνεται σε δύο τουλάχιστον σημεία, ένα έναντη και ένα κατάντη.

1.5 Πλεονεκτήματα Υγειονομικής Ταφής

- α. Είναι μία μέθοδος τεχνικά απλή και αποτελεσματική ενώ η λειτουργία της δεν απαιτεί προσωπικό με εξειδικευμένες γνώσεις. Ο σχετικός μηχανολογικός εξοπλισμός είναι οικείος σ' όλον τον πληθυσμό, ανθεκτικός, με ευχέρεια επισκευής και προμήθειας ανταλλακτικών.
- β. Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του χώρου υγειονομικής ταφής από τις δημοτικές αρχές (αλλά και το κοινό) γίνεται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία.
- γ. Έχει χαμηλό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος.
- δ. Είναι εξαιρετικά λειτουργική μέθοδος δεδομένου ότι:
- Ο χώρος διάθεσης μπορεί να δεχθεί ετερογενή απορρίμματα.
 - Ευνοείται από τα εδαφομορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά όπως ορεινοί όγκοι έχοντας εύκολη απόκρυψη
 - Η λειτουργία του δεν επηρεάζεται από τις έντονες εποχιακές διακυμάνσεις στην ποσότητα και σύσταση των απορριμμάτων.
- ε. Η υγειονομική ταφή μπορεί να συμβάλει στην αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή στην αποκατάσταση άλλων, που έχουν πληγεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. παλιά λατομεία), διαμορφώνοντας στην τελική μορφή της, χώρο πράσινου, αθλητικών δραστηριοτήτων κλπ.

1.6 Μειονεκτήματα Υγειονομικής Ταφής

- α. Έχει ταυτιστεί στην συνείδηση των δημοτικών αρχών και των πολιτών με την ανεξέλεγκτη διάθεση και για το λόγο αυτό δεν έχει κοινωνική αποδοχή
- β. Απαιτεί σημαντικές εκτάσεις πράγμα δύσκολο σε περιοχές με μεγάλη οικοπεδική ή γεωργική αξία ή έντονα τουριστικές.
- γ. Απαιτεί αυξημένη επιμέλεια στη λειτουργία του ΧΥΤΑ ώστε να αποκλείονται αστοχίες στη διαχείριση των εκπομπών του ΧΥΤΑ, δηλαδή του βιοαερίου και των διασταλλαγμάτων. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:
- Παραγωγή μεθανίου, εφόσον δεν καίγεται το βιοαέριο
 - Παραγωγή CO₂, εφόσον καίγεται το βιοαέριο
- δ. Σχετικώς υψηλό κόστος μεταφοράς
- ε. Η ευκολία και η ευελιξία της Υγειονομικής Ταφής δεν δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόσουν καινοτομείς λύσεις
- στ. Η ανάκτηση ενέργειας από ΧΥΤΑ δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική
- ζ. Μπορεί να υπάρξει όχληση λόγω θορύβου, οσμών, διέλευσης οχημάτων και αισθητικής υποβάθμισης, όπως με όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων
- η. Το βιοαέριο, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι επικίνδυνο (πυρκαγιά, έκρηξη, συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου).

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΥΤΑ

2.1 Μέθοδοι υγειονομικής ταφής

Βασικό στοιχείο σχεδιασμού ενός χώρου υγειονομικής ταφής αποτελεί η μέθοδος που θα ακολουθηθεί για τη διάστρωση των απορριμμάτων. Δεν υπάρχει μέθοδος κατάλληλη για όλους τους χώρους. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται κάθε φορά από τη μορφολογία του εδάφους και το είδος των απορριμμάτων που θα διατεθούν.

Υπάρχουν τρεις βασικές μέθοδοι: η «επιφανειακή» μέθοδος, η μέθοδος των «διαδοχικών τάφρων» και η μέθοδος «πλήρωσης λάκκων». Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμόζεται ένας συνδυασμός των τριών μεθόδων.

α. Επιφανειακή μέθοδος

Εφαρμόζεται όταν είναι δύσκολη η εκσκαφή του εδάφους για τη διάνοιξη τάφρων. Τα απορρίμματα ξεφορτώνονται και διαστρώνονται σε στενές λωρίδες στην επιφάνεια του

εδάφους σχηματίζονται στρώσεις πάχους περίπου 0,50 – 0,80m. Κάθε στρώση συμπιέζεται καθώς προχωρεί η διαδικασία πλήρωσης του χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας μέχρις ότου το πάχος των συμπιεσμένων απορριμμάτων να φθάσει τα 2,50 – 3,00m. Στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα καλύπτονται με στρώση κατάλληλου αδρανούς υλικού, πάχους περίπου 15 – 30 cm το οποίο επίσης πρέπει να συμπιεσθεί.

Παραλλαγή της επιφανειακής μεθόδου, αποτελεί η μέθοδος της ράμπας που εφαρμόζεται όταν στο χώρο διάθεσης υπάρχει διαθέσιμη μικρή ποσότητα υλικού επικάλυψης. Σε αυτή τη μέθοδο η εναπόθεση και διάστρωση των απορριμμάτων γίνεται όπως και στην επιφανειακή μέθοδο, αλλά καλύπτονται, μερικά ή ολικά, από χώμα που προέρχεται από εκσκαφή του πυθμένα της χωματερής. Συνήθως, επειδή η εκσκαφή δεν είναι βαθιά δεν επαρκεί το χώμα για επικάλυψη και το υπόλοιπο πρέπει να εξασφαλισθεί από αλλού, όπως και στην επιφανειακή μέθοδο.

β. Μέθοδος των διαδοχικών τάφρων

Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται όταν στο χώρο υπάρχει υλικό επικάλυψης σε αρκετό βάθος και όταν ο υδροφόρος ορίζοντας είναι πολύ χαμηλός. Τα απορρίμματα αποτίθενται σε τάφρους μήκους 30 – 120m, βάθους 1 -2m και πλάτους 5 -8m. Στην αρχή της διαδικασίας γίνεται εκσκαφή ενός τμήματος της τάφρου και το χώμα αποτίθεται σε σωρό, στο πίσω μέρος της πρώτης τάφρου. Τα απορρίμματα κατόπιν αποτίθενται στην τάφρο, διαστρώνονται σε λεπτές στρώσεις πάχους 50 – 80 cm και συμπιέζονται. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό ύψος. Το μήκος της τάφρου που χρησιμοποιείται κάθε μέρα πρέπει να υπολογίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα να έχουν φθάσει το επιθυμητό ύψος, το μήκος επίσης πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να αποφεύγονται καθυστερήσεις των απορριματοφόρων που έρχονται να ξεφορτώσουν. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται με την εκσκαφή της διπλανής τάφρου ή συνεχίζοντας την εκσκαφή της τάφρου που ήδη χρησιμοποιείται.

γ. Μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους

Εφαρμόζεται σε περιοχές που υπάρχουν φυσικές ή τεχνητές κοιλοότητες του εδάφους (χαράδρες, ρεματιές, ορυχεία, λατομεία), οι οποίες μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν για υγειονομική ταφή απορριμμάτων. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την διάστρωση και συμπίεση των απορριμμάτων στις διάφορες κοιλοότητες εξαρτώνται από τη γεωμετρία του χώρου, τα χαρακτηριστικά του υλικού επικάλυψης, την υδρολογία και γεωλογία της περιοχής και την δυνατότητα πρόσβασης. Τα ορυχεία και τα λατομεία βρίσκονται συνήθως χαμηλότερα από την επιφάνεια του γύρω εδάφους και γι αυτό είναι αναγκαίο να ληφθεί μέριμνα για τον έλεγχο των επιφανειακών υδάτων.

2.2 Ποια απορρίμματα-απόβλητα είναι αποδεκτά στα ΧΥΤΑ;

- Απόβλητα που έχουν υποστεί επεξεργασία.

Η διάταξη αυτή μπορεί να μην εφαρμόζεται στα αδρανή απόβλητα η επεξεργασία των οποίων είναι τεχνικά αδύνατη, ή σε οποιαδήποτε άλλα απόβλητα η επεξεργασία των οποίων δεν συμβάλλει στην μείωση της ποσότητας των αποβλήτων ή στην μείωση των κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου ή για το περιβάλλον.

- Αστικά απόβλητα (οικιακά απορρίμματα).
- Μη επικίνδυνα απόβλητα κάθε άλλης προέλευσης, τα οποία πληρούν τα κριτήρια για την αποδοχή αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων (προσομοιωμένα απόβλητα).
- Σταθερά μη ενεργά απόβλητα, (π.χ. στερεοποιημένα, υαλοποιημένα) με συμπεριφορά πλύσης αντίστοιχη προς την συμπεριφορά των μη επικίνδυνων αποβλήτων.

Για παράδειγμα, τέτοια απόβλητα είναι τα ζυμώσιμα, το χαρτί, τα πλαστικά, τα μέταλλα, τα γυαλιά, τα αδρανή, τα υφάσματα, τα ξύλα και τα λάστιχα.

Τα απόβλητα που δεν γίνονται αποδεκτά είναι:

- Υγρά απόβλητα
- Απόβλητα τα οποία σε συνθήκες υγειονομικής ταφής είναι εκρηκτικά, διαβρωτικά, οξειδωτικά, ή πολύ εύφλεκτα.
- Νοσοκομειακά και συναφή μολυσματικά απόβλητα προερχόμενα από ιατρικές ή κτηνιατρικές εγκαταστάσεις.
- Ολόκληρα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων, και τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων.
- Απόβλητα των οποίων η αραίωση ή η ανάμειξη γίνεται απλώς και μόνο για να τηρηθούν τα κριτήρια αποδοχής αποβλήτων.
- Απόβλητα τα οποία σε συνθήκες υγειονομικής ταφής λόγω αντιδράσεων μεταξύ τους ή με υδατοδιαλυτά διαλύματα επιφέρουν αύξηση της πιθανότητας δημιουργίας λίαν εύφλεκτων επικίνδυνων ή εκρηκτικών ουσιών ή αερίων, ή επικίνδυνων αντιδράσεων γενικότερα, εφόσον έτσι τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Λόγου χάρη είναι τα διαβρωτικά εκρηκτικά, οξειδωτικά ή εύφλεκτα, απόβλητα νοσοκομείου τα οποία είναι μολυσματικά, τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων, απόβλητα που εκπέμπουν ενοχλητικές οσμές.

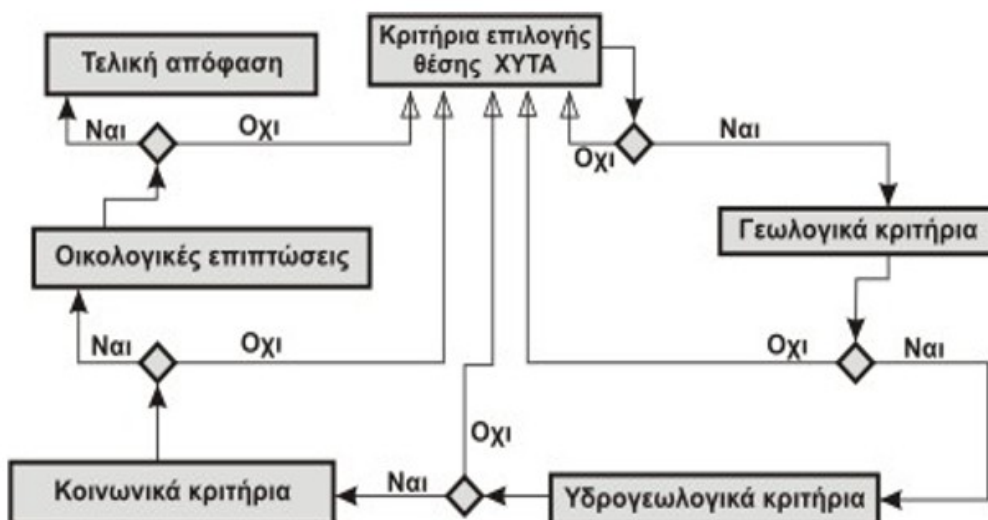
Πίνακας 1. Χημική ανάλυση στερεών αστικών αποβλήτων (% w/w σε ξηρή βάση)

Συστατικό	Άνθρακας (C)	Υδρογόνο (H)	Οξυγόνο (O)	Άζωτο (N)	Θείο (S)	Τέφρα
Υπολείμματα φαγητού	49.1	6.6	37.6	1.7	0.2	4.8
Χαρτί	43.4	5.8	44.3	0.3	0.2	6.1
Εφημερίδα	49.1	6.1	43.0	0.1	0.2	1.5
Χαρτόνι	44.0	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0
Καουτσούκ	77.8	10.4	-	-	2.0	9.8
Πλαστικό	60.0	7.0	23.0	-	-	10
PVC [5]	45.2	5.6	1.6	0.1	0.1	47.4
Δέρμα	42.0	5.3	22.8	6.0	1.0	22.9
Υφάσμα	55.0	6.5	31.2	4.5	0.2	2.6
Ξύλο	50.5	6.0	42.4	0.2	0.1	0.8

Πηγή: Kaiser (1978) (<https://www.slideshare.net/tanviralam31337/municipal-solid-waste-msw-to-energy>)

2.3 Κριτήρια επιλογής θέσης

Ένας σωστά σχεδιασμένος ΧΥΤΑ πρέπει να εξασφαλίζει στεγανότητα, σταθερότητα των γεωλογικών σχηματισμών, να μην επηρεάζει τους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής, να είναι μακριά από αρχαιολογικούς χώρους, βιότοπους, αεροδρόμια κ.λπ. Για την επιλογή της θέσης υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες όπως, το κλίμα, η μορφολογία, η απόσταση από την πηγή γένεσης των απορριμμάτων, οι υδρογεωλογικές συνθήκες, η σεισμικότητα της περιοχής και η κοινωνική αποδοχή (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής των διαδικασιών επιλογής θέσης ΧΥΤΑ (Καλλέργης, 2000)

Η επιλογή της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία ΧΥΤΑ πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα κάτωθι κριτήρια (Πίνακας 2) :

Γεωλογικά κριτήρια

Εξετάζεται η λιθολογία και στρωματογραφία (σύνθεση και ποιότητα εδάφους, φύση υποβάθρου, βάθος από τον πυθμένα του αποδέκτη, πάχος αποσαθρωμένου μανδύα, ύπαρξη καρστικών εγκοίλων), καθώς και η τεκτονική (ρήγματα, σεισμικότητα).

Υδρογεωλογικά κριτήρια

Το γεωλογικό υπόβαθρο θεωρείται κατάλληλο για ΧΥΤΑ, όταν ο συντελεστής υδροπερατότητας του είναι $k \leq 10^{-7}$ m/s, ώστε μετά την επεξεργασία να πάρει την επιθυμητή τιμή $k \leq 10^{-9}$ m/s. Το πάχος της ακόρεστης ζώνης πρέπει να έχει ένα ελάχιστο πάχος 5 m για τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών αυτοκαθαρισμού και αποτροπή πιθανής ρύπανσης. Ελέγχονται επίσης οι υδραυλικές παράμετροι των υδροφόρων, η γεωμετρία τους, οι πιθανές εισροές από γειτονικές λεκάνες, οι ζώνες προστασίας υδρολυτικών έργων και ιαματικών νερών, η ποιότητα των υπόγειων νερών και το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής. Προτιμώνται σχηματισμοί με μικρή υδροπερατότητα (στεγανοί), με υψηλό pH (μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων) και μεγάλη ικανότητα κατιονανταλλαγής (εξασθενεί τους ρύπους μέσω προσρόφησης και ανταλλαγής κατιόντων).

Γεωτεχνικά κριτήρια

Ελέγχονται: η ευστάθεια, η διαβρωσιμότητα του εδάφους, η πιθανότητα εκδήλωσης καθιζήσεων και φαινομένων ερπυσμού (creep), καθώς και τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών. Ο έλεγχος της ευστάθειας γίνεται με την εκτίμηση των εξής παραμέτρων: τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος έδρασης, τις κλίσεις των πρανών, το βάρος των απορριμμάτων, το είδος της επιφανειακής κάλυψης. Γενικά προτιμώνται περιοχές οριζόντιες ή με μικρές κλίσεις (<15%) και γενικά αποφεύγονται ασταθείς περιοχές, που είναι επιρρεπείς σε κατολισθήσεις, με φτωχές συνθήκες θεμελίωσης, καθώς και σεισμικά ευάλωτες περιοχές.

Κριτήρια χωροταξίας

Απαγορεύεται η εγκατάσταση ΧΥΤΑ σε περιοχές:

- αρχαιολογικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, δηλ. κηρυγμένοι αρχαιολογικοί χώροι.
- παραδοσιακούς οικισμούς
- οικιστικές περιοχές, που περιλαμβάνει περιοχές εντός ορίων σχεδίου πόλης και εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων, περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης για οικιστική χρήση. Η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση από ποταμούς είναι 100 m, από λίμνες 300 m, από εθνικές οδούς 300 m, από αεροδρόμια 3.000 m και από υδρευτικές γεωτρήσεις 400 m.

Περιβαλλοντικά κριτήρια

Αξιολογούνται οι επιδράσεις στην πανίδα και χλωρίδα και η αισθητική κατάσταση του κυρίως χώρου του ΧΥΤΑ, σε σχέση με τη δυνατότητα αναβάθμισής του. Τηρούνται οι αποστάσεις από υπάρχοντες βιότοπους ή υγροβιότοπους.

Κλιματικά-υδρολογικά κριτήρια

Εξετάζονται και αξιολογούνται τα παρακάτω:

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

Οικονομικά κριτήρια

Από οικονομική άποψη πρέπει να προσμετρηθούν και συνεκτιμηθούν τα εξής κόστη:

- Κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων Αγορά (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 όμβριων 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.

Λειτουργικά κριτήρια

Λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω δεδομένα:

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

-Διαθεσιμότητα υλικού επικάλυψης

Πίνακας 2. Κριτήρια επιλογής θέσεων ΧΥΤΑ (Καλλέργης, 2000).

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	<3,5 m	3,5-15 m	>15 m
Πέτρωμα υποβάθρου	Καρστικά ανθρακικά πετρώματα	Ψαμμίτες ασβεστιτικού χονδρόκοκκοι	
Πάχος ακόρεστης ζώνης	<3,5 m	3,5-7,5 m	>7,5 m
Απόσταση απο:			
➤ Περιοχή υδροληψίας	<15 m	15-350 m	>350 m
➤ Όριο πλημμύρας κοιλάδας	100 m	100-350 m	>350 m
➤ Υδρόρευμα	100 m	100-350 m	>350 m
➤ Λίμνη	<350 m	-	>350 m
➤ Οδικό δίκτυο	<350 m	-	>350 m
➤ Υγροβιότοπος	<15 m	-	-
➤ Αεροδρόμια	≤3.000 m ή 1.500 m	-	-

2.3 Προσδιορισμός στρατηγικής λειτουργίας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η διάρκεια ζωής (ως τάξης μεγέθους) των τεχνικών φραγμών που συνήθως χρησιμοποιούνται σε ένα ΧΥΤΑ.

Πίνακας 3. Διάρκεια ζωής ΧΥΤΑ

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΦΡΑΓΜΟΙ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (έτη)		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	10-20	20-30	
Γεωμεμβράνη	X	X	Η εγγύηση καλύπτει το πολύ 15-20 έτη
Στρώση αποστράγγισης και σύστημα συλλογής στραγγισμάτων	X		Συνήθως μετά τη δεκαετία έχουμε εμφράξεις (clogging)
Μονάδα επεξεργασίας στραγγισμάτων	X		Συνήθως μετά τη δεκαετία απαιτούνται σημαντικές παρεμβάσεις για να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη ποιότητα εκροής
Δίκτυο συλλογής και μονάδα καύσης βιοαερίου	X		Συνήθως μετά τη δεκαετία απαιτούνται σημαντικές παρεμβάσεις για να εξασφαλισθεί η λειτουργικότητα του δικτύου

			και του πυρσού
Τελική κάλυψη	X	X	Οι φθορές λόγω έντονων βροχοπτώσεων και διαφορικών καθιζήσεων είναι αναπόφευκτες

2.5 Παράμετροι που επιδρούν στη συμπεριφορά ενός ΧΥΤΑ

Η περιβαλλοντική συμπεριφορά ενός ΧΥΤΑ είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης πολλών παραγόντων, οι κυριότεροι εκ των οποίων είναι:

- ❖ Το κλίμα και το περιβάλλον της περιοχής του ΧΥΤΑ (με άλλα λόγια η χωροθέτηση του ΧΥΤΑ).
- ❖ Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του ΧΥΤΑ.
- ❖ Τα εισερχόμενα απόβλητα (ποσότητα, ποιότητα, προεπεξεργασία).
- ❖ Οι ανθρώπινοι πόροι που οργανώνουν και συμμετέχουν στη διοίκηση-λειτουργία.
- ❖ Η στρατηγική διαχείρισης των αποβλήτων στην περιοχή του ΧΥΤΑ.

Από τα παραπάνω, μόνο οι 3 τελευταίοι παράγοντες αποτελούν πεδία πιθανής επίδρασης των διαχειριστών του ΧΥΤΑ και είναι οι πιο καθοριστικοί για την περιβαλλοντική συμπεριφορά του έργου.

2.6 Επιδιωκόμενα αποτελέσματα

Ενδεικτικά, πιθανά επιδιωκόμενα αποτελέσματα από την λειτουργία ενός ΧΥΤΑ είναι:

1. Μεγιστοποίηση αποδόμησης

Μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλη προεπεξεργασία των υπολειμμάτων, συμπίεση, αποφυγή δεματοποίησης, έλεγχος υγρασίας γύρω στα 50% κ.α.

2. Μεγιστοποίηση διάρκειας ζωής,

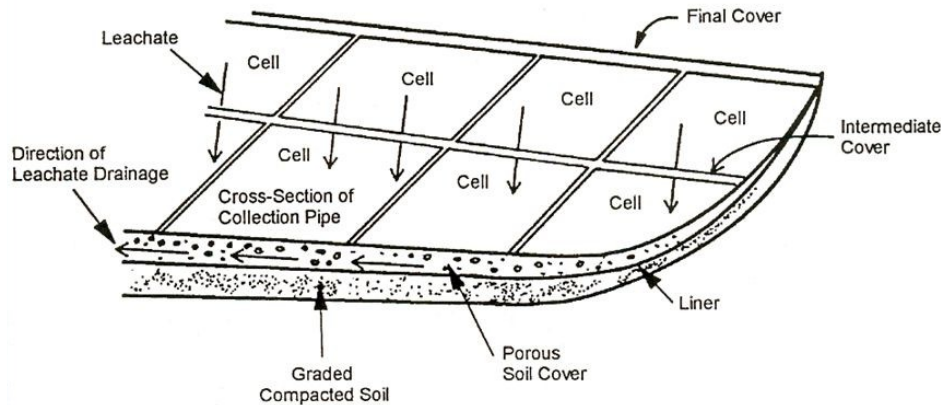
με προεπεξεργασία (όσο όγκος του υπολείμματος μειώνεται, αυξάνεται η διάρκεια ζωής), βελτιστοποίηση της αναλογίας του υλικού επικάλυψης, υποδοχή μόνο των αποβλήτων για τα οποία υπάρχει άδεια λειτουργίας, αποφυγή των μεγάλων διαχωριστικών αναχωμάτων κ.α.

3. Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου,

με δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, έλεγχο της υγρασίας και της ανακυκλοφορίας, διαχείριση των όμβριων κ.α δεδομένου ότι η βιολογική προεπεξεργασία μειώνει το χρόνο υστέρησης στην παραγωγή βιοαερίου και η εκτροπή του οργανικού φορτίου μειώνει το ενεργειακό δυναμικό του ΧΥΤΑ.

4. Σταδιακή αποκατάσταση.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δημιουργία μικρών -διακριτών κυττάρων [2] με αυτοτελή συστήματα διαχείρισης αερίων και βιοαερίου, σχέδιο πλήρωσης με σκοπό την γρήγορη άνοδο αναγλύφου στα τελικά υψόμετρα, συμπίεση κατά προτίμηση από πάνω προς τα κάτω, κάθε ημερήσιο κελί [2] να αποτελείται από πολλές στρώσεις πάχους 50-60 εκατοστών κ.α.



Εικόνα 2. Δομή κυττάρου ΧΥΤΑ (πηγή: ISWA ,*Solid waste management for economically developing countries, 1996*)

5. Μείωση διάρκειας περιόδου μεταφροντίδας, με υιοθέτηση τεχνικής εξόρυξης για να γίνει ανάκτηση μετάλλων και γής, εφόσον είναι εξασφαλισμένος χώρος διάθεσης υπολειμμάτων ή για την παραγωγή δευτερογενούς καύσιμου εφόσον έχει εξασφαλιστεί ο χρήστης. Η τεχνική αυτή πρέπει να είναι μακριά από οικισμούς γιατί υπάρχει μεγάλο πρόβλημα οσμών. Επίσης, προτείνεται η υιοθέτηση τεχνικής εξαναγκασμένου αερισμού αν η εξόρυξη είναι αδύνατη ή αν δεν υπάρχουν αναερόβιες συνθήκες για να αποτραπεί κάθε κίνδυνος πυρκαγιάς.

3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΧΥΤΑ

3.1 Εισαγωγή

Η βασική δραστηριότητα που πραγματοποιείται εντός του ΧΥΤΑ είναι η ταφή των απορριμμάτων. Απαιτείται, λοιπόν, η διάστρωση, συμπίεση και επικάλυψη των απορριμμάτων να γίνεται με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων που μπορεί να δειχθεί ο ΧΥΤΑ και την ελαχιστοποίηση του χρόνου αποκατάστασης της περιοχής.

Η προετοιμασία του χώρου του ΧΥΤΑ αποτελείται από τα εξής στάδια:

- ✓ Διαμόρφωση του χώρου ώστε να απομακρύνονται οι επιφανειακές απορροές
- ✓ Κατασκευή οδών προσπέλασης
- ✓ Τοποθέτηση ζυγών και φράκτη
- ✓ Εκσκαφή και προετοιμασία βάσης και πρανών (οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ κατασκευάζονται σε τμήματα)
- ✓ Εδαφικό υλικό από εκσκαφή φυλάσσεται για χρήση ως υλικό κάλυψης
- ✓ Σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλημα VOCs [3], τότε εφαρμόζεται κενό σε διάτρητους αγωγούς
- ✓ Κατασκευή προστατευτικού χείλους από χώμα εκσκαφής για να μη διασκορπίζονται υλικά από ανέμους

3.2 Κατασκευή ΧΥΤΑ

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 π.χ. μια χαράδρα.

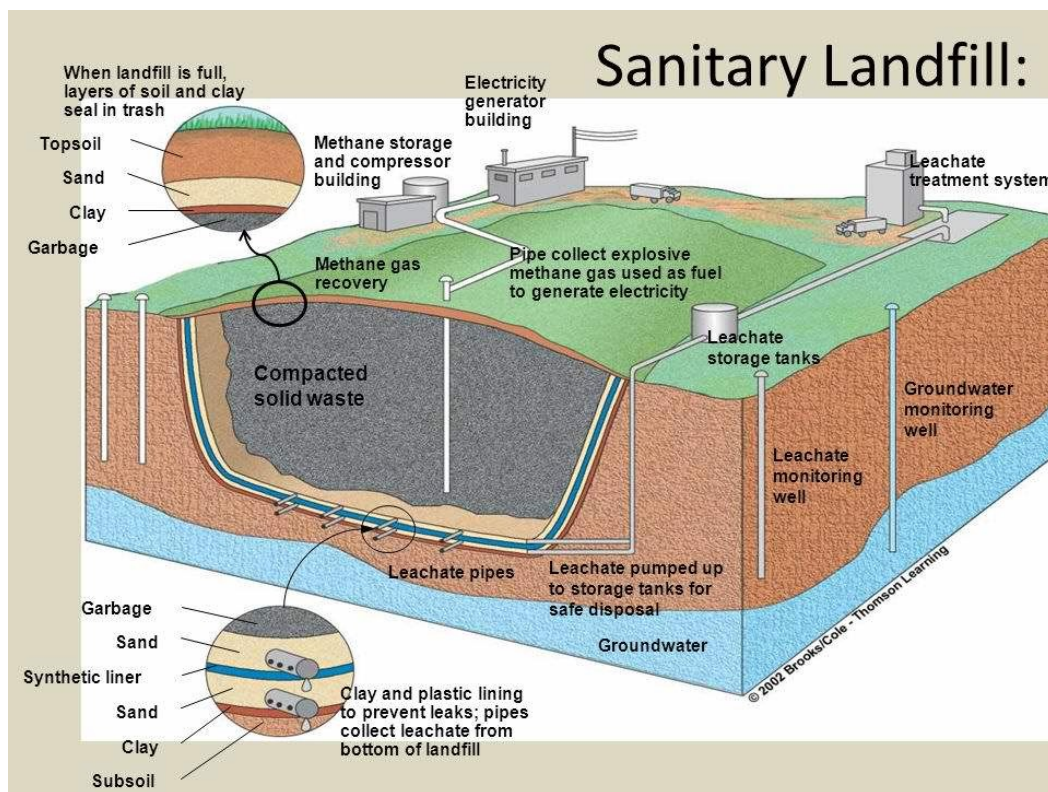
2. Καλύπτετε με μία στεγανωτική στρώση από άργιλο συμπυκνωμένου πάχους 30 cm πάνω στον οποίο θα τοποθετηθεί συνθετική στεγανωτική μεμβράνη (στεγανοποίηση του χώρου).

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.

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.

6. Όταν ο ΧΥΤΑ φτάσει στο τέλος της ζωής του, δηλαδή όταν γεμίσει, οι εγκαταστάσεις φεύγουν, και ο χώρος δενδροφυτεύεται.



Εικόνα 3. Ολοκληρωμένη μονάδα ΧΥΤΑ (<http://keywordsuggest.org/>)

3.3 Αντιμετώπιση δυσκολιών κατά τη φάση λειτουργίας του ΧΥΤΑ

- Οσμές

Είναι αναπόφευκτο σε ΧΥΤΑ να υπάρχουν δυσάρεστες οσμές οι οποίες πρέπει να παρακολουθούνται, να ελέγχονται και να μειώνονται σε επίπεδα τέτοια ώστε να μην επηρεάζεται η εικόνα του στην κοινωνία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με:

- I. Καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων με εδαφικό υλικό
- II. Σωστή διαχείριση (συλλογή και διάθεση) του παραγόμενου βιοαερίου
- III. Απόλυτο έλεγχο πιθανών διαρροών στραγγισμάτων

- Έλεγχος οργανισμών

Σε ένα ΧΥΤΑ οι οργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι παθογόνοι (τρωκτικά, έντομα κ.λπ.) ή μη (πουλιά κ.λπ.) που εισέρχονται στο χώρο από τη γύρω περιοχή. Έχουν άμεση επίδραση στη δημόσια εικόνα του ΧΥΤΑ και στην υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων εντός του χώρου. Για την εξάλειψη των οργανισμών αυτών προτείνεται:

- I. Καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων για να μην υπάρχει εύκολα διαθέσιμη τροφή για τους οργανισμούς αυτούς.
- II. Πολύ καλή συμπίεση των απορριμμάτων για να αποφεύγεται η δημιουργία λαγουμιών εντός του αναλύφου.
- III. Διαφοροποιήσεις στον τρόπο λειτουργίας διατηρώντας μικρό μέτωπο εργασίας. Ειδικά για τον έλεγχο της παρουσίας των πουλιών έχουν αναπτυχθεί κι άλλες πρακτικές όπως ηχογραφημένοι ήχοι και κανόνια προπανίου που με τον θόρυβο που δημιουργούν διώχνουν τα πουλιά ενώ είναι δυνατή ακόμα και η κατασκευή ειδικών δικτύων πάνω από το μέτωπο εργασία για τη συγκράτηση των πουλιών.

- Έκτακτες ανάγκες

Πέρα των παραπάνω δυσκολιών, το προσωπικό λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ έρχεται αντιμέτωπο με διάφορες έκτακτες ανάγκες, όπως προσέλευση μεγάλης ποσότητας απορριμμάτων στον ΧΥΤΑ, έλλειψη υλικού επικάλυψης, εκδήλωση πυρκαγιάς στο απορηματικό ανάγλυφο κ.λπ.

3.4 Προετοιμασία χώρου ΧΥΤΑ

Το σύστημα μόνωσης του χώρου διάθεσης των στερεών αποβλήτων, αποτελεί βασικό παράγοντα για τη σωστή λειτουργία του ΧΥΤΑ για τους εξής λόγους:

1. Απαραίτητη προϋπόθεση για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λειτουργίας του ΧΥΤΑ.
2. Αποφυγή διαρροής στραγγισμάτων και διαφυγής ή μετανάστευσης παραγόμενου βιοαερίου.
3. Εξασφάλιση αποτελεσματικής συλλογής στραγγισμάτων και βιοαερίου.

Γενικά, ένα σύστημα μόνωσης περιλαμβάνει:

- ✓ Μόνωση πυθμένα (βάσης)
- ✓ Μόνωση πλευρικών τοιχωμάτων (πρανών)
- ✓ Μόνωση της τελικής επιφάνειας

Πριν 15-20 έτη, η μόνωση της βάσεως ενός ΧΥΤΑ αποτελούνταν από 0,3-1,7 m συμπιεσμένα εδαφικά υλικά χαμηλής διαπερατότητας. Τα αργιλικά υλικά χρησιμοποιούνταν τότε αλλά και τώρα επειδή είναι φυσικά, σχετικώς αδρανή και γενικώς διαθέσιμα. Αν δεν υπάρχουν στο χώρο ταφής, πιθανόν να ευρεθούν σε κοντινές περιοχές. Αν και οι αργιλικοί φραγμοί ελαχιστοποιούν την διαρροή διασταλαγμάτων, δεν την εξαλείφουν πλήρως. Για το λόγο αυτό, έχουν προταθεί συνθετικοί φραγμοί με εξαιρετικά χαμηλή διαπερατότητα, λόγω χάρη οι γεωμεμβράνες. Σήμερα υπάρχει μεγάλη ποικιλία γεωμεμβρανών, όλες όμως ενδέχεται να υποστούν βλάβες από τα διάφορα συστατικά των διασταλαγμάτων προκαλώντας προβλήματα στην λειτουργία του ΧΥΤΑ. Σημαντικές παράμετροι για τις αντιδράσεις αυτές είναι η συγκέντρωση των χημικών στα στραγγίσματα και το είδος της γεωμεμβράνης. Για παράδειγμα οι γεωμεμβράνες HDPE έχουν μεγαλύτερη χημική αντοχή συγκριτικά με άλλα είδη γι' αυτό και χρησιμοποιούνται πιο συχνά από τις μεμβράνες PVC. (Cadwallader et al.1991) (Sharma et al. 1994)

Η στρώση αργίλου και γεωμεμβράνης αποτελούν ένα σύνθετο φραγμό για την κίνηση αερίων και διασταλαγμάτων. Η στρώση άμμου και χαλικιών δημιουργούν στρώση

αποστράγγισης και συλλογής διασταλλαγμάτων. Το γεωύφασμα χρησιμοποιείται για ελαχιστοποίηση αναμίξεως του εδάφους με την στρώση άμμου και χαλικιών. Σύνθετη μόνωση αργίλου και γεωμεμβράνης είναι πολύ πιο αποτελεσματική από ό,τι η άργιλος και η γεωμεμβράνη χωριστά (Βούδριας, 2001).

Πίνακας 4. Συμπεριφορά και αντοχή των κυριότερων τύπων γεωμεμβρανών (Kumar et al., 1973)

Ιδιότητα	Πολυαιθυλένιο		Πολυ-βινυλοχλωρίδιο	Χλωριωμένο πολυαιθυλένιο	ETM	Πολυ-ολεφίνη	Βουτύλιο	EPDM	Πολυ-χλωροπρένιο
	Υψηλής πυκνότητας 0,92-0,94	Χαμηλής πυκνότητας							
Ειδικό βάρος	Υψηλής πυκνότητας 0,92-0,94	Χαμηλής πυκνότητας	1,20-1,50	1,35-1,39	0,90-0,91	1,08-1,40	0,92-1,25	0,91-1,25	-
Διατμητική αντοχή (lb/in ²)	1300-2500	2400-4800	3500-10000	1800 min	4000-32000	9000-11000	1000-4000	1000-3500	1000-2000
Δυνατότητα επιμήκυνσης χωρίς θραύσης (%)	200-800	10-650	60-200	375-575	40-400	250-450	-	-	-
Θερμοκρασιακό εύρος αντοχής σε °C	-70 έως 180	-70 έως 240	-60 έως 200	-40 έως 200	-60 έως 220	-60 έως 380	-50 έως 325	-70 έως 250	-45 έως 250
Αντοχή σε οξέα	Πτωχή έως καλή	Καλή	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Πτωχή	-	-	Καλή
Αντοχή σε βάσεις	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Εξαιρετική	-	-	Καλή έως εξαιρετική
Αντοχή σε οξυγονωμένους διαλύτες	Πτωχή έως καλή	Πτωχή έως καλή	Κάλη	Πτωχή	-	-	-	-	Καλή
Αντοχή σε αρωματικούς διαλύτες	Μέτρια	Μέτρια	Καλή	Πτωχή	Καλή	Καλή	Πτωχή	Πτωχή	Καλή
Αντοχή σε αλειφατικούς διαλύτες	Πτωχή έως μέτρια	Πτωχή έως μέτρια	Καλή	Καλή	Καλή	Εξαιρετική	Πτωχή	Πτωχή	Καλή
Αντοχή σε αποσύνθεση	Πτωχή	Πτωχή	Καλή	Εξαιρετική	Πτωχή	Μέτρια	-	Μέτρια	Εξαιρετική

3.5 Δομή και απόθεση στους ΧΥΤΑ

Η απόθεση των απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ γίνεται σε μορφή στρώσεων κατά μήκος του μετώπου, πάχους 45-60 cm, οι οποίες συμπιέζονται με τη βοήθεια μηχανημάτων. Κάθε στρώση (ταμπάνι) χωρίζεται σε κελιά (κύτταρα) ημερησίας επικάλυψης, ύψους περίπου 2.5 m, δηλαδή τμήματα στα οποία αποτίθενται η ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων που φθάνουν στον ΧΥΤΑ και στο τέλος της ημέρας επικαλύπτεται με λεπτό στρώμα. Το πάχος της ημερησίας επικάλυψης είναι περίπου 0,15 m με υλικό αμμώδες ή αμμοχαλικώδες. Μετά την τοποθέτηση ταμπανιών γίνεται εκσκαφή οριζόντιων τάφρων για συλλογή και ανάκτηση βιοαερίου ενώ στα διαδοχικά ταμπάνια τοποθετούνται συστήματα συλλογής διασταλλαγμάτων.

Μετά την στρώση του τελικού καλύμματος τοποθετούνται κατακόρυφα πηγάδια συλλογής βιοαερίου που βρίσκονται σε επικοινωνία με τα οριζόντια πηγάδια. Επισημαίνεται η ανάγκη περιφράξης του ΧΥΤΑ με γαλβανισμένους από μορφοσίδηρο πασσάλους, ύψους τουλάχιστον 2,5 m από το έδαφος, σε απόσταση μεταξύ τους 3 m, στερεωμένους σε μπετόν και συρματόπλεγμα με αντηρίδα. Για λόγους οπτικής και ηχητικής απομόνωσης του ΧΥΤΑ κατασκευάζεται εσωτερικά της περιφράξης περιμετρική δενδροφύτευση. Επιπλέον σε ΧΥΤΑ που γειτνιάζουν με δασικές εκτάσεις κατασκευάζεται και αντισυρματική ζώνη ελάχιστου

πλάτους 8 m και γίνεται εξοπλισμός με δεξαμενές πυρόσβεσης, συσκευών πυρόσβεσης και αποθήκες εδαφικού υλικού.

Με την τοποθέτηση και τη βιοαποδόμηση οργανικών συστατικών είναι πιθανή η καθίζηση σε διάφορα τμήματα του ΧΥΤΑ. Τότε επανατοποθετούνται απόβλητα για να αποκατασταθεί η επιθυμητή κλίση, το ύψος, τα διασταλλάγματα και το βιοαέριο.

3.6 Επίδραση της προεπεξεργασίας των αποβλήτων

1. Τεμαχισμός: πολλαπλασιάζει την ενεργό επιφάνεια των αποβλήτων και μειώνει το μέγεθος τους, άρα:
 - Επιταχύνει τις διαδικασίες αποδόμησης
 - Διευκολύνει την μεταφορά ρύπων προς το βιοαέριο και τα στραγγίσματα
 - Διευκολύνει τη συμπίεση
2. Δεματοποίηση: αυξάνει το ειδικό βάρος των αποβλήτων και μεγαλώνει τη διάρκεια ζωής του ΧΥΤΑ. Ωστόσο, οι διαδικασίες αποδόμησης συνήθως επιβραδύνονται σημαντικά, ενώ η διείδυση της υγρασίας εντός των αποβλήτων δυσκολεύει. Η δυσκολία κατακράτησης των όμβριων, λόγω υψηλής συμπίεσης των δεμάτων και η ύπαρξη σχετικά μεγάλων "καναλιών ροής" μεταξύ των δεμάτων οδηγεί σε άμεση εμφάνιση πλημμυρικών απορροών στραγγισμάτων σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης. Στην περίπτωση αυτή όμως, το ρυπαντικό φορτίο των στραγγισμάτων είναι σημαντικά χαμηλό.
3. Βιολογική επεξεργασία:
 - Μειώνει την ποσότητα των άμεσα βιοαποδομήσιμων ουσιών και διευκολύνει την αποδόμηση των αποβλήτων.
 - Σε γενικές γραμμές αυξάνει την διαπερατότητα της αποριματικής μάζας και μειώνει τις πιθανότητες έμφραξης των αγωγών στραγγισμάτων και της στρώσης αποστράγγισης. Το πρόβλημα είναι ότι για να υπάρχει αποδεκτή τελική ποιότητα της απόθεσης, η βιολογική επεξεργασία πρέπει να κρατήσει τουλάχιστον 14-16 εβδομάδες, γεγονός που ανεβάζει σημαντικά το κόστος της και τις περισσότερες φορές είναι αποτρεπτικό. Βιολογική επεξεργασία μικρότερης διάρκειας πρέπει να συνδυάζεται με εξαναγκασμένο αερισμό, ως τεχνική αποκατάστασης- ολοκλήρωσης της αποδόμησης.
4. Θερμική επεξεργασία:
 - Μειώνει δραστικά τον όγκο των αποβλήτων
 - Πρακτικά εξαλείφει τις ποσότητες των οργανικών αποβλήτων, επομένος και το βιοαέριο και το οργανικό φορτίο των στραγγισμάτων
 - Εξασφαλίζει πολύ υψηλή συμπίεση των υπολειμμάτων.Ωστόσο, απαιτούνται σημαντικές μελέτες για το δυναμικό παραγωγής στραγγισμάτων που προκύπτουν από χώρους ταφής υπολειμμάτων θερμικής επεξεργασίας, έτσι ώστε να θεωρηθούν αμελητέου ρίσκου στο τέλος της περιόδου μεταφροντίδας.

3.7 Εργασίες ταφής ειδικών αποβλήτων

Ορισμένα από τα απόβλητα που γίνονται δεκτά στο ΧΥΤΑ, απαιτούν ειδική μεταχείριση. Στη συνέχεια ακολουθούν τα είδη των αποβλήτων αυτών καθώς και οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται .

- ✚ *Αντικείμενα που δύναται να τεμαχιστούν, π.χ. έπιπλα και συσκευές, θα πρέπει να αποθέτονται στη βάση του πρανούς του μετώπου εργασίας, αν αυτό είναι εφικτό και δεν δυσχεραίνει τους ελιγμούς των οχημάτων. Με τη χρήση του προωθητή τα αντικείμενα αυτά θα πρέπει να τεμαχιστούν σε μία επίπεδη επιφάνεια και στη συνέχεια*

να προωθηθούν στη βάση του μετώπου εργασίας. Τα κενά που δημιουργούνται από τα αντικείμενα αυτά, θα πρέπει να γεμίζονται με κοινά απορρίμματα.

- ✚ *Μπάζα προερχόμενα από κατεδαφίσεις, π.χ. χώματα, χαλίκι, κομμάτια ή στοιχεία από μπετόν (σκυροδέματα), επιχρίσματα, πλίνθοι (τούβλα), πλάκες επιστρώσεως, γύψος, άμμος, λαξευμένες πέτρες, θρύμματα ειδών υγιεινής κ.λπ. Τα υλικά κατεδαφίσεων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια και προκύπτουν από την εξολοκλήρου ή επιμέρους κατεδάφιση των κατασκευών. Η σύσταση των υλικών αυτών ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την ηλικία, τη μορφή, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου/κατασκευής, ενώ για την κατεδάφιση σημαντικό ρόλο παίζει η ιστορική πολιτιστική και οικονομική αξία της κατασκευής. Τα υλικά αυτά θα πρέπει να απλωθούν στη βάση του μετώπου εργασίας με ομοιόμορφο τρόπο. Επάνω σε αυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν κοινά απορρίμματα. Υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή οδοποιίας στο ΧΥΤΑ, θα πρέπει να αποθηκεύονται στα καθορισμένα από τον υπεύθυνο μηχανικό σημεία για την μετέπειτα χρήση τους σε τέτοιες εργασίες.*
- ✚ *Αντικείμενα μεγάλου μήκους, θα πρέπει να τοποθετούνται παράλληλα με το μέτωπο εργασίας και στη βάση αυτού να καλύπτονται με κοινά απορρίμματα.*
- ✚ *Χαμηλής πυκνότητας απόβλητα, π.χ. κλαριά, φύλλα και κλαδέματα, συνθετικές ίνες, πλαστικά φιλμ, αφρώδη και ελαστικά υλικά κ.α., απαιτούν ειδική μεταχείριση, καθώς αναπηδούν μετά τη διάσπρωση τους και δεν παραμένουν συμπιεσμένα μετά την μαζική συμπίεση των αποβλήτων. Για αυτό το λόγο, τα υλικά αυτά θα πρέπει να διαστρώνονται σε στρώσεις των 30 cm και να καλύπτονται με κοινά απόβλητα, τα οποία με το βάρος τους θα συγκρατούν τα χαμηλής πυκνότητας απόβλητα.*
- ✚ *Κονιορτοποιημένα απόβλητα, π.χ. το πριονίδι, σκόνες ή πούδρες κ.α. απαιτούν ειδική μεταχείριση. Τα απόβλητα αυτά αποτελούν πρόβλημα, καθώς όταν αναδεύονται, από τον κινητό εξοπλισμό λειτουργίας εκτίθενται στον άνεμο και αποτελούν κίνδυνο για το προσωπικό του ΧΥΤΑ από την εισπνοή τους και την επαφή τους με το δέρμα. Επιπλέον, για κάποια από αυτά τα απόβλητα, το πρόβλημα λύνεται με την διαβροχή τους με νερό. Σε άλλη περίπτωση, τα απόβλητα αυτά θα πρέπει πρώτα να καλυφθούν με χώμα ή άλλα απόβλητα, ούτως ώστε να μειωθεί το φαινόμενο εκπομπής τους στην ατμόσφαιρα.*

4.ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

4.1 Γενικά

Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη διάρκεια λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ είναι: βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών (αερόβια ή αναερόβια), χημική οξείδωση των υλικών, διάλυση των ρυπαντών, διαφυγή αερίων από τον χώρο, καθίζηση λόγω της συμπύκνωσης των υλικών και κίνηση των διαλυμένων ουσιών. Οι διεργασίες αυτές αναφέρονται ως διαδικασίες ωρίμανσης-αποσάθρωσης-αποστράγγισης (Δημόπουλος, 2001).

Πιο αναλυτικά χωρίζονται στις παρακάτω φάσεις:

Φάση I- Αρχική προσαρμογή

Η οργανική ύλη των ΑΣΑ υφίσταται βιολογική αερόβια αποδόμηση. Το οξυγόνο είναι παγιδευμένος μέσα στο ΧΥΤΑ και λειτουργεί ως πηγή αέρα, ενώ ως πηγή μικροοργανισμών

αποτελεί το εδαφικό υλικό κάλυψης και τα ανακυκλούμενα διασταλλάγματα. Περιγράφεται από την παρακάτω αντίδραση:

Οργανική ύλη αποβλήτων + O₂ + θρεπτικά (μικροοργανισμοί) → νέα κύτταρα + μερικώς αποδομημένα προϊόντα + CO₂ + H₂O + NH₃ + SO₄²⁻ + θερμότητα

Οι αερόβιοι μικροοργανισμοί παράγουν CO₂ και η θερμοκρασία ανέρχεται στους 70°C. Η μεγάλη ποσότητα CO₂ έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό όξινων στραγγισμάτων. Επειδή το ποσοστό υγρασίας των ΑΣΑ σε αυτή τη φάση δεν έχει φθάσει την αντίστοιχη υδροχωρικτικότητα δεν παράγονται διασταλλάγματα. Τα στραγγίσματα σε αυτή τη φάση αποτελούνται από αιωρούμενα σωματίδια, ευδιάλυτα άλατα και μικρές ποσότητες ευδιάλυτης οργανικής ύλης.

Πίνακας 4. Συγκριτικός πίνακας ρυθμού και ημίσεια ζωή αποδόμησης αποβλήτων ΧΥΤΑ.

Είδος απορριμμάτων	Ρυθμός αποδόμησης	Ημίσεια ζωή αποδόμησης
Τρόφιμα, υπολείμματα κουζίνας	Πολύ γρήγορος	1 χρόνος
Απορρίμματα κήπων	Γρήγορος	5 χρόνια
Χαρτί, χαρτόνι, ξύλο, ύφασμα	Αργός	15 χρόνια
Πλαστικό, δέρμα, λάστιχα, αδρανή	-	-

Φάση II- Μεταβατική φάση

Στη φάση αυτή εξαντλείται το οξυγόνο και αρχίζουν να αναπτύσσονται αναερόβιες συνθήκες. Τότε τα NO₃⁻ και SO₄²⁻ είναι δυνατόν να συμπεριφέρονται ως δέκτες ηλεκτρονίων σε βιολογικές αντιδράσεις και να ανάγονται σε N₂ και H₂S (δυναμικό οξειδοαναγωγής -150 έως -300 mV, ενώ για την παραγωγή μεθανίου απαιτούνται -150 έως -300 mV). Καθώς συνεχίζεται η ελάττωση του δυναμικού οξειδοαναγωγής αρχίζουν οι αναερόβιες βιολογικές διεργασίες μετατροπής της οργανικής ύλης σε CO₂, H₂ και πτητικά λιπαρά οξέα (volatile fatty acids) υπό ελάττωση του pH των διασταλλαγμάτων.

Φάση III-Οξίνη φάση

Εδώ επιταχύνονται οι βιολογικές αντιδράσεις που άρχισαν στη φάση II και παράγονται σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων και CO₂ και μικρότερες H₂. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε τρία στάδια, δύο εκ των οποίων ανήκουν στη φάση αυτή.

1ο στάδιο: Ενζυματική υδρόλυση ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους (λίπη, πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, νουκλεϊνικά οξέα) σε ενώσεις μικρότερου μοριακού βάρους (λιπαρά οξέα, μονοσακχαρίτες, αμινοξέα) που χρησιμοποιούνται από μικροοργανισμούς ως πηγή ενέργειας.

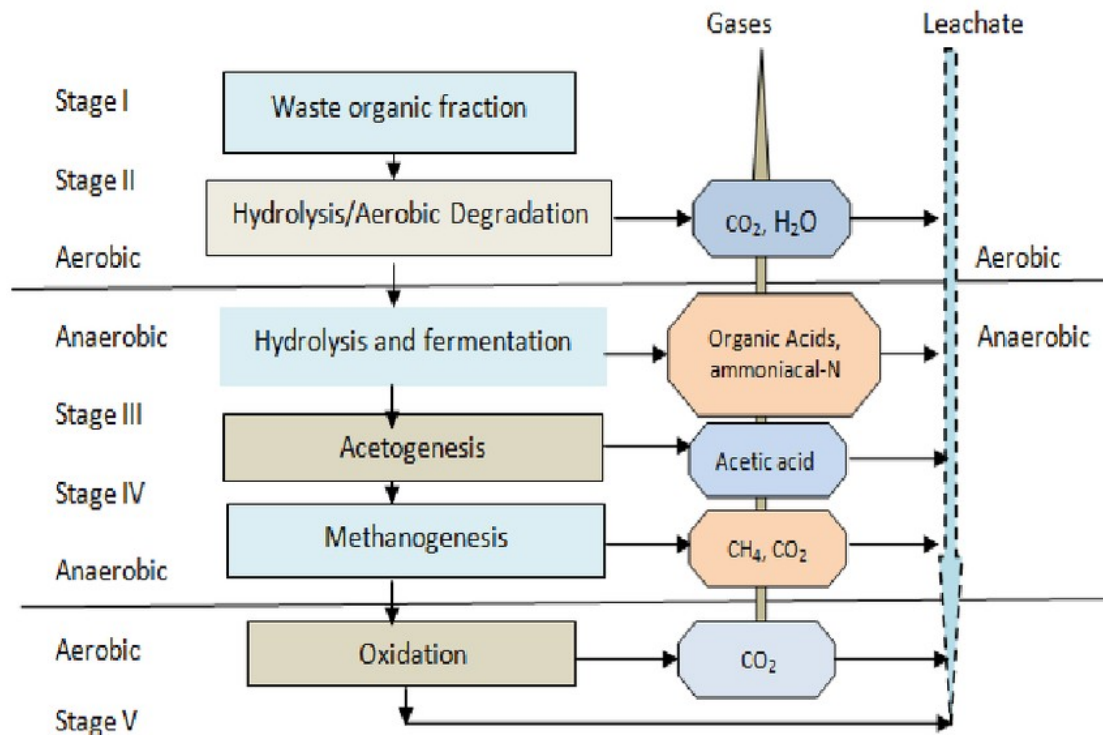
2ο στάδιο: Οξεογένεση όπου επιτελείται μικροβιακή μετατροπή των προϊόντων του 1ου σταδίου κυρίως σε λιπαρά οξέα μικρού μοριακού βάρους (VFAs) [4], αλλά και μικρές ποσότητες φουλβικών και άλλων οργανικών οξέων (μυρμηκικό, προπιονικό, βουτυρικό, οξικό). Στα αέρια προϊόντα κυριαρχεί το CO₂ και λίγο H₂). Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιούνται ως μικροοργανισμοί μη μεθανιογόνα αναερόβια βακτήρια).

Φάση IV-Μεθανιογένεση

Στη μεθανιογένεση ανήκει το 3ο στάδιο μετατροπής της οργανικής ύλης όπου το οξικό οξύ και το H_2 μετατρέπονται σε CH_4 και H_2O . Οι μικροοργανισμοί της φάσεως αυτής είναι υποχρεωτικά αναερόβιοι και ονομάζονται μεθανιογόνα βακτήρια (methanogens or methane formers). Κατά τη μεθανιογένεση δεν διακόπτεται η παραγωγή οξέων, αλλά ελαττώνεται σημαντικά ο ρυθμός της σε σύγκριση με την όξινη φάση.

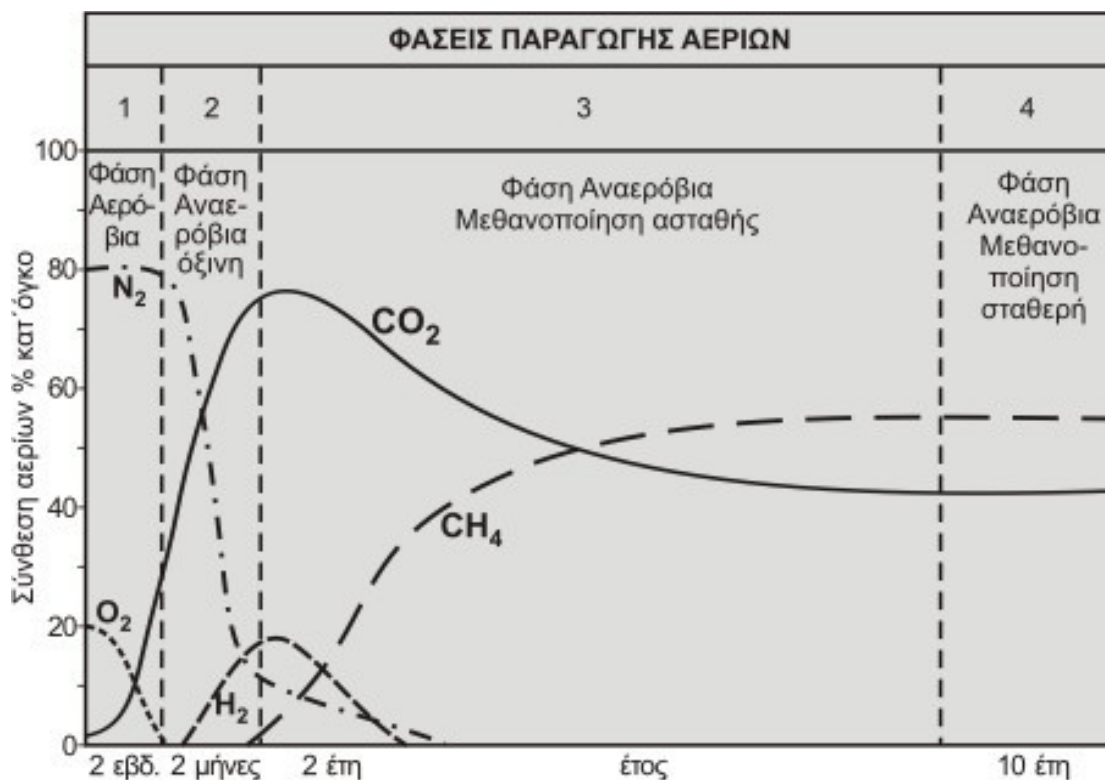
Φάση V-Ωρίμανση (manuration)

Η φάση αυτή αρχίζει αφού έχει προηγηθεί η μετατροπή της διαθέσιμης οργανικής ύλης. Με τη συνεχιζόμενη κυκλοφορία του νερού μέσα στο ΧΥΤΑ καθίσταται πλέον δυνατή η διάθεση οργανικής ύλης (μικρά μόρια) προς μετατροπή σε CO_2 και CH_4 που σε προηγούμενες φάσεις δεν ήταν διαθέσιμη. Ο ρυθμός παραγωγής βιοαερίου ελαττώνεται σημαντικά επειδή έχουν εξαντληθεί ή απομακρυνθεί σημαντικά με τα διασταλλάγματα τα απαραίτητα θρεπτικά υλικά. Εκτός από τα δύο παραπάνω αέρια έχουν μετρηθεί και μικρές συγκεντρώσεις O_2 και N_2 . Τα διασταλλάγματα εδώ περιέχουν φουλβικά και χουνικά οξέα τα οποία δεν βιοαποδομούνται.



Εικόνα 5. Διαδικασία βιολογικής αποσύνθεσης σε ΧΥΤΑ

(https://www.researchgate.net/figure/273322332_fig1_Figure-1-Biological-Decomposition-Process-in-a-Landfill)



Εικόνα 6. Διάγραμμα φάσεων παραγωγής αερίων

Το βιοαέριο 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%). Αέρια σε μικρά ποσοστά είναι: H_2 , H_2S , NH_3 , N_2 , βινυλοχλωρίδια κ.ά. Τα ποσοστά και η παρουσία άλλων συστατικών εξαρτάται άμεσα από το είδος των προς διάθεση αποβλήτων και τις συνθήκες ταφής. Οι φθοριούχοι υδρογονάνθρακες (freons) διαφεύγουν εύκολα στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στη διάσπαση του όζοντος.

Πίνακας 5. Αέρια που παράγονται σε χώρους απόθεσης απορριμμάτων (Tchobanoglous, 1977).

Αέριο	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος	Πυκνότητα (g/L)
Μεθάνιο	CH_4	16,03	0,7167
Διοξείδιο του άνθρακα	CO_2	44,00	1,9768
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	28,00	1,2501
Υδρογόνο	H_2	2,01	0,0898
Άζωτο	N_2	28,02	1,2507
Οξυγόνο	O_2	32,00	1,4289
Αμμωνία	NH_3	17,03	0,7708
Υδρόθειο	H_2S	34,08	1,5392

Πίνακας 6. Σύσταση παραγόμενου βιοαερίου ανάλογα τον χρόνο πλήρωσης του χώρου

Μήνες από την πλήρωση του χώρου	N_2 % w/v	CO_2 % w/v	CH_4 % w/v
0-3	5,2	88	5
3-6	3,8	76	21

6-12	0,4	65	29
12-18	1,1	52	40
18-24	0,4	53	47
24-30	0,2	52	48
30-36	1,3	46	51
36-42	0,9	50	47
42-48	0,4	51	48

Η δε θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου βιοαερίου κυμαίνεται από 5000Kcal/m³ έως 9300Kcal/m³ και εξαρτάται από τη σύσταση των απορριμμάτων και τις συνθήκες που επικρατούν στο ΧΥΤΑ. Ο ρυθμός παραγωγής και η σύσταση του βιοαερίου εκτιμάται ότι σταθεροποιούνται με την πάροδο 2-3 ετών από την έναρξη λειτουργίας του χώρου. Το CH₄ (ελαφρύτερο του αέρα) κινείται προς την επιφάνεια των απορριμμάτων, εγκλωβίζεται κάτω από τη στρώση κάλυψης και τελικώς, αν δεν υπάρχει κατάλληλο σύστημα ελεγχόμενης απομάκρυνσης του, διαφεύγει στον αέρα μέσω των ρωγμών της σφραγιστικής στρώσης. Αντίθετα, το CO₂ (βαρύτερο του αέρα) τείνει να συσσωρευθεί στον πυθμένα του χώρου απόθεσης, όπου τελικώς διαλύεται εντός του υγρού στραγγίσματος. Η διαφυγή του αερίου προκαλεί δυσοσμία και είναι επικίνδυνο για έκρηξη και ανάφλεξη. Μίγμα CH₄ και αέρα σε ποσοστό 15% CH₄ είναι εκρηκτικό μίγμα. Ο μέσος ρυθμός παραγωγής CH₄ είναι 5-10 L/kg απορριμμάτων.

4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αερίων ΧΥΤΑ

1. Υγρασία

Η πιο σημαντική παράμετρος για την αποσύνθεση της οργανικής ύλης και την παραγωγή αερίων, καθότι αποτελεί το μέσο μεταφοράς θρεπτικών υλικών και μικροοργανισμών σε όλον τον ΧΥΤΑ. Αν το ποσοστό υγρασίας υπερβεί την τιμή της υδροχωρητικότητας η παραπάνω κυκλοφορία δεν καθίσταται δυνατή και ο ρυθμός παραγωγής των αερίων αυξάνεται.

2. Θρεπτικά συστατικά

Οι μικροοργανισμοί του ΧΥΤΑ έχουν ανάγκη από θρεπτικά συστατικά (C, H, O, N, P, S) και μικρές ποσότητες ιχνοστοιχείων πολλές φορές υπό συγκεκριμένη αναλογία. Αν τα θρεπτικά συστατικά δεν είναι διαθέσιμα τότε ελαττώνεται η παραγωγή αερίων. Η παρουσία τοξικών ουσιών όπως είναι τα βαρέα μέταλλα παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και ελαττώνει την παραγωγή αερίων.

3. Συγκέντρωση μικροοργανισμών

Μερικές φορές για να αυξηθεί η παραγωγή αερίων απαιτείται εμβολιασμός του ΧΥΤΑ με βακτήρια από άλλη πηγή, π.χ. ίλυ από την επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων ή αναερόβιο χωνευτή ιλύος.

4. pH

Η βέλτιστη περιοχή pH είναι 6.7-7.5, διαφορετικά ελαττώνεται η παραγωγή CH₄.

5. Θερμοκρασία

Επηρεάζει το είδος των μικροοργανισμών που επικρατούν και συνεπώς την παραγωγή αερίων. Η βέλτιστη περιοχή είναι 30-35 °C για μεσόφιλα βακτήρια και 45-65 °C για θερμόφιλα. Οι περισσότεροι ΧΥΤΑ λειτουργούν στη μεσόφιλη περιοχή. Η θερμοκρασία φθάνει στο ΧΥΤΑ σε ένα μέγιστο μέσα σε 45 ημέρες. Όταν το βάθος του ΧΥΤΑ είναι μεγαλύτερο από 15 m η θερμοκρασία φθάνει ακόμη και τους 70 °C.

4.3 Διαχείριση και απαγωγή βιοαερίου

Το σύστημα απαγωγής του βιοαερίου αποτελείται από βαθιές γεωτρήσεις που διατρέφουν όλο το βάθος μέχρι τον πυθμένα του ΧΥΤΑ. Οι γεωτρήσεις είναι εφοδιασμένες με διάτρητους σωλήνες, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με οριζόντιους αγωγούς, που καταλήγουν στο αντλητικό συγκρότημα. Με την υποπίεση που εφαρμόζεται, το βιοαέριο αντλείται και οδηγείται για παραγωγή ενέργειας ή καύση.

Υπάρχουν τρεις τρόποι διαχείρισης του βιοαερίου:

1. Παθητικός εξαερισμός διαμέσου της επιφάνειας (καθοδηγούμενος εξαερισμός)

Το βιοαέριο εξέρχεται από το εσωτερικό του ΧΥΤΑ μέσα από τμήματα της επιφανειακής κάλυψης τα οποία έχουν διαστρωθεί με οργανικό εδαφικό υλικό (βιόφιλτρα). Πρέπει να σημειωθεί, ότι το εδαφικό υλικό κάλυψης πρέπει να είναι πλούσιο σε βακτήρια, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν οι κατάλληλες βιοχημικές δράσεις αποδόμησης των οργανικών ενώσεων (εκτιμώμενος ρυθμός αποδόμησης: $50 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^2$ επιφάνειας/έτος) και επιπλέον, να πραγματοποιείται δέσμευση αερίων.

Συνήθως, τα συστήματα παθητικής απαγωγής χρησιμοποιούνται σε μικρές "χωματερές" αστικών απορριμμάτων (χωρητικότητας μέχρι $40,000 \text{ m}^3$ περίπου) και σε όλους τους τύπους αποδεκτών στερεών αποβλήτων, δηλαδή γενικώς στις περιπτώσεις όπου αναμένονται μικρές ποσότητες βιοαερίου.

2. Αντληση με κατακόρυφα ή οριζόντια φρεάτια (μεγάλες ποσότητες βιοαερίου και ενεργειακή αξιοποίηση του)

Τα κατακόρυφα φρεάτια συλλογής αερίων τοποθετούνται εντός του σώματος του ΧΥΤΑ, σε βάθος ίσο προς το 80-90% του συνολικού ύψους των αποβλήτων που έχουν αποθεθεί και απέχουν από τη μόνωση του πυθμένα τουλάχιστον 2 m. Οι κάθετοι αγωγοί τοποθετούνται εντός «φίλτρου» από αμμοχαλικώδες υλικό (μέγεθος κόκκων > 32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10%) και η διάμετρος τους πρέπει να είναι >200 mm. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατακόρυφων αγωγών δεν πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη των 50 m. Επίσης, η ακτίνα επιρροής κάθε αγωγού να είναι μικρότερη ή ίση των 25 m.

3. Ενεργητική απαγωγή βιοαερίου (κατασκευή δικτύου συλλογής)

Η τοποθέτηση των οριζόντιων αγωγών συλλογής γίνεται σε οριζόντιες τάφρους υψηλής διαπερατότητας (μέγεθος κόκκων αμμοχάλικου >32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10 % κ.β.) και πλάτους τουλάχιστον 0.5 m. Οι οριζόντιες τάφροι συλλογής των αερίων τοποθετούνται κάτω από τη μόνωση του ΧΥΤΑ και σε απόσταση μεταξύ τους περίπου 60 m. Η κλίση των αγωγών στα σημεία εξόδου πρέπει να είναι >7%. Στα σημεία αυτά εγκαθίσταται μονάδα συλλογής συμπυκνωμάτων (εφύγρανσης). Η διάμετρος των αγωγών συλλογής πρέπει να είναι > 250mm.

4.4 Κάλυμμα ΧΥΤΑ για οξείδωση μεθανίου

Παρά τα συστήματα συλλογής-απαγωγής βιοαερίου που χρησιμοποιούν οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ σημαντικές ποσότητες αυτού διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα. Η απομάκρυνση μεθανίου από την ατμόσφαιρα γίνεται με χημικές αντιδράσεις στη τροπόσφαιρα και με μικροβιακή οξείδωση σε εδάφη από μεθανιογόνα βακτήρια. Σε παγκόσμιο επίπεδο 80% της απομάκρυνσης CH_4 οφείλεται στη μικροβιακή οξείδωση. Το κομπόστ (compost) που παράγεται από τα ΑΣΑ ή την ιλύ βιολογικών καθαρισμών αποτελεί ένα πολύ καλό υπόστρωμα για την ανάπτυξη μεθανιογόνων βακτηρίων. Για το λόγο αυτό έχει προταθεί η κατασκευή καλυμμάτων από compost, τα οποία δρουν ως βιολογικά φίλτρα για την

μικροβιακή οξείδωση του μεθανίου. Το πάχος της στιβάδας πρέπει να είναι 1,2 m και η τοποθέτηση του δεν πρέπει να γίνεται με συμπίεση, ώστε να υπάρχει το απαραίτητο πορώδες και η απαραίτητη διαπερατότητα για το βιοαέριο.

4.5 Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου

- Η κατασκευή και λειτουργία του συστήματος συλλογής και απαγωγής των αερίων πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζει πλήρη ασφάλεια στο προσωπικό και στη λειτουργία του ΧΥΤΑ.
- Πριν την έναρξη λειτουργίας του συστήματος συλλογής, απαγωγής και γενικότερα διαχείρισης των αερίων, συντάσσεται πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος.
- Η εγκατάσταση της γενικής διαχείρισης των αερίων πρέπει να είναι έτοιμη για λειτουργία το αργότερο έξι μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ.
- Ο σχεδιασμός διαχείρισης των αερίων γίνεται με βάση υπολογισμούς για την αναμενόμενη μέγιστη ποσότητα παραγωγής τους. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνεται και μελέτη πιθανής δυναμικής μετανάστευσης αερίων εκτός του ΧΥΤΑ καθώς και τα τεχνικά μέτρα για την αποτροπή της μετανάστευσης. Εκτός του ΧΥΤΑ διανοίγεται γεώτρηση ανίχνευσης αερίων. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης γίνεται με βάση ειδική έρευνα του χώρου.
- Πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα: α) απομάκρυνσης υδάτων από τα συστήματα συλλογής και απαγωγής των αερίων β) καθαρισμού των αγωγών από τα συμπυκνώματα γ) αποφυγή εισόδου αέρα στο σύστημα και δ) ευχερούς και ασφαλούς πρόσβασης για διενέργεια ελέγχων και δειγματοληψιών
- Το υλικό των αγωγών πρέπει να είναι από ανθεκτικό στις αναμενόμενες φυσικές, χημικές και βιολογικές καταπονήσεις – επιβαρύνσεις.
- Η διάταξη των συστημάτων συλλογής και απαγωγής των αερίων γίνεται με τρόπο ώστε: α) να μην παρεμποδίζεται η ενεργητική απαγωγή των αερίων και β) να μην επιδρούν αρνητικά στα συστήματα μόνωσης του ΧΥΤΑ.
- Ο συνδυασμός οριζόντιων και κάθετων συστημάτων συλλογής των αερίων είναι επιθυμητός.
- Σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του ΧΥΤΑ η πίεση που εφαρμόζεται κατά την άντληση των αερίων πρέπει να είναι χαμηλή (υποπίεση).
- Η ταχύτητα των αερίων εντός των αγωγών να είναι μικρότερη των 10 m/sec
- Οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεταξύ τους όσο το δυνατόν λιγότερα σημεία σύνδεσης και οι συνδέσεις των αγωγών πρέπει να είναι ελαστικές.
- Στις περιπτώσεις που κατά την απαγωγή διαπιστώνεται υπέρβαση ορίων απαιτείται η άμεση διακοπή της άντλησης.

4.6 Τεχνικές τελικής διαχείρισης αερίων

Από τα συστήματα συλλογής και απαγωγής, τα αέρια καταλήγουν σε εγκαταστάσεις τελικής συλλογής, οι οποίες κατασκευάζονται επί σταθερού εδάφους. Προκειμένου να καθορισθεί η βέλτιστη τεχνική τελικής διαχείρισης των αερίων και των αντίστοιχων εγκαταστάσεων, απαιτείται προσδιορισμός της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης τους και αναλυτική τεκμηρίωση της επιλογής που θα γίνει.

Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται η εγκατάσταση συστημάτων δέσμευσης – επεξεργασίας των αερίων όπως συστήματα προσρόφησης σε ενεργό άνθρακα, καταιονισμού κλπ.

Στις περιπτώσεις που παράγονται μικρές ποσότητες βιοαερίου (αντιοικονομική ή ενεργειακή ή άλλη αξιοποίησή του), το βιοαέριο διέρχεται από πυρσό καύσης όπου καίγεται.

Στην περίπτωση μικρών χώρων, όπου η καύση του βιοαερίου είναι ανέφικτη τεχνικοοικονομικά, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί παθητικός εξοπλισμός μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων τμημάτων της επιφανείας του ΧΥΤΑ ή την κατασκευή ειδικών φρεατίων.

Εκτός της εκτίμησης της αθροιστικής παραγωγής του βιοαερίου είναι σημαντικό να προσδιορίζεται η χρονική εξέλιξη της παραγωγής του, ώστε να υπάρχει ευελιξία του συστήματος στις τυχόν αλλαγές της παραγόμενης ποσότητας του.

Τα συστήματα διαχείρισης του βιοαερίου σχεδιάζονται σύμφωνα με τις μεγαλύτερες τιμές παραγωγής του έτους προσαρμοσμένες με συντελεστή ασφάλειας τουλάχιστον 1,50.

Μονάδα άντλησης και Πυρσός καύσης

Πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις :

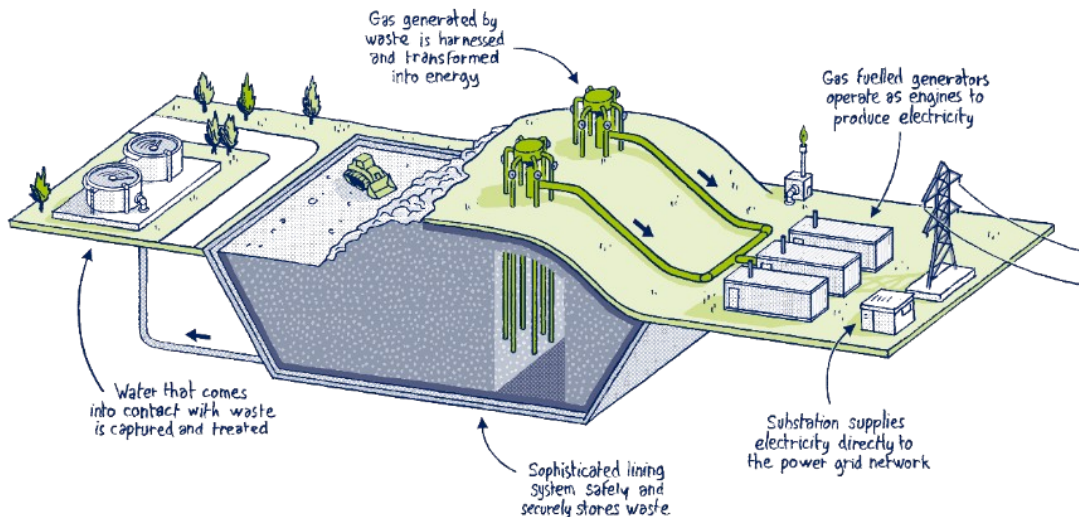
- Η μονάδα να εγκαθίσταται σε σταθερό έδαφος.
- Να περιλαμβάνονται διατάξεις εφύγρανσης, ανάσχεσης φλόγας, ελέγχου παροχών, δειγματοληψίας αερίου, ρύθμισης φλόγας και αυτοματισμούς λειτουργίας.
- Ο ηλεκτρικός κινητήρας να είναι αντiekρηκτικού τύπου.
- Όλες οι σωληνώσεις να είναι γαλβανισμένες.
- Η ελάχιστη θερμοκρασία του πυρσού καύσης να είναι 850° C

4.7 Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου

Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η εκπόνηση μελέτης η οποία θα εξετάζει την βιωσιμότητα της κατασκευής και λειτουργίας εγκατάστασης ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαερίου.

Βασικά στοιχεία που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- ✓ Η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου
- ✓ το περιεχόμενο του σε μεθάνιο
- ✓ η θερμογόνος δύναμή του
- ✓ το είδος και η ποσότητα των άλλων αερίων που περιέχονται σε αυτό
- ✓ οι πιθανές διακυμάνσεις ως προς την ποσότητα και τη σύστασή του,
- ✓ οι εναλλακτικές μορφές αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας
- ✓ η υποδομή που απαιτείται για τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας στους χρήστες, ανάλογα με τη χρήση, η εγγύτητα των χρηστών στην εγκατάσταση αξιοποίησης κ.λπ.
- ✓ ποσότητες και οι τύποι των αποβλήτων που θα διατίθενται στο ΧΥΤΑ
- ✓ εκτιμώμενες μελλοντικές ποσότητες βιοαερίου που αναμένεται να παραχθούν στο συγκεκριμένο χώρο.



Εικόνα 7. Σύστημα ενεργιακής αξιοποίησης αερίων ΧΥΤΑ
[\(http://www.sita.com.au/facilities/smartcells/\)](http://www.sita.com.au/facilities/smartcells/)

4.8 Έλεγχος και παρακολούθηση εκλυόμενων αερίων

Σε κάθε χώρο διάθεσης απορριμμάτων είναι απαραίτητος ο έλεγχος για την αποφυγή της ανεξέλεγκτης διαφυγής βιοαερίου στον περιβάλλοντα χώρο. Οι πιο σημαντικοί λόγοι για την εφαρμογή του ελέγχου αυτού είναι:

- Μερικά από τα συστατικά που υπάρχουν στο παραγόμενο βιοαέριο, όπως το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες, προκαλούν σοβαρά προβλήματα δυσσομίας στις περιοχές που βρίσκονται πλησίον του χώρου διάθεσης και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.
- Υφίσταται πιθανός κίνδυνος συμπτωμάτων ασφυξίας λόγω εκτοπισμού του οξυγόνου από το βιοαέριο καθώς και παρενεργειών από την εισπνοή επικίνδυνων ουσιών
- Η παρουσία μεθανίου στον αέρα σε αναλογία 5-15% οδηγεί στη δημιουργία εκρηκτικού μίγματος ενώ σε αναλογία μεγαλύτερη από 15% υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης.
- Η πιθανή συγκέντρωση μεθανίου σε κοιλώματα και παρακείμενους αγωγούς αποχέτευσης και όμβριων εμπεριέχει τον κίνδυνο έκρηξης
- Υφίσταται κίνδυνος για τη χλωρίδα του περιβάλλοντος χώρου λόγω της υπόγειας μεταφοράς του βιοαερίου από τις ρίζες των φυτών και τη συνεπακόλουθη εκδίωξη του οξυγόνου καθώς και λόγω της υγροσκοπικότητας του μεθανίου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον μαρασμό και την ξήρανση των φυτών. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο κατά τη φάση αποκατάστασης, φυσικής επανένταξης και μετέπειτα φροντίδας του χώρου διάθεσης.
- Υφίσταται κίνδυνος κίνησης του διοξειδίου του άνθρακα προς τα κατώτερα στρώματα του χώρου, λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για αέριο πυκνότερο του αέρα και του μεθανίου κατά 1,5 και 2,8 φορές αντίστοιχα. Επίσης υπάρχει η πιθανότητα περαιτέρω κατείδυσης του προς τα υπόγεια ύδατα, επιφέροντας αύξηση στη οξύτητα και τη σκληρότητα των υπογείων υδάτων (λόγω της μεγάλης του διαλυτότητας στο νερό).
- Υφίσταται κίνδυνος ανεξέλεγκτης ρύπανσης λόγω των διαρροών μέσω υπογείων ρηγμάτων, με τους συνεπαγόμενους κινδύνους για τις πλησίον προς το χώρο διάθεσης περιοχές.

4.8 Συστήματα και τεχνικές ελέγχου και παρακολούθησης αερίων

Με βάση τα παραπάνω, είναι φανερό ότι απαιτείται σύστημα παρακολούθησης (monitoring) και ελέγχου (control) του παραγόμενου βιοαερίου. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται τόσο σε σημεία μέσα στη περιοχή του χώρου ταφής όσο και σε σημεία εκτός αυτής, κυρίως προς τη κατεύθυνση όπου υφίσταται ή προβλέπεται ανθρωπογενής δραστηριότητα (risk areas).

Ο έλεγχος των εκπομπών προς το περιβάλλον επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό των παρακάτω συστημάτων και εγκαταστάσεων:

- Σύστημα στεγανοποίησης
- Σύστημα ανάκτησης.
- Δίκτυα συλλογής.
- Μονάδα άντλησης.
- Πυρσό καύσης.
- Μονάδα αξιοποίησης. (εάν τεκμηριώνεται η κατασκευή της)
- Σύστημα περιβαλλοντικού ελέγχου και μέτρα ασφάλειας.

Η παρακολούθηση της ποιότητας και της ποσότητας των εκλυόμενων αερίων, πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική για κάθε τμήμα του χώρου ταφής. Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο έλεγχος και η παρακολούθηση του παραγόμενου βιοαερίου πρέπει να περιλαμβάνει τη μέτρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα (ανά μήνα) των εκπομπών αερίων ρύπων όπως: μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα, οξυγόνο, υδροθείο, υδρογόνο. Σε αραιότερα χρονικά διαστήματα (π.χ. ανά εξάμηνο) πρέπει να μετρώνται και άλλοι αέριοι ρύποι όπως ολικό χλώριο, ολικό θείο, άζωτο, ολικό φθόριο. Επίσης, ανάλογα με τη σύνθεση των αερίων και την εφαρμοζόμενη μέθοδο διαχείρισης τους, σε περίπτωση αξιοποίησης ή καύσης του βιοαερίου, μπορεί να μετρώνται και άλλα συστατικά όπως: Βενζόλιο, χλωροαιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, πεντάνιο, κυκλοεξάνιο, εξάνιο, επτάνιο, οκτάνιο, ισοπροπυλοβενζόλιο, αιθυλοβενζόλιο, τολουόλη, ξυλόλη, διχλωρομεθάνιο.

Η δειγματοληψία διενεργείται σε κάθε φρεάτιο και το δείγμα αποστέλλεται για εργαστηριακή ανάλυση με βάση πρότυπες μεθόδους. Επιπλέον, όπου η μορφολογία του εδάφους το επιτρέπει, συνιστάται η κατασκευή γεωτρήσεων παρακολούθησης για πιθανές διαρροές βιοαερίου. Ανάλογος έλεγχος θα πρέπει να γίνεται και στις γεωτρήσεις παρακολούθησης των υπογείων υδάτων, στις κεντρικές εγκαταστάσεις και στο περιβάλλον εργασίας.

Οι διατάξεις ελέγχου που υφίστανται στον αγωγό είναι πλήρως αυτοματοποιημένες και επιτρέπουν την άμεση διακοπή της άντλησης σε ενδεχόμενη υπέρβαση των ανώτατων επιτρεπτών ορίων αερίων εκπομπών, που καθορίζονται από την υφιστάμενη νομοθεσία.

Για την πρόληψη της δημιουργίας αναφλέξεων, τοποθετούνται φλογοπαγίδες πριν και μετά από τα σημεία όπου είναι δυνατόν αυτές να δημιουργηθούν (πυρσός καύσης, άντληση αερίου, περιοχή υποπίεσης, περιοχή συμπύκνωσης).

Συνοψίζοντας τα ανωτέρω 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 CH₄

- στην προστασία της χλωρίδας

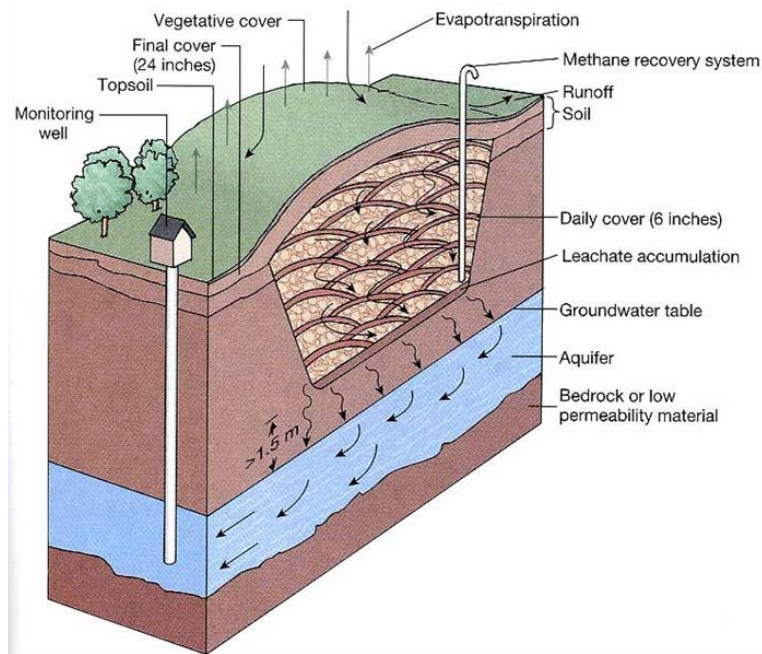
5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ

5.1 Γενικά

Η αποσύνθεση των οργανικών ενώσεων μέσα στο ΧΥΤΑ πραγματοποιείται παρουσία υγρασίας και κατάλληλης θερμοκρασίας. Η απαραίτητη υγρασία προέρχεται από τη φυσική υγρασία των απορριμμάτων, από την κατείδυση της βροχόπτωσης και από το νερό που παράγεται από τις χημικές αντιδράσεις της αποσύνθεσης. Το σύνολο του νερού που παράγεται από τις παραπάνω διεργασίες καλείται στράγγισμα.

Τα στραγγίσματα είναι υγρά που δημιουργούνται στον ΧΥΤΑ από την αποσύνθεση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων και από τη διείδυση στη μάζα τους των νερών της βροχής. Τα στραγγίσματα (διασταλλάζοντα, στραγγίδια) δημιουργούνται καθολές τις φάσεις αποδόμησης των στερεών αποβλήτων. Κατά την πορεία των υγρών μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες και έτσι μπορούν να μολύνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για πολλά χρόνια μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ.

Η παραγωγή στραγγίσματος είναι το αποτέλεσμα μιας σειράς χημικών και βιοχημικών διεργασιών, κυριότερες των οποίων είναι η διάλυση των ευδιάλυτων αλάτων και η αποδόμηση του οργανικού υλικού. Τυπική διαδικασία παραγωγής στραγγισμάτων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8. Φυσική ροή στραγγισμάτων ΧΥΤΑ (<http://slideplayer.com/slide/1494008/>)

Η διαφυγή του στραγγίσματος από τον χώρο απόθεσης έχει ως αποτέλεσμα την κίνησή του αρχικά κατακόρυφα στην ακόρεστη ζώνη και στη συνέχεια την εισαγωγή του στην κορεσμένη ζώνη, δημιουργώντας το πλούμιο ρύπανσης. Η κίνηση του στραγγίσματος στην κορεσμένη ζώνη καθορίζεται από την υδραυλική αγωγιμότητα και την υδραυλική κλίση. Το πλούμιο αυτό μπορεί να φθάσει σε οριζόντια απόσταση 2-3 km και σε βάθος 50 m.

Επιπλέον διεργασίες που επηρεάζουν τη μεταφορά των ρύπων είναι: η διάχυση, η υδροδυναμική διασπορά, η ιοντοανταλλαγή, η προσρόφηση, η διάλυση και η απόθεση

ορυκτών, η οξείδωση και αναγωγή, οι αντιδράσεις οξέων και βάσεων και οι βιοχημικές αντιδράσεις. Η υψηλή συγκέντρωση Cl⁻ είναι ένδειξη της παρουσίας στραγγισμάτων στο υπόγειο νερό.

Κατά την κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ πρέπει να εγκατασταθούν συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ώστε να προστατευτούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

Ο έλεγχος διαρροής των στραγγισμάτων γίνεται σε κατάλληλες θέσεις (γεωτρήσεις) που προκύπτουν από την υδρογεωλογική έρευνα. Οι παράμετροι ελέγχου είναι: pH, BOD₅, COD, SO₄, NH₄-N, Cl, F, TOC, αρσενικό, οργανικό N, φαινόλες, φωσφορικά, βαρέα μέταλλα και υδρογονάνθρακες. Η παρακολούθηση της ποιοτικής σύστασης των στραγγισμάτων γίνεται ανά τρίμηνο στη φάση λειτουργίας. Επίσης η στάθμη των υπόγειων υδάτων πρέπει να παρακολουθείται ανά εξάμηνο στη φάση λειτουργίας.

Πίνακας 7. Τυπική χημική σύσταση διασταλαζόντων σε σχέση με την ηλικία του ΧΥΤΑ (Tchobanoglous, 1977).

Παράμετρος	Όρια (mg/L)	Τυπική τιμή (mg/L)	Ηλικία ΧΥΤΑ >2 έτη
BOD	2000-30000	10000	100-200
TOC	1500-20000	6000	80-160
COD	3000-45000	18000	100-500
TDS	200-1000	500	100-400
Οργανικό N	10-600	200	80-120
Αμμωνιακό N	10-800	200	20-40
Νιτρικά	5-40	25	5-10
Ολικός P	1-70	30	30
PO ₄	1-50	20	20
Αλκαλικότητα CaCO ₃	1000-10000	3000	3000
pH	5,3-8,3	6	7,5
Σκληρότητα CaCO ₃	300-1000	3500	200-500
Ca	200-3000	1000	100-400
Mg	50-1500	250	50-200
K	200-2000	300	50-400
Na	200-2000	500	100-200
Cl	100-3000	500	100-400
SO ₄ ⁻	100-3000	500	20-50
Ολικός Fe	50-600	60	20-200

- Ca, Mg, Na: από την διάλυση χλωριούχων και θειούχων αλάτων των στοιχείων αυτών και ορυκτών από το υλικό επικάλυψης, το οποίο περιέχει συνήθως αργιλικά ορυκτά και ανθρακικό ασβέστιο.
- SO₄⁻: λόγω μικροβιακής δράσης και καθίζησης θείου με τη μορφή μεταλλικών σουλφιδίων.
- Αζωτούχες ενώσεις: λόγω οργανικού αζώτου στα υπολείμματα των τροφών.
- Fe, Mn, Al, Zn: από τη μερική διάλυση των μεταλλικών αντικειμένων από το ισχυρά διαβρωτικό στράγγισμα.
- Ανίχνευση στοιχείων όπως Cu, Ni, Co, Cr, Cd και Hg δείχνουν υψηλή τοξικότητα.

5.2 Υδατικό ισοζύγιο και παραγωγή διασταλλαγμάτων

Ο πιθανός σχηματισμός διασταλλαγμάτων είναι δυνατόν να εκτιμηθεί με βάση το υδατικό ισοζύγιο ενός ΧΥΤΑ. Αυτό συνίσταται από την πρόσθεση όλων των ποσοτήτων ύδατος που εισέρχονται στον ΧΥΤΑ και αφαίρεση αυτών που καταναλώνονται σε χημικές και βιοχημικές διεργασίες ή διαφευγούν ως υδρατμοί. Η ποσότητα του ύδατος που υπερβαίνει την υδροχωριτικότητα [6] των ΑΣΑ in-situ [7] αντιστοιχεί στην ποσότητα των σχηματιζόμενων διασταλλαγμάτων.

Εισροές:

- Νερό που εισέρχεται από το επάνω μέρος του κυττάρου (βροχόπτωση)
- Νερό που περιέχεται στα ΑΣΑ (ποικίλλει ανάλογα με τη σύνθεση των ΑΣΑ)
- Νερό που περιέχεται στο εδαφικό κάλυμμα (εξαρτάται από τον τύπο του υλικού και συγκεκριμένα από την υδροχωριτικότητα)
- Νερό που περιέχεται σε ιλύ
- Υπόγειο νερό ρηχού υδροφορέα

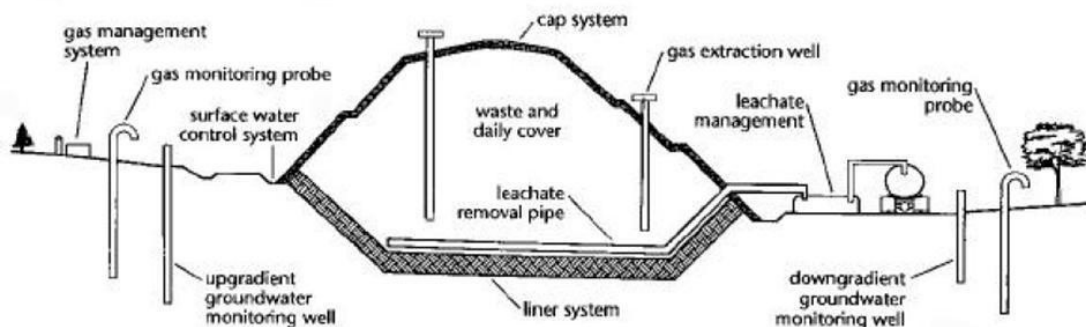
Εκροές:

- Νερό που χρησιμοποιείται στην παραγωγή αερίου (για ελληνικά ΑΣΑ, τα οποία είναι εύκολα βιοαποδομήσιμα, ανέρχεται σε $0,276 \text{ kg H}_2\text{O/m}^3$)
- Νερό που διαφεύγει με το αέριο ως ατμός (το αέριο του ΧΥΤΑ είναι συνήθως κορεσμένο από υγρασία, της οποίας συγκέντρωση υπολογίζεται από την καταστατική εξίσωση των αερίων: $PV=nRT$, όπου n ο αριθμός moles ύδατος)
- Διασταλλάγματα (στο 1ο ταμπάνι είναι το υγρό που εξέρχεται από αυτό. Σε υψηλότερα ταμπάνια είναι το υγρό που εισέρχεται στο άνω μέρος του κυττάρου του αμέσως κατώτερου ταμπανιού. Σε, τυχόν, ενδιάμεσα συστήματα συλλογής, το υγρό που εξέρχεται λέγεται επίσης διαστάλλαγμα. Τα διασταλλάγματα συλλέγονται με την βοήθεια διαύλων πριν ικανοποιηθούν οι υδροχωριτικότητες των ΑΣΑ)

5.3 Διαχείριση στραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα, όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 7, έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο (υψηλές τιμές BOD, TOC) και αποτελούν πιθανή πηγή ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος απαιτείται στεγανοποίηση του πυθμένα του ΧΥΤΑ και κατασκευή δικτύου στραγγιστηρίων για την απομάκρυνση των στραγγισμάτων. Το σύστημα συλλογής κατασκευάζεται πάνω από τον στεγανό πυθμένα του ΧΥΤΑ, διαμέσου του οποίου τα στραγγίσματα κινούνται μέσω αγωγών και καταλήγουν σε δεξαμενή αποθήκευσης στραγγισμάτων, κατάντη του ΧΥΤΑ.

Η διάμετρος των αγωγών πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει την ελεύθερη ροή των στραγγισμάτων προς τα σημεία συλλογής κατάντη του ΧΥΤΑ, τον εύκολο καθαρισμό τους από συμπυκνώματα, καθώς και τον ευχερή έλεγχο της λειτουργικής τους κατάστασης. Η διαστασιολόγηση των αγωγών του συστήματος συλλογής και μεταφοράς των στραγγισμάτων, γίνεται σε συνάρτηση με τη μέγιστη διάρκεια και την ένταση της βροχόπτωσης της τελευταίας εικοσαετίας (<http://www.ucm.org.cy/>)



Εικόνα 9.Τυπικός σχεδιασμός μηχανισμού για την πλήρη διαχείριση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου σε ΧΥΤΑ (Πηγή: UNEP (2002))

Για την αποφυγή επιφανειακών εισροών στο χώρο του ΧΥΤΑ απαιτείται η κατασκευή περιμετρικής αποστράγγισης, καθώς και αγωγών για την απομάκρυνση των όμβριων. Μια ελάχιστη κλίση της τάξης του 5% πρέπει να υπάρχει σε όλα τα σημεία της βάσης του ΧΥΤΑ, οι οποία πρέπει να διατηρηθεί και μετά το κλείσιμο του χώρου. Για το λόγο αυτό απαιτείται μια γεωτεχνική μελέτη περιοχής η οποία θα προσδιορίσει τη συμπιεστότητα του υπεδάφους, η οποία πρέπει να συνυπολογισθεί στην επιλογή της αρχικής κλίσης της βάσης. Αν το υπέδαφος αποτελείται από σκληρά γεωλογικά υλικά, οι καθιζήσεις είναι αμελητέες και μπορεί να είναι αδύνατη η διαμόρφωση κατάλληλης κλίσης. Τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί κλίση μικρότερη του 5% με περισσότερους σωλήνες συλλογής ώστε η στάθμη των διασταλαγμάτων να μην υπερβαίνει τα 30 cm.

Τα συλλεγόμενα όμβρια διατίθενται σε ειδικά κατασκευασμένη δεξαμενή κατάντη του χώρου απόθεσης ή σε κατάλληλο αποδέκτη που θα κριθεί κατάλληλος. Η καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων μειώνει τον όγκο του νερού που κατεισδύει και συνεπώς τον όγκο των στραγγισμάτων. Τα στραγγίσματα μετά τη συλλογή τους οδηγούνται σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού για επεξεργασία.

Για την αποφυγή απόφραξης (clogging) των συστημάτων συλλογής των στραγγισμάτων (λόγω ανάπτυξης μικροοργανισμών, συγκράτησης αιωρούμενων κ.λπ.) θα πρέπει τα υλικά της στραγγιστικής στρώσης να είναι αδρομερή (χάλικες, χονδρόκοκκη άμμος), πάχους >0,3 m, με υψηλή υδροπερατότητα και να τοποθετηθούν φίλτρα στην ανώτερη επιφάνεια.

5.4 Επεξεργασία στραγγισμάτων

Η επεξεργασία των στραγγισμάτων περιλαμβάνει την κροκίδωση με διάφορες κροκιδωτικές ουσίες (άλατα Fe και Al, οργανικά πολυμερή, CaO), οι οποίες δεσμεύουν τα αιωρούμενα σωματίδια και τα κολλοειδή, προσροφούν τις οργανικές ουσίες και κατακρημνίζουν τα μέταλλα με τη μορφή υδροξειδίων. Η χημική οξείδωση με ισχυρό οξειδωτικό (O₃, H₂O₂, Cl₂) επιφέρει μείωση του COD κατά 15-35%. Η προσρόφηση με ενεργό άνθρακα κατακρατεί τις σύμπλοκες οργανικές ενώσεις, αλλά απαιτεί μεγάλο κόστος. Επιπλέον εφαρμόζονται και βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας τόσο αερόβιες, όσο και αναερόβιες. Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μπορεί να οδηγηθούν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων ή για ανακυκλοφορία στον ΧΥΤΑ.

Πίνακας 8. Αξιολόγηση συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων

Ρυπαντής	Κροκίδωση και καθίζηση	Πρωτοβάθμια καθίζηση	Βιολογική επεξεργασία	Προσθήκη χημικών στην εισροή, βιολογική επεξεργασία και καθίζηση
Αιωρούμενη	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ	ΜΕΤΡΙΑ-ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ

οργανική ύλη				
Διαλυμένη οργανική ύλη	ΚΑΚΗ-ΜΕΤΡΙΑ	-	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ
Αμμωνιακό άζωτο	-	-	-	-
Ανόργανο άζωτο	-	-	-	-
Φώσφορος	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ	-	-	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ
Σουλφίδια	-	-	-	-
Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC)	-	-	-	-
Ημιπτητικές οργανικές ενώσεις (SOC)	ΚΑΚΗ-ΜΕΤΡΙΑ	-	-	-
Φυτοφάρμακα	-	-	-	-
Βαριά μέταλλα	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ	ΚΑΚΗ-ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ	ΚΑΛΗ-ΑΡΙΣΤΗ
Παθογόνοι μικροοργανισμοί	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ

Κακή: 0-20%, Μέτρια: 20-60%, Καλή: 60-90%, Άριστη: 90-100%

5.5 Στεγανοποίηση πυθμένα ΧΥΤΑ

Ο σωστός σχεδιασμός ενός σύγχρονου ΧΥΤΑ προβλέπει τη στεγανότητα του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών, που ελαχιστοποιούν την πιθανότητα διαφυγής του στραγγίσματος προς το υπέδαφος. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της μόνωσης αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση ή και, πρακτικά, μηδενισμό της διαφυγής διασταλαζόντων (στραγγισμάτων) και διαρροής ή μετανάστευσης βιοαερίου από τη βάση και τα πλευρικά τοιχώματα του ΧΥΤΑ.

Αποκλείονται τα εδάφη στα οποία, μετά τη συμπίεση, ο συντελεστής υδροπερατότητας k είναι της τάξεως των 10-6 m/s. Οι ελάχιστες απαιτήσεις, ως προς τα εδαφικά υλικά, προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω συντελεστής, είναι:

- Το ποσοστό του λεπτόκοκκου υλικού (άργιλος, διάμετρος κόκκων <2 mm) να αντιστοιχεί κατ' ελάχιστων στο 20% της μάζας.
- Η αργιλική μονωτική στρώση να έχει χαμηλά όρια Atterberg [8] με σκοπό τον περιορισμό της ρηγμάτωσης. Το όριο υδαρότητας της αργίλου να μην υπερβαίνει το 40% και ο δείκτης πλαστικότητας να κυμαίνεται μεταξύ 10-25%.
- Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού της στρώσης, η διάμετρος του οποίου δεν θα υπερβαίνει τα 32 mm, πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο με 40% επί του ολικού όγκου.

Σε περίπτωση που τα διαθέσιμα υλικά δεν κρίνονται κατάλληλα, τότε μπορεί να γίνει ανάμειξή τους με επεξεργασμένα υλικά, όπως π.χ. ο μπεντονίτης ή να χρησιμοποιηθούν συνθετικά (πολυμερή). Πριν την κατασκευή της στεγανής στρώσης συνιστάται ο καθαρισμός και η εξομάλυνση της φυσικής επιφάνειας του εδάφους. Ο βαθμός συμπίεσης για όλη την επιφάνεια εξομάλυνσης πρέπει να είναι $\geq 0,95$. Η συμπύκνωση των επάλληλων στρώσεων πρέπει να γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να αποφευχθεί η παρατεταμένη έκθεση της μονωτικής επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία. Δεν επιτρέπονται εργασίες συμπύκνωσης μετά από έντονη βροχόπτωση και παγετό. Ο εργαστηριακός έλεγχος καταλληλότητας των υλικών της αργιλικής στρώσης περιλαμβάνει: κοκκομετρική διαβάθμιση, περιεχόμενη υγρασία, ποσοστά αργιλικού και οργανικού υλικού, όρια πυκνότητας, συντελεστής υδροπερατότητας, μέτρο συμπίεσης, διατμητική αντοχή, πυκνότητα κατά Proctor.

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

1. Άκαμπτα

- Σκυρόδεμα (εκτοξευόμενο ή οπλισμένο): Το εκτοξευόμενο αποτελείται από μίγμα τσιμέντου, άμμου και νερού, που εκτοξεύεται με πίεση πάνω στο προετοιμασμένο έδαφος. Στα μαλακά εδάφη δεν ενδείκνυται η χρήση του, λόγω της μικρής αντοχής στη θραύση. Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι πιο ανθεκτικό, αλλά έχει προβλήματα διαρροής από τις ρωγμές διαστολής-συστολής.
- Τσιμέντο: Εάν στην περιοχή του χώρου απόθεσης υπάρχει αμμοχάλικο, τότε προστίθεται τσιμέντο και νερό και συμπαγοποιείται. Είναι πιο οικονομική μέθοδος από το οπλισμένο σκυρόδεμα, αλλά δεν εξασφαλίζει ομοιογένεια του υλικού
- Άσφαλτος: Κατασκευάζεται όπως τα εύκαμπτα οδοστρώματα και η τοποθέτησή του γίνεται σε επάλληλα στρώματα. Δεν είναι πολύ ανθεκτικό υλικό στην επίδραση των πολύ ενεργών και διαβρωτικών διασταλαζόντων υγρών.

2. Εύκαμπτα φυσικά υλικά

- Συμπαγές έδαφος: Η καταλληλότητα ενός φυσικού εδάφους μετά από κάποια συμπαγοποίηση, ως στεγανό υπόστρωμα εξαρτάται από την υδροπερατότητα του (υδραυλική αγωγιμότητα, k). Αποδεκτές τιμές του k είναι $\leq 10^{-9}$ m/s.
- Χημικά επεξεργασμένο έδαφος: Συνήθως προστίθενται στο έδαφος πολυφωσφορικά οξέα ή βιτουμινιούχα υγρά.
- Μπεντονίτης: Ο μπεντονίτης ή νατριούχος μοντοριλονιτική άργιλος έχει φυλλώδη δομή και το νερό προσροφάται εύκολα στην επιφάνεια των κρυστάλλων. Το νερό παγιδεύεται λόγω ηλεκτροστατικών δυνάμεων και μειώνει περισσότερο, την έτσι και αλλιώς χαμηλή υδροπερατότητα του μπεντονίτη.
Η χρήση του μπεντονίτη ως στεγανό υπόστρωμα έτυχε ευρείας αποδοχής, λόγω του μικρού κόστους και της ευκολίας τοποθέτησης. Τα στραγγίσματα που περιέχουν οργανικούς διαλύτες ή υψηλές συγκεντρώσεις οξέων και βάσεων μειώνουν την υδροπερατότητα του μπεντονίτη κατά δύο τάξεις μεγέθους. Εκτός από αμιγή μπεντονίτη χρησιμοποιείται συνήθως μείγμα φυσικού εδάφους με μπεντονίτη. Η μείξη αυτή μειώνει σημαντικά την υδροπερατότητα των εδαφών.

3. Συνθετικά υλικά

- Συνθετικές μεμβράνες: Κατασκευάζονται από πλαστικό ή καουτσούκ σε διάφορους τύπους και παραλλαγές. Τα κυριότερα είδη υλικών 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), η πολυολεφίνη. Τα ανωτέρω υλικά κατεργάζονται με διάφορες προσμίξεις και διατίθενται στην αγορά με εμπορικά ονόματα και με μορφή φύλλων πάχους 3 mm.

6. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΧΥΤΑ

Η τελική αποκατάσταση ενός ΧΥΤΑ μετά το πέρας των εργασιών απόθεσης (>20 έτη) και την τοποθέτηση της τελικής επικάλυψης πρέπει να είναι συμβατή με το περιβάλλον.

Η τελική επικάλυψη, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, αποτρέπει τη διαφυγή του βιοαερίου προς τα ανώτερα στρώματα, καθώς και την εκπομπή ανεπιθύμητων οσμών. Δημιουργεί δε το κατάλληλο υπόστρωμα για την ανάπτυξη κατάλληλης βλάστησης και σταθερό σχετικά έδαφος για τη στήριξη ελαφρών κατασκευών που μπορεί να περιλαμβάνουν οι νέες χρήσεις. Γι' αυτό το λόγο, 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. Η τελική επικάλυψη αποτελείται από τις εξής στρώσεις από κάτω προς επάνω: Η πρώτη στρώση πάχους 0,15-0,60 m 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 0,5 m και $k \leq 10^{-9}$ m/s. Η τρίτη στρώση έχει πάχος 0,3-1 m, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και προστατεύει το δεύτερο στρώμα. Τέλος η τελική επικάλυψη περιλαμβάνει και ένα επιφανειακό εδαφικό στρώμα πάχους 0,1-0,3 m για την ανάπτυξη της χλωρίδας. Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ συνιστάται η υδρογεωλογική παρακολούθησή του για 30 χρόνια μέχρις ότου δηλαδή μειωθεί σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο των στραγγισμάτων. Στόχος της παρακολούθησης είναι ο ποιοτικός έλεγχος για την πρόληψη της ρύπανσης των υπόγειων νερών. Η παρακολούθηση γίνεται μέσω αριθμού γεωτρήσεων, από τις οποίες λαμβάνονται δείγματα νερού από τον πιο ρηχό υδροφόρο και αναλύονται ποιοτικά, τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο. Πιο συγκεκριμένα επιβάλλεται:

α) για τον έλεγχο υπογείων υδάτων να διερευνηθεί επισταμένως η ύπαρξη πιθανής διαρροής στραγγισμάτων. Αυτό προϋποθέτει την επιλογή των θέσεων ελέγχου να γίνεται με βάση τα στοιχεία υδρογεωλογικής μελέτης. Ελέγχονται όλες οι ρυπαντικές παράμετροι: pH, οργανικό φορτίο (BOD₅, COD, TOC),θειικά, ανόργανο και οργανικό άζωτο, χλωριόντα, φαινόλες, φωσφορικά και βαρέα μέταλλα. Η συχνότητα δειγματοληψίας για τον έλεγχο της ποιότητας των στραγγισμάτων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 9.

Πίνακας 9. Μετρούμενες παράμετροι και συχνότητα μετρήσεων για τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα.

Παράμετροι	Συχνότητα	
	Φάση λειτουργίας	Φάση μεταφροντίδας
Όγκος στραγγισμάτων	Μηνιαίως	Ανά εξάμηνο
Σύνθεση στραγγισμάτων	Ανα τρίμηνο	Ανα εξάμηνο
Στάθμη υπογείων υδάτων	Ανά εξάμηνο ή συχνότερα αν μεταβάλλεται η στάθμη των υδάτων	Ανά εξάμηνο
Σύνθεση υπογείων υδάτων	Ανάλογα με τον εξεταζόμενο χώρο	Ανάλογα με τον εξεταζόμενο χώρο
Όγκος και σύνθεση επιφανειακών υδάτων	Ανά τρίμηνο	Ανά εξάμηνο

β) για τον έλεγχο αερίων να υπάρχει επίσης πρόνοια.

Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση του βιοαερίου στοχεύει στο διαρκή εντοπισμό των μεθανογόνων περιοχών του κοιτάσματος, την περιεκτικότητα του βιοαερίου κάθε γεώτρησης σε μεθάνιο, την παροχή βιοαερίου ανά γεώτρηση, τις συγκεντρώσεις CO₂, O₂ και N₂, την πίεση που αναπτύσσεται σε κάθε γεώτρηση, το ποσοστό % LEL (χαμηλού ορίου έκρηξης) και άλλες χρήσιμες πληροφορίες καθοριστικές για την ασκούμενη στρατηγική διάθεσης του βιοαερίου.

Η παρακολούθηση του βιοαερίου πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική για κάθε τμήμα του χώρου ταφής. Η συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων των αερίων: CH₄, CO₂, H₂S, H₂, ολικό Cl, ολικό S, N, ολικό F, πρέπει να γίνεται μηνιαίως στη φάση λειτουργίας και ανά εξάμηνο στη φάση μεταφροντίδας.

Ανάλογα με την σύνθεση και την εφαρμοζόμενη μέθοδο διαχείρισης και συγκεκριμένα σε περίπτωση αξιοποίησης ή καύσης του βιοαερίου μπορεί να μετρώνται και άλλα συστατικά.

γ) έλεγχος δημιουργίας συμπυκνωμάτων στους αγωγούς (ανά τρίμηνο, εκτός αν ο κίνδυνος είναι μικρός, τότε γίνεται σε ετήσια βάση) και απομάκρυνση αυτών με πλύση των αγωγών.

δ) έλεγχος θερμοκρασίας αγωγών (σε ετήσια βάση, γιατί γίνεται πριν τον καθαρισμό των αγωγών, ενώ αν παρατηρηθεί σταθερή καθοδική πορεία της θερμοκρασίας, ο έλεγχος γίνεται ανά διετία)

ε) για τα μετεωρολογικά στοιχεία, (κατά την διάρκεια των δύο φάσεων) η καταγραφή γίνεται σε καθημερινή βάση όπως: Ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, θερμοκρασία, εξάτμιση και ατμοσφαιρική υγρασία.

στ) μετρήσεις καθιζήσεων (ολικών ή/και διαφορικών) και να λαμβάνονται μέτρα κατά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ για να αποφευχθούν τυχόν παραμορφώσεις στο υλικό επικάλυψης, στα στεγανωτικά συστήματα, στο σώμα του ΧΥΤΑ και στους αγωγούς βιοαερίου.

Η μελέτη αποκατάστασης πρέπει να αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού της λειτουργίας του ΧΥΤΑ και να λαμβάνει υπόψη τα περιβαλλοντικά δεδομένα της περιοχής. Η εκπόνηση της μελέτης αποκατάστασης γίνεται με τη συνεργασία επιστημόνων πολλών ειδικοτήτων (αρχιτέκτονα τοπίου, δασολόγου, γεωπόνου, υδρογεωλόγου, πολιτικού μηχανικού) και αποβλέπει (Κόλλιας, 1993):

- στην αισθητική αποκατάσταση του τοπίου σε συμφωνία με το περιβάλλον
- στην ανάπτυξη πανίδας και χλωρίδας
- στη δημιουργία ευελιξίας για μελλοντικές χρήσεις γης.

Εκτός της βλάστησης διαμορφώνονται δρόμοι προσπέλασης, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων και ελαφρές κατασκευές. Αποφεύγονται κτίρια από σκυρόδεμα και πολυώροφα κτίρια.

Τέλος απαραίτητη είναι η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του αναπλάθοντος αναγλύφου για καθιζήσεις, μετατοπίσεις, διαβρώσεις, διαρρήξεις καθώς και ο περιβαλλοντικός έλεγχος (monitoring) σε τακτά χρονικά διαστήματα των :

- φυσικοχημικών παραμέτρων των στραγγισμάτων
- φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού σε σημεία κατόντη του χώρου
- φυσικοχημικών παραμέτρων του βιοαερίου και της ποσότητάς του.

7.ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΧΥΤΑ

7.1 Γενικά

Η τήρηση των μέτρων ασφάλειας και υγιεινής οφείλει να αποτελεί βασική προτεραιότητα και καθημερινή μέριμνα των υπευθύνων λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Οι συνθήκες εργασίας σε ένα ΧΥΤΑ, όπου γίνονται διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες, εκθέτουν τους εργαζομένους του σε κινδύνους που μπορεί να απειλήσουν και την υγεία τους. Ιδιαίτερα δε, αυτούς που εργάζονται και έρχονται σε άμεση επαφή με τα απορρίμματα, π.χ. χειριστές μηχανημάτων.

Πρωταρχικός στόχος προκειμένου να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα που θα εξασφαλίσουν την ασφαλή εργασία είναι ο προσδιορισμός των κινδύνων που εγκυμονούνται στο χώρο του ΧΥΤΑ. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- i. *Φυσικοί κίνδυνοι*, όπως:
 - Η συνεχής χρήση μηχανημάτων διάσπρωσης και συμπίεσης των απορριμμάτων, τα οποία εγκυμονούν πολλούς κινδύνους π.χ. βλάβες στην σπονδυλική στήλη των χειριστών από την πολύωρη χρήση και της χαμηλής συχνότητας δόνησης τους.
 - Έκθεση σε όλα τα καιρικά φαινόμενα (χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, υγρασία, παγετός κ.λπ.). Εργαζόμενοι, που πιθανόν να υποφέρουν από παθήσεις του αναπνευστικού ή καρδιακού συστήματος, ή ακόμα και αρθριτικής φύσεως παθήσεις μπορούν εύκολα να επιβαρύνουν την κατάσταση της υγείας τους. Ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, οι υψηλές θερμοκρασίες και η παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο, εγκυμονούν κινδύνους για θερμοπληξία ή ακόμα και παθήσεις του δέρματος.
 - Πτώσεις από ύψος ή γλίστρημα από απότομες επιφάνειες, κτυπήματα, καψίματα, εκδορές κ.λπ.
 - Θόρυβοι από τα μηχανήματα και τη συνεχή κίνηση των απορριμματοφόρων οχημάτων κ.λπ.
- ii. *Χημικοί κίνδυνοι*, οι οποίοι μπορεί να οφείλονται σε:
 - Χημικοί παράγοντες, οι οποίοι εντοπίζονται κυρίως στην σκόνη που δημιουργείται από τις διάφορες εργασίες (κίνηση οχημάτων, απότομες απορρίψεις χωματισμών και απορριμμάτων κ.λπ.). Η επαφή αλλά κυρίως η εισπνοή σκόνης σε ένα ΧΥΤΑ στον οποίο αιωρείται πλήθος τοξικών και άλλων μολυσματικών παραγόντων μπορεί να γίνει αιτία για διάφορες παθήσεις κυρίως του αναπνευστικού συστήματος.
 - Βιολογικοί παράγοντες, από παθογόνα βακτήρια, παθογόνοι ιοί, μύκητες, μικροβιακά, βιολογικά αντιγόνα, έντομα και ζώα του ΧΥΤΑ είναι υπαρκτοί κίνδυνοι από τους οποίους πρέπει να προστατεύονται οι εργαζόμενοι. Κυρίως αυτοί που έρχονται σε άμεση επαφή με τα απορρίμματα (χειριστές) αλλά και αυτοί που ασχολούνται με την εποπτεία, δειγματοληψία των απορριμμάτων, βιοαερίου και στραγγισμάτων τα οποία έχουν ισχυρό ρυπαντικό φορτίο.

Ένας σημαντικός κίνδυνος για τους εργαζομένους είναι το βιοαέριο. Οι εργασίες που σχετίζονται με το βιοαέριο και μπορεί να κριθούν επιζήμιες είναι:

- Κατασκευή γεωτρήσεων σύλληψης βιοαερίου περιμετρικά του ΧΥΤΑ και των κτιρίων του.
- Τοποθέτηση εξαεριστήρων σε κλειστούς χώρους που γειτνιάζουν με τον ΧΥΤΑ.
- Απαγόρευση εισόδου ατόμων σε φρεάτιο, τάφρο κ.λπ., χωρίς προηγούμενο έλεγχο με κατάλληλο ανιχνευτή της παρουσίας βιοαερίου εκεί.
- Χρήση αντιασφυξιόγону μάσκας και ατομικής συσκευής ανίχνευσης εκρηκτικών και τοξικών αερίων από άτομο που εισέρχεται σε κλειστό χώρο.
- Συνοδεία ατόμου αυτού από δεύτερο άτομο.
- Χορήγηση συστήματος ενδοεπικοινωνίας στα παραπάνω άτομα.
- Απαγόρευση του καπνίσματος σε φρεάτια βιοαερίου, σε κλειστούς χώρους όπου μπορεί να υπάρχει βιοαέριο, σε χώρους όπως εκτελούνται εκσκαφές απορριμμάτων και γενικά σε οποιοδήποτε ακάλυπτο μέρος εργασίας του ΧΥΤΑ.

Επιπλέον, ανάλογη αντιμετώπιση πρέπει να έχουν και τα υγρά απόβλητα που δημιουργούνται κατά την λειτουργία του ΧΥΤΑ, όπως:

- Αστικά λύματα, από τους εργαζομένους στο χώρο κατά τη διάρκεια της κατασκευής, τα οποία δεν πρέπει να διατίθενται ανεξέλεγκτα αλλά να καταλήγουν σε μονάδα επεξεργασίας ή προσωρινής αποθήκευσης.
- Επιφανειακές απορροές, οι οποίες οφείλονται στην παράσυρση σωματιδίων ή ρυπαντών από τα όμβρια ύδατα. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η υψηλή φόρτιση σε αιωρούμενα σωματίδια με κάποιους προσροφημένους ρυπαντές, οι οποίοι συνήθως είναι τοξικοί ή επικίνδυνες ουσίες (λάδια, γράσα, καύσιμα κ.λπ.). Προς αποφυγή τέτοιων φαινομένων λαμβάνεται μέριμνα με κατάλληλη διάταξη συλλεκτίριων τάφρων και εγκαταστάσεων, ώστε να αποφευχθεί η όδευση των απορροών- εμπλουτισμένων με στερεό- προς την ευρύτερη περιοχή του έργου.
- Ειδικά υγρά απόβλητα, τα οποία οφείλονται κυρίως σε λιπαντικά (λάδια, γράσα) που προέρχονται από τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς και σε μικρές απώλειες καυσίμων και λιπαντικών λόγω τυχαίων περιστατικών (διαρροές, βλάβες κ.λπ.). Προς την αποφυγή εκτεταμένου εμποτισμού τους και διαφυγή τους μέσω του εδάφους προβλέπονται σε προσπελάσιμα σημεία του χώρου, αποθηκευμένα υλικά π.χ. άμμος, πριονίδι κ.α., μέσω των οποίων θα επιδιώκεται η προσρόφηση και κατά συνέπεια η συγκράτηση των διαρρέοντων υγρών αποβλήτων. Μετά τη χρήση τους τα υλικά αυτά θα οδηγηθούν στο χώρο υγειονομικής ταφής.

Η εύρυθμη λειτουργία του ΧΥΤΑ προβλέπει συχνή συντήρηση και τακτικούς ελέγχους καλής λειτουργίας των παρακάτω εγκαταστάσεων αυτού:

- της εγκατάστασης διαχείρισης στραγγισμάτων
- της εγκατάστασης διαχείρισης βιοαερίου
- του δικτύου απορροής και διάθεσης των επιφανειακών νερών
- του συστήματος παρακολούθησης του ΧΥΤΑ
- του τρόπου λειτουργίας του τελικού ανάγλυφου του ΧΥΤΑ.

Ο φορέας διαχείρισης του ΧΥΤΑ πρέπει να τηρεί βιβλίο λειτουργίας, συντήρησης, ελέγχου, και παρακολούθησης του ΧΥΤΑ (με επεξεργασία και αξιολόγηση των στατιστικών στοιχείων, πρωτογενή και επεξεργασμένα αποτελέσματα, καθώς και εκτιμήσεις και συμπεράσματα).

6.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Ως περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία ενός έργου ορίζονται οι μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών ή παραμέτρων λόγω αυτού. Οι μεταβολές αυτές είναι δυνατό να είναι θετικές ή αρνητικές, βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες, μόνιμες ή αναστρέψιμες, άμεσες ή έμμεσες.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων σχετίζονται με:

- i. *Παραγωγή διασταλαζόντων υγρών και πιθανή ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων, εδάφους και των επιφανειακών νερών.*
- ii. *Εκπομπή αερίων (CH₄, CO₂, SO₂, NH₃, H₂S κ.;α)*
Κατά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ υπάρχει έκλυση καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα, κυρίως λόγω των εκπομπών των οχημάτων και μηχανημάτων που κινούνται στον χώρο. Ωστόσο, το σημαντικότερο πρόβλημα σχετικά με τα παραγόμενα αέρια κατά τη λειτουργία του έργου, αφορά στην παραγωγή του βιοαερίου κατά την αναερόβια αποδόμηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων.
- iii. *Εμφάνιση διαφόρων ζωικών ειδών (ποντίκια, έντομα, πτηνά)*

Στη χλωρίδα και την πανίδα αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις στη θέση δημιουργίας του έργου σε περιπτώσεις που:

- υπάρχουν σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας
- υπάρχουν ευαίσθητα οικοσυστήματα ή περιοχές φυσικού κάλλους
- Η έκταση που καταλαμβάνει το έργο, είναι ιδιαίτερα μεγάλη

Επιπτώσεις επίσης υπάρχουν κατά τη διάθεση των απορριμμάτων, καθώς λόγω της συγκέντρωσης των απορριμμάτων, υπάρχει αύξηση των τρωκτικών και άλλων ειδών ορνηθοπανίδας τα οποία απαντώνται συχνά σε τέτοιους χώρους. Επίσης παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού εντόμων στην ευρύτερη περιοχή του ΧΥΤΑ, η οποία πιθανών να καταλάβει και τους γειτονικούς οικισμούς.

iv. *Επιπτώσεις στην πανίδα και ειδικά σε ευαίσθητα φυτά και δένδρα.*

Δυσμενείς επιπτώσεις στη φυσιογνωμία του ΧΥΤΑ και ιδιαίτερα κατά τη φάση της ανάπτυξής της, λόγω της ασφυξίας την οποία υφίστανται τα φυτά από την είσοδο του βιοαερίου στις ρίζες τους και την αφαίρεση του οξυγόνου από αυτές.

v. *Δυσσομία, σκόνη, διασπορά μικρών αντικειμένων με τον άνεμο.*

Μερικά από τα συστατικά της βιοαποδόμησης, όπως το υδρόθειο (H₂S) και οι μερκαπτάνες (RSH), δημιουργούν σοβαρότατα προβλήματα δυσσομίας στις περιοχές που βρίσκονται κοντά σε χωματερές. Το γεγονός αυτό δημιουργεί σημαντικά προβλήματα αισθητικής του χώρου.

Η έκλυση σωματιδίων από το ΧΥΤΑ προέρχεται από την παραγωγή του βιοαερίου και από τη δημιουργία σκόνης, κατά τις εργασίες διάστροφης και επικάλυψης των απορριμμάτων.

Το πρόβλημα της σκόνης υφίσταται μόνο κατά τους θερινούς και ξηρούς μήνες και προέρχεται από την κίνηση:

- των οχημάτων μέσα στο χώρο και κυρίως στο εσωτερικό δρομολόγιο και
- των μηχανημάτων κατά την επικάλυψη των απορριμμάτων, λόγω της μεταφοράς και απόρριψης του υλικού επικάλυψης

Το πρόβλημα της σκόνης αποτελεί παράγοντα ρύπανσης, ενώ:

- δημιουργεί πρόβλημα οπτικής ρύπανσης και κακής εμφάνισης του έργου
- προκαλεί προβλήματα στους εργαζόμενους στο έργο και
- αποτελεί μέσο μετάδοσης μικροβίων

Άλλος παράγοντας πρόκλησης οσμών μικρότερης σημασίας είναι οι καύσεις και οι απρόβλεπτες φωτιές. Οσμές κυρίως δημιουργούνται και κατά τη διαδικασία «εκφόρτωσης - διάστροφης - επικάλυψης» των απορριμμάτων στον χώρο ταφής.

vi. *Θόρυβοι από τη λειτουργία μηχανημάτων μεταφοράς και συμπίεσης*

vii. *Κίνδυνοι ανάφλεξης .*

Το βιοαέριο από μόνο του δεν είναι εκρηκτικό αέριο. Είναι όμως υψηλά εκρηκτικό και μπορεί να αποτελέσει πηγή αναφλέξεων και εκρήξεων όταν βρεθεί σε αναλογία 5-15% στον αέρα. Η παραγωγή καπνού μόνο τυχαία μπορεί να σημειωθεί σαν συνέπεια της αυτανάφλεξης των απορριμμάτων. Η αυτανάφλεξη μπορεί να εκδηλωθεί όταν δεν ακολουθούνται οι σωστοί κανόνες υγειονομικής ταφής, άμεση επικάλυψη των απορριμμάτων στο μέτωπο εργασιών, γιατί μεγάλο μέρος των συστατικών τους αποτελείται από εύφλεκτα υλικά (χαρτί, πλαστικά).

viii. *Κίνδυνος κατολίωσης, καθίζησης και διάθρωσης του υλικού επικάλυψης.*

7.3 Επιπτώσεις στην υγεία

Η δυνατότητα ρύπανσης του περιβάλλοντος υπάρχει και κατά την περίοδο που ο ΧΥΤΑ είναι εν λειτουργία, αλλά και μετά την διακοπή της λειτουργίας του. Οι κύριοι οδοί έκθεσης των ανθρώπων είναι μέσω του αναπνευστικού συστήματος της κατανάλωσης νερού (λόγω ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα), ενώ η δερματική έκθεση είναι σημαντική στους εργαζόμενους σε ΧΥΤΑ. Προκύπτει όμως ένα θεμελιώδες ερώτημα: υπάρχει «ασφαλής» απόσταση από τους ΧΥΤΑ;

Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει απόλυτα «ασφαλής» απόσταση, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας θεωρεί ότι η πιθανή έκθεση σε βλαπτικές εκπομπές από τους ΧΥΤΑ είναι πιθανό να είναι περιορισμένη σε μια απόσταση 1 χιλιομέτρου για το αέριους ρύπους και 2 χιλιομέτρων για ρύπους στους οποίους μπορεί να σημειωθεί ανθρώπινη έκθεση με όχημα το νερό. Οι διαθέσιμες ενδείξεις για τις επιπτώσεις των ΧΥΤΑ στη δημόσια υγεία αφορούν στην υγεία του πληθυσμού που κατοικεί πλησίον των χώρων ταφής, όσο και των εργαζομένων στους ΧΥΤΑ.

Δυο είναι οι εκβάσεις με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον: ο καρκίνος και οι συγγενείς ανωμαλίες καθώς και η γέννηση λιπόβαρων νεογνών. Σχετικά με τον καρκίνο, υπάρχουν δυο χαρακτηριστικές μελέτες. Η πρώτη από τους Jarup et al. μελέτησε τον κίνδυνο καρκίνου σε πληθυσμούς που κατοικούσαν (1982-1997) έως και 2 χλμ από χώρους υγειονομικής ταφής σε σύγκριση με πληθυσμούς που κατοικούσαν σε απόσταση μεγαλύτερη των 2 χλμ από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν αυξημένο κίνδυνο νεοπλασιών. Στον αντίποδα της παραπάνω μελέτης μια φιλανδική μελέτη έδειξε αυξημένο κίνδυνο καρκίνου, αλλά και βρογχικού άσθματος και χρόνιας παγκρεατίτιδας σε κατοίκους 12 οικοδομικών συγκροτημάτων που κατασκευάστηκαν σε χώρο που προηγουμένα λειτουργούσε ως ΧΥΤΑ. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής οδήγησαν τη φιλανδική κυβέρνηση να διαλύσει τον συγκεκριμένο οικισμό.

Μια συστηματική όμως ανασκόπηση των διαθέσιμων ενδείξεων από τους Porta et al. το 2009, έδειξε ότι υπάρχουν ανεπαρκή δεδομένα σχετικά με τη συσχέτιση των ΧΥΤΑ με τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου. Αντίθετα, η ανασκόπηση έδειξε περιορισμένες ενδείξεις συσχέτισης της διαμονής πλησίον ΧΥΤΑ σε μια ακτίνα 2 χλμ με τον κίνδυνο ανάπτυξης συγγενών ανωμαλιών (π.χ. επισπαδίας, υποσπαδίας, συγγενείς ανωμαλίες του νευρικού συστήματος) και γέννησης λιποβαρών νεογνών. Σχετικά με τους εργαζόμενους σε χώρους υγειονομικής ταφής, μια συγχρονική μελέτη έδειξε αυξημένο επιπολασμό συμπτωμάτων από το αναπνευστικό σύστημα, το δέρμα καθώς και διαταραχών της ακουστικής λειτουργίας. Όλες οι μελέτες παρουσιάζουν περιορισμούς, όπως ανεπαρκής εκτίμηση της έκθεσης και των συγχυτικών παραγόντων.

Συμπερασματικά, οι ενδείξεις για τη συσχέτιση των χώρων υγειονομικής ταφής με κίνδυνο καρκινογένεσης είναι ανεπαρκείς, αντίθετα, υπάρχουν περιορισμένες ενδείξεις συσχέτισης του με κίνδυνο συγγενών ανωμαλιών και γέννησης λιποβαρών νεογνών.

8. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΡΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Αντιμετώπιση της παραγόμενης σκόνης

Τα μέτρα αντιμετώπισης της παραγόμενης ποσότητας σκόνης έγκεινται στα κάτωθι:

- Περίφραξη του χώρου
- Καλή διαχείριση των όγκων των χωματισμών
- Διαβροχή των «προβληματικών» περιοχών ή
- Κατασκευή των οδών πρόσβασης και του εσωτερικού δρομολογίου με ασφαλική στρώση
- Μεταφορά των απορριμμάτων με κλειστά οχήματα

- Συμπύεση και καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων που μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ

Αντιμετώπιση των παραγόμενων αερίων

Η ορθολογική διαχείριση του παραγόμενου βιοαερίου αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη για τη σωστή και περιβαλλοντικά ασφαλή λειτουργία του χώρου διάθεσης και την αποφυγή πιθανών αρνητικών επιπτώσεων στην ατμόσφαιρα.

Αντιμετώπιση των παραγόμενων οσμών

Επειδή το μεγαλύτερο μέρος των οσμών αποτελεί συνέπεια πλημμελούς εφαρμογής της τεχνικής της Υγειονομικής Ταφής, τα μέτρα που προτάθηκαν παραπάνω καλύπτουν με επάρκεια την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Πρόσθετο πλεονέκτημα αποτελεί η απομόνωση του χώρου και η σημαντική του απόσταση από κατοικημένες περιοχές. Επιπλέον, η δημιουργία οσμών στην εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων αντιμετωπίζεται με μικρούς χρόνους παραμονής των ανεπεξέργαστων στραγγισμάτων.

Αντιμετώπιση επιπτώσεων στο έδαφος και στο υπέδαφος

Το σοβαρότερο πρόβλημα δημιουργείται από τα στραγγίσματα. Απαιτείται αρχικά η συστηματική ταφή και επιφανειακή στεγάνωση και εφεδρικά η κατασκευή εναλλακτικής δεξαμενής ή η εξασφάλιση διαθεσιμότητας οχήματος μεταφοράς στραγγισμάτων στον πλησιέστερο βιολογικό καθαρισμό. Ως επιπλέον επεξεργασία των στραγγισμάτων αυτών, κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή δευτερογενούς καθαρισμού των στραγγισμάτων αφού πρώτα εκπονηθούν οι απαραίτητες μελέτες. Για τα υπόλοιπα υγρά απόβλητα (αστικά, έκλυσης οχημάτων) συλλέγονται και οδηγούνται σε απορροφητικό βόθρο.

Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η αυστηρή τήρηση των μέτρων, σε όλα τα στάδια κατασκευής του έργου και ο τακτικός έλεγχος εφαρμογής τους κατά τη λειτουργία του.

Επιφανειακά νερά

Τα επιφανειακά νερά που εισέρχονται στο σώμα του ΧΥΤΑ αποτελούν μία από τις κύριες παραμέτρους αύξησης της ποσότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων, η οποία και πρέπει να περιοριστεί κατά το δυνατόν.

Ένα βασικό στοιχείο καλής λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ είναι και η αποφυγή ανάμιξης των όμβριων υδάτων με τα παραγόμενα στραγγίσματα, γιατί εάν τα αναμειγμένα υγρά διαφύγουν εκτός των ορίων του χώρου διάθεσης, θα οδηγηθούν σε κάποιο επιφανειακό αποδέκτη τον οποίο θα ρυπάνουν, λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου που μεταφέρουν.

Υπόγεια νερά

Το σύστημα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, αλλά και των λοιπών υγρών αποβλήτων, που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο για την προστασία του εδάφους και του υπεδάφους πρέπει να εξασφαλίζει αποτελεσματικά την αποφυγή ανάμιξης των παραγόμενων υγρών αποβλήτων με τα υπόγεια νερά που θα είχαν ως αποτέλεσμα τη μόλυνσή τους.

Αντιμετώπιση επιπτώσεων στη χλωρίδα και πανίδα

Οι επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα από τη λειτουργία του έργου είναι αντιστρεπτές. Μετά το πέρας της λειτουργίας του χώρου μπορεί να γίνουν εργασίες φύτευσης με είδη

χλωρίδας που επικρατούν στην περιοχή. Επίσης είναι πιθανή η επιστροφή των ειδών πανίδας που πιθανόν είχαν εκδιωχθεί κατά τη λειτουργία του χώρου.

Περιγραφή κοινωνικών επιπτώσεων και ωφελειών από την κατασκευή και λειτουργία της εγκατάστασης

Σε γενικές γραμμές ένα πρόγραμμα monitoring, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, πρέπει σαν ελάχιστο να περιλαμβάνει τη μέτρηση των εκπομπών αερίων και υγρών αποβλήτων, όπως :

1. Μετρήσεις ποσότητας και σύστασης βιοαερίου
2. Μετρήσεις ποσότητας και σύστασης στραγγισμάτων
3. Μετρήσεις ποσότητας και ποιότητας των εξερχόμενων ως προς τον τελικό αποδέκτη υδάτων
4. Μετρήσεις στάθμης και σύστασης υπόγειων υδάτων 5. Μετρήσεις μετεωρολογικές 6. Μετρήσεις ποσότητας και σύστασης εισερχόμενων στερεών αποβλήτων

Το monitoring είναι αναγκαίο να εφαρμοστεί και μετά την παύση της λειτουργίας του έργου και πρέπει να εφαρμοστεί σε περιοχές μέσα στο χώρο αλλά και εκτός αυτού, κύρια προς τη διεύθυνση περιοχών όπου υπάρχουν δραστηριότητες. Τυχόν κοινωνικές αντιδράσεις και αμφισβητήσεις (οι οποίες δεν έχουν λείψει από την περιοχή) αμβλύνονται με τη σωστή λειτουργία και τη συστηματική παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας και την τακτική δημοσιοποίησή τους. Ακόμη σημαντικό ρόλο στην άρση των κοινωνικών επιπτώσεων πρέπει να παίξει η ενημέρωση της τοπικής και ευρύτερης κοινωνίας με διοργάνωση εκδηλώσεων ενημερωτικού κυρίως χαρακτήρα.

9.ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΟΥ ΧΥΤΑ

Σαν κόστος ταφής δεν εννοούμε το πραγματικό κόστος, το οποίο περιλαμβάνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ταφή, την μείωση της αξίας της γης που ο ΧΥΤΑ συνεπάγεται, τα εξωτερικά κόστη κ.λπ. Αναφερόμαστε σε εκείνες τις κατηγορίες κόστους που πρέπει υποχρεωτικά να συμπεριλαμβάνονται για έναν ακριβή προσδιορισμό των τελών χρήσης του ΧΥΤΑ, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του.

Ο ακριβής υπολογισμός του κόστους ταφής είναι απαραίτητος προκειμένου να μπορούν να υπολογιστούν τα τέλη χρήσης του ΧΥΤΑ.

Στο κόστος ταφής πρέπει να συμπεριλαμβάνονται , πέραν των άμεσων λειτουργικών εξόδων έργου, και τα λεγόμενα "κόστη αειφορίας". Τα κόστη αειφορίας είναι εκείνα που εξασφαλίζουν την απρόσκοπη και περιβαλλοντικά ασφαλή λειτουργία του έργου τόσο στη φάση λειτουργίας όσο και στη φάση μεταφροντίδας. Παράλληλα, τα κόστη αειφορίας διασφαλίζουν και την κατασκευή του νέου χώρου απόθεσης αποβλήτων, που σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητος. Επομένως, στα κόστη αυτά πρέπει να συμπεριλαμβάνονται:

I. Κόστος λειτουργίας

Όπως, αμοιβές προσωπικού, κόστος ηλεκτρικής ενέργειας/καυσίμων/ αναλώσιμων/συντήρησης και ανταλλακτικών οχημάτων/ απόκτησης υλικού επικάλυψης/ εκπαίδευσης προσωπικού/ εργασιών συντήρησης τελικού αναγλύφου και πρασίνου κ.α.

II. Κόστος ασφάλισης έργου

Δηλαδή η ισοδύναμη χρηματο-οικονομική εγγύηση που πρέπει να πληρώνεται σε ετήσια βάση από τον φορέα διαχείρισης και προβλέπεται ρητά από την οδηγία περί ταφής. Εκτιμάται ότι το κόστος αυτό είναι της τάξης του 0,5% του κόστους κατασκευής ανά έτος, για την φάση λειτουργίας του έργου , εφόσον η κατασκευή έχει γίνει με όλες τις διασφαλίσεις ποιότητας και τους ελέγχους που απαιτούνται.

Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα κόστος που σκοπεύει είτε να αποζημιώσει τους θιγόμενους σε περίπτωση ατυχήματος ή σοβαρής αστοχίας του έργου είτε να αποκαταστήσει σημαντικές φθορές που μπορεί να προέλθουν από απρόβλεπτους παράγοντες (σεισμοί, θεομηνίες κ.λπ.).

III. Κόστος αποκατάστασης

Προκύπτει από τα τέλη χρήσης του, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

IV. Κόστος μεταφροντίδας

Ο φορέας διαχείρισης, όπως έχουμε προαναφέρει, είναι υποχρεωμένος να παρακολουθεί τον χώρο για διάρκεια 30 χρόνων, ξεκινώντας αμέσως μετά την ολοκλήρωση της λειτουργίας του και την αποκατάσταση του. Στην φάση αυτή θα πρέπει να υπολογισθούν τα κόστη παρακολούθησης, τα κόστη συντήρησης μηχανημάτων και τελικής κάλυψης του έργου καθώς και το κόστος ασφάλισης του έργου.

V. Κόστος κατασκευής νέου ΧΥΤΑ

Με την ολοκλήρωση της λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ ή ενός κυττάρου, πρέπει να έχει ήδη κατασκευασθεί ένας νέος χώρος υγειονομικής ταφής για να παραλάβει τα στερεά απόβλητα. Και αυτά τα κονδύλια πρέπει να αντληθούν από τη φάση λειτουργίας του έργου, μέσω των τελών χρήσης.

10. ΧΥΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

10.1 Ιστορικά στοιχεία χρήσης αποβλήτων και εξέλιξης ΧΥΤΑ

Για πολλά χρόνια οι άνθρωποι έκαιγαν τα απόβλητα, τα έδιναν σαν τροφή στα ζώα, τα έθαψαν και, συνήθως, τα έριχναν επιφανειακά του εδάφους. Κάποιες πόλεις χτίστηκαν πάνω από τα απόβλητα και άλλες πρωτοστάτησαν νέους τρόπους για να σώσουν τις πόλεις τους από τα παράσιτα και τις ασθένειες.

Πρώιμες προσπάθειες ρύθμισης σκουπιδιών

- 3000 π.Χ. - Ο πρώτος χώρος υγειονομικής ταφής αναπτύσσεται στην Κνωσό της Κρήτης, όπου σκάβονται μεγάλες τρύπες για τα απορρίμματα της πόλης. Τα σκουπίδια απορρίπτονται εκεί δημιουργώντας εστία μόλυνσης σε διάφορα επίπεδα.
- 2000 π.Χ. - Η Κίνα αναπτύσσει μεθόδους σύνθεσης / ανακύκλωσης και ανακύκλωσης χαλκού για μεταγενέστερη χρήση.
- 500 π.Χ. - Στην Αθήνα, Ελλάδα, αναπτύσσετε νέος νόμος υποστηρίζοντας ότι τα σκουπίδια πρέπει να απορρίπτονται τουλάχιστον ένα μίλι μακριά από την πόλη.

1200-1700, Η μαύρη πανούκλα

Η πιο επικίνδυνη ασθένεια που έπληξε ποτέ την ανθρωπότητα ξέσπασε γύρω στο 1350. "Η Μαύρη Πανούκλα", σκότωσε 25 εκατομμύρια ανθρώπους σε μόλις 5 χρόνια. Οι άνθρωποι ήταν πολύ ασήμαντοι στην Ευρώπη, ο πόλεμος ήταν κοινός και οτιδήποτε θα μπορούσε να ξαναχρησιμοποιηθεί δεν χανόταν.

Γύρω από αυτό το διάστημα, η Βρετανία εισήγαγε τους πρώτους άντρες που μάζευαν τα σκουπίδια τους, ίσως τους πρώτους επίσημους άντρες σκουπιδιών στην ιστορία.

Αποκαλούνταν ως "rakers" (μανιτάρια), και η δουλειά τους ήταν απλώς να συλλέγουν τα σκουπίδια, σε ένα καλάθι, σε εβδομαδιαία βάση. Εξ' αρχής υπήρξε μεγάλος προβληματισμός για την συγκεκριμένη δουλειά καθώς αυτός που την εκτελούσε έπρεπε να υπομείνει σε σκληρή σωματική εργασία αλλά και να προσπαθήσει να παραμείνει υγιείς.

- 1388 - Το αγγλικό Κοινοβούλιο απαγορεύει την απόρριψη αποβλήτων σε τάφρους και δημόσιες οδούς.
- 1657 - Νέο Άμστερνταμ (τώρα Μανχάταν) περνάει νόμο κατά της διάθεσης αποβλήτων στους δρόμους.
- Περίπου το 1350 η Βρετανία ψήφισε νόμο που ορίζει μια καθαρή μπροστινή αυλή. Ωστόσο, ο νόμος δεν λαμβάνεται πολύ σοβαρά. Τα περισσότερα σκουπίδια καίγονται ακόμα στις φωτιές.
- Περί το 1407, ένας άλλος νόμος ψηφίστηκε στη Βρετανία, δηλώνοντας ότι τα απόβλητα πρέπει να αποθηκεύονται στο εσωτερικό, μέχρι να απομακρυνθούν από τους "rakers". Λόγω της έλλειψης πραγματικών κινήτρων, δεν υπήρχε μεγάλη κινητικότητα για την συμμόρφωση της κατάστασης των αποβλήτων κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου. Οι άνθρωποι είτε τα έκαιγαν είτε τα έθαβαν, είτε τα συσώρευαν. Κανείς δεν είδε τα σκουπίδια ως απειλή για τον τρόπο ζωής τους.

1700-1900 Δοκιμή και σφάλμα

Ήταν η εποχή των νέων ιδεών για τη διάθεση αποβλήτων. Περιελάμβανε τα πάντα, από την απομάκρυνση των περιττωμάτων σκύλων έως την ανάπτυξη μονάδων μαζικής καύσης. Η Βιομηχανική Επανάσταση ήταν η αρχή περισσότερων υλικών, εμπορίου και μηχανημάτων. Πάνω από 3,5 εκατομμύρια τόνους καίγονται στο Λονδίνο σε ένα χρόνο.

- Προκειμένου να αποφευχθεί η μαζική σάρωση και ο καθαρισμός της Αγγλίας, δημιουργήθηκε ο νόμος περί δημόσιας υγείας του 1875 για να δοθεί εξουσία για τη συλλογή των αποβλήτων. Η πρώτη έννοια ενός κινούμενου δοχείου απορριμμάτων δημιουργήθηκε και υπήρχε χρέωση ακόμη και αν ήταν άδειο. Αυτοί οι κάδοι χρησιμοποιήθηκαν για την αποθήκευση αποβλήτων τέφρας και αδειάζονταν εβδομαδιαίως.
- Ένα τεράστιο εργοστάσιο καύσης, ανοίγει στην Βρετανία για να καίει τα απόβλητα και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια από τον ατμό.
- Περίπου το 1757 ο Ben Franklin ξεκίνησε την πρώτη υπηρεσία καθαρισμού του δρόμου και ενθάρρυνε το κοινό να σκάψει κοιλάματα για να απορρίψει τα απόβλητά του.
- Το 1885 η Αμερική δημιούργησε τον πρώτο αποτεφρωτήρα της στο νησί Governors, στη Νέα Υόρκη. Το Big Apple ανέπτυξε επίσης το πρώτο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων για τα έθνη. Δοκιμάστηκε ακόμη και εγκαταστάσεις στην Αυστρία για τη μείωση των αποβλήτων όπου συμπιέζαν οργανικά γράσα, έλαια και υποπροϊόντα από απόβλητα. Παρόλο αυτά, γρήγορα υπήρξαν αντιδράσεις λόγω άσχημων οσμών.

1900-1920

- Το 1908, η απόρριψη αποβλήτων στην πιο βολική τοποθεσία ήταν κοινή πρακτική. Βυθιζόντουσαν στους ωκεανούς, στους υγροτόπους ή σε οποιαδήποτε δεδομένη γη αποβλήτων.
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν αναπτύξει κάποια μορφή συλλογής αποβλήτων στο 71% των 161 μεγάλων πόλεων των ΗΠΑ. Οι περισσότερες μικρές πόλεις χρησιμοποιούν μικρά χοιροστάσια όπου προορίζονταν για να καταναλώσουν τα ακατέργαστα και μαγειρεμένα τρόφιμα της πόλης. 75 χοίροι θα μπορούσαν να καταναλώσουν περίπου έναν τόνο από τρόφιμα καθημερινά. Οτιδήποτε δεν ήταν απόβλητα τροφίμων ήταν πιθανότατα καμένο ή θαμμένο.
- Η μετακίνηση στον νέο αιώνα απαιτούσε τον σχεδιασμό των εθνών να γίνεται πιο πολιτισμένη. Το πρώτο εργοστάσιο ανακύκλωσης αλουμινίου άνοιξε στο Κλίβελαντ και

το Σικάγο και πάνω από 100 καυστήρες έκλεισαν λόγω βλαβερών καπνών.

Προς το τέλος αυτού του χρονικού πλαισίου, οι χώροι υγειονομικής ταφής γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς και οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την απόρριψη σε υγροτόπους και την κάλυψη με χώμα.

- Στην πόλη της Νέας Υόρκης το 1916 η συλλογή απορριμμάτων πήρε 4,5 κιλά σκουπιδιών ανά άτομο την ημέρα.

1920-1960

- Στη δεκαετία του 1920 ήταν συνηθισμένο τα σκουπίδια, η στάχτη αποτεφρωτήρα και η βρομιά να χρησιμοποιηθούν για να γεμίσουν βάλτους κοντά σε πόλεις που επέτρεπαν τη μόλυνση των υπόγειων υδάτων.
- Ο πρόδρομος του σύγχρονου χώρου υγειονομικής ταφής δοκιμάστηκε για πρώτη φορά στην Καλιφόρνια το 1935. Τα απορρίμματα ρίχτηκαν σε μια τρύπα στο έδαφος που ήταν περιοδικά καλυμμένη με ρύπους.
- Το 1934 το Ανώτατο Δικαστήριο απαγόρευσε την απόρριψη αστικών αποβλήτων στον ωκεανό, η οποία είχε γίνει πολύ συνηθισμένη γεγονός.
- Περίπου το 1945, 100 πόλεις στις Η.Π.Α. χρησιμοποιούν υγειονομικούς χώρους υγειονομικής ταφής.
- Μετά τον πόλεμο, στις περισσότερες περιοχές απαγορεύτηκε η καύση ανοικτών καυσαερίων και η καύση απορριμμάτων στην αυλή. Ο καταναλωτισμός φθάνει σε ένα απίστευτο υψηλό λόγω της ευκολίας των πλαστικών και η Αμερική ονομάστηκε "κοινωνία που πετάει". Ο όγκος των συσκευασιών που παράγονται και απορρίπτονται αυξάνεται 67% μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο.
- Το 1956, ο νόμος περί καθαρού αέρα ορίζεται στη Βρετανία (ακολουθούν σύντομα οι ΗΠΑ) και η περισσότερη οικιακή θερμότητα αντικαθίσταται με φυσικό αέριο και ηλεκτρισμό. Δεδομένου ότι κανείς δεν μπορεί να κάψει τα απόβλητά τους στην τέφρα πια, οι ποσότητες χαρτιού, συσκευασίας και φαγητού είναι πολύ μεγαλύτερες..
- Το 1959 η Αμερικανική Εταιρεία Πολιτικών Μηχανικών δημοσίευσε για πρώτη φορά κατευθυντήριες γραμμές για μια «υγειονομική ταφή» η οποία πρότεινε τη συμπύκνωση των αποβλήτων και την κάλυψή της με ένα στρώμα εδάφους κάθε μέρα για τη μείωση των οσμών και των τρωκτικών ελέγχου. Ακόμη και σε αυτό το σημείο οι χώροι υγειονομικής ταφής σχεδιάστηκαν ανασκάπτοντας μια τρύπα ή τάφρο, γεμίζοντας την ανασκαφή με σκουπίδια και καλύπτοντας τα σκουπίδια με το έδαφος. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, τα απόβλητα τοποθετήθηκαν απευθείας στα υποκείμενα εδάφη χωρίς φράγμα ή στρώμα συγκράτησης (επένδυση) που εμπόδιζε το νερό να διεισδύσει μέσω των αποβλήτων και να πάρει τους μολυντές από την έξοδο από την υγειονομική ταφή και από τα μολυσματικά υπόγεια ύδατα.

1960-1990

- 1965 - Νόμος για την απόρριψη στερεών αποβλήτων - Η κυβέρνηση εγκρίνει την έρευνα σχετικά με την απογραφή των εγκαταστάσεων, την ανάκτηση πόρων, την έρευνα σχετικά με την υγειονομική ταφή και παρέχει κρατικές ενισχύσεις για στερεά απόβλητα.
- Το 1968 περισσότερο από το 33% των αποβλήτων των πόλεων των ΗΠΑ διαχωρίζεται με κάποιο τρόπο. Λίγο μετά την ίδρυση της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος από τον Πρόεδρο Νίξον, οι πόροι ανακύκλωσης και το γενικό περιβάλλον αποτελούν βασικό μέλημα.

- Αυτή τη φορά η έννοια του "σταθμού μεταφοράς" εισήχθη για να βοηθήσει τις μεγαλύτερες πόλεις να διαχειριστούν καλύτερα τα απόβλητα. Οι σταθμοί μεταφοράς είναι μεγάλα κτίρια αποθήκης σχεδιασμένα να συσκευάζουν τα απόβλητα και στη συνέχεια να τα μεταφέρουν τα απόβλητα στους αποτεφρωτήρες ή σε μεγάλους χώρους υγειονομικής ταφής περαιτέρω. Βοηθούσε τους μεταφορείς να σπαταλούν μεγάλους χρόνους ταξιδιού σε απομακρυσμένους χώρους υγειονομικής ταφής. Αυτοί οι σταθμοί έσωσαν πολλές μεγάλες πόλεις επειδή οι μεταφορείς ήταν σε θέση να συλλέξουν περισσότερα απόβλητα σε μικρότερο χρονικό διάστημα.
- Η πρώτη ομοσπονδιακή νομοθεσία που αφορούσε το σκουπίδια ή τη διαχείριση σωστά στερεών αποβλήτων ήταν ο νόμος περί διάθεσης στερεών αποβλήτων του 1965 (SWDA), ο οποίος δημιούργησε ένα εθνικό γραφείο στερεών αποβλήτων. Το 1976, ο νόμος περί διατήρησης και ανάκτησης πόρων (RCRA) επέκτεινε τον ρόλο της ομοσπονδιακής κυβέρνησης στη διαχείριση της διάθεσης αποβλήτων. Η RCRA χώρισε τα απόβλητα σε κατηγορίες επικίνδυνων και στερεών αποβλήτων και ξεκίνησε τη διαδικασία ανάπτυξης προδιαγραφών για υγειονομικούς χώρους υγειονομικής ταφής και το κλείσιμο ή την αναβάθμιση των υφιστάμενων χώρων εναπόθεσης για την τήρηση των προδιαγραφών υγειονομικής ταφής.
- Το 1979, η EPA ανέπτυξε το πρώτο σύνολο κριτηρίων για χώρους υγειονομικής ταφής που περιλάμβαναν πρότυπα για τον εντοπισμό νέων χώρων υγειονομικής ταφής και λειτουργικών προτύπων για τους υφιστάμενους χώρους υγειονομικής ταφής για τη μείωση των φορέων ασθενειών και την αύξηση της προστασίας των επιφανειακών και υπογείων υδάτων.
- Το RCRA τροποποιήθηκε το 1984 για να απαιτήσει από την EPA να αξιολογήσει και να αναθεωρήσει τις απαιτήσεις υγειονομικής ταφής.
- Το 1991, η EPA καθόρισε νέα ομοσπονδιακά πρότυπα για τους χώρους υγειονομικής ταφής των αστικών στερεών αποβλήτων, τα οποία επικαιροποίησαν τα πρότυπα τοποθεσίας και λειτουργίας και πρόσθετα πρότυπα σχεδιασμού, απαιτήσεις παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων, απαιτήσεις διορθωτικών ενεργειών για γνωστές περιβαλλοντικές εκλύσεις, απαιτήσεις για το κλείσιμο και μετά το κλείσιμο των ΧΥΤΑ.

1990-2005 Τεχνολογία διάθεσης απορριμμάτων

- Το 1991, η EPA καθόρισε πρότυπα για την προστασία των υπόγειων υδάτων υγειονομικής ταφής, την παρακολούθηση και τη φροντίδα μετά το κλείσιμο. Αυτά τα πρότυπα ήταν πολύ σημαντικά για τους μελλοντικούς χώρους επειδή απαιτούσαν πρότυπα που θα διασφάλιζαν το μέλλον των εργασιών υγειονομικής ταφής.
- Το 1993, η Γενική Συνέλευση έδωσε εντολή σε ένα νόμο γνωστό ως "HB 1205" ότι οι υφιστάμενοι χώροι υγειονομικής ταφής που δεν πληρούν τους νέους κανονισμούς πρέπει να κλείσουν και δεν μπορούν να διατηρήσουν το καθεστώς τους. Οι παλιοί χώροι υγειονομικής ταφής θα μπορούσαν να συνεχίσουν να δέχονται τα απόβλητα μέχρι να γεμιστούν οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις τους, αλλά δεν θα επιτρεπόταν οριζόντια επέκταση των παλαιών χώρων υγειονομικής ταφής και οι παλαιότεροι χώροι υγειονομικής ταφής θα πρέπει στη συνέχεια να καλύπτονται και να παρακολουθούνται.
- Περίπου το 1994, ο πρόεδρος Μπιλ Κλίντον εξέδωσε εκτελεστική εντολή, η οποία απαιτούσε από τις ομοσπονδιακές υπηρεσίες να αγοράζουν και να χρησιμοποιούν

ανακυκλωμένα προϊόντα και να χρησιμοποιούν περιβαλλοντικά ασφαλή προϊόντα. Δημιούργησε το Γραφείο της Ομοσπονδιακής Περιβαλλοντικής Εκτελεστικής Επιτροπής για την επιβολή της εντολής.

- Το 1996 το έθνος έφθασε στο στόχο του με ποσοστό 25% ανακύκλωσης, στη συνέχεια γύρισε και έθεσε το 35% ως νέο στόχο.
- Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 80 και της δεκαετίας του '90 η EPA παρακολούθησε όλα τα περιεχόμενα των αποβλήτων και τα ποσοστά ανακύκλωσης για να μετρήσει τι χάνουμε περισσότερο και τι μπορούμε να κάνουμε γι' αυτό.
- Το 2000, περισσότερες από 5.000 πόλεις των ΗΠΑ χρησιμοποιούν προγράμματα πληρωμής, τα οποία χρεώνουν τους κατοίκους με βάση τα ποσά των απορριμμάτων που πετάνε.

10.2 Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως

Από τους μεγαλύτερους χώρους υγειονομικής ταφής στον κόσμο είναι:

1. Great Pacific Garbage Patch, Ειρηνικός Ωκεανός

Καλύπτοντας εκατοντάδες μίλια και ενδεχομένως το μέγεθος του Τέξας, η γιγαντιαία μεταναστευτική μάζα που είναι γνωστή και ως Vortex σκουπιδιών του Ειρηνικού μπορεί να παρατηρηθεί ως "μπαλώματα" που επιπλέουν κατά μήκος του Ωκεανού.

2. Bordo Poniente Landfill, Nezahualcoyotl, Μεξικό

Ο μεγαλύτερος χώρος υγειονομικής ταφής στην Πόλη του Μεξικού δεχόταν 12.000 τόνους σκουπιδιών ημερησίως πριν από το κλείσιμό του στα τέλη του 2011. Παραδόξως, τα απορρίμματα εξακολουθούν να ρίχνονται στο χώρο αυτό.

3. Fresh Kills Landfill, Νέα Υόρκη

Άνοιξε το 1947 ως προσωρινός χώρος υγειονομικής ταφής, ενώ ήταν κάποτε η μεγαλύτερη ανθρωπογενής δομή στον κόσμο. Με πάνω από 150 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων, έκλεισε το 2001, αφού έλαβε μια απροσδόκητη κατάρρευση από το Παγκόσμιο Κέντρο Εμπορίου.

4. Lagos Dump, Νιγηρία

Η χωματερή στο Λάγος παίρνει περίπου 10.000 τόνους στερεών αποβλήτων ημερησίως και μια σημαντική ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων (ηλεκτρονικά απόβλητα) από τα 500 πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που εκφορτώνουν κάθε μήνα. Χημικά απογυμνωτικά ηλεκτρονικά απόβλητα για πολύτιμα μέταλλα παράγουν τοξικά αέρια.

5. Apex Regional Landfill, Λας Βέγκας, Νεβάδα

Οι 9.000 τόνοι αποβλήτων που παράγονται στο Sin City κάθε μέρα καταλήγουν στο Apex Regional Skill. Ο χώρος υγειονομικής ταφής κατέχει σήμερα 50 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων και προβλέπεται να κρατήσει ένα δισεκατομμύριο τόνους από τη στιγμή που θα κλείσει.

6. Sudokwon Landfill, Νότια Κορέα

Από το άνοιγμά της το 1992, ο ΧΥΤΑ Sudokwon έχει συλλέξει 88 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων. Ο μέσος όρος είναι 20.000 τόνοι αποβλήτων ημερησίως και 6.3 εκατομμύρια τόνοι ετησίως.

7. Puente Hills Landfill, Λος Άντζελες, Καλιφόρνια

Καλύπτοντας περίπου 700 στρέμματα και ύψος σχεδόν 500 ποδιών, ο μεγαλύτερος χώρος υγειονομικής ταφής του Λος Άντζελες, Puente Hills, παίρνει 12.000 τόνους σκουπιδιών την ημέρα και σήμερα κατέχει 3.7 εκατομμύρια τόνους.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται ΧΥΤΑ παγκοσμίως με τα χαρακτηριστικά της έκτασης τους, της δυναμικότητας τους και τα απόβλητα που δέχονται.

Πίνακας 10α. Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως.

Όνομασία	Τοποθεσία	Τύπος αποβλήτων	Αρ. στρεμμάτων	Τόνοι/Μέρα	Τόνοι/Χρόνο (x 10 ⁻⁶)
Bordo Poniente Landfill	Nezahualcoyotl, Μεξικό (Mexico City)	Δημοτικά στερεά απόβλητα	927	12,000	4.4
Apex Regional Landfill	Λας Βέγκας, Νεβάδα	Δημοτικά στερεά απόβλητα	2200	10,500	3.8
Sudokwon Landfill	Incheon, Νότια Κορέα	Δημοτικά στερεά απόβλητα	570	18,000 - 20,000	6.9
Puente Hills Landfill	Laogang Landfill	Δημοτικά στερεά απόβλητα	630	10,300	3.6
Laogang Landfill	Lagos, Νιγηρία	Δημοτικά στερεά απόβλητα	1000+	6,000-10,000	3
Lagos Dumpsites	Guangzhou, Κίνα	Δημοτικά στερεά απόβλητα	100	9,000	3.3
Xingfeng Landfill	São Paulo, Βραζιλία	Δημοτικά στερεά απόβλητα	-	6,000-8,000	2.5
Sao Joao Landfill	Delhi/ New Delhi, Ινδία	Δημοτικά στερεά απόβλητα	150	7,000	2.5
Delhi Landfills	Χονγκ Κονγκ	Δημοτικά στερεά απόβλητα	500	6,000	2.2
West New Territories Landfill	Ρώμη	Δημοτικά στερεά απόβλητα	-	6,200	-
Malagrotta Landfill	Mumbai, Ινδία	Δημοτικά στερεά απόβλητα	680	4,000	2.3
Mumbai Landfills	Mumbai, Ινδία	Δημοτικά στερεά απόβλητα	-	4,000-7,000	2
Guiyu E-waste Dumpsites	Guiyu, Κίνα	Ηλεκτρικά απόβλητα	-	4,100	1.5
Dandora Dumpsite 0.18	Nairobi, Κένυα	Βιομηχανικά, γεωργικά και νοσοκομειακά απόβλητα	30	2,000	0.75
Guatemala City dump	Guatemala City,	Ανοικτή χωματερή,	40	500	0.18

	Γκουαντεμάλα	Περιλαμβάνει ιατρικά απόβλητα			
--	--------------	-------------------------------------	--	--	--

Πίνακας 10β. Κατάλογος ΧΥΤΑ παγκοσμίως

Όνομασία	Τοποθεσία	Τύπος αποβλήτων	Έκταση (εκτάρια)
K'ara K'ara	Cochabamba, Βολιβία	Δημοτικά απόβλητα	25
Estrutural	Brasilia, Βραζιλία	Δημοτικά απόβλητα	136
Duquesa	Santo Domingo, Δομινικανή Δημοκρατία	Δημοτικά απόβλητα	128
Agbogbloshie	Accra, Γκάνα	Ηλεκτρονικά απόβλητα	10.6
Trutier	Port-au-Prince, Αϊτή	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	94
Tegucigalpa	Tegucigalpa, Ονδούρα	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	40
Ghazipur	New Delhi, Ινδία	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	30
Bantar Gebang	Jakarta, Ινδονησία	Δημοτικά απόβλητα	112
Dandora	Nairobi, Κένυα	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	53
Kibarani	Mombasa, Κένυα	Δημοτικά επικίνδυνα και Ηλεκτρονικά απόβλητα	9,7
Bishkek	Bishkek, Κιργιστάν	Δημοτικά και άλλα απόβλητα	3,8
Olusosun	Lagos, Νιγηρία	Δημοτικά και Ηλεκτρονικά απόβλητα	42,7
Johr al-Deek	Λωρίδα της Γάζας, Παλαιστίνη	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	20
Sofa	Rafah, Παλαιστίνη	Δημοτικά και άλλα απόβλητα	2,7
Haquira	Cusco, Περού	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	10,5
Payatas	Quezon City, Φιλιππίνες	Δημοτικά απόβλητα	25,7
Lagoon	Juba, Νότιο Σουδάν	Δημοτικά επικίνδυνα και Ηλεκτρονικά απόβλητα	25
Tibar	Dili, Τιμόρ-Λέστε	Δημοτικά επικίνδυνα απόβλητα	3,6

10.3 Παγκόσμιες πρακτικές λειτουργίας ΧΥΤΑ

Καναδάς

Οι χώροι υγειονομικής ταφής στον Καναδά ρυθμίζονται από επαρχιακές περιβαλλοντικές

υπηρεσίες και πράξεις προστασίας του περιβάλλοντος (EPA). Οι παλαιότερες εγκαταστάσεις τείνουν να εμπίπτουν στα ισχύοντα πρότυπα και παρακολουθούνται για την έκλυση των απορριμμάτων. Ορισμένες πρώην τοποθεσίες έχουν μετατραπεί σε πάρκα.

Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μεμονωμένα κράτη υποχρεούνται να θεσπίσουν νομοθεσία για να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις και τις υποχρεώσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Στο Ηνωμένο Βασίλειο αυτό είναι το Πρόγραμμα Εφαρμογής Αποβλήτων.

Ηνωμένο Βασίλειο

Οι πρακτικές υγειονομικής ταφής στο Ηνωμένο Βασίλειο αναγκάστηκαν να αλλάξουν τα τελευταία χρόνια για να ανταποκριθούν στις προκλήσεις της ευρωπαϊκής οδηγίας για την υγειονομική ταφή. Το Ηνωμένο Βασίλειο επιβάλλει σήμερα φόρο υγειονομικής ταφής σε βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα τα οποία τοποθετούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Επιπλέον, έχει θεσπιστεί το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής χώρων ταφής για τις τοπικές αρχές για την εμπορία ποσοτώσεων υγειονομικής ταφής στην Αγγλία. Ένα διαφορετικό σύστημα λειτουργεί στην Ουαλία, όπου οι αρχές δεν είναι σε θέση να «εμπορεύονται» μεταξύ τους, αλλά έχουν δικαιώματα γνωστά ως Σχέδιο Επιχορηγήσεων ΧΥΤΑ.

Ηνωμένο Βασίλειο

Οι χώροι υγειονομικής ταφής των ΗΠΑ ρυθμίζονται από την περιβαλλοντική υπηρεσία κάθε κράτους, η οποία θεσπίζει ελάχιστες κατευθυντήριες γραμμές. Ωστόσο, κανένα από αυτά τα πρότυπα δεν μπορεί να πέσει κάτω από αυτά που ορίζει η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών (EPA).

10.4 Προδιαγραφές της Ε.Ε για τα ΧΥΤΑ

- 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 ΧΥΤΑ να γίνεται διάθεση μόνο των στερεών αστικών αποβλήτων (απορριμμάτων) τα οποία έχουν επεξεργαστεί. Τα επικίνδυνα απόβλητα και τα αδρανή διατίθενται σε ειδικούς χώρους.

Πίνακας 11. Χώρες που απαγορεύουν την ταφή βιοαποικοδομήσιμων απορριμμάτων.

Αυστρία	Από το 2004
Βέλγιο (Φλάνδρα)	Ναι
Γαλλία	Ναι
Γερμανία	Από το 2005
Δανία	Ναι
Ιταλία	Ναι
Νορβηγία	Ναι
Ολλανδία	Ναι
Σουηδία	Από το 2005
Φινλανδία	Από το 2005

ΠΗΓΗ: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2002

10.5 Ιεραρχία διαχείρισης των απορριμμάτων της Ε.Ε

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει μια ιεραρχία όσον αφορά τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων. Η ιεραρχία αυτή είναι κοινώς αποδεκτή και οφείλει να εφαρμόζεται για τη βέλτιστη αντιμετώπισή τους σε σχέση με το περιβάλλον, ανεξαρτήτως ένταξης μιας χώρας στην Ε.Ε. και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

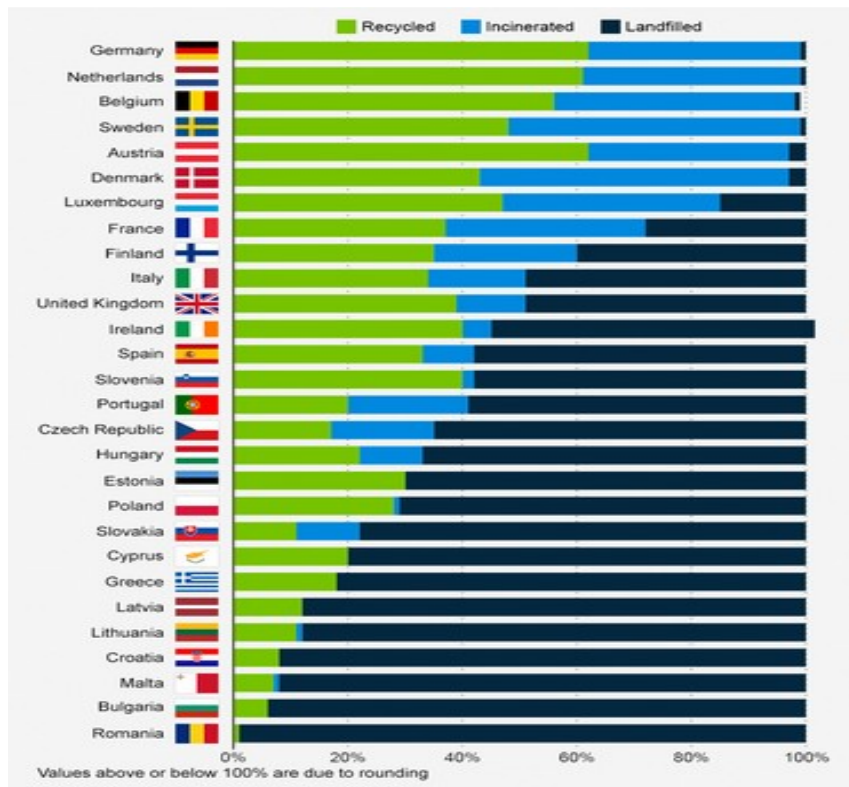
ΙΕΡΑΡΧΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ



Εικόνα 10. Ιεραρχία Διαχείρισης των Απορριμμάτων

Όπως φαίνεται, προτεραιότητα έχει η πρόληψη και μείωση των παραγόμενων αποβλήτων, στη συνέχεια η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, στη συνέχεια η καύση (ανάκτηση ενέργειας) και τέλος η ασφαλής διάθεση των απορριμμάτων.

Παρότι η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει σχετικούς νόμους για τη διαχείριση των αποβλήτων και κατευθυντήριες οδούς, υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφοροποιήσεις στα κράτη μέλη ως προς τους τρόπους διαχείρισης. Τα υψηλότερα ποσοστά υγειονομικής ταφής παρατηρούνται στην Ελλάδα, την Πορτογαλία, τη Μεγάλη Βρετανία και την Ιταλία με τα στατιστικά να έχουν αποκλίσεις από έρευνα σε έρευνα έως και 20% για ορισμένους τρόπους διαχείρισης στις παραπάνω χώρες, εκτός από την περίπτωση της Ελλάδας που μένει σε όλες τις έρευνες πάνω από 80% στην υγειονομική ταφή των απορριμμάτων της και με σχεδόν μηδενικά ποσοστά κομποστοποίησης και καύσης.



Εικόνα 11. Διαχείριση αποβλήτων στις χώρες της Ε.Ε.

Πηγή: <http://phongnhakebang.info/njlojj-ladder-clipart-png.asp>

10.6 ΧΥΤΑ στην Ελλάδα

10.6.1 Η ιστορία των ΧΥΤΑ

Οι πρώτες έρευνες για τον εντοπισμό κατάλληλων χώρων για την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, του λεκανοπεδίου, ξεκίνησαν σχετικά πρόσφατα, ή μάλλον με μεγάλη καθυστέρηση, μόλις το 1986. Πάντα οι αντιδράσεις των τοπικών φορέων και των κατοίκων, που αρνούνταν να επωμιστούν το «βάρος» και τη «δυσσομία» του συνόλου των σκουπιδιών στην περιοχή τους, ήταν το εμπόδιο στις κατά καιρούς προτάσεις, οι οποίες βέβαια ουδέποτε υλοποιήθηκαν. Η μετεξέλιξη των ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ (ή ακόμη και η οριστικής τους κατάργηση) στην Ευρώπη βρίσκει την Ελλάδα στο στάδιο της αρχικής τους εφαρμογής. Αντίθετα με τη οριστική κατάργηση των ΧΥΤΑ από χώρες τις Ε.Ε, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, η ελληνική πραγματικότητα κινείται προς την κατασκευή και κοινωνική προώθηση νέων ΧΥΤΑ.

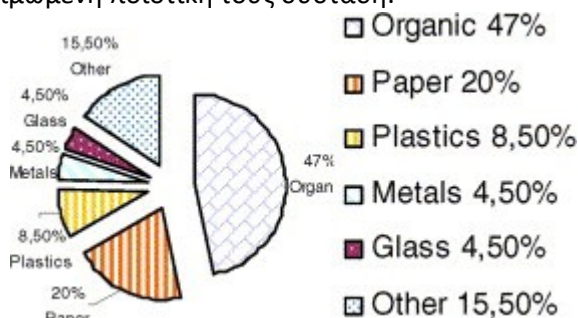
Πιο αναλυτικά:

- 1960: Δημιουργείται η χωματερή του Σχιστού, η οποία σταδιακά έφθασε να δέχεται 1.200 τόνους σκουπιδιών. Αν και από το 1985 ήδη έχει φτάσει στα όρια κορεσμού, οι δήμαρχοι της περιοχής κατάφεραν να κλείσει μόλις το 1990.
- 1965: Ξεκινάει η λειτουργία της χωματερής Άνω Λιοσίων, στην οποία εναποτίθενται ακόμα και νοσοκομειακά απόβλητα καθώς και τοξικές ουσίες. Η χωματερή, για ολόκληρες δεκαετίες λειτουργούσε χωρίς τη στοιχειώδη υποδομή. Ο χώρος δεν ήταν περιφραγμένος, καθώς επίσης δεν υπήρχαν έργα στεγανοποίησης και συλλογής των στραγγισμάτων. Την εποχή αυτή λειτουργούν περίπου 25 παράνομες χωματερές στο νομό Αττικής, ενώ στο σύνολο της χώρας φθάνουν τις 1.300.

- 1970: Δημιουργείται ο Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Αττικής (ΕΣΔΚΝΑ), ένας φορέας που έχει την ευθύνη για τη συλλογή και απόθεση των σκουπιδιών.
- 1980: Λαμβάνονται κάποια μέτρα για τη βελτίωση των χωματερών που λειτουργούν στην Αττική.
- 1989: Για πρώτη φορά αρχίζει η καταγραφή στοιχείων που αφορούν τα σκουπίδια. Σε όλη τη χώρα καταγράφονται 1.420 εγκεκριμένοι χώροι και 3.430 παράνομοι. Οι τελευταίοι δέχονται το 35% των συνολικών απορριμμάτων, αλλά δημιουργούν πολλαπλάσια προβλήματα στον περιβάλλοντα χώρο. Καταγγέλθηκαν σοβαρές επιπτώσεις στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα πολλών περιοχών. Η συνολική παραγωγή σκουπιδιών υπολογίζεται ότι φθάνει πλέον τα 3, 5 εκ.
- 1991: Η χωματερή του Σχιστού αποτελεί παρελθόν και όλα τα απορρίμματα της Αττικής οδεύουν πλέον προς τα Άνω Λιόσια. Ο ΕΣΔΚΝΑ αναθέτει σε γραφείο μελετών τη διερεύνηση της καταλληλότητας δύο θέσεων, στον Αυλώνα και τις Μηλιές Γραμματικού, που είχαν προεγκριθεί από τη νομαρχία.
- 1992: Προστίθενται να μελετηθούν δύο θέσεις στη Ριτσώνα και μία κοντά στο Βαρνάβα. Την ίδια χρονιά η Τοπική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων (ΤΕΔΚΝΑ) αποφασίζει ότι θα δημιουργηθούν τρεις χώροι υγειονομικής ταφής στο νομό Αττικής. Με αυτό τον όρο ο δήμος Άνω Λιοσίων αποδέχεται να είναι η σημερινή χωματερή ένας από τους τρεις ΧΥΤΑ.
- 1994: Η ΤΕΔΚΝΑ επιβεβαιώνει την πρόταση για τρεις ΧΥΤΑ και το υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ ξεκινάει τη διαδικασία για την εξεύρεση θέσεων. Παράλληλα εγκαινιάζεται το πρόγραμμα ανακύκλωσης στην πηγή, με πρώτο βήμα το χαρτί.
- 1995: Ο υπουργός ΠΕΧΩΔΕ παρουσιάζει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα για τη διαχείριση των απορριμμάτων, που περιλαμβάνει σταθμούς μεταφόρτωσης, χώρους υγειονομικής ταφής και εργοστάσια ανακύκλωσης. Ειδικά για την Αττική προβλέπονται έξι σταθμοί μεταφόρτωσης, από τους οποίους έχουν ήδη οριστεί οι τρεις (Ελαιώνας, Σχιστό και Υμηττός), δύο ΧΥΤΑ, από τους οποίους έχουν οριστεί μόνο τα Άνω Λιόσια, καθώς και τη δημιουργία εργοστασίων ανακύκλωσης.
- 1996: Ανατίθεται στο Πολυτεχνείο η βαθμονόμηση 3 θέσεων στη βόρεια (Βαρνάβα, Γραμματικό και Αυλώνα) και 4 στη νότια Αττική (δύο στο Κορωπί, Κερατέα και Μαρκόπουλο).

10.6.2 Αστικά στερεά απόβλητα στην Ελλάδα

Στον Ελλαδικό χώρο κατά μέσο όρο ο κάθε κάτοικος παράγει έως σήμερα (2014) περίπου 1,39kg/ημέρα. Υπολογίζεται πως στα επόμενα χρόνια το νούμερο αυτό θα μεγαλώσει έως και σε 1,48 kg/κάτοικο/ημέρα έως το 2020. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις παρακάτω παρατίθεται πίνακας με τις υπολογιζόμενες ποσότητες παραγωγής ΑΣΑ στην Ελλάδα, συναρτήσει και του εκτιμώμενου πληθυσμού της χώρας, έως το έτος 2020 καθώς και η εκτιμώμενη ποιοτική τους σύσταση.



Εικόνα 12. Τα κλάσματα των δημοτικών στερεών αποβλήτων το 2001 στην Ελλάδα

Πίνακας 12. Συνολική παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα έως το 2020

Έτος	Πληθυσμός χώρας	Συνολική παραγωγή ΑΣΑ (τόνοι)	Kg/κάτοικο /έτος	Kg/κάτοικο /ημέρα
2011	10,962,751	5,574,757	5085	1.39
2012	10,985,000	5,584,600	508.4	1.39
2013	11,007,000	5,584,600	507.4	1.39
2014	11,029,000	5,584,600	506.4	1.39
2015	11,051,000	5,584,600	505.3	1.38
2016	11,063,000	5,666,200	512.2	1.40
2017	11,074,000	5,748,700	519.1	1.42
2018	11,085,000	5,832,700	526.2	1.44
2019	11,097,000	5,917,900	533.3	4.46
2020	11,108,000	6,004,600	540.6	1.48

Πηγή: ΕΠΠΕΡΑΑ (2014)

Πίνακας 13. Αναμενόμενη ποσότητα ΑΣΑ στην Ελλάδα ανά κατηγορία υλικών

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	% κ.β.	Έτος προβολής παραγωγής (συνολική παραγωγή ΑΣΑ σε τόνους/ έτος)									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Οργανικό κλάσμα (ζυμώσιμα)	44.3	2,469,617	2,473,978	2,473,978	2,473,978	2,473,978	2510,127	2,546,674	2,583,886	2,621,630	5,659,900
Χαρτί-χαρτόνι	22.2	1,237,596	1,239,781	1,239,781	1,239,781	1,239,781	1,257,896	1,276,211	1,294,859	1,313,774	1,333,000
Πλαστικά	13.9	774,891	776,259	776,259	776,259	776,259	787,602	799,069	810,745	822,588	834,600
Μέταλλα	3.9	217,416	217,799	217,799	217,799	217,799	220,982	224,199	227,475	230,798	234,300
Γυαλί	4.3	239,416	240,138	240,138	240,138	240,138	243,647	247,194	250,806	254,470	258,400
Ξύλο	4.6	239,715	256,892	256,892	256,892	256,892	260,645	264,440	268,304	272,223	276,100
Λοιπά	6.8	256,439	379,753	379,753	379,753	379,753	385,302	390,912	396,624	402,417	408,300

Πηγή: ΕΠΠΕΡΑΑ (2014)

Πίνακας 14. Λειτουργικοί ΧΥΤΑ μη επικύνδωνων αποβλήτων Ελλάδας

ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΦΟΡΕΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ			
Δ. ΞΑΝΘΗΣ, Δ. ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ, Δ. ΑΒΔΗΡΩΝ, Δ. ΤΟΠΕΙΡΟΥ, Δ. ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗΣ, Δ. ΜΥΚΗΣ, Δ. ΣΕΛΕΡΟΥ, Κ. ΚΟΤΥΛΗΣ, Κ. ΣΑΤΡΩΝ Κ. ΘΕΡΜΩΝ	ΞΑΝΘΗΣ	Πρασινάδα, Δ.Δ. Εξοχής, Δήμος Τοπίου	ΣΔΑΝΞ, Σύνδεσμος Διαχείρισης Απορριμμάτων Νομού Ξάνθης
ΚΑΒΑΛΑΣ, ΦΙΛΙΠΠΩΝ	ΚΑΒΑΛΑΣ	«Εσκή Καπού», Όρια Δήμων Καβάλας - Φιλίππων	Δήμος Καβάλας (Υπηρεσία καθαριότητας)
Δ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ, Δ. ΑΙΓΕΙΡΟΥ, Δ. ΑΡΡΙΑΝΩΝ, Δ. ΜΑΡΩΝΕΙΑΣ, Δ. ΣΑΠΠΩΝ, Δ. ΣΩΣΤΟΥ, Δ.	ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	Σιδεράδες, Δ.Δ. Στυλάριο, Δήμος Κομοτηνής	Δήμος Κομοτηνής (Υπηρεσία καθαριότητας)

ΦΙΛΥΡΑΣ, Κ. ΟΡΓΑΝΗΣ, Δ. ΙΑΣΜΟΥ, Δ. Ν. ΣΙΔΗΡΟΧΩΡΙΟΥ, Κ. ΚΕΧΡΟΥ, Κ. ΑΜΑΞΑΔΩΝ			
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ			
Δ. ΚΙΛΚΙΣ, Δ. ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ, Δ. ΓΑΛΛΙΚΟΥ, Δ. ΚΡΟΥΣΣΩΝ, Δ. ΧΕΡΣΟΥ, Δ. ΔΟΪΡΑΝΗΣ, Δ. ΜΟΥΡΙΩΝ	ΚΙΛΚΙΣ	Κρηστώνη, Δήμος Κιλκίς	Σύνδεσμος διαχείρισης στερεών αποβλήτων Ενιαίας Διαχειριστικής Ενότητας Νομού Κιλκίς Π.Κ.Μ. - Αναγκαστικός Σύνδεσμος
ΑΓ. ΠΑΥΛΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΩΝ, ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ, ΕΥΟΣΜΟΥ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ, ΜΕΝΕΜΕΝΗΣ, ΝΕΑΠΟΛΗΣ, ΠΟΛΙΧΝΗΣ, ΠΥΛΑΙΑΣ, ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗΣ, ΣΥΚΙΩΝ, ΤΡΙΑΝΔΡΙΑΣ, ΕΥΚΑΡΠΙΑΣ, ΘΕΡΜΑΪΚΟΥ, ΘΕΡΜΗΣ, ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΕΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΙΩΝΑΣ, ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ, ΧΟΡΤΙΑΤΗ, ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ, ΕΧΕΔΩΡΟΥ, ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ, ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ, ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ, ΜΙΚΡΑΣ, ΠΕΥΚΩΝ, ΕΠΑΝΩΜΗΣ, ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ, ΑΞΙΟΥ, ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ, ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ, ΑΣΣΗΡΟΥ, ΕΓΝΑΤΙΑΣ, ΚΑΛΛΙΝΔΟΙΩΝ, ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ, ΚΟΥΦΑΛΙΩΝ, ΛΑΧΑΝΑ, ΡΕΝΤΙΝΑΣ, ΣΟΧΟΥ, ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ, ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ, ΛΑΓΚΑΔΑ, ΒΕΡΤΙΣΚΟΥ, ΜΑΔΥΤΟΥ	ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ	Κλέφτικα - Ερυθρά, Καμέλη, Δ.Δ. Μαυροράχης, Δήμου Λαχανά	ΣΟΤΑΝΘ Σύνδεσμος ΟΤΑ Νομού Θεσσαλονίκης
ΑΡΙΔΑΙΑΣ, ΕΞΑΠΛΑΤΑΝΟΥ	ΑΛΜΩΠΙΑΣ	Μαυρόλακκος, Δ.Δ. Χρυσής, Δήμος Εξαπλατάνου	Σύνδεσμος Καθαριότητας «ΑΛΜΩΠΙΑ»
Δ. ΣΕΡΡΩΝ, Δ. ΝΙΓΡΙΤΑΣ, Δ. ΛΕΥΚΩΝΑ, Δ. ΣΤΡΥΜΟΝΑ, Δ. ΣΤΡΥΜΟΝΙΚΟΥ	ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ	Μετόχι, Δ.Δ. Σερρών, Δήμος Σερρών	Δήμος Σερρών (Δ/ση καθαριότητας)
ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ, ΕΛΑΦΙΝΑΣ, ΚΟΡΙΝΟΥ, ΠΑΡΑΛΙΑΣ, ΠΙΕΡΙΩΝ, ΜΕΘΩΝΗΣ, ΠΥΔΝΑΣ, ΚΟΛΙΝΔΡΟΥ, ΑΙΓΙΝΙΟΥ	ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	Μπουφόλακκος, Δ.Δ. Χράνης, Δήμος Κατερίνης	Αναγκαστικός Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 1ης Διαχειριστικής Ενότητας Νομού Πιερίας
ΛΙΤΟΧΩΡΟΥ, ΑΝ. ΟΛΥΜΠΟΥ, ΔΙΟΥ, ΠΕΤΡΑΣ	ΛΙΤΟΧΩΡΟΥ	Ξηροκάμπι, Δ.Δ. Λιτοχώρου, Δήμος Λιτοχώρου	ΣΑΔΑΠ Σύνδεσμος Συλλογής Αποκομιδής Διάθεσης Απορριμμάτων
ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ, ΠΑΛΛΗΝΗΣ	ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ	Παλαιόκαστρο, Δ.Δ. Κασσάνδρειας, Δήμος Κασσάνδρειας	ΔΕΔΑΚΑΠ Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Απορριμμάτων Κασσάνδρας Παλλήνης
ΕΔΕΣΣΑΣ, ΣΚΥΔΡΑΣ ΜΕΝΗΙΔΑΣ, ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	Άσπρο Κεφάλι, Δήμος Έδεσσας	Σύνδεσμος Διαδημοτικής Συνεργασίας Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 2ης Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Πέλλας
ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ, ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΕΙΑΣ, ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ, ΤΡΙΓΛΙΑΣ	ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ	Πρινοχώρι, Δήμου Ανθεμούντα	ΔΕΔΑ Φορέας Διαχείρισης Απορριμμάτων 2ης Διαχειριστικής Ενότητας Χαλκιδικής
ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ, ΖΕΡΒΟΧΩΡΙΩΣ	ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ	Καστρί, Δήμου Πολυγύρου	Κοινός Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) Πολυγύρου – Ζερβοχωρίων
ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΟΥ Ν. ΣΕΡΡΩΝ	ΝΟΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ	Σκοτούσα	Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Απορριμμάτων Νομού Σερρών
ΓΙΑΝΝΙΤΣΩΝ, ΠΕΛΛΑΣ, ΚΥΡΡΟΥ, Μ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ, ΚΡΥΑΣ ΒΡΥΣΗΣ (ΠΕΔΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)	ΓΙΑΝΝΙΤΣΩΝ		Σύνδεσμος Διαδημοτικής Συνεργασίας περιβαλλοντικής Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 3ης Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Πέλλας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ			
ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΟΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (ΚΟΖΑΝΗΣ)	Νότιο Πεδίο Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου, Δήμος Πτολεμαΐδας	ΔΙΑΔΥΜΑ Διαχείριση Απορριμμάτων Δυτικής Μακεδονίας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ			
Δ. ΑΡΤΑΣ, Δ. ΦΙΛΙΠΠΙΑΔΑΣ, Δ. ΒΛΑΧΕΡΝΑΣ, Δ. ΚΟΜΠΟΤΙΟΥ, Δ. Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ, Δ. ΠΕΤΑ, Δ. ΤΕΤΡΑΦΥΛΛΙΑΣ, Δ. ΑΓΝΑΝΤΩΝ, Δ. ΑΘΑΜΑΝΙΑΣ, Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ, Δ. ΑΝΩΓΕΙΟΥ, Δ. ΑΡΑΧΘΟΥ, Δ. ΞΗΡΟΒΟΥΝΙΟΥ, Δ. ΦΙΛΟΘΕΗΣ, Δ. ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ, Δ. ΘΕΣΠΡΩΤΙΚΟΥ, Κ. ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΩΝ, Κ. ΚΟΜΜΕΝΟΥ, Κ. ΚΡΑΝΙΑΣ, Κ. ΜΕΛΙΣΣΟΥΡΓΩΝ	ΑΡΤΑΣ (ΒΛΑΧΕΡΝΑΣ)	Σκαμνιές, Δήμος Βλαχερνών Άρτας	Σύνδεσμος Διάθεσης Απορριμμάτων Πεδινης και Ημιορεινης Άρτας
ΑΧΕΡΟΝΤΑ, ΜΑΡΓΑΡΙΤΙΟΥ, ΠΑΡΑΜΥΘΙΑΣ, ΣΥΒΟΤΩΝ, ΠΕΡΔΙΚΑΣ, ΣΟΥΛΙΟΥ ΤΟΥ Ν. ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ ΚΑΙ ΖΑΛΟΓΓΟΥ, ΛΟΥΡΟΥ, ΠΑΡΓΑΣ, ΠΡΕΒΕΖΗΣ, ΦΑΝΑΡΙΟΥ ΤΟΥ Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	ΠΑΡΑΜΥΘΙΑΣ (ΚΑΡΒΟΥΝΑΡΙΟΥ)	"Ανατολικά του Καρβουναρίου" μεταξύ των τοπωνυμίων "Μπρέγκα, Άραξη και Στέρτζα", Δήμος Παραμυθιάς	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 2ης Διαχειριστικής Ενότητας Ηπείρου

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ, ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΟΥ, ΦΙΛΙΑΤΩΝ, ΣΑΓΙΑΔΑΣ	ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ	Αμίτσι, Δ.Δ. Κορύτιανης, Δήμος Παραποτάμου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Απορριμμάτων Θεσπρωτίας
ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΟΥ Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Ελληνικά, Δήμου Ιωαννίνων	
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ			
ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΟΥ Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	Νταουσλάρ, Δ.Δ. Παραποτάμου, Δήμος Μακρυχωρίου	Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Λάρισας
Δ. ΒΟΛΟΥ, Δ. Ν. ΙΩΝΙΑΣ, Δ. ΦΕΡΩΝ, Δ. ΙΩΛΚΟΥ Δ. ΑΓΡΙΑΣ, Δ. ΑΙΣΩΝΙΑΣ, Δ. ΚΑΡΛΑΣ, Δ. ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ, Δ. ΜΗΛΕΩΝ Δ. ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ, Δ. Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΥ, Κ. ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ, Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ Δ. ΑΛΜΥΡΟΥ, Δ. ΠΤΕΛΕΟΥ, Δ. ΣΟΥΡΠΗΣ, Κ. ΑΝΑΒΡΑΣ, Δ. ΑΦΕΤΩΝ	ΒΟΛΟΥ	Κάκκαβος, Δ.Δ. Διμηνίου, Δήμος Αισωνίας	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας
ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΡΙΚΑΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ (ΠΑΛΑΙΟ-ΣΑΜΑΡΙΝΑΣ)	Ημερόκλημα Παλαιοσαμαρίνας, Κοινότητα Παλαιοπύργου	ΠΑΔΥΘ Α.Ε.
Δ. ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ, Δ. ΣΗΠΙΑΔΟΣ, Δ. ΑΦΕΤΩΝ, Δ. ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ, Κ. ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ	ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ		Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας
ΣΚΙΑΘΟΥ	ΣΚΙΑΘΟΥ	Ζορμπάδες, Δήμος Σκιάθου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας
ΣΚΟΠΕΛΟΥ	ΣΚΟΠΕΛΟΥ	Κεντριάς, Δήμος Σκοπέλου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας
ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ	ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ	Μιζάκι Ρέμα, Δήμος Αλοννήσου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ			
ΖΑΚΥΝΘΙΩΝ, ΛΑΓΑΝΑ, ΑΡΚΑΔΙΩΝ ΑΛΥΚΩΝ, ΕΛΑΤΙΩΝ, ΑΡΤΕΜΗΣΙΩΝ	ΖΑΚΥΝΘΟΥ	Βαθύλακας, Δ.Δ. Βασιλικού, Δήμος Ζακύνθου	Σύνδεσμος Καθαριότητας Δήμου Ζακύνθου
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΥ, ΛΙΕΙΒΑΘΟΥΣ, ΣΑΜΗΣ, ΕΛΕΙΟΥ - ΠΡΟΝΝΩΝ, ΠΥΛΑΡΕΩΝ, ΕΡΙΣΣΟΥ, ΟΜΑΛΩΝ, ΙΘΑΚΗΣ, ΠΑΛΛΙΚΗΣ	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	Παλλοστή, Δήμος Αργοστολίου	Διαδημοτική Επιχείρηση Καθαριότητας και Προστασίας Περιβάλλοντος Κεφαλονιάς
ΚΕΡΚΥΡΑΙΩΝ, ΠΑΡΕΛΙΩΝ, ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΙΩΝ, ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ, ΕΣΠΕΡΙΩΝ, ΦΑΙΑΚΩΝ, ΘΙΝΑΛΙΩΝ, ΚΑΣΣΩΠΑΙΩΝ, ΜΕΛΙΤΕΙΩΝ, ΑΧΙΛΛΕΙΩΝ, ΚΟΡΙΣΣΙΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	Ακροκέφαλος, Δ.Δ. Τεμπλονίου, Δήμος Κερκυραίων	Σύνδεσμος Καθαριότητας & Προστασίας Περιβάλλοντος Νήσου Κέρκυρας
ΜΕΓΑΝΗΣΙΟΥ	ΜΕΓΑΝΗΣΙΟΥ	Σκαλτσούνι Περιοχής Σχίζας, Δ.Δ. Κατωμερίου, Δήμος Μεγανησίου	Δήμος Μεγανησίου
ΜΕΛΙΤΕΙΩΝ, ΚΟΡΙΣΣΙΩΝ, ΛΕΥΚΙΜΕΩΝ, ΠΑΞΩΝ	ΝΟΤΙΑΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	Λευκίμμη	Σύνδεσμος Καθαριότητας & Προστασίας Περιβάλλοντος Νήσου Κέρκυρας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΟΙΝΙΑΔΩΝ, ΙΕΡΑΣ ΠΟΛΗΣ ΜΣΟΛΟΓΓΙΟΥ, ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	Άγιος Συμεών, Δ.Δ. Αγίου Θωμά, Δήμος Μεσολογγίου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 4ης Γεωγραφικής Ενότητας Νομού Αιτωλοακαρνανίας
ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ, ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ, ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ, ΠΥΛΗΝΗΣ, ΠΛΑΤΑΝΟΣ, ΘΕΡΜΟΥ, ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ	ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	Κοχλαστή, Δ.Δ. Βλαχομάνδρας, Δήμος Ναυπάκτου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 1ης Γεωγραφικής Ενότητας Νομού Αιτωλοακαρνανίας
ΠΑΤΡΕΩΝ, ΡΙΟΥ	ΠΑΤΡΑΣ	Ξερόλακκα, Άνω Συχαϊνά, Δήμος Πατραίων	Αναγκαστικός Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 1ης Διαχειριστικής Ενότητας Νομού Αχαΐας Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας
Δ. ΠΑΡΑΛΙΑΣ, Δ. ΒΛΑΧΝΑΪΚΩΝ, Δ. ΔΥΜΗΣ, Δ. ΛΑΡΙΣΟΥ, Δ. ΜΟΒΡΗΣ, Δ. ΩΛΕΝΙΑΣ, Δ. ΜΕΣΣΑΤΙΔΟΣ, Δ. ΦΑΡΡΩΝ, Δ. ΤΡΙΤΑΙΑΣ, Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ, Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΧΑΪΑΣ (ΦΛΟΚΑ)	Κάτω Βάθρες ή Γκούντα, Δ.Δ. Φλόκα, Δήμος Ωλενίας	Αναγκαστικός Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 2ης Διαχειριστικής Ενότητας Νομού Αχαΐας Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας
ΑΙΓΕΙΡΑΣ, ΑΚΡΑΤΑΣ, ΔΙΑΚΟΠΤΟΥ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΙΓΙΑΛΙΑΣ (ΑΙΓΕΙΡΑΣ)	Κακιχούνι, Δ.Δ. Αμπελοκήπων, Δήμος Αιγείρας	Αναγκαστικός Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 4ης Διαχειριστικής Ενότητας Νομού Αχαΐας

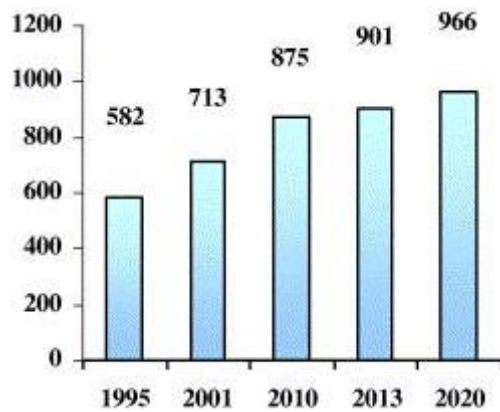
ΑΓΓΕΛΑΣΤΡΟΥ, ΑΓΡΙΝΙΟΥ, ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ, ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ, ΘΕΣΤΙΕΩΝ, ΙΝΑΧΟΥ, ΜΕΝΙΔΙΟΥ, ΝΕΑΠΟΛΗΣ, ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΚΟΥ, ΠΑΡΑΒΟΛΑΣ, ΠΑΡΑΚΑΜΠΥΛΙΩΝ, ΣΤΡΑΤΟΥ, ΦΥΤΕΙΩΝ	2ης Γ.Ε. ΝΟΜΟΥ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡ ΝΑΝΙΑ Σ (ΧΥΤΑ ΣΤΡΑΤΟΥ)		Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 2ης Γεωγραφικής Ενότητας Νομού Αιτωλοακαρνανίας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
Δ. ΛΕΒΑΔΕΩΝ, Δ. ΟΡΧΟΜΕΝΟΥ, Δ. ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ, Δ. ΔΙΣΤΟΜΟΥ, Δ. ΑΡΑΧΩΒΑΣ, Δ. ΔΑΥΛΕΙΑΣ, Δ. ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΣ, Κ. ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ	Τουρκοπούλα, Δήμος Λεβαδέων	ΔΕΠΟΔΑΛ ΑΕ
ΑΛΙΑΡΤΟΥ, ΑΚΡΑΦΝΙΑΣ, ΒΑΓΙΩΝ, ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ, ΘΙΣΒΗΣ, ΘΕΣΠΙΕΩΝ, ΘΗΒΑΣ, ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ, ΠΛΑΤΑΙΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ, ΤΑΝΑΓΡΑΣ	ΘΗΒΑΣ	Τσαρτσάλι, Δήμος Θήβας	ΔΕΠΟΔΑΘ ΑΕ
ΛΑΜΙΕΩΝ, ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΥΜΦΡΗΣΤΟΥ, ΣΠΕΡΧΕΙΑΔΟΣ, ΓΟΡΓΟΠΟΤΑΜΟΥ, ΕΧΙΝΑΙΩΝ, ΛΕΙΑΝΙΚΛΑΔΙΟΥ, ΜΑΚΡΑΚΩΜΗΣ, ΜΩΛΟΥ, ΠΕΛΑΣΓΙΑΣ, ΣΤΥΛΙΔΟΣ, ΥΠΑΤΗΣ, ΚΟΙΝ. ΠΑΥΛΙΑΝΗΣ, ΚΟΙΝ. ΤΥΜΦΡΗΣΤΟΥ	ΛΑΜΙΑΣ	Νευρόπολη, Δ.Δ. Αγίας Παρασκευής, Δήμος Λαμιέων	Δήμος Λαμιέων Τεχνική Υπηρεσία
ΔΟΜΟΚΟΥ, ΞΥΝΙΑΔΑΣ, ΘΕΣΣΑΛΙΩΤΙΔΑΣ	ΔΟΜΟΚΟΥ	Κυδωνιά, Δ.Δ. Δομοκού, Δήμου Δομοκού	Δήμος Δομοκού (Υπηρεσία καθαριότητας)
ΑΡΤΕΜΗΣΙΟΥ, ΙΣΤΙΑΙΑΣ, ΩΡΕΩΝ, ΑΙΔΗΨΟΥ, ΕΛΥΜΝΙΩΝ, ΝΗΛΕΩΣ, ΚΗΡΕΩΣ, ΛΙΧΑΔΑΣ	ΙΣΤΙΑΙΑΣ	Ελίτσα, Δήμος Ιστιαίας	Σύνδεσμος Διαχείρισης ΧΥΤΑ Βόρειας Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Εύβοιας
	ΣΚΥΡΟΥ		
ΑΜΑΡΥΝΘΙΩΝ, ΑΝΘΗΔΩΝΑΣ, ΔΙΡΦΥΩΝ, ΛΗΛΑΝΤΙΩΝ, ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ, ΑΥΛΙΑΔΑΣ, ΕΡΕΤΡΙΑΣ, ΝΕΑΣ ΑΡΤΑΚΗΣ, ΧΑΛΚΙΔΕΩΝ	ΧΑΛΚΙΔΑΣ	Γιαμίνια, Δ.Δ. Δοκού, Δήμος Χαλκιδέων	ΔΕΥΑ ΧΑΛΚΙΔΑΣ Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χαλκίδας
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ			
ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΟΥ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΙΓΙΝΑΣ	2ος ΧΥΤΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	Σκαλιστήρι, Δ.Δ. Φυλής, Δήμος Φυλής	ΕΣΔΚΝΑ Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ			
ΣΙΚΥΩΝΙΩΝ, ΒΕΛΟΥ, ΣΤΥΜΦΑΛΙΑΣ	ΚΙΑΤΟΥ	Λιτσάρδα, Δ.Δ. Σουλίου, Δήμος Σικυωνίων	Διαδημοτική Επιχείρηση Καθαριότητας και Προστασίας Δήμων Σικυωνίων & Βέλου
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ			
ΒΑΘΕΟΣ, ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΥ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΑΜΟΥ	Καμάρα, Κοινότητα Μυτιληνίων	Σύνδεσμος ΟΤΑ Ανατολικής Σάμου
ΦΟΥΡΝΩΝ	ΦΟΥΡΝΩΝ		Δήμος Φούρνων
ΧΙΟΥ, ΑΓ. ΜΗΝΑ, ΙΩΝΙΑΣ, ΚΑΜΠΟΧΩΡΙΩΝ, ΜΑΣΤΙΧΟΧΩΡΙΩΝ, ΨΑΡΩΝ, ΟΙΝΟΥΣΩΝ	ΝΟΤΙΑΣ ΧΙΟΥ		
Δ. ΑΤΣΙΚΗΣ, Δ. ΜΟΥΔΡΟΥ, Δ. ΜΥΡΙΝΑΣ, Δ. Ν. ΚΟΥΤΑΛΗΣ, ΚΟΙΝ. ΑΓ. ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ	ΛΗΜΝΟΥ	Κορδομάτι, Δήμος Ατσικής	Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Απορριμμάτων και Περιβαλλοντικής Ανάπτυξης Λήμνου
ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ, ΜΑΝΤΑΜΑΔΟΥ, ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ, ΓΕΡΑΣ, ΛΟΥΤΡΟΠΟΛΕΩΣ ΘΕΡΜΗΣ, ΕΡΕΣΣΟΥ - ΑΝΤΙΣΣΗΣ, ΑΓΙΑΣΣΟΥ, ΠΛΩΜΑΡΙΟΥ, ΚΑΛΛΟΝΗΣ, ΠΕΤΡΑΣ, ΜΗΘΥΜΝΑΣ, ΕΥΕΡΓΕΤΟΥΛΑΣ, ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΥ	ΛΕΣΒΟΥ	Κλεφτόβιγλα, Δήμοι Λουτρόπολης Θερμής, Μανταμάδου και Αγίας Παρασκευής	Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Απορριμμάτων και Περιβαλλοντικής Ανάπτυξης Λέσβου
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ			
ΡΟΔΙΩΝ, ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ, ΙΑΛΥΣΟΥ, ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ, ΑΦΑΝΤΟΥ	ΒΟΡΕΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	Παλιόμυλος, Δήμος Καλλιθέας	Δ.Ε.Κ.Ρ. Δημοτική Επιχείρηση Καθαριότητας Ρόδου
ΜΕΓΙΣΤΗΣ	ΜΕΓΙΣΤΗΣ	Παρβούτι, Δήμος Μεγίστης	Δήμος Μεγίστης
ΤΗΛΟΥ	ΤΗΛΟΥ	Τράχηλος, Δήμος Τήλου	Δήμος Τήλου
ΑΓΑΘΟΝΗΣΙΟΥ	ΑΓΑΘΟΝΗΣΙΟΥ	Φυκιάς, Δήμος Αγαθονησίου	Κοινότητα Αγαθονησίου
ΛΕΙΨΩΝ	ΛΕΙΨΩΝ	Κυδωνιές, Δήμου Λειψών	Δήμος Λειψών
ΚΑΡΠΑΘΟΥ	ΚΑΡΠΑΘΟΥ		Δήμος Καρπάθου
ΔΙΚΑΙΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ, ΚΩ	ΚΩ	Ματιάδες, Δ.Δ. Αντιμάχειας, Δήμος Ηρακλειδών	Σύνδεσμος Διαχείρισης Απορριμμάτων Νήσου Κω
ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑΣ	ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑΣ	Άγιος Ανδρέας, Δήμος Αστυπάλαιας	Δήμος Αστυπάλαιας

ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΥ	ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟ Υ	Καυλαρίνα, Κοινότητα Φολεγάνδρου	Κοινότητα Φολεγάνδρου
ΠΑΡΟΥ - ΑΝΤΙΠΑΡΟΥ	ΠΑΡΟΥ	Άγιος Χαράλαμπος - Ανερατζιά, Δήμος Πάρου	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Πάρου Αντιπάρου
ΜΥΚΟΝΟΥ	ΜΥΚΟΝΟΥ	Φτελιά - Σκυλάμπελα, Δήμος Μυκόνου	Δήμος Μυκόνου
ΑΜΟΡΓΟΥ	ΑΜΟΡΓΟΥ	Παταδιές, Δήμος Αμοργού	Δήμος Αμοργού
ΚΙΜΩΛΟΥ	ΚΙΜΩΛΟΥ	Κόκκινα, Κοινότητα Κιμώλου	Κοινότητα Κιμώλου
ΑΝΑΦΗΣ	ΑΝΑΦΗΣ	Πράσσα, Κοινότητα Ανάφης	Κοινότητα Ανάφης
ΚΥΘΝΟΥ	ΚΥΘΝΟΥ		Δήμος Κύθνου
ΣΕΡΙΦΟΥ	ΣΕΡΙΦΟΥ		Δήμος Σερίφου
ΙΟΥ	ΙΟΥ		Δήμος Ίου
ΕΡΜΟΥΠΟΛΗΣ, ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ, ΑΝΩ ΣΥΡΟΥ	ΣΥΡΟΥ	Κοράκι, Δήμου Άνω Σύρου	Ενιαίος Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Σύρου
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ			
ΠΕΛΕΚΑΝΟΥ, ΑΝΑΤ. ΣΕΛΙΝΟΥ	ΠΕΛΕΚΑΝΟΥ	Άγιοι Θεόδωροι, Δ.Δ. Σκλαβοπούλας & Παλαιοχώρας, Δήμος Πελεκάνου	ΔΕΥΑΚΑ Σελίνου (Διαδημοτική επιχείρηση ύδρευσης – αποχέτευσης – καθαριότητας)
ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ, ΝΕΑΠΟΛΗΣ, ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΛΑΣΗΘΙΟΥ, ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	Κερατίδια, Δ.Δ. Λιμνών, Δήμος Αγίου Νικολάου	Δήμος Αγ. Νικολάου Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών
ΣΗΤΕΙΑΣ, ΜΑΚΡΥ ΓΙΑΛΟΥ, ΙΤΑΝΟΥ, ΛΕΥΚΗΣ	ΣΗΤΕΙΑΣ	Παναγιά, Δ.Δ. Ρούσσα Εκκλησιά, Δήμος Σητείας	Δήμος Σητείας Τεχνική Υπηρεσία
Δ. ΛΑΜΠΗΣ, Δ. ΣΥΒΡΙΤΟΥ, Δ. ΚΟΥΡΗΤΩΝ, Δ. ΛΑΠΠΑΙΩΝ, Δ. Ν. ΦΩΚΑ, Δ. ΦΟΙΝΙΚΑ, Δ. ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ, Δ. ΡΕΘΥΜΝΟΥ, Δ. ΑΡΚΑΔΙΟΥ, Δ. ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ, Δ. ΑΝΩΓΕΙΩΝ, Κ. ΖΩΝΙΑΝΩΝ	ΑΜΑΡΙΟΥ	Κουλέ Μασχαλιά, Δ.Δ. Καλογέρου, Δήμος Σιβρίτου	ΑΜΑΡΙ Α.Ε.
ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ, ΒΑΜΟΥ, ΒΟΥΚΟΛΙΩΝ, ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ, ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ, ΘΕΡΙΣΣΟΥ, ΙΝΝΑΧΩΡΙΟΥ, ΚΕΡΑΜΙΩΝ, ΚΑΝΔΑΝΟΥ, ΚΙΣΣΑΜΟΥ, ΚΟΛΥΜΒΑΡΙΟΥ, ΚΡΥΟΝΕΡΙΔΑΣ, ΜΗΘΥΜΝΗΣ, ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ, ΝΕΑΣ ΚΥΔΩΝΙΑΣ, ΠΛΑΤΑΝΙΑ, ΣΟΥΔΑΣ, ΦΡΕ, ΧΑΝΙΩΝ	ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	Κορακιά, Δ.Δ. Μουζουρά, Δήμος Ακρωτηρίου	Δ.Ε.Δ.Ι.Σ.Α Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ, ΜΑΛΙΩΝ, ΓΟΥΒΩΝ, ΚΑΣΤΕΛΙΟΥ	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	Πυργιά, Δ.Δ. Λιμένος Χερσονήσου, Δήμος Χερσονήσου	Διαδημοτική Επιχείρηση Λειτουργίας ΧΥΤΑ Δήμων Μαλίων & Χερσονήσου
ΒΙΑΝΝΟΥ, ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ	ΒΙΑΝΝΟΥ	Μεσοδόκι, Δ.Δ. Άνω Βιάννου, Δήμος Βιάννου	Δήμος Βιάννου
Ν. ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ, ΘΡΑΨΑΝΟΥ, ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ, ΤΕΜΕΝΟΥΣ, ΑΡΧΑΝΩΝ	ΔΗΜΟΥ Ν. ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ (ΤΕΜΕΝΟΥΣ)	Ρημάμπελα, Δ.Δ. Μεταξοχωρίου, Δήμος Ν. Καζαντζάκη	Σύνδεσμος Διαχείρισης Περιβάλλοντος Δήμων Ν. Καζαντζάκη, Αρχανών, Τεμένους
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, Ν. ΑΛΙΚΑΡΝΑΣΟΥ, ΓΑΖΙΟΥ, ΓΟΡΓΟΛΑΙΝΗ, ΚΡΟΥΣΩΝΑ, ΤΥΛΙΣΟΥ, ΠΑΛΙΑΝΗΣ, ΜΟΙΡΩΝ, ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ, ΓΟΡΤΥΝΑΣ, ΖΑΡΟΥ, ΡΟΥΒΑ, ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ, ΚΟΦΙΝΑ, ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	ΠΕΡΑ ΓΑΛΗΝΩΝ	Πέρα Γαλήνου, Δήμος Γαζίου	Δήμος Ηρακλείου (Υπηρεσία Περιβάλλοντος και Καθαριότητας)

11.ΧΥΤΑ ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ

11.1 Γενικά

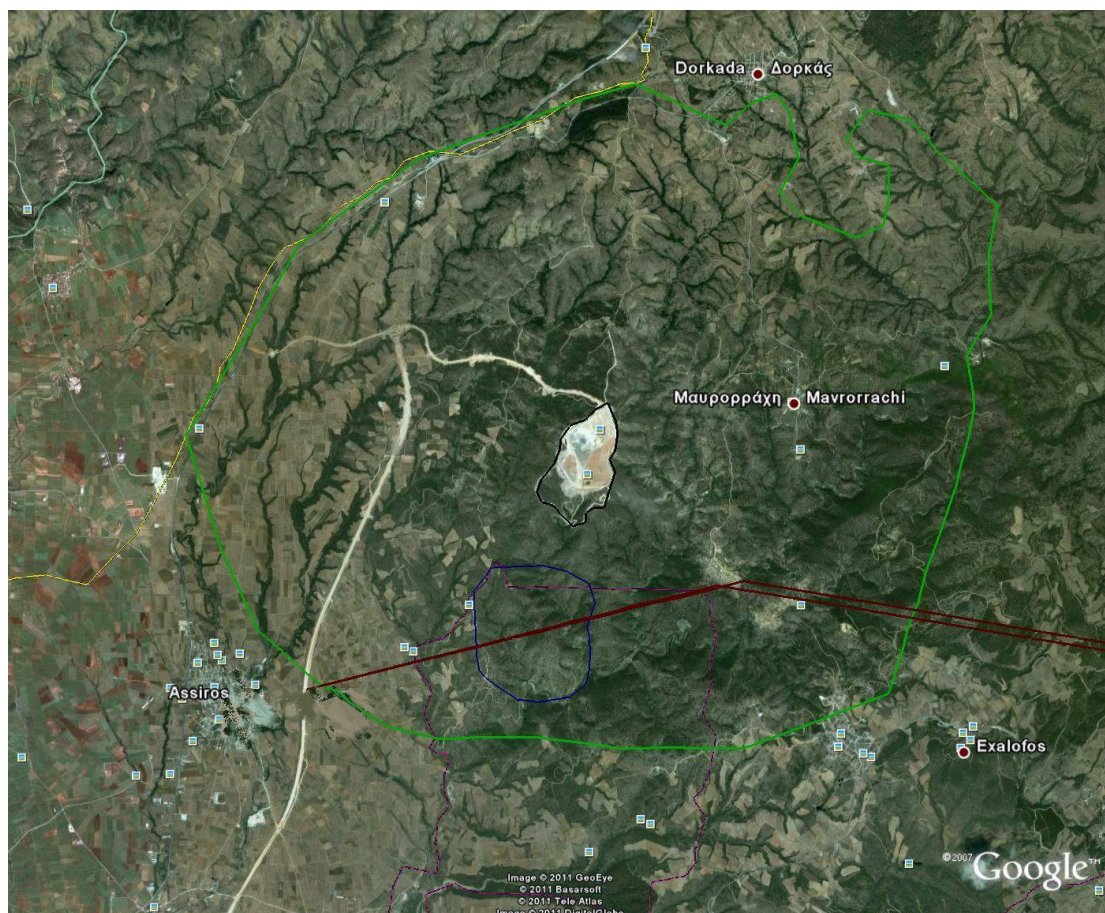
Ο ΧΥΤΑ Μαυροράχης, είναι ένας απ' τους μεγαλύτερους χώρους ταφής απορριμμάτων στη χώρα μας, καθώς λαμβάνει κατά μέσο όρο 479,000 τόνους / έτος μικτών αστικών αποβλήτων και βρίσκεται περίπου 30km βόρεια του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και σήμερα δέχεται απορρίμματα από όλη την περιφέρεια Θεσ/νίκης όπως φαίνεται και από τον πίνακα ##. Με λίγα λόγια, ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός του ξεταζόμενου ΧΥΤΑ, ανέρχεται στα 1.110.312 άτομα (απογραφή 2012).



Εικόνα 13. Τάση της συνολικής παραγωγής αποβλήτων στην Κεντρική Μακεδονία.

Είναι ένας χώρος υγειονομικής ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων όπου τα συμπαγή στερεά απόβλητα καλύπτονται καθημερινά με χώμα. Η περιοχή έχει διαχωριστεί σε 4 καθορισμένα κελιά. Αυτή τη στιγμή μόνο τα 2 κελιά έχουν πληρωθεί.

Ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2007, εν μέσω αντιδράσεων από τους κατοίκους της γύρω περιοχής και κυρίως του χωριού της Ασήρου, το οποίο πλήττεται και περισσότερο απ' τη λειτουργία του ΧΥΤΑ. Παρά τις διαβεβαιώσεις των ιθυνόντων του χώρου, ο ΧΥΤΑ Μαυροράχης έχει πολλά «κενά» στη λειτουργία του, κινδυνεύοντας να μετατραπεί σε χωματερή, παρά σε χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Από την έναρξη της λειτουργίας του έως τώρα, έχει παρατηρηθεί ότι μεγάλο πλήθος ανεπεξέργαστων απορριμμάτων τα οποία είναι άμεσα επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία (π.χ. νοσοκομειακά και ραδιενεργά απόβλητα) απορρίπτονται στον χώρο του ΧΥΤΑ.



Εικόνα 14. Περιοχή Μαυροράχης (Πηγή: Google Earth)

Μαύρη γραμμή → ΧΥΤΑ Μαυροράχης – 700 στρμ.

Πράσινη γραμμή → Αναδασωτέα περιοχή που κήκε το 2007. Ο ΧΥΤΑ Μαυροράχης βρίσκεται μέσα σε παρθένο δάσος που εν μέρει κήκε και κηρύχθηκε αναδασωτέα περιοχή.

Μπλε γραμμή → Πεδίο βολής πυροβολικού Στρατοπέδου Ασσήρου – Απόσταση απ’ τον ΧΥΤΑ λιγότερο από 1km.

Κόκκινη γραμμή → Ενεργό σεισμικό ρήγμα ρήγμα Ασσήρου (1902, 6,5 ρίχτερ)

Μωβ γραμμή → Natura 2000 – Προστατευόμενη περιοχή – Απόσταση απ’ τον ΧΥΤΑ, 1 km

Κίτρινη γραμμή → Γ’ Ζώνη Συνθήκης Ραμσάρ – Ο ΧΥΤΑ είναι εντός ζώνης αλλά εξαιρέθηκε για ΧΥΤΑ και αργότερα για Εργοστάσιο Καύσης με υπουργικές αποφάσεις.

11.2 Ειδικά χαρακτηριστικά της μελετημένης θέσης

- Η οδική πρόσβαση στο έργο γίνεται από την παλαιά Εθνική Οδό Θεσσαλονίκης –Σερρών.
- Πλησιέστερος στην θέση οικισμός είναι η Μαυροράχη, η οποία βρίσκεται προς τα βορειοανατολικά, σε ευθεία απόσταση 1,8χλμ
- Η μελετημένη θέση δεν εμπίπτει σε περιοχή αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Ωστόσο, σε απόσταση 1650μ. νοτιοδυτικά του χώρου, βρίσκεται Περιοχή Ειδικής Προστασίας αρχαιολογικών χώρων («Άσσηρος Β’ ή Κουτσολίτης»)
- Απέχει 620μ. περίπου από Περιοχή Γεωργικής Γης η οποία βρίσκεται εντός της Γ’ Ζώνης προστασίας του Εθνικού Πάρκου. Η εν λόγω περιοχή εκτείνεται νοτιοδυτικά του χώρου. Επίσης, στα βορειοδυτικά της θέσης, έχουν καθοριστεί δύο περιοχές τουρισμού –αναψυχής στα 1300μ. και στα 1850μ., ενώ προς στα δυτικά και σε απόσταση 4250μ. βρίσκεται το πλησιέστερο ΒΙ.ΠΑ. Σε ευθεία απόσταση 4,7χλμ., στα βορειοδυτικά του ΧΥΤΑ, εντοπίζεται περιοχή επιφανειακής εξόρυξης, ενώ στα νότια και σε ευθεία απόσταση 2,3χλμ., βρίσκεται η πλησιέστερη στρατιωτική εγκατάσταση.
- Η θέση του ΧΥΤΑ βρίσκεται εντός της Γ’ Περιφερειακής Ζώνης του «Εθνικού Πάρκου Υγροτόπων Λιμνών Βόλβης-Κορώνειας και των Μακεδονικών Τεμπών» (υγρότοπος Ramsar).
- Νότια της θέσης του ΧΥΤΑ και σε ευθεία απόσταση 720μ. περίπου, εντοπίζεται η πλησιέστερη περιοχή που έχει ενταχθεί στο Δίκτυο Natura. Πρόκειται για την περιοχή με ονομασία «Λίμνες-Κορώνειας-Βόλβης, Στενά Ρεντίνας και ευρύτερη περιοχή», η οποία αποτελεί Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ).
- Νοτιοανατολικά της θέσης και σε ευθεία απόσταση 3,9χλμ. Περίπου εντοπίζεται το πλησιέστερο καταφύγιο άγριας ζωής, με την ονομασία «Εξάλοφος-Πολύδενδρο – Χρυσουγή».
- Απέχει περί τα 300μ. από Ζώνη Ρεμάτων-Χειμάρρων [Περιοχή Ειδικής Προστασίας (ΠΕΠ)].
- Η ευρύτερη περιοχή του έργου αποστραγγίζεται από τον χείμαρρο Μπογδάνο, ο οποίος έχει τελικό αποδέκτη τη λίμνη Κορώνεια.

- Στην περιοχή του έργου και σε ακτίνα 1 χιλιομέτρου δεν υπάρχουν υδρευτικές ή αρδευτικές γεωτρήσεις. Η πλησιέστερη δημοτική γεώτρηση είναι του οικισμού της Μαυροράχης, σε απόσταση 1,200μ, βόρεια του βορειότερου άκρου του χώρου.

Οι πετρολογικοί σχηματισμοί που δομούν την ευρύτερη περιοχή είναι:

- *Γρανίτης*: απαντάται στο βορειότερο τμήμα της περιοχής μελέτης, είναι αδρόκοκκος, ανοικτού χρώματος με μέτριου έως μεγάλου μεγέθους κρυστάλλους. Είναι «τύπου Αρναίας» με σημαντική συμμετοχή αστρίων
- Γνεύσιοι: ανήκουν στην σειρά Βερτίσκου και αποτελούνται από πετρογραφικές εναλλαγές διαφόρων ομοειδών πετρωμάτων (διμαρμαρυγικοί γνεύσιοι, διμαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, μαρμαρυγικοί γνεύσιοι, μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι τυπικοί γνεύσιοι αμφιβολίτες.)
- Πηγματίτες: φλέβες που διατρέχουν τόσο τη μάζα του γρανίτη όσο και των γνευσίων.

Οι σχηματισμοί της περιοχής ανήκουν στην κατηγορία των αδιαπέρατων πετρωμάτων.

Στην περιοχή ενδιαφέροντος δεν εμφανίζονται μεγάλα ρήγματα. Τα κυριότερα είναι:

- a) Ρήγμα παράταξης ΝΔ-ΒΑ στο δυτικό μέρος της περιοχής του έργου.

Το ρήγμα αυτό βρίσκεται έξω από την περιοχή του έργου ωστόσο το ανατολικότερο άκρο του παρατηρείται στο δυτικό όριο της περιοχής, όπου και διαχωρίζει το γρανίτη από τον γνεύσιο με κλίση προς τα ΝΑ. Στη θέση αυτή υπάρχει μία ζώνη διάρρηξης πάχους 2-3m και θρυμματισμένο υλικό προέλευσης κυρίως γρανιτικής. Η συνέχεια του προς τα ΒΑ στη μάζα του γρανίτη δεν είναι εμφανής. Αντίθετα η ΝΔ συνέχεια του εκτός της περιοχής μελέτης είναι ορατή.

- b) Ρήγμα παράταξης ΔΒΑ-ΑΝΑ στο ανατολικό μέρος της περιοχής του έργου.

11.3 Λειτουργία ΧΥΤΑ Μαυροράχης

Για τη σωστή λειτουργία χώρου και την εξασφάλιση της απόλυτης προστασίας του περιβάλλοντος ο ΧΥΤΑ περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά έργα:

- Έργα στεγανοποίησης πυθμένα και πρανών
- Έργα διαχείρισης στραγγισμάτων
- Έργα διαχείρισης του παραγόμενου βιοαερίου
- Έργα διευθέτησης όμβριων

Επιπλέον, για την ομαλή και εύρυθμη λειτουργία του χώρου έχουν κατασκευαστεί μία σειρά από έργα υποδομής, όπως :πύλη και φυλάκιο εισόδου, ζυγιστήρια, χώρος δειγματοληψίας, κτίριο διοίκησης και προσωπικού, κτίριο πλυντηρίου μηχανημάτων, συνεργείο μηχανημάτων, αποθήκη καυσίμων, δύο μονάδες άντλησης και καύσης βιοαερίου, συστήματα έκπλυσης τροχών, δεξαμενή ύδρευσης-πυρόσβεσης, μονάδα επεξεργασίας στραγγισμάτων (μες), περίφραξη, αντιτυρική ζώνη, περιμετρική δενδροφύτευση, εσωτερική οδοποιία, χώροι στάθμευσης κ.α.

11.4 Ποσοτικά στοιχεία απορριμμάτων

Σύμφωνα με τα ζυγολόγια του ΧΥΤΑ Μαυροράχης, συνολικά 2.534.115 τόνοι απορριμμάτων έχουν διατεθεί μέχρι το 2013 στον υπό μελέτη χώρο, οι οποίοι έχουν συμπιεστεί σε τελικό όγκο 3.167.144 m³, λαμβάνοντας ένα συντελεστή συμπίεσης 0,8 t/m³. Συνυπολογίζοντας το υλικό ημερήσιας επικάλυψης, το οποίο ανέρχεται σε ποσοστό 12% του όγκου των διατιθέμενων αποβλήτων, έχουν καταληφθεί στη λεκάνη του ΧΥΤΑ, συνολικά 3.547.761 m³.

Επίσης, να σημειωθεί ότι ποσοστό 0,75% των αποβλήτων που έχουν οδηγηθεί μέχρι τέλος του 2013 στον εξεταζόμενο χώρο, ήτοι 18.888 τόνοι, αντιστοιχούν σε Επικίνδυνα Απόβλητα Αμιγώς Μολυσματικά (ΕΑΑΜ), που έχουν υποστεί αποστείρωση.

11.5 Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ

Σύμφωνα με τη Μελέτη Εφαρμογής του έργου, η ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ που οδηγούνται για τελική διάθεση στον υπό μελέτη ΧΥΤΑ είναι η ακόλουθη:

Πίνακας 15. Σύσταση ΑΣΑ.

Κατηγορίες αποβλήτων	Ποσοστό ΑΣΑ (% κ.β.)
Ζυμώσιμα	37
Χαρτί	27
Γυαλί	5
Πλαστικά	16
Μέταλλα	4
ΔΞΛΥ	5
Αδρανή	3
Λοιπά	3

Πηγή: Enviroplan A.E.(2013)

11.6 Επεξεργασία στραγγισμάτων

Στους παρακάτω δύο πίνακες φαίνεται η παραγωγή στραγγισμάτων σε ετήσια βάση κατά τη διάρκεια των ετών 2008-2014 (πίνακας 16) και σε μηνιαία βάση για το έτος του 2014.

Πίνακας 16. Ετήσια στοιχεία ΧΥΤΑ για τα έτη 2008-2014

Χρονιά	Απορριπτόμενα απόβλητα (τόνοι)	Βροχή, υγρασία, κ.α. (mm)	Παραγωγή στραγγισμάτων (m ³)
2008*	217,830	229.4	9,655
2009	525,721	490.6	65,258
2010	502,312	562.4	85,934
2011	459,685	341.2	75,567
2012	426,958	443.8	82,706
2013	401,609	420.8	94,996
2014	422,917	737.3	137,895

Πηγή: FODSA, 2015

* Υπολογιζόμενο από τον Ιούνιο όπου ξεκίνησε η λειτουργία του ΧΥΤΑ.

Παρά τη μείωση της απόρριψης των αποβλήτων κατά 20%, παρατηρείται σημαντική αύξηση της παραγωγής στραγγισμάτων λόγω συσσωρευμένης υγρασίας, σε αντίθεση με τη μειωμένη χωρητικότητα αποθήκευσης της μάζας αποβλήτων και τις μεγάλες ποσότητες ανακυκλωμένων αποπλύσεων.

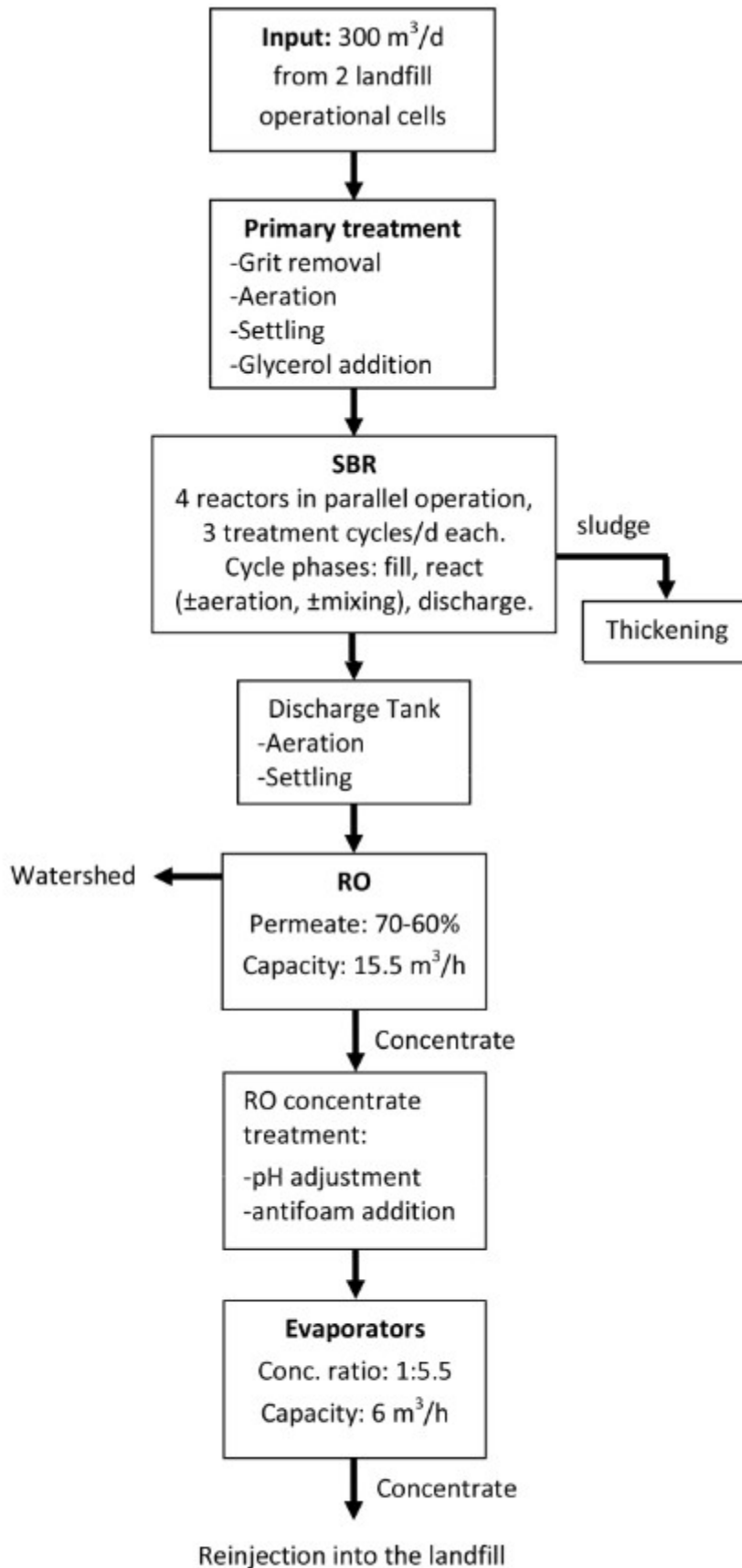
Πίνακας 17. Δεδομένα παραγωγής στραγγισμάτων για το έτος του 2014.

Μήνας	Απορριπτόμενα απόβλητα (τόνοι)	Βροχή, υγρασία, κ.α. (mm)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Ανακυκλώμενα στραγγίσματα (m ³)	Παραγωγή στραγγισμάτων (m ³)
Ιανουάριος	32,816	50.0	6.5	1,812	8,314
Φεβρουάριος	30,633	79.8	8.9	1,036	7,233
Μάρτιος	33,254	101.2	10.9	252	5,816
Απρίλιος	35,690	161.8	13.8	4,571	7,837
Μάιος	35,871	58.0	16.4	5,439	10,753

Ιούνιο	35,037	27.4	24.6	4,105	9,424
Ιούλιος	36,469	57.0	25.5	5,342	10,270
Αύγουστος	33,189	42.4	26.3	6,334	9,375
Σεπτέμβριος	39,266	175.6	19.8	2,409	8,473
Οκτώβριος	40,141	65.4	15.2	2,558	6,414
Νοέμβριος	34,010	88.6	11.4	4,799	8,348
Δεκέμβριος	36,583	204.6	6.2	5,603	8,348

Παρατηρείται ότι η αιχμή της δημιουργίας στραγγισμάτων είναι κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, η οποία δεν είναι εύκολο να εξηγηθεί με βάση τα δεδομένα εισόδου. Επιπλέον, σημαντικές πλευρικές εκροές έχουν παρατηρηθεί κατά τους βροχερούς μήνες. Σε αντίθεση με την κατακόρυφη διήθηση, αυτά τα σημαντικά μολυσμένα νερά δεν μπορούν να συλλεχθούν και να μεταφερθούν στη μονάδα επεξεργασίας και έτσι προστίθενται στην απορροή επιφανείας και υπογείων υδάτων.

Η λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στον χώρο υγειονομικής ταφής Μαυροράχης περιλαμβάνει (σχήμα ##) την πρωτογενή επεξεργασία των στραγγισμάτων που ακολουθείται από βιολογική επεξεργασία, μονάδα αντίστροφης ώσμωσης (RO) και εξάτμιση για περαιτέρω συγκέντρωση της εξόδου της αντίστροφης ώσμωσης. Το συμπύκνωμα των εξατμιστήρων και η περίσσεια του του σταδίου αυτού συγκεντρώνονται ξανά στον χώρο υγειονομικής ταφής.



Εικόνα 15. Σχέδιο ροής της επεξεργασίας στραγγισμάτων.

- Η κατανάλωση ενέργειας στην κύρια μονάδα επεξεργασίας στραγγισμάτων καλύπτει το 2,3% της συνολικής κατανάλωση ενέργειας πραγματικής μονάδας επεξεργασίας λυμάτων, δηλαδή 86200 KWh / έτος.
- Η λειτουργία SBR καταλαμβάνει το 17,5% της συνολικής κατανάλωση ενέργειας από την μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Δηλαδή 653700 KWh / έτος.
- Η λειτουργία της μονάδας της αντίστροφης ώσμωσης αντιστοιχεί σε 14,5% της συνολικής πραγματικής κατανάλωσης ισχύος, δηλαδή 542000 KWh / έτος.
- Ο μηχανικός διαχωρισμός καταναλώνει 2369600 KWh / έτος, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 63,4% της συνολικής ενέργειας.
- Η ανακύκλωση των στραγγισμάτων καταναλώνει το 0,8% της συνολικής πραγματικής κατανάλωσης ισχύος της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων ή 31200 KWh / έτος.

11.7 Προτεινόμενες τροποποιήσεις λειτουργίας ΧΥΤΑ Μαυροράχης

Από τη μέχρι σήμερα λειτουργία του έργου προέκυψε η ανάγκη τροποποίησης του αρχικού προγράμματος ανάπτυξης και εκμετάλλευσης του ΧΥΤΑ για τους εξής λόγους:

- I. Η διατιθέμενη ποσότητα ΑΣΑ είναι μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη διότι ο χώρος προοριζόταν για την εξυπηρέτηση του συνόλου του νομού Θεσσαλονίκης μόνο για τα δύο πρώτα έτη λειτουργίας του, μέχρι να υλοποιηθούν τα υπόλοιπα έργα διάθεσης του νομού. Αποτέλεσμα αυτού είναι η άμεση επίπτωση στη διάρκεια ζωής του και το ρυθμό διατιθέμενων απορριμμάτων στο χώρο.
- II. Η πληρωμή της λεκάνης με απορρίμματα μπορεί να επιτευχθεί με καλύτερο τρόπο για να ολοκληρώνεται η λειτουργία κάθε κυψέλης ανεξάρτητα από την κατασκευή της επόμενης.
- III. Η παραγωγή των στραγγισμάτων από τις εν ενεργεία εκτάσεις της λεκάνης κάθε φορά μπορεί να μειωθεί παραπάνω από όσα προέβλεπε η αρχική μελέτη. Βάση αυτών, προτείνεται η εκμετάλλευση καθ' ύψος κάθε κυψέλης, μεγιστοποιώντας τη διάρκεια ζωής της και διατηρώντας την ανεξαρτησία λειτουργία της και την υδραυλική της απομόνωση από τις άλλες κυψέλες.
- IV. Κατασκευή λιμνόδεξαμενης προσωρινής αποθήκευσης στραγγισμάτων αποτρέποντας τον χώρο από τα πλημμυρικά φαινόμενα.
- V. Ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου, στον εξεταζόμενο ΧΥΤΑ, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με βάση τις αναμενόμενες ποσότητες βιοαερίου, η έναρξη λειτουργίας του συστήματος μπορεί να γίνει άμεσα και να είναι οικονομικά βιώσιμο. Θα μπορεί να επιτευχθεί οικονομία κλίμακας, ενώ η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου θα είναι ικανή για να λειτουργήσει επαρκώς μια μονάδα ηλεκτροπαραγωγής. Επιπρόσθετα, όσο νωρίτερα αρχίσει να αξιοποιείται το συλλεγόμενο βιοαέριο, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συνολική μείωση εκπομπών CH₄, CO₂ και SO₂.

11.8 Συμπεράσματα

1. Η αντίστροφη ώσμωση θεωρείται ως η πλέον αποτελεσματική μέθοδος για την επεξεργασία των στραγγισμάτων. Μπορεί να απορρίψει σημαντική ποσότητα νερού από την ικανότητα αποθήκευσης των αποβλήτων του χώρου υγειονομικής ταφής. Η λειτουργία των εξατμιστήρων είναι δαπανηρή και απαιτεί ενέργεια.

2. Θεωρείται ότι η πιο οικονομική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος επεξεργασίας στραγγισμάτων είναι η μείωση του όγκου της χρησιμοποιώντας τη διαδικασία αντίστροφης ώσμωσης και στη συνέχεια η επιστροφή του συμπυκνώματος στον χώρο υγειονομικής ταφής με ελεγχόμενη επανέγχυση.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Αγγλικές πηγές

- A. Efstratiadis, Th. Vergou & D. Dermatas, 2016, *Water balance model for evaluation of landfill malfunction due to leakage*, Landfill of Mavrorachi, Department of Water Resources & Environmental Engineering, NTUA
- Blight G., 2014, Article in Global development, *The world's biggest and most dangerous dump sites – interactive*, Available in: <https://www.theguardian.com>
- K. Tsompanoglou, Th. Forozoglou, P. Dimitrakopoulou, K. Poulis, A. Kaloudis, M. Kotsikas, V. Somataridou, E. Vagia, S. Theodoridis, Th. Laspidis, E. Mouxou, D. Tangilis, A. Stasinakis, A. Argyropoulos, 2014, *Investigating The Treatment Efficiency And Energy Consumption During The Operation Of A Leachate Treatment Plant: A Case-Study From Mavrorachi WWTP, Thessaloniki, Greece*, Association of Local Municipal Authorities of Thessaloniki & Department of Environment, University of the Aegean, Available from: <https://www.researchgate.net>
- Freeman A., 2012, Article in TakePart: *7 of the Largest Landfills in the World*, Available in: <http://www.takepart.com/photos/biggest-landfills>
- Ward E., 2011, *Landfills a History*, Article of: Green Risks
- Tchobanoglous G., Kreith F., 2010, *Handbook of Solid Waste Management*, 2nd Edition
- Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forastiere F., 2009, *Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste*. Environ Health p.60.
- Erkut E., Karagiannidis A., Perkoulidis G., Tjandra S.A., 2008, *A multicriteria facility location model for municipal solid waste management in North Greece*, European Journal of Operational Research, p.1402-1421
- Jarup L, Briggs D, de Hoogh C, Morris S, Hurt C, Lewin A, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Elliott P, 2002, *Cancer risks in populations living near landfill sites in Great Britain*, Br J Cancer, p.1732-1736
- Pukkala E, Pönkä A., 2001, *Increased incidence of cancer and asthma in houses built on a former dump area*, Environ Health Perspect p.1121-1125
- WHO. Methods of assessing risk to health from exposure to hazards released from waste landfills. Report from a WHO Meeting Lodz, Poland, 2000. Bilthoven, The Netherlands: WHO Regional Office for Europe, European Centre for Environment and Health
- Gelberg KH., 1997, *Health study of New York City Department of Sanitation landfill employees*, J Occup Environ Med. p.1103-1110.
- Mills C., Article in Owlcation: *The Worlds Largest Landfills With Photos and Stats*, Available in: <https://owlcation.com>

Ελληνικές πηγές

- Ζαγγανά Ε., 2015, *Διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων στο γεωλογικό περιβάλλον, ΧΥΤΑ & Στεγανοποίηση*, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Τσιτουρίδης Χ., 2014, *Υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης απορριμμάτων στο νομό Θεσσαλονίκης & προοπτικές*, μεταπτυχιακή εργασία Προστασίας Περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2012, *ΧΥΤΑ ΑΣΑ κατασκευασμένοι και λειτουργούντες*, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.ypeka.gr>
- Σκόπα Μ., 2010, *Προδιαγραφές Κατασκευής ΧΥΤΑ ΧΥΤΑ Δυτικής Αττικής – Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις στα Επιφανειακά και Υπόγεια Νερά*
- Γεωργίου Ε., 2008, *Προσδιορισμός, διερεύνηση, αξιολόγηση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης από την λειτουργία ΧΥΤΑ μέσου μεγέθους : διερεύνηση της διασποράς οσμών*, μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιά & ΕΜΠ, τμήμα Χημικών Μηχανικών
- Μαυρόπουλος Α., Καρκάζη Α., Λεμονής Ζ., Λουκάκος Β., Σκουλάξινου Σ., Καμαριώτης Χ., Μαυρόπουλος Θ., Σελλάς Ν, Φιρφυλιώνης Γ. & Κοντελέ Ε., 2006, *Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Ασφάλειας Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων*, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας-διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας.
- Βουδούρης Κ., Ηλεκτρονικό Μάθημα: *Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβάλλοντος*, Δρ. Υδρογεωλογίας Παν. Πατρών-Λέκτορας Α.Π.Θ., τμήμα Γεωλογίας

Ιστοσελίδες

- Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια, *Wikipedia*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://el.wikipedia.org>
- Καρανικόλας Δ., Θεματική ενότητα: *Περιβάλλον*, Δημοσιογράφος στην ηλεκτρονική εφημερίδα *e-ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.dimitriskaranikolas.gr/>
- Ηλεκτρονική εφημερίδα, 2010, *Τι είναι ο ΧΥΤΑ*; Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.protagon.gr>
- Ιστότοπος για το περιβάλλον και την οικολογία, *Οικολογική Επιθεώρηση, Χ.Υ.Τ.Α.*, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.oikologos.gr>
- Ιστότοπος/ Διαδικτυακή επιστημονική εφημερίδα, *HCDCP, E-bulletin*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www2.keelpno.gr/blog/>
- Ιστότοπος/ Διαδικτυακή επιστημονική εφημερίδα, *History of the Garbage Man*, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.garbagemanday.org/>
- Ιστοσελίδα "*Φίλοι της Γης*", Διαθέσιμο σε: <http://www.filoitigis.gr>

13. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ορισμοί

[1] *Στερεά Απόβλητα (ΣΑ)*: είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά, τα οποία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους, ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους

[2] *Κύτταρο (Cell)* ή *κελί*: απορρίμματα μίας λειτουργικής περιόδου (1 ημέρας) ύστερα από συμπίεση και στρώση εδαφικού υλικού (compost) πάχους 15-30 cm

[3]VOCs: Volatile Organic Compounds (Οργανικές Πτητικές Ενώσεις)

[4]VFAs: Volatile Fatty Acids (Οργανικά λιπαρά οξέα)

[5]PVC: PolyVinyl Chloride (Πολυβινυλοχλωρίδιο)

[6]Υδροχωρητικότητα: ποσότητα της υγρασίας που συγκρατείται από τα ΑΣΑ σε συνθήκες βαρύτητας μέχρι να αρχίσει η ελεύθερη ροή και κυμαίνεται στα ασυμπίεστα ΑΣΑ μεταξύ 50-60%. Επιπρόσθετες ποσότητες ύδατος θα οδηγήσουν στο σχηματισμό διασταλλαγμάτων.

[7]in-situ: σημαίνει το να εξεταστεί ένα φαινόμενο ακριβώς στο μέρος όπου εμφανίζεται (χωρίς να απομακρυνθεί σε κάποιο ειδικό μέσο, κτλ.). Είναι κάτι ενδιάμεσο μεταξύ του in vivo και του in vitro. (Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/In_situ)

[8] Όρια Atterberg ή όρια συνεκτικότητας: αντιστοιχούν στο όριο συρρίκνωσης SL (shrinkage limit), που είναι το ποσοστό της υγρασίας κατά το οποίο ο όγκος του εδάφους με συνεχιζόμενη ξήρανση παραμένει σταθερός. Στο όριο αυτό τα εδάφη έχουν πολύ μικρό όγκο κενών και εξαρτάται από τη δομή του εδάφους και το μέγεθος των κόκκων.