

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

**1. ΤΣΑΓΚΑΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΚΩΝ/ΝΟΣ
2. ΤΖΑΒΑΡΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ**

ΠΑΣΠΑΛΙΑΡΗΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ	6
2.1 Ορισμός	6
2.2 Κατηγορίες	6
2.3 Προβλήματα από την έλλειψη σωστής διαχείρισης στερεών αποβλήτων	7
2.4 Μέθοδοι διάθεσης απορριμμάτων	8
3. ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ	9
3.1 Ανακύκλωση απορριμμάτων	9
3.2 Διαλογή στη πηγή	9
3.3 Ωφέλειες	10
3.4 Ανακύκλωση χαρτιού	10
3.5 Ανακύκλωση Γυαλιού	11
3.6 Ανακύκλωση Αλουμινίου	11
3.7 Ανακύκλωση Πλαστικού	11
3.8 Μείωση των απορριμμάτων	12
3.9 Αποφυγή παραγωγής απορριμμάτων	12
3.10 Επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών	13
4. ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ	14
4.1 Μέθοδοι υγειονομικής ταφής	15
4.2 Έργα υποδομής σε ΧΥΤΑ	17
4.3 Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ	18
4.4 Σύστημα διαχείρισης στραγγισμάτων	19
4.5 Έργα διαχείρισης Βιοαερίου	20
4.6 Μέθοδοι εκτίμησης βασικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων	21
4.7 Σύστημα παρακολούθησης ΧΥΤΑ (MONITORING)	24

4.8 Εργασίες αποκατάστασης τοπίου μετά τη λήξη της λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ	24
5. "ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ"	26
5.1 Λιπασματοποίηση	26
5.2 Αρχές της λιπασματοποίησης	26
5.3 Λιπασματοποίηση ιλύος	30
5.4 Ανοικτά συστήματα λιπασματοποίησης	31
5.5 Κλειστά συστήματα λιπασματοποίησης	35
6. ΚΑΥΣΗ	38
6.1 Εισαγωγή	38
6.2 Βασικά χαρακτηριστικά και έννοιες της καύσης	38
6.3 Προϋποθέσεις για μια πλήρη καύση	39
6.4 Δομή μιας μονάδας καύσης	39
6.5 Έλεγχος της διαδικασίας της καύσης	40
7. ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΗ ΥΛΗ	41
7.1 Επιρροή από εφαρμογή διαφόρων προγραμμάτων ανακύκλωσης	41
8. ΖΥΓΙΣΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ	43
8.1 Ζυγιστήριο	43
8.2 Χώρος Υποδοχής	43
9. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ	45
9.1 Γερανοί	45
9.2 Συστήματα Τροφοδοσίας	45
9.3 Καυστήρας ανάφλεξης και στήριξης	46
10. ΕΣΤΙΑ ΚΑΥΣΗΣ	47
11. ΕΣΧΑΡΕΣ	48
11.1 Είδη Εσχαρών	48
12. ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΚΛΙΝΗ	51

12.1 Εγκαταστάσεις Θερμικής Επεξεργασίας με την μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης	52
12.2 ROWITEC® καύση με την μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης	54
13. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΚΛΙΒΑΝΟΣ- ΚΛΙΜΑΚΩΤΟΣ ΚΛΙΒΑΝΟΣ	57
13.1 Περιστροφικός κλίβανος	57
13.2 Κλιμακωτός κλίβανος	58
13.3 Εγκαταστάσεις αποτέφρωσης περιστροφικών κλιβάνων στις κνήμες/Fawley	59
13.4 Αποτέφρωση περιστροφικών κλιβάνων	60
14. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ	62
15. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	63
16. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ	64
16.1 Θερμική επεξεργασία των υπολειμμάτων	64
16.2 Διάθεση των υπολειμμάτων της καύσης ως δομικό υλικό στην κατασκευή των δρόμων.	65
16.3 Στερεοποίηση-σταθεροποίηση	65
16.4 Μικροέγκλειση με θερμοπλαστικά	67
16.5 Μονοδιάθεση (Ελεγχόμενη Εναπόθεση) των Υπολειμμάτων	67
17. ΠΥΡΟΛΥΣΗ	68
17.1 Λέβητες για την καύση - ψύξη των αερίων πυρόλυσης	69
17.2 Υπολείμματα	69
17.3 Μέθοδος Destrugas	69
17.4 Στερεά Υπολείμματα Πυρόλυσης	69
18. ΥΔΡΟΓΟΝΩΣΗ - ΥΔΡΟΛΥΣΗ – ΑΠΑΕΡΙΩΣΗ	70
18.1 Γραμμή επεξεργασίας	72
19. ΑΠΟ 4 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ Η ΕΛΛΑΔΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80
	81

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«Ο πλανήτης μας τείνει να μετατραπεί σε έναν μεγάλο σκουπιδότοπο τις τελευταίες δεκαετίες.

Η εμπειρία των βιομηχανικών χωρών στις δεκαετίες 70 και 80 και όλα τα προβλήματα διαχείρισης των απορριμμάτων που έγιναν αντικείμενο πολιτικών αντιπαραθέσεων, κινητοποιήσεων πολιτών και αφορμή για αναθεώρηση πρακτικών στην παραγωγή και την κατανάλωση των κοινωνιών της ευημερίας, οδήγησαν τις περισσότερες βιομηχανικές χώρες στη χάραξη νέων στρατηγικών για τα απορρίμματα στη δεκαετία του 90. Ενώ ο κύριος στόχος των πολιτικών διαχείρισης των απορριμμάτων στις βιομηχανικές χώρες τη δεκαετία του 80 ήταν η ασφαλής τελική διάθεσή τους, ο στόχος τη δεκαετία που διανύουμε, είναι η παρέμβαση στην παραγωγή των απορριμμάτων.

Το κύριο βάρος για τις εθνικές πολιτικές αλλά και για την ευρωπαϊκή πολιτική για τα απορρίμματα είναι η μείωση, η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και ο περιορισμός στο ελάχιστο των σκουπιδιών που χρειάζονται τελική διάθεση, συνήθως ταφή ή καύση. Θα λέγαμε ότι το θέμα τη δεκαετία του 80 ήταν να συλλέγονται και να θάβονται (ή να καίγονται) σωστά, με ασφαλή τρόπο τα απορρίμματα. Οι ευημερούσες κοινωνίες δεν είναι, πια, αυτές που αυξάνουν τα βουνά από απορρίμματα (όπως θεωρούσαν παλιότερα ένδειξη πλούτου και ευμάρειας), αλλά αντίθετα οι χώρες που ελαχιστοποιούν ή στοχεύουν να μηδενίσουν τα σκουπίδια τους.

Στη δεκαετία του 90 το θέμα ήταν να περιορίσουν τα σκουπίδια, να τα αξιοποιήσουν και να τα αντιμετωπίσουν ως δευτερογενείς πρώτες ύλες. Ίσως το θέμα την πρώτη δεκαετία του επόμενου αιώνα να είναι ο μηδενισμός των αποβλήτων, καθετί που παράγεται θα πρέπει μετά το τέλος της ζωής του να έχει μια δεύτερη χρησιμότητα».

2. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ

2.1 Ορισμός

Στερεά απόβλητα είναι ουσίες σε στερεή ή ημίρρευστη κατάσταση (π.χ. λάσπες) και αντικείμενα κάθε φύσης και μορφής τα οποία ο χρήστης ή κάτοχος τους είναι υποχρεωμένος ή θέλει να απαλλαγεί. Ο ευρύτερος αυτός ορισμός περιορίζεται αναλόγως σύμφωνα με υγειονομικούς και άλλους περιορισμούς όταν πρόκειται να εφαρμοστεί συλλογική διαχείριση απορριμμάτων.

2.2 Κατηγορίες

Τα στερεά απόβλητα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ:

- α) Σκουπίδια με κυρίαρχη παρουσία υπολειμμάτων τροφών από οικίες, εστιατόρια, ξενοδοχεία κ.τ.λ.
- β) Απορρίμματα οικιών, μαγαζιών, γραφείων κ.τ.λ. με κυρίαρχη παρουσία χαρτιού, γυαλιού, μετάλλων, πλαστικών κ.τ.λ.
- γ) Μεγάλα αντικείμενα (π.χ. κατεστραμμένη επίπλωση, εγκαταλειμμένα αυτοκίνητα κ.τ.λ.)
- δ) Άχρηστα δομικά υλικά και μπάζα κατεδαφίσεων
- ε) Υπόλοιπα πετρελαιοειδών, στάχτες και αιθανόλη από κεντρικές θερμάνσεις κ.τ.λ.
- στ) Λάσπες επεξεργασίας λυμάτων από μονάδες ή κέντρα επεξεργασίας και καθαρισμού
- ζ) Απόβλητα νοσοκομείων

2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ – ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ:

- α) Απόβλητα παρεμφερή με την κατηγορία (α) των αστικών προερχόμενα από βιομηχανίες τροφίμων και μικρά σφαγεία
- β) Απορρίμματα ανάλογα με την κατηγορία (β) των αστικών π.χ. από βιομηχανίες ετοιμών ενδυμάτων, χαρτοκιβωτίων, λευκοσιδηρουργείων, κ.τ.λ.
- γ) Φθαρμένα εξαρτήματα και ογκώδη τμήματα άχρηστων εγκαταστάσεων συχνά επιβαρημένα με τοξικούς ρύπους
- δ) Απορρίμματα – υπολείμματα εξόρυξης μεταλλευμάτων και άλλων ορυκτών
- ε) Πετρελαιοειδή, σκουριές, συλλιπάσματα και ποικίλα στερεά απόβλητα των παραγωγικών διαδικασιών της βιομηχανίας πολλά από τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικά για το περιβάλλον
- στ) Λάσπες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις καθαρισμού συχνά τοξικές

3. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:

- α) Ραδιενεργά κατάλοιπα
- β) Υπόλοιπα πετρελαιοειδών
- γ) Τέφρες και αιθάλη από καύση ανθράκων όπως η χρησιμοποιούμενη στην Ελλάδα τύρφη και λιγνίτης

δ) Υπόλοιπα εξόρυξης στερεών και υγρών καυσίμων

4. ΑΓΡΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ:

α) Υπόλοιπα κατεργασίας γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων

β) Κοπριά και ούρα ζώων-κτηνοτροφικών, πτηνοτροφικών μονάδων

γ) Φυτικά υπολείμματα

δ) Συσκευασίες γεωργικών λιπασμάτων και αγροτικών φαρμάκων πολλές από τις οποίες περιέχουν μικρές ποσότητες πολύ τοξικών υλών

ε) Πτώματα ζώων και πτηνών συχνά προσβλημένων από ασθένειες

2.3 Προβλήματα από την έλλειψη σωστής διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Η πλημμυλής συλλογή, η απρογραμματίστη μεταφορά και η μη ελεγχόμενη απόθεση των στερεών αποβλήτων όλων των κατηγοριών εγκυμονεί σοβαρότατους κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Οι κίνδυνοι αυτοί συνοψίζονται στις εξής μεγάλες ομάδες:

1. Υγειονομική. Προέρχονται από την μερική αποσύνθεση των σκουπιδιών πριν κατά ή μετά την συλλογή, μεταφορά και απόθεση. Κατά την αποσύνθεση αναπτύσσονται βακτήρια και άλλοι μικροοργανισμοί που υπάρχουν συνήθως στον αέρα ή το περιβάλλον σε ασήμαντα ή μικρά ποσά. Έντομα, κυρίως μύγες και τρωκτικά που αυξάνονται ή προσελκύνονται κάτω από σηπτικές συνθήκες, γίνονται εύκολα φορείς μολυσματικών ασθενειών.

Οι δυσοσμίες, που συχνά είναι αντιληπτές σε αποστάσεις χιλιομέτρων, από χώρους απόθεσης, η ψυχολογική επίδραση ενός ρυπαρού περιβάλλοντος είτε αστικού είτε εξοχικού και οι άμεσες ή έμμεσες δηλητηριάσεις μέσω του νερού ή των τροφίμων και άλλες βλάβες στην υγεία από τοξικές ουσίες που συσσωρεύονται στο περιβάλλον σαν αποτέλεσμα φυσικοχημικής ή βιολογικής διάσπασης στερεών απορριμμάτων, μπορούν επίσης να συνυπολογιστούν στην κατηγορία αυτή.

2. Κίνδυνοι φωτιάς. Ακατάλληλη και ανοργάνωτη απόθεση σκουπιδιών στις παρυφές αλσών, ρεμάτων, δασών κ.τ.λ. πράγμα δυστυχώς πάρα πολύ συνηθισμένο στην χώρα μας και σε πολλές άλλες Μεσογειακές περιοχές, έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε ζημιογόνες πυρκαγιές ιδιαίτερα κατά την διάρκεια των θερμών θερινών μηνών.

Είναι γνωστό ότι πολλές ζυμώσεις και βιοχημικές διεργασίες οξειδωσης είναι εξώθερμες και προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας ιδιαίτερα σε θύλακες στο εσωτερικό ενός σωρού σκουπιδιών πρόχειρα θαμμένου ή μέσα σε κάποιο πλαστικό σάκο κ.τ.λ. Εύφλεκτα υλικά που συνυπάρχουν όπως χαρτί, πριονίδι, ύφασμα, πλαστικά, λάδια, πετρέλαια σε στουπί κ.τ.λ. φτάνουν σε σημείο αυτανάφλεξης. Η ανάφλεξη αυτή συχνά διευκολύνεται από εύφλεκτα παραγόμενα από βιολογικές δράσεις αέρα όπως το μεθάνιο ή από υπολείμματα πτητικών υγρών που βρίσκονται σε διάφορα δοχεία.

Τα συχνά συνυπάρχοντα στα σκουπίδια φθαρμένα γυαλιά ή σιλιπνά μέταλλα παίζουν κάποτε το ρόλο συγκεντρωτικών φακών ή κατόπτρων για τις ακτίνες του ήλιου διευκολύνοντας επίσης την ανάφλεξη κάτω από υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

3. Βλάβες στα ύδατα. Οι βλάβες αυτές είναι προφανείς ιδιαίτερα όταν τα απορρίμματα, που κατά την σήψη τους παρέχουν μεγάλες ποσότητες υγρών, βρίσκονται κοντά σε επιφανειακά νερά ή είναι θαμμένα σε περιοχές που ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

4. Κίνδυνοι για οικοσύστημα πέρα από τις τοξικές επιδράσεις των προϊόντων αποσύνθεσης των σκουπιδιών και την ολοσχερή κάποτε καταστροφή μερικών ευαίσθητων

ειδών της πανίδας ή χλωρίδας μιας περιοχής τα ίδια τα απορρίμματα που συχνά αποτελούν τροφή για ανώτερα μέλη της τροφικής αλυσίδας π.χ. πουλιά, θηλαστικά, καθίστανται μοιραία για διάφορα ζώα. Είναι γνωστό ότι πολλά άγρια ζώα θανατώνονται ή πληγώνονται στην προσπάθειά τους να φάνε πλαστικά, καλώδια, μεταλλικά, αντικείμενα.

2.4 Μέθοδοι διάθεσης απορριμμάτων

Η ορθή περιβαλλοντικά διαχείριση των αποβλήτων πρέπει να περιλαμβάνει την ασφαλή διάθεση ή ανακύκλωσή τους και την αλλαγή των μη βιώσιμων προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης. Κάθε ρύθμιση για τη διάθεση των απορριμμάτων θα πρέπει να έχει στόχο την προστασία της δημόσιας υγείας, τη διασφάλιση του περιβάλλοντος από επιβλαβείς συνέπειες και να συμβάλλει στην εξοικονόμηση πρώτων υλών. Στόχος της ορθής περιβαλλοντικά διαχείρισης των απορριμμάτων είναι να προαχθεί και να γίνει πραγματικότητα η προστασία του περιβάλλοντος της γης, η αειφόρος - βιώσιμη ανάπτυξη σε όλες τις χώρες και η προάσπιση της δημόσιας υγείας. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1950 διεθνώς τα στερεά απόβλητα κατέληγαν σε χωματερές χωρίς ιδιαίτερα μέτρα προστασίας για την αποφυγή της ρύπανσης του υπεδάφους. Στη χώρα μας αυτό συμβαίνει δυστυχώς ακόμη και σήμερα με αποτέλεσμα να έχουμε τις δυσμενείς επιπτώσεις από τη ρύπανση του υπεδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα. Ως θέσεις χωματερών επιλέγονταν και φυσικές κοιλάτητες σε απομακρυσμένες περιοχές από αστικές περιοχές, σε λατομεία που δεν λειτουργούν κ.λ.π.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας της σχετικής με τα απορρίμματα σήμερα προσφέρονται πολλά συστήματα επεξεργασίας των απορριμμάτων και υπάρχει μεγάλος αριθμός εγκαταστάσεων που λειτουργεί σε όλες τις χώρες. Οι μέθοδοι επεξεργασία και διάθεσης των οικιακών απορριμμάτων που χρησιμοποιούνται διεθνώς είναι η υγειονομική ταφή, η ανάκτηση υλικών, η καύση για παραγωγή ενέργειας, η πυρόλυση, η λιπασματοποίηση, η μεθανογέννεση και η καύση των οικιακών απορριμμάτων σε κλίβανο παραγωγής τσιμέντου.

3. ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ

3.1 Ανακύκλωση απορριμμάτων



Ανακύκλωση απορριμμάτων, ονομάζουμε την επαναφορά των χρήσιμων υλικών στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που έχουν σκοπό την ανάκτηση αυτών των υλικών και την προώθηση τους για την παραγωγή νέων προϊόντων. Είναι μια αλυσίδα ενεργειών που στοχεύουν, στη φόρτιση του περιβάλλοντος με μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων, εφ' όσον ένα μέρος του βάρους των οικιακών απορριμμάτων αποτελεί ανακυκλώσιμα υλικά. Στην εξοικονόμηση ενέργειας, πρώτων υλών και συναλλάγματος. Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή ενός προϊόντος από πρώτη ύλη είναι πολλαπλάσια από ότι όταν αυτό παράγεται από παλιό υλικό π.χ. στο γυαλί γίνεται οικονομία ενέργειας 30% ενώ στο αλουμίνιο μπορεί να φτάσει μέχρι 95%. Η οικονομία αυτή γίνεται πιο σημαντική με το δεδομένο ότι οι πρώτες ύλες εισάγονται από το εξωτερικό.

3.2 Διαλογή στη πηγή

Όταν η διαλογή των χρήσιμων υλικών γίνεται πριν τη συλλογή των απορριμμάτων λέγεται διαλογή στη πηγή και έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα της μείωσης του κόστους συλλογής και μεταφοράς. Η διαλογή στη πηγή μπορεί να αφορά πολλούς τύπους υλικών όπως χαρτιά και χαρτοκιβώτια, γυαλιά, μέταλλα, ορισμένα πλαστικά, υφάσματα.

Προϋπόθεση για την επιτυχία του συστήματος, διαλογή στη πηγή, είναι η συμμετοχή των κατοίκων που θα διαχωρίζουν τα υλικά και θα τα αποθηκεύουν σε διαφορετικά δοχεία, πολλές φορές είναι απαραίτητη η ευαισθητοποίηση του κοινού έτσι ώστε να πειστεί για την χρησιμότητα της μεθόδου και να εφαρμόζει σωστά τη διαλογή. Άλλη μια προϋπόθεση για την λειτουργία του συστήματος είναι η ύπαρξη αγοράς για τα υπό ανάκτηση υλικά που θα αποφέρει κάποια έσοδα για να καλυφθούν οι δαπάνες.

Εκτός από τη διαλογή στη πηγή μπορεί να γίνει και διαλογή με μηχανικά μέσα μετά από τη φάση της συλλογής μεταφοράς. Τα βασικά στάδια είναι ο τεμαχισμός, το κοσκίνισμα, ο μαγνητικός διαχωρισμός και ο αεροδιαχωρισμός. Έτσι ξεχωρίζονται τα μέταλλα, τα γυαλιά, το χαρτί και τα πλαστικά, ότι απομένει είναι οργανική ουσία κατάλληλη για παραγωγή ζωοτροφής και λίπασμα.

Ως ανακύκλωση μπορεί να ορισθεί η διαδικασία της συστηματικής συλλογής, διαλογής και επαναφοράς υλικών από τα απορρίμματα στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο. Η ανακύκλωση αποτελεί τη διέξοδο για τη διαχείριση των απορριμμάτων και πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν αποτελεσματική μέθοδος και όχι σαν πρόσκαιρη μόδα. Σήμερα, μπορούμε να πούμε ότι, η ανακύκλωση αποτελεί σύγχρονη απαίτηση και αναπόσπαστο συστατικό της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Στη χώρα μας όμως γίνεται σε χαμηλά ποσοστά και διεξάγεται περιοριστικά (χαρτί 20%, γυαλί 20%, αλουμίνιο 30%), σε αντίθεση με άλλες χώρες που έχουν πετύχει μεγάλη μείωση των απορριμμάτων τους (Γερμανία, Αυστρία κλπ).

Σε ορισμένες χώρες 8 στους 10 πολίτες συμμετέχουν σήμερα όχι μόνο στη διαλογή και ανακύκλωση υλικών όπως χαρτί, γυαλί και μέταλλα, αλλά και οργανικών υλικών. Στην Ελλάδα παρατηρείται καθυστέρηση και αργή επέκταση τέτοιων προγραμμάτων και μικρή αύξηση των ποσοστών της ανακύκλωσης.

3.3 Ωφέλειες

Κάνοντας ανακύκλωση, έχουμε μικρότερη ποσότητα απορριμμάτων για ταφή και συνεπώς μικρότερη ρύπανση των νερών και του αέρα στην χωματερή στην οποία αυτά διατίθενται. Ακόμα, παρατείνεται ο χρόνος λειτουργίας των χωματερών, αντιμετωπίζοντας έτσι τη δυσκολία εξεύρεσης νέων χωματερών και μειώνεται το κόστος συλλογής και διάθεσης των απορριμμάτων.

Με την επαναφορά χρήσιμων υλικών στον οικονομικό κύκλο, μειώνονται οι εισαγωγές σκραπ από εξωτερικό και αυτά τα υλικά επανεισέρχονται στη βιομηχανία χωρίς την ανάγκη κατασπατάλησης πρώτων υλών. Η χρησιμοποίησι ανακυκλωμένων υλικών, έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της ρύπανσης κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και κατασκευής νέων προϊόντων.

Με την ανακύκλωση, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση υλικών από πρωτογενείς πηγές. Αυτό αν συνδυαστεί με την αυξανόμενη έλλειψη πρώτων υλών στη φύση και το συνεπαγόμενο αυξημένο κόστος τους, κάνει την ανακύκλωση περισσότερο χρήσιμη και αναγκαία.

Τέλος, εξοικονομούνται μεγάλα ποσά από τα έξοδα μεταφοράς των απορριμμάτων, προς τις χωματερές που είναι αρκετά μακριά από τις κατοικημένες περιοχές.

Η εφαρμογή της ανακύκλωσης με τη μορφή της ΔσΠ ,μειώνει το κόστος συλλογής των απορριμμάτων, επειδή παρεμβαίνει και επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής και μεταφορά τους, τέλος, για την λειτουργία ανακύκλωσης, απαιτείτε η απασχόληση προσωπικού στα διάφορα στάδια υλοποίησής τους. Από στατιστικά στοιχεία προκύπτει ότι με τη ΔσΠ δημιουργούνται περισσότερες θέσεις απασχόλησης σε σχέση με την Υγειονομική Ταφή ,σε αναλογία 5:1.

3.4 Ανακύκλωση χαρτιού

Το χαρτί κατασκευάζεται από υψηλά συμπυκνωμένες ίνες κυτταρίνης. Τα είδη που ανακυκλώνονται συνήθως είναι εφημερίδες, χαρτοσακούλες, κουτιά από χαρτόνι, χαρτί γραφείου.

Με την ανακύκλωση υποβαθμίζονται οι ίνες του χαρτιού, π.χ. η ανάμειξη και επεξεργασία του με το νερό τις σπάει και τις κονταίνει. Για το λόγο αυτό ,το χαρτί ,δεν μπορεί να επανα-ανακυκλωθεί άπειρες φορές λόγω της φθοράς που υφίστανται οι ίνες. Στις βιομηχανίες, το χαρτί αναμειγνύεται με νερό σχηματίζοντας τον χαρτοπολτό, ο υδροπολτοποιητής διαχωρίζει τις ίνες του χαρτιού. Οι ίνες μαζί με νερό δημιουργούν το μίγμα από το οποίο κατόπιν απομακρύνονται τα μέταλλα και οι διάφορες προσμίξεις. Στο μίγμα προστίθενται χημικά για απομελάνωση, επειδή όμως παραμένει αρκετό μελάνι σ' αυτό, το τελικό προϊόν έχει χρώμα φαιό. Ο καθαρός πολτός μπορεί να μετατραπεί σε 100% προϊόν ανακυκλωμένου χαρτιού, ή μπορεί να αναμειχθεί με ξυλοπολτό ή παρθένες ίνες για την παραγωγή του χαρτιού ή χαρτονιού που εν μέρει αποτελούνται από ανακυκλωμένες ίνες.

Οι Ελληνικές χαρτοβιομηχανίες χρησιμοποιούν κυρίως τις εξής ποιότητες εγχώριων αποκομμάτων: α) εφημερίδες και περιοδικά, β) χαρτοκιβώτια, γ) σχολικά βιβλία και

τετράδια (χωρίς το εξώφυλλο), δ) ανάμικτα διάφορα. Αντίστοιχα εισάγουμε από το εξωτερικό ειδικές ποιότητες αποκομμάτων (λευκά, κραφτ κ.α.) που δεν υπάρχουν καθόλου ή σε μικρές ποσότητες στη χώρα μας.

3.5 Ανακύκλωση Γυαλιού

Η ανακύκλωση γυαλιού περιλαμβάνει μπουκάλια, γυάλινα δοχεία, τζάμια, πιάτα, γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα, κρύσταλλα κ.α. Έχει το πλεονέκτημα, σε αντίθεση με το χαρτί, ότι μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς να αλλοιωθεί. Στις βιομηχανίες, το υαλόθραυσμα καθαρίζεται και τεμαχίζεται σε πολύ μικρά κομμάτια που έχουν τη μορφή άμμου. Κατόπιν αναμιγνύεται με πυριτική άμμο και θραύσματα ασβεστόλιθου και τήκεται για παραγωγή νέου γυαλιού.

Το γυαλί υποδιαιρείται σε κατηγορίες, λευκό, πράσινο, καφέ. Κατά τη συλλογή του θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα.

Γυαλί, καφέ χρώματος, χρησιμοποιείται για μπουκάλια μπύρας και φαρμάκων τα οποία είναι χημικά ευαίσθητα στο φως και πράσινου χρώματος για τα μπουκάλια κρασιού και αναψυκτικών. Τα τελικά προϊόντα της ανακύκλωσης γυαλιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υαλοβάμβακες, fiberglass, σήματα στους δρόμους. Εκτιμάται ότι κάθε χρόνο καταλήγουν στις ελληνικές χωματερές 100,000 τόνοι γυαλί, για την κατασκευή του οποίου έχουν δαπανηθεί 110,000 τόνοι πρώτες ύλες.

3.6 Ανακύκλωση Αλουμινίου

Η ανακύκλωση του αλουμινίου αφορά κύρια τα κουτιά αναψυκτικών και μπύρας, καθώς και υδροροές, πλαίσια παραθύρων, έπιπλα κήπου, εξαρτήματα αυτοκινήτων. Κατά την ανακύκλωσή τους, τα κουτιά αλουμινίου πρέπει να διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα και τα διμεταλλικά, κάτι που επιτυγχάνεται με την χρήση μαγνητικού διαχωριστή.

Στη βιομηχανία τα κουτιά εισάγονται σε φούρνο για αποβερνίκωση, αποσμάλτωση και απομάκρυνση χρωματικών επιγραφών. Το καθαρό αλουμίνιο εισάγεται σε φούρνο για τήξη και μόρφωση σε ράβδους που όταν ψηθούν αποτελούν τα φύλλα ή ρολά που θα διαμορφώσουν τελικά τα νέα κουτιά.

Με την ανακύκλωση του αλουμινίου έχουμε μεγάλο οικονομικό όφελος αφού εξοικονομείται το 95% της ενέργειας που χρειάζεται για την παραγωγή του από πρώτες ύλες. Ταυτόχρονα η ανακύκλωση ενός τόνου αλουμινίου οδηγεί στην εξοικονόμηση:

- 4 τόνων βωξίτη
- 500 κιλών σόδας
- 100 κιλών ασβεστόλιθου
- 700 κιλών πετρελαίου
- 25 κιλών κρυσολίτη
- 35 κιλών φθοριούχου αλουμινίου

Υπολογίζεται ότι το 1991 στην Ελλάδα καταναλώθηκαν 700 εκατομμύρια κουτιά αλουμινίου. Από αυτά σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Ένωσης Αλουμινίου το 25% ανακυκλώθηκε.

3.7 Ανακύκλωση Πλαστικού

Τα πλαστικά είναι υλικά υψηλής τεχνολογίας και ποιότητας, χαμηλής τιμής και πολύ πρακτικά και χρήσιμα για τη συσκευασία πολλών προϊόντων. Η εκτεταμένη όμως χρήση τους και η αργή αποδόμησή τους τα καθιστά ένα από τα βασικά συστατικά ρύπανσης του

φυσικού περιβάλλοντος. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι πάνω από 1,000,000 πουλιά βρίσκουν το θάνατο σε παγκόσμιο επίπεδο εξαιτίας των πλαστικών, ενώ 10,000 ψάρια πεθαίνουν στη Μεσόγειο εξαιτίας των πλαστικών και άλλων μικροαντικειμένων που καταλήγουν στη θάλασσα.

Κάθε χρόνο στην Ελλάδα καταλήγουν περίπου 30,000 τόνοι πλαστικό στις χωματερές ή ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον από τις σακούλες των σούπερ-μάρκετ. Για να φτιαχτούν αυτές οι πλαστικές σακούλες που χρησιμοποιούνται, χρειάζονται 27,000 τόνοι πλαστικό. Επίσης ένα μεγάλο ποσοστό αναψυκτικών κυκλοφορεί σε πλαστικά μπουκάλια, που δεν επιστρέφονται, ενώ οι περισσότερες εταιρίες εμφιαλώνουν το νερό σε πλαστική φιάλη μιας χρήσης.

Η ανακύκλωση του πλαστικού γίνεται σήμερα σε ένα πολύ μικρό ποσοστό, σχεδόν ασήμαντο. Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην ανακύκλωση των πλαστικών είναι η ποικιλία των πλαστικών υλών και η δυσκολία στην αξιοποίησή τους, αν δεν προηγηθεί ένα δαπανηρό στάδιο διαχωρισμού.

Η βιομηχανία πλαστικού πάντως έχει αναπτύξει την ανακύκλωση κυρίως όσον αφορά τα υπολείμματα (σκραπ) πλαστικού από την παραγωγική διαδικασία. Από τους 300,000 τόνους πλαστικού που καταναλώνονται κάθε χρόνο στην Ελλάδα οι 25,000-30,000 τόνοι προέρχονται από πλαστικά που ανακυκλώνονται.

3.8 Μείωση των απορριμμάτων

Η καλύτερη λύση στο πρόβλημα των απορριμμάτων είναι να αντιμετωπίζεται όσο πιο νωρίς γίνεται και όσο πιο κοντά στην πηγή ή στην αιτία που το δημιουργεί. Γι' αυτό η μείωση των απορριμμάτων σε όλα τα στάδια της παραγωγής τους αποτελεί τη βασική επιλογή πολιτικής που πρέπει να ακολουθούμε.

Με την έννοια «Μείωση των απορριμμάτων» εννοούμε μια σειρά τεχνικών επιλογών και νομοθετικών-οικονομικών ρυθμίσεων καθώς και ένα πλαίσιο κοινωνικής συμπεριφοράς και ενεργής συμμετοχής των πολιτών με στόχο τη δραστική ελάττωση του όγκου και του βάρους των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους τελικής διάθεσης, σε όσο το δυνατόν πιο αρχικό στάδιο παραγωγής τους.

Η μείωση των απορριμμάτων μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

1. Με την Αποφυγή Παραγωγής τους
2. Με Επαναχρησιμοποίηση Υλικών
3. Με Προγράμματα Ανακύκλωσης
4. Με Λιπασματοποίηση Οργανικών

3.9 Αποφυγή παραγωγής απορριμμάτων

Η ποσότητα των απορριμμάτων που παράγεται σχετίζεται με συνήθειες και επιλογές του καταναλωτή, με νομοθετικές ρυθμίσεις, με παραγωγικές και εμπορικές ρυθμίσεις και επιλογές. Σήμερα που η κατάσταση έχει φτάσει σε κρίσιμο σημείο η μείωση των απορριμμάτων, με την έννοια της αποφυγής δημιουργίας τους,, αποτελεί την καλύτερη λύση για τη διαχείριση των απορριμμάτων καθώς δεν έχει καμιά περιβαλλοντική επίπτωση.

Η αποφυγή δημιουργίας απορριμμάτων σημαίνει να μην παράγονται από την αρχή απορρίμματα (κυρίως υλικά συσκευασίας) και δεν πρέπει να συγχέεται με την ανακύκλωση ή την αξιοποίηση υλικών που έχουν στόχο να μειωθεί η ποσότητα των ήδη παραγόμενων απορριμμάτων. Η μείωση των απορριμμάτων μέσω της αποφυγής παραγωγής τους έχει δύο πλευρές την ποιοτική και την ποσοτική:

Η ποιοτική αποφυγή παραγωγής απορριμμάτων σημαίνει τη μείωση ή την κατάργηση της χρήσης κυρίως επικίνδυνων και τοξικών ουσιών, όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο αμίαντος, οι χλωροφθοράνθρακες κτλ. Επίσης σημαίνει και απαγόρευση ορισμένων μη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών συσκευασίας (π.χ. πλαστικών, PVC , χλωριωμένων υλικών).

Η ποσοτική αποφυγή παραγωγής απορριμμάτων, σημαίνει μέτρα για την παραγωγή λιγότερων ποσοτήτων απορριμμάτων. Για παράδειγμα μείωση του όγκου ή του βάρους συσκευασιών, αποφυγή περιττών συσκευασιών παραγωγή προϊόντων μεγάλης διάρκειας, ζωής και πολλών χρήσεων κτλ.

3.10 Επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών

Η επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών αποτελεί μια σημαντική διαδικασία για τη μείωση των απορριμμάτων. Αναφέρεται σήμερα, σχεδόν αποκλειστικά, στις γυάλινες φιάλες, μπορεί όμως να επεκταθεί και σε άλλες συσκευασίες όπως τα πλαστικά. Κατά την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας ο αγοραστής καταβάλλει στον πωλητή χρηματικό ποσό που του επιστρέφεται κατά την επιστροφή της συσκευασίας. Κατόπιν, η συσκευασία επανέρχεται στο χώρο παραγωγής όπου γίνεται πλύση και επαναχρησιμοποιείται. Σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών είναι η σωστή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των καταναλωτών καθώς και το κόστος περισυλλογής επιστροφής πλύσης και εμφιάλωσης των συσκευασιών.

4. ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ



Η υγειονομική ταφή, είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπιέζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας. Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση χώματος, κατάλληλο για δενδροφύτευση, ώστε να αποκατασταθεί τελικά το τοπίο. Οι χώροι υγειονομικής ταφής δεν πρέπει να συγχέονται με τους χώρους ανεξέλεγκτης απόρριψης, φαινόμενο ιδιαίτερα συχνό στη χώρα μας, οι οποίοι αποτελούν εστίες ρύπανσης του περιβάλλοντός και πηγές ανάφλεξης. Αντίθετα, η υγειονομική ταφή είναι, όχι απλώς μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης αλλά επίσης, ένας άριστος τρόπος για την αξιοποίηση ακρήστων χώρων και για την περιβαλλοντική τους αποκατάσταση. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής στρώση αδρανούς υλικού πάχους 0,60m περίπου και μετά προϋποθέτει την εφαρμογή μιας σειράς επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών αρχών. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής, σε σχέση με τις άλλες μεθόδους διάθεσης, είναι τα ακόλουθα:

1. Είναι μία μέθοδος τεχνικά απλή και αποτελεσματική ενώ η εφαρμογή της δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Ο σχετικός μηχανολογικός εξοπλισμός είναι οικείος σε όλον τον πληθυσμό, ανθεκτικός, με ευχέρεια επισκευής και προμήθειας ανταλλακτικών.

2. Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του χώρου υγειονομικής ταφής από τις δημοτικές αρχές και το κοινό γίνεται χωρίς ιδιαίτερες δυσκολία.

3. Η υγειονομική ταφή έχει σχετικά χαμηλό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος.

4. Η υγειονομική ταφή είναι εξαιρετικά λειτουργική μέθοδος δεδομένου ότι:

- Ο χώρος διάθεσης μπορεί να δεχθεί για άμεση διάθεση ετερογενή απορρίμματα.
- Ευνοείται από τα εδαφομορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της χώρας μας (π.χ. ορεινοί όγκοι, άρα εύκολη απόκρυψη), τα πληθυσμιακά και χωροταξικά δεδομένα.
- Η λειτουργία του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) δεν επηρεάζεται από τις έντονες εποχιακές διακυμάνσεις της ποσότητας και σύστασης των απορριμμάτων. Αυξημένες ποσότητες απορριμμάτων μπορεί να τις δεχθεί με μια απλή προσθήκη ενός ακόμη μηχανήματος (ενεργοποίηση εφεδρικού, προσωρινή μίσθωση).

- Δεν απαιτεί άλλη εγκατάσταση διάθεσης στερεών αποβλήτων, πράγμα που συμβαίνει με τις άλλες μεθόδους που απαιτούν συμπληρωματικά και ένα μικρό ΧΥΤΑ για την διάθεση των στερεών τους αποβλήτων.

5. Η υγειονομική ταφή μπορεί να συμβάλει στην αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή στην αποκατάσταση άλλων, που έχουν πληγεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. λατομική δραστηριότητα), διαμορφώνοντας χώρο πράσινου, αθλητικών δραστηριοτήτων, εγκαταστάσεις θερμοκηπίων κλπ. Απέναντι στα τόσα σοβαρά πλεονεκτήματα, η υγειονομική ταφή εμφανίζει στην χώρα μας το ουσιώδες, καθοριστικό για την ώρα, μειονέκτημα, ότι έχει ταυτιστεί στην συνείδηση των δημοτικών αρχών και τον κοινού με την ανεξέλεγκτη διάθεση και για το λόγο αυτό δεν έχει κοινωνική αποδοχή. Ένα δεύτερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η απαίτηση σημαντικών εκτάσεων, σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους διάθεσης, πράγμα ανέφικτο σε περιοχές π.χ. έντονα τουριστικές ή άλλες με μεγάλη οικοπεδική ή γεωργική αξία. Ένα τελευταίο αρνητικό της είναι η αυξημένη επιμέλεια που απαιτεί για την αντιμετώπιση των εκπομπών δηλ. του βιαερίου και των στραγγισμάτων, που όμως βρίσκεται, σαφώς, μέσα στις δυνατότητες του εγχώριου έμψυχου δυναμικού μας και της προσιτής τεχνολογίας.

4.1 Μέθοδοι υγειονομικής ταφής

Βασικό στοιχείο σχεδιασμού ενός χώρου, υγειονομικής ταφής, αποτελεί η μέθοδος που θα ακολουθηθεί για τη διάσθρωση 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.

Επιφανειακή μέθοδος

Εφαρμόζεται όταν είναι δύσκολη η εκσκαφή του εδάφους για τη διάνοιξη τάφρων. Τα απορρίμματα ξεφορτώνονται και διαστρώνονται σε στενές λωρίδες στην επιφάνεια τον εδάφους, σχηματίζονται στρώσεις βάθους περίπου 50-80cm. Κάθε στρώση συμπιέζεται καθώς προχωρεί η διαδικασία πλήρωσης τον χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας μέχρις ότου το πάχος των συμπιεσμένων απορριμμάτων φθάσει τα 2,50-3 μέτρα. Στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα καλύπτονται με στρώση κατάλληλου αδρανούς υλικού, πάχους περίπου 15-30cm, το οποίο επίσης πρέπει να συμπιεσθεί. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται από εκσκαφές στο γύρω χώρο, ή μεταφέρεται με φορτηγά από αλλού. Συνήθως, πριν αρχίσει η λειτουργία της χωματερής, κατασκευάζεται ένα ανάχωμα στη μία πλευρά του χώρου, για να διευκολυνθεί και η συμπίεση των απορριμμάτων. Το πλάτος του χώρου στον οποίο εναποτίθενται και διαστρώνονται τα απορρίμματα κυμαίνεται από 3-8 μέτρα. Το μήκος του χώρου που χρησιμοποιείται κάθε μέρα υπολογίζεται έτσι ώστε στο τέλος της ημέρας το βάθος των απορριμμάτων να φθάσει τα 2,50-3cm. Τα συμπιεσμένα απορρίμματα, μαζί με το υλικό επικάλυψης μιας μέρας, αποτελούν ένα κύτταρο που αποτελεί βασικό δομικό στοιχείο κοινό σε όλες τις μεθόδους υγειονομικής ταφής. Κάθε στρώση απορριμμάτων αποτελείται από πολλά κύτταρα τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο. Οι στρώσεις τοποθετούνται διαδοχικά η μία πάνω στην άλλη μέχρι τα απορρίμματα φθάσουν το τελικό ύψος που προβλέπεται από τον αρχικό σχεδιασμό του χώρου.

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.

Η 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 50-80cm 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 απορριμματοφόρων που έρχονται να ξεφορτώσουν. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται με την εκσκαφή της διπλανής τάφρου ή συνεχίζοντας την εκσκαφή της τάφρου που ήδη χρησιμοποιείται.

Μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους

Σε περιοχές που υπάρχουν φυσικές ή τεχνητές κοιλότητες του εδάφους (χαράδρες, ρεματιές, ορυχεία, λατομεία), μπορούν κάλλιστα αυτές να χρησιμοποιηθούν για υγειονομική ταφή απορριμμάτων. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την διάστρωση και συμπίεση των απορριμμάτων στις διάφορες κοιλότητες εξαρτώνται από τη γεωμετρία του χώρου, τα χαρακτηριστικά του υλικού επικάλυψης, την υδρολογία και γεωλογία της περιοχής και την δυνατότητα πρόσβασης. Σε χαράδρες που ο πυθμένας είναι κάπως επίπεδος η πρώτη στρώση μπορεί να τοποθετηθεί όπως στη μέθοδο των διαδοχικών τάφρων που αναφέρθηκε παραπάνω. Όταν συμπληρωθεί η πρώτη στρώση, το γέμισμα συνεχίζεται ξεκινώντας από τα σημεία που βρίσκονται προς την κορυφή της χαράδρας και καταλήγοντας προς το στόμιο. Τα απορρίμματα αποτίθενται στον πυθμένα της χαράδρας και συμπιέζονται προς τις πλευρές της, μέθοδος που εξασφαλίζει υψηλή συμπίεση. 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. Και στα ορυχεία και τα λατομεία ο τρόπος πλήρωσης είναι παρόμοιος με αυτόν στις χαράδρες. Σημαντική σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η εξασφάλιση υλικού επικάλυψης τόσο για τις ενδιάμεσες στρώσεις όσο και για την τελική επιφάνεια.

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων. Επίσης μπορεί στον ίδιο χώρο να χρησιμοποιηθούν περισσότερες της μίας μέθοδοι. Αν, επί παραδείγματι, στα περισσότερα σημεία του πυθμένα ενός χώρου, υπάρχει ένα μεγάλο πάχος χώματος ενώ στα υπόλοιπα το χώμα είναι πολύ ρηχό, μπορεί να διανοιχτούν τάφροι, όπου αυτό είναι δυνατόν και το χώμα που θα εξασφαλισθεί να χρησιμοποιηθεί σαν υλικό επικάλυψης και για τον υπόλοιπο χώρο που θα χρησιμοποιηθεί η επιφανειακή μέθοδος.

Μια μέθοδος, παραλλαγή των παραπάνω μεθόδων, που εφαρμόζεται συχνά στη χώρα μας, είναι η ταφή των απορριμμάτων σε χώρους της μορφής της πλατειάς

μισγάγγειας που διαμορφώνεται από την πλαγιά κάποιου εδαφικού όγκου (βουνό, λόφος) και τις εκατέρωθεν πλαγιάς δύο γειτονικών ρευμάτων. Συνήθως η εδαφική λεκάνη διαμορφώνεται έτσι ώστε να είναι ανοιχτή κατά το 1/3-1/4 της περιμέτρου της. Κατά κανόνα η κατά μήκος κλίση της εδαφικής λεκάνης (κλίση μισγάγγειας) είναι σημαντική. Στην περίπτωση αυτή η ταφή των απορριμμάτων πρέπει να αρχίσει από τη χαμηλότερη πλευρά της λεκάνης και να προχωράει προς το εσωτερικό της με την παρακάτω τεχνική:

Το πρώτο ταμπάνι (πλάτωμα) θα αρχίσει κατ' ευθείαν από το χαμηλότερο σημείο του δρόμου προσπέλασης. Θα διαμορφωθεί με συμπιεσμένα μπάζα ή χώμα μια μικρή επιφάνεια για τους ελιγμούς των απορριμματοφόρων. Τα επόμενα ταμπάνια από στρώσεις απορριμμάτων θα κινούνται παράλληλα προς την ανοιχτή πλευρά του χώρου και προς το εσωτερικό του. Είναι φανερό ότι τα ταμπάνια θα "σβήνουν" προς τα ανάντη (θα ακουμπάνε στην πλαγιά του υψώματος). Το πλάτος τους δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 50 μέτρα, και το ύψος τους τα 2,5μ. Το υλικό επικάλυψης των ταμπανιών πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 0,20μ. ενώ η επικάλυψη των μετοπικών πρανών τουλάχιστον 0,60μ. Η κλίση, του μετώπου εργασίας, πρέπει να είναι μικρή και να μην υπερβαίνει το 1/3. Ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό (χώμα, άμμος κ.λ.π.) που θα βγει από την διαμόρφωση του χώρου διάθεσης, καθώς και υλικό από εκσκαφές στην γύρω περιοχή ή μπάζα. Η εγκάρσια ρύση της επιφάνειας του κάθε ταμπανιού θα πρέπει να δίνεται προς τα ανάντη (δηλ. προς το ύψωμα) έτσι ώστε:

Τα νερά της βροχής να μην κυλούν προς το μετωπικό πρανές τον ταμπανιού και να μην εισδύουν στα απορρίμματα.

Όταν το ταμπάνι πάρει τις πιο σημαντικές καθιζήσεις (περίπου σε μισό μήνα), η επιφάνειά του να παραμένει περίπου οριζόντια, με μικρή ρύση προς τα ανάντη.

Επίσης, πρέπει να δίνεται μια κατά μήκος ρύση της επιφάνειας τον ταμπανιού προς τον πλευρικό δρόμο προσπέλασης, απ' όπου θα απάγονται τα νερά με τη βοήθεια μικρής τάφρου.

Η πιο πάνω διάταξη των εργασιών, πέρα από το ότι είναι λειτουργική για τη δεδομένη μορφολογία του χώρου, προσφέρεται επίσης για την εύκολη εκμετάλλευση των γαιωδών υλικών, που έχει επιφανειακά ο χώρος, ως υλικών, επικάλυψης (και μάλιστα με τη χρήση του ίδιου μηχανήματος που εκτελεί την υγειονομική ταφή), με αποτέλεσμα να επιμηκύνεται και ο χρόνος λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Ανάμεσα στο ίχνος του μετωπικού πρανούς του ενός ταμπανιού και στη στέψη του προηγούμενου (υποκειμένου) θα πρέπει να μεσολαβεί μια βαθμίδα πλάτους 6μ. περίπου για την κίνηση και τους ελιγμούς των απορριμματοφόρων (εσωτερικό δίκτυο κυκλοφορίας) που πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση. Η διάταξη των διαδοχικών στρώσεων των απορριμμάτων, καθώς και το εσωτερικό δίκτυο κυκλοφορίας των απορριμματοφόρων, πρέπει να προβλεφθούν από την αρχή σε τοπογραφικό διάγραμμα του χώρου.

4.2 Έργα υποδομής σε ΧΥΤΑ

Μετά την επιλογή του χώρου διάθεσης πρέπει να γίνει ένας αναλυτικός σχεδιασμός, που θα περιλαμβάνει το σύνολο των έργων υποδομής που πρέπει να γίνουν για την προετοιμασία του χώρου, ένα πλήρες πρόγραμμα λειτουργίας του ΧΥΤΑ καθώς και τις αναγκαίες εργασίες για την αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος λειτουργίας του.

Ο σωστός σχεδιασμός των έργων υποδομής που απαιτούνται σε ένα χώρο διάθεσης είναι σημαντικός γιατί έχει σχέση τόσο με το κόστος, πάγιο και λειτουργικό, όσο κυρίως με την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ.

Παρακάτω αναφέρονται τα σημαντικότερα έργα υποδομής που πρέπει να γίνουν σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής.

Διαμόρφωση του χώρου
Στεγανοποίηση τον πυθμένα και των πλευρών του χώρου διάθεσης
Συστήματα συλλογής στραγγισμάτων
Έλεγχος επιφανειακών νερών
Συστήματα συλλογής αερίων
Δρόμος πρόσβασης - εσωτερικό δρομολόγιο
Κτίριο διοίκησης
Κτίριο προσωπικού
Συνεργείο - γκαράζ - αποθήκη υλικών
Γεφυροπλάστιγγα
Περίφραξη
Περιμετρική δεντροφύτευση
Χώρος απόθεσης απορριμμάτων για δειγματοληψία
Χώρος αναμονής και στάθμευσης απορριμματοφόρων
Σύστημα πυρόσβεσης
Δανειοθάλαμοι χωματισμών
Αποθήκη υλικών καυσίμων
Σύστημα παρακολούθησης (monitoting) του ΧΥΤΑ

4.3 Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

Απαραίτητο στοιχείο της σωστής λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ, είναι η αποφυγή ρύπανσης τον υδροφόρου ορίζοντα από τα στραγγίσματα καθώς και η ανάσχεση της εισροής των παραγόμενων αερίων στο υπέδαφος. Για το λόγο αυτό πρέπει τόσο η βάση όσο και οι πλευρές του χώρου να είναι στεγανοποιημένες.

Αν από την υδρογεωλογική μελέτη έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη μη υδροπερατών στρωμάτων στο χώρο διάθεσης, θα πρέπει να γίνει αναμόχλευση του εδάφους μέχρι βάθους 30 εκ. και μετά να επακολουθήσει συμπίεση, σύμφωνα με τους κανόνες της εδαφομηχανικής και να δοθούν οι τελικές κλίσεις (1-2%) για την απορροή των στραγγισμάτων.

Σε περίπτωση που στο χώρο διάθεσης υπάρχουν υδροπερατά πετρώματα, θα πρέπει απαραίτητα να γίνει στεγανοποίηση. Υπάρχουν δύο μέθοδοι στεγανοποίησης, η φυσική και η τεχνητή.

Φυσική μέθοδος στεγανοποίησης

Η στεγανοποίηση αυτή επιτυγχάνεται με τη διάστρωση αργίλου με ελάχιστο πάχος 50 εκ. Η συμπίεση γίνεται σε στρώσεις, σύμφωνα με τους κανόνες της εδαφομηχανικής. Θα πρέπει να επιτευχθεί ένας συντελεστής διαπερατότητας $K_1=10^{-6} - 10^{-7}$ cm/sec.

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

Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης

Είναι η μέθοδος χρησιμοποίησης συνθετικών μεμβρανών (liners) από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), από πολυαιθυλένιο χαμηλής ή υψηλής πυκνότητας (LDDE, HDPE), ή από πολυπροπυλαίνιο. Πριν αρχίσουν οι εργασίες στεγανοποίησης, Θα πρέπει η επιφάνεια του εδάφους να είναι λεία και καλά συμπιεσμένη και να έχουν δοθεί οι κατάλληλες κλίσεις. Για να μην τρυπήσει η μεμβράνη, από αιχμηρά αντικείμενα που

υπάρχουν στα απορρίμματα ή έχουν απομείνει στην επιφάνεια του εδάφους, τοποθετούνται στρώσεις, λεπτόκοκκων υλικών, συνήθως άμμου και στις δύο πλευρές της μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες διατίθενται σε ρολά πλάτους 8-10 μέτρων περίπου και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στη συγκόλλησή τους. Τα συνθετικά υλικά εξασφαλίζουν καλύτερη στεγάνωση από το στρώμα αργίλου, αλλά είναι πιο ακριβά και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην τρυπήσουν ή και να μην ξεκολλήσουν στις ενώσεις, γιατί τότε η διέλευση των στραγγισμάτων δεν μπορεί να ανασχεθεί. Πολλές φορές, για εξασφάλιση καλύτερων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιείται συνδυασμός των δύο μεθόδων. Τοποθετείται δηλαδή στρώμα αργίλου και από πάνω οι συνθετική μεμβράνη.

Επίσης, πολλές φορές, χρησιμοποιούνται διάφορα τεχνητά εδαφικά μείγματα, όπως π.χ. μίγμα άμμου και μπετονίτη.

4.4 Σύστημα διαχείρισης στραγγισμάτων

Η επιλογή του συστήματος διαχείρισης των στραγγισμάτων γίνεται σε συσχετισμό με τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Να μη προκληθούν βλάβες, παραμορφώσεις ή μετατοπίσεις στο μονωτικό σύστημα κατά την τοποθέτησή του
- Οι αγωγοί να είναι υδραυλικά αποδοτικοί και να αντέχουν σε χημικές, βιομηχανικές και φυσικές καταπονήσεις, τόσο κατά τη φάση λειτουργίας, όσο και της μετέπειτα φροντίδας τον ΧΥΤΑ (50 χρόνια, 40 °C, πυκνότητα αποβλήτων: 1,5 Mg/m³)
- Να υπάρχει ελεύθερη ροή των στραγγισμάτων προς τη δεξαμενή συλλογής τους και να καθαρίζονται σχετικά εύκολα
- Το υδραυλικό ύψος των στραγγισμάτων να μη ξεπερνά τα 30cm πάνω από τη γεωμεμβράνη. Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος γίνεται με βάση τις παραγόμενες ποσότητες στραγγισμάτων, τα οποία πρέπει να συλλεχθούν και να απομακρυνθούν και κατόπιν να επεξεργαστούν, σύμφωνα με τη διαθέσιμη τεχνική.

Για τον προσδιορισμό του όγκου, του ρυθμού παραγωγής και της ποιοτικής σύστασης των στραγγισμάτων απαιτούνται τα εξής στοιχεία:

- Τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής (ύψος και κατανομή βροχής)
- Την ποιοτική σύσταση των αποβλήτων
- Τον τρόπο λειτουργίας του ΧΥΤΑ
- Ηλικία των στρώσεων

Όσον αφορά την επεξεργασία των στραγγισμάτων, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι περισσότεροι μελετητές στην Ελλάδα επιλέγουν την επανακυκλοφορία, παραθέτοντας ορισμένα πλεονεκτήματα της μεθόδου, όπως:

- Επιτάχυνση της βιοαποδόμησης στα απορρίμματα και αύξηση της παραγωγής βιοαερίου

- Εξισορρόπηση των διακυμάνσεων των χημικών και βιολογικών συγκεντρώσεων των στραγγισμάτων
- Δυνατότητα προσθήκης θρεπτικών ουσιών και μικροοργανισμών και αύξηση της υγρασίας στο απορριμματικό ανάγλυφο
- Μείωση του όγκου, των προς επεξεργασία στραγγισμάτων και κυρίως το χαμηλό κόστος

Είναι σαφές ότι η επανακυκλοφορία εκλαμβάνει τον ΧΥΤΑ σαν "αναερόβιο φίλτρο" κατείσδυσης για την επεξεργασία των στραγγισμάτων, όμως δεν δίνει δυνατότητες ελέγχου της ποιότητας των στραγγισμάτων.

Ένας τρόπος προεπεξεργασίας θα ήταν η κατασκευή ειδικών δεξαμενών με στόχο:

- Την πρωτοβάθμια, αερόβια επεξεργασία με σύστημα ενεργού ιλύος
- Την εξισορρόπηση παροχής και ποιότητας των στραγγισμάτων και
- Την καθίζηση και διαύγαση των στραγγισμάτων

Οι αγωγοί συλλογής στραγγισμάτων πρέπει να έχουν κυκλική διατομή, διαμέτρου τουλάχιστον 250mm για τον κεντρικό αγωγό και 150mm για τους δευτερεύοντες, Οι αγωγοί αποτελούνται συνήθως από την τεχνική ύλη (PEHD, PVC, PP κ.λ.π.) και για την επιλογή τους, στο στάδιο του σχεδιασμού, απαιτούνται στατικές μελέτες, λόγω των αναμενόμενων καθιζήσεων. Η διάταξη του συστήματος των αγωγών στραγγισμάτων γίνεται σε συνάρτηση με το απορριμματικό ανάγλυφο, το μήκος και την κλίση (τουλάχιστον 5%) των αγωγών και τις αναμενόμενες καθιζήσεις.

4.5 Έργα διαχείρισης Βιοαερίου

Το σύστημα διαχείρισης του βιοαερίου, πρέπει να σχεδιαστεί με τις μέγιστες αναμενόμενες ποσότητες παραγωγής βιοαερίου, προσαρμοσμένο με συντελεστή ασφάλειας τουλάχιστον 1,5, με στόχο βεβαίως την μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, την αποτροπή οσμών (υδρόθειο, μερκαπτάνες), την προστασία της χλωρίδας και εν γένει την ασφάλεια του ΧΥΤΑ και της γύρω περιοχής από αυτοαναφλέξεις και εκρήξεις ("μετανάστευση" βιοαερίου).

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του παραγόμενου βιοαερίου, αλλά και την κατασκευή του συστήματος διαχείρισης του βιοαερίου, θεωρείται απαραίτητη η γνώση στοιχείων (άμεσων και λειτουργικών) όπως:

- Ποιοτική σύσταση των αποβλήτων (οργανικά, είδος φορτίου, διαφορετικές ταχύτητες αποδόμηση, έλλειψη υγρασίας = "στασιμότητα")
- Υγρασία (40-50%, ο αριθμός παραγωγής βιοαερίου αυξάνει με την αύξηση της υγρασίας στα απόβλητα)
- pH στη μάζα τον ΧΥΤΑ(βέλτιστο: 6,5 - 8)

- Πυκνότητα αποβλήτων (όσο μεγαλύτερη τόσο υψηλότερη παραγωγή), ρυθμός εισαγωγής αποβλήτων σε ΧΥΤΑ (όσο πιο υψηλοί, τόσο πιο γρήγορη αποσύνθεση),
- Διαθεσιμότητα οξυγόνου (η ύπαρξη ελεύθερου οξυγόνου - αερόβια φάση - συνεπάγεται έντονη μικροβιακή δράση, αύξηση της θερμοκρασίας, έκλυση υδρατμών και Διοξειδίου του άνθρακα),
- Θερμοκρασία (βέλτιστη παραγωγή βιοαερίου: α) μεσοφυλική περιοχή: 35 - 38°C, β) θερμοφυλική περιοχή: 50 - 65°C)
- Τρόπος λειτουργίας ΧΥΤΑ (τεμαχισμός, απομάκρυνση στραγγισμάτων),
- Ηλικία αποβλήτων (αισθητή μείωση παραγωγής, μετά τα πρώτα χρόνια),
- Είσοδος οξυγόνου στο σύστημα (υπερβολική άντληση βιοαερίου)

Σαν γενικός κανόνας, για την παραγωγή του βιοαερίου, ισχύει η παρακάτω επισήμανση:

Η παραγωγή του βιοαερίου, αρχίζει να είναι μετρήσιμη μετά από ένα εξάμηνο λειτουργίας του χώρου απόθεσης, φτάνει μια μέγιστη τιμή σε ένα περίπου χρόνο και εξαντλείται κατά 90% μετά από περίπου πέντε χρόνια. Τα χρησιμοποιημένα μοντέλα για τον υπολογισμό του βιοαερίου δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Το ολικό σύστημα ελέγχου του παραγόμενου βιοαερίου, πρέπει να περιλαμβάνει επιμέρους συστήματα στεγάνωσης, ανάκτησης, περιβαλλοντικού ελέγχου και μέτρα ασφαλείας, καθώς επίσης, δίκτυο συλλογής, πυρσό καύσης, και μονάδα άντλησης και αξιοποίησης. Από τα συστήματα διαχείρισης του βιοαερίου ο παθητικός εξαερισμός, δηλ. η απευθείας διάθεση στην ατμόσφαιρα, επιτρέπεται μόνο σε σχετικά μικρούς ΧΥΤΑ. Η απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων αγωγών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 50m. Σε μεγάλους ΧΥΤΑ, που δεν επαρκεί ο παθητικός εξαερισμός ή προβλέπεται ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου, πρέπει να γίνεται άντληση του βιοαερίου με κατακόρυφα ή οριζόντια φρεάτια, εφοδιασμένα με αγωγούς που πρέπει να απέχουν, για λόγους ασφαλείας, από τη μονωτική στρώση του πυθμένα, τουλάχιστον 2m και μεταξύ τους 60m.

4.6 Μέθοδοι εκτίμησης βασικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Σε γενικές γραμμές, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία ΧΥΤΑ, που έπρεπε να αντιμετωπιστούν:

- Επιφανειακά ύδατα (ρύπανση επιφανειακών υδάτων)
- Υπόγεια ύδατα (παραγωγή στραγγισμάτων και ρύπανση υπόγειων υδάτων)
- Ποιότητα ατμόσφαιρας (εκπομπή αερίων, δυσοσμία, διασκορπισμός ελαφρών μικροαπορριμμάτων, αύξηση θορύβου)
- Πανίδα - Χλωρίδα (ανάπτυξη μικροοργανισμών, τρωκτικών, εντόμων, πτηνών, ζωυφίων, προσέλευση ζώων, αλλοίωση της φυσικής βλάστησης)
- Κυκλοφοριακό (αύξηση της κυκλοφορίας, ρύπανση του οδοστρώματος, παραγωγή σκόνης, αύξηση θορύβου, δονήσεις, διασκορπισμός μικροαπορριμμάτων κατά τη πρόσβαση στο ΧΥΤΑ)

- Ευστάθεια χώρου (καθίζηση, κατολίσθηση, διάβρωση υλικού επικάλυψης)
- Φυσικό τοπίο (μεταβολές στην αισθητική του τοπίου, αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος)

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, η διαφυγή στραγγισμάτων στον υδροφόρο ορίζοντα είναι ο μεγαλύτερος ίσως κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. Σε κάθε περίπτωση, ο πιθανός κίνδυνος είναι άμεσα συσχετισμένος με τη χρήση των υδροφορέων που ενδέχεται να επηρεαστούν.

Ειδικά το ενδεχόμενο αστοχίας της στεγανοποίησης, ενέχει τον κίνδυνο ρύπανσης τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων νερών. Ο κίνδυνος αυτός είναι άμεσα συνδεδεμένος με το πάχος και τον τρόπο κατασκευής του τεχνητού γεωλογικού φραγμού.

Καθοριστικό ρόλο, στην τελική επιλογή του πάχους τον τεχνητού γεωλογικού φραγμού, αποτελεί η διατήρηση της συγκέντρωσης των στοιχείων και ιχνοστοιχείων (ανόργανων και οργανικών) στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, σε επίπεδα χαμηλότερα από τα επιτρεπόμενα όρια, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και κυρίως σε επίπεδα αβλαβή για τη δημόσια υγεία.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Οι σοβαρότερες επιπτώσεις, από τη διαφυγή του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα, οφείλεται στη διασπορά των αέριων ρύπων σε γειτονικές περιοχές και οικισμούς. Η καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων του ΧΥΤΑ, έχει σαν αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των παραγομένων οσμών από τα φρέσκα απορρίμματα. Για να εκτιμηθεί η επίπτωση του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα, απαιτείται πρώτα μια σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά των κυριότερων ρύπων που περιέχονται στο βιοαέριο. Το μεθάνιο παρουσιάζει υψηλή Θερμογόνο δύναμη και για αυτό το λόγο επιδιώκεται η ενεργειακή αξιοποίησή του. Το όριο οκτάωρης έκθεσης του ανθρώπου στο μεθάνιο, σε κλειστό χώρο, καθορίζεται από την Occupational Safety and Health Administration (OSHA) και είναι 50ppm ή 0,335 gr/m³. Δεν υπάρχουν νομοθετημένα όρια για τις συγκεντρώσεις του μεθανίου στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα, βρίσκεται άφθονο στην ατμόσφαιρα και η δημιουργία και κατανάλωση του, μέσω των φυσικών κύκλων, οδηγεί σε ισορροπία τη συγκέντρωσή του. Η ισορροπία αυτή διαταράσσεται σοβαρά όμως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Όσον αφορά το υδρόθειο, ο OSHA έχει καθορίσει ως όριο οκτάωρης έκθεσης του ανθρώπου τα 20ppm ή τα 0,03 gr/m³. Δεν υπάρχουν Θεσμοθετημένα όρια που να αφορούν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, αλλά σε συγκεντρώσεις άνω των 6 ppb το υδρόθειο γίνεται αντιληπτό ως δυσάρεστη οσμή. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WNO) προτείνει το όριο των 7mg/m³ για μέση έκθεση 30 λεπτών και το όριο των 0,15 mg/m³ για έκθεση 24 ωρών.

Οι οργανικές Θειόλες (μερκαπτάνες) που περιέχονται στο βιοαέριο, έχουν ως άνω όριο οκτάωρης έκθεσης τα 10ppm (OSHA). Η δυσάρεστη οσμή των μερκαπτανών γίνεται αισθητή σε συγκεντρώσεις της τάξης των 2ppb και πάνω.

Πέρα από την ποιότητα της ατμόσφαιρας, από την παραγωγή αερίων δημιουργούνται διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως:

- Εκρήξεις ή πυρκαγιές, οφειλόμενες στη συλλογή αερίων, σε περιορισμένους χώρους, όπως κτίρια, υπόνομοι, φρέατα (το μεθάνιο είναι εκρηκτικό σε ατμοσφαιρική συγκέντρωση 5-15% κατ' όγκο). Ιδιαίτερος κίνδυνος είναι η πυρκαγιές βάθους. Οι πυρκαγιές βάθους ξεκινάνε από το πρανές. Αυτό το είδος της πυρκαγιάς είναι δύσκολο να συγκρατηθεί, κυρίως, στους μεγάλους χώρους διάθεσης. Αυτό συμβαίνει λόγω των αερίων της ζύμωσης που συντηρούν την πυρκαγιά μέσα στη μάζα. Στο είδος αυτό της πυρκαγιάς υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι π.χ. εάν το στρώμα των απορριμμάτων είναι καλυμμένο με άργιλο, καθώς καίγονται μέσα τα απορρίμματα, δημιουργείται ένα κενό με από πάνω την κρούστα της αργίλου. Εάν περάσουν μηχανήματα από πάνω, μπορεί να σπάσει η κρούστα και να βγει έξω η φωτιά, με απρόβλεπτες συνέπειες και κινδύνους για τη ζωή των εργαζομένων στον χώρο. Να σημειωθεί ακόμα ότι εάν έχει γίνει ανάφλεξη μεθανίου, λόγω του ότι είναι άχρωμο, δεν γίνεται αντιληπτό και αρκεί μόνο η εισπνοή ατόμου, που θα πλησιάσει επικίνδυνα, για να προκληθεί ατύχημα.

- Έξοδος του αερίου από ρωγμές στην επιφάνεια με κίνδυνο να ανάψει και να προκαλέσει πυρκαγιά στα απορρίμματα.

- Επιζήμια αποτελέσματα στις καλλιέργειες ή την βλάστηση που καλύπτει το χώρο διάθεσης και τη γειτονική περιοχή. Αν και το μεθάνιο, δεν είναι τοξικό για τα φυτά, η δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου, απομακρύνει το οξυγόνο από τη ζώνη των ριζών της βλάστησης και ξηραίνει τα φυτά, διότι εμποδίζει την αναπνοή του εδάφους. Επιπλέον, λόγω της υγροσκοπικότητάς του, ξηραίνει το έδαφος και τις ρίζες των φυτών. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει από μεγάλες ποσότητες CO₂, το οποίο είναι τοξικό για τις ρίζες των φυτών. Επιβλαβή είναι επίσης και τα αποτελέσματα των H₂S και CO (δηλητηριώδες για τις ρίζες των φυτών σε συγκέντρωση 10%).

- Κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία από τις εκπομπές αερίων. Τα εκπεμπόμενα αέρια διαλύονται εξερχόμενα του χώρου, 1000 φορές και άνω μέσα στον αέρα. Επίσης διαλύονται και οι περιεχόμενες οργανικές ενώσεις, σε όρια αρκετά κάτω από τα επιτρεπόμενα. Όταν όμως ο χώρος δέχεται ειδικά απορρίμματα, πρέπει να ελέγχεται εάν δημιουργούνται τοξικά αέρια.

- Προβλήματα ενοχλήσεων, κυρίως από οσμές. Οι οσμές στη διάθεση μπορεί να γίνουν φοβερά ενοχλητικές, όταν η απαιτούμενη αραίωση δεν επιτυγχάνεται λόγω των καιρικών συνθηκών. Επιπροσθέτως, το πρόβλημα των οσμών, είναι χειρότερο τους ψυχρούς και υγρούς μήνες του χειμώνα, από ότι το καλοκαίρι, διότι πιστεύεται ότι το χειμώνα γίνεται λιγότερη βιοχημική οξειδωση. Το βιοαέριο περιέχει συχνά ίχνη Θειούχων (υδρόθειο, πολυθειούχα), οξέα, αλδεΐδες, που προκαλούν δυσάρεστες οσμές. Βιοχημική οξειδωση του βιοαερίου, μπορεί να γίνει μέσω ενός φίλτρου, πάχους 1-2μ από ακατέργαστους λίθους, τοποθετημένους πάνω στην επιφάνεια τον αεριστήρα. Όσο το φίλτρο λειτουργεί αερόβια, μπορεί να ελαττωθεί η οσμή με βιοχημική οξειδωση. Η κακοσμία οργανικής προέλευσης, μπορεί να βιοαποδομηθεί ή να απορροφηθεί, στη βακτηριολογική μεμβράνη που σχηματίζεται πάνω στους λίθους.

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΟΣΜΩΝ

Οι οσμές από το ΧΥΤΑ, είναι ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα που σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού.

ΟΠΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Σημαντικό στοιχείο για την οπτική απομόνωση ενός ΧΥΤΑ, αποτελεί η μορφολογία του χώρου. Το έντονο μορφολογικά ανάγλυφο, είναι αυτό που ενδείκνυται για την οπτική απομόνωση ενός χώρου.

Επίσης τα έργα προκάλυψης (δεντροφύτευσης), έχουν ιδιαίτερη σημασία για την οπτική αποκοπή του χώρου από πιθανούς επισκέπτες και κυρίως από μελλοντικές δραστηριότητες που μπορεί να αναπτυχθούν στην περιοχή μελέτης. Εκτός της μείωσης ή της εξάλειψης της οπτικής ρύπανσης, η προκάλυψη εμποδίζει τη μετάδοση των πιθανών οσμών της σκόνης από την λειτουργία του χώρου, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και βοηθάει στη σταδιακή αποκατάσταση του χώρου και στην ένταξή του στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής.

Η προκάλυψη, αναπτύσσεται περιφερειακά του χώρου, παράλληλα με την περίφραξη. Για την τεχνητή απομόνωση του χώρου, ενδείκνυται η φύτευση δέντρων γρήγορης ανάπτυξης, με προσπάθεια προσαρμογής της νέας, με την υπάρχουσα βλάστηση στην περιοχή.

4.7 Σύστημα παρακολούθησης ΧΥΤΑ (MONITORING)

Ένα σοβαρότατο θέμα, που άπτεται της περιβαλλοντικά ασφαλούς συμπεριφοράς ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, είναι αυτό της επιτήρησής του, τόσο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του όσο και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης.

4.8 Εργασίες αποκατάστασης τοπίου μετά τη λήξη της λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ

Η αποκατάσταση του τοπίου, είναι η τελευταία παρέμβαση σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και αφορά την ολοκλήρωση των φυτοτεχνικών έργων. Μιλάμε για ολοκλήρωση γιατί τα έργα αυτά πρέπει να ξεκινήσουν από την στιγμή επιλογής του χώρου και να ακολουθούν την ολοκλήρωση κάθε πρσανούς .

Τα έργα φυτοκάλυψης που προτείνονται ισχύουν με την προϋπόθεση ότι, όλα τα υπόλοιπα έργα που αφορούν την μορφολογία των πρσανών, την ποιότητα του τελικού υλικού επικάλυψης, τον τρόπο που αυτό έχει τοποθετηθεί, την διευθέτηση των διασταλαζόντων νερών καθώς και του βιοαερίου που παράγεται, έχουν γίνει με σωστό τρόπο.

Αμέσως μετά τα έργα βελτίωσης του εδάφους, ακολουθεί η σπορά ποωδών. Αφού τα ποώδη ολοκληρώσουν ένα βλαστικό κύκλο, τα κόβουμε αφήνοντας τα φυτικά υπολείμματα στο έδαφος και προχωράμε στη φύτευση ξυλωδών ειδών.

Για τη σπορά, απαιτούνται 10 έως 20 γραμμάρια σπόρων το τετραγωνικό μέτρο. Ο χρόνος της σποράς συνήθως είναι φθινόπωρο ή αρχές άνοιξης, ενώ τα ξυλώδη φυτεύονται σε ηλικία 1 ή 2 ετών σε πρσανή στα οποία έχουν ανοιχτεί αυλάκια. Τα αυλάκια σκάβονται σε απόσταση περίπου 1 μέτρου μεταξύ τους και πλάγια με γωνία 15 μοιρών. Με αυτό τον τρόπο, αξιοποιούνται καλύτερα τα νερά των βροχών, ενώ μειώνεται παράλληλα και ο κίνδυνος διάβρωσης.

Για να επιλέξουμε τα κατάλληλα είδη, ξεκινάμε με έρευνα της υπάρχουσας στην ευρύτερη περιοχή βλάστησης. Η επιλογή των ειδών πρέπει να γίνει με γνώμονα τις υπάρχουσες συνθήκες του περιβάλλοντος. Όσον αφορά τη σπορά με ποώδη, η χρήση ψυχανθών θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη λόγω του ότι τα φυτά αυτά έχουν την ικανότητα δέσμευσης του αζώτου με βακτήρια που απατούνται στις ρίζες τους. Έτσι λοιπόν εμπλουτίζεται το έδαφος με άζωτο. Από τα ξυλώδη είδη η ψευδοακακία είναι ένα αρκετά ανθεκτικό είδος ικανό να προσαρμοστεί στις δύσκολες εδαφικές συνθήκες των ΧΥΤΑ. Τα

πεύκα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν, αλλά σε μίξη με άλλα είδη. Οι πευκοβελόνες τους αποικοδομούνται δύσκολα και αργά με αποτέλεσμα την μακροχρόνια δέσμευση θρεπτικών ουσιών.

Ο συνδυασμός δένδρων και θάμνων που θα φυτεύονται σε απόσταση ενός μέτρου μεταξύ τους αποτελεί καλή λύση. Δεν πρέπει να επιλέγονται είδη που έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε νερό και θρεπτικές ουσίες γιατί αυτά πολλές φορές δεν είναι διαθέσιμα .

Εκτός από τα ξυλώδη είδη, πρέπει να γίνει και σωστή επιλογή των ποώδων. Η χρησιμοποίηση αγρωστωδών, σε μεγάλη κλίμακα, πρέπει να αποφεύγεται, γιατί αυτά ευνοούν την ανάπτυξη των τρωκτικών. Είναι σκόπιμος ο συνδυασμός τους με ψυχανθή, για να εμπλουτιστεί το έδαφος με άζωτο. Μερικά ψυχανθή είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι το τριφύλλι, το αγριοτριφύλλι, η λούπινα, μελίλωτος. Ένας τρόπος για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της εύρεσης των σπόρων, είναι η συλλογής τους από τα είδη που υπάρχουν στη γύρω περιοχή ή έχουν φυτρώσει στο χώρο. Με αυτό τον τρόπο επιλέγουμε σπόρους από άτομα φυτών, που είναι προσαρμοσμένα στις εκάστοτε συνθήκες του χώρου.

5. "ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ"

5.1 Λιπασματοποίηση



Η λιπασματοποίηση είναι ο τρόπος ανακύκλωσης της φύσης για τα σκουπίδια της. Υπό τεχνικούς όρους, η λιπασματοποίηση είναι η ελεγχόμενη αποσύνθεση οργανικών υλικών από διάφορους μικροοργανισμούς και ασπόνδυλα, όπως ακαρίνες, χιλιόποδα, σκαθάρια, ψαλίδες, σκουλήκια, γυμνοσάλιαγκες και σαλιγκάρια. Με άλλα λόγια, το λίπασμα σχηματίζεται όταν τα βακτηρίδια, οι μύκητες κι αυτά τα ασπόνδυλα καταναλώνουν και διασπούν τα οργανικά υλικά. Περισσότερο από 50% των οικιακών απορριμμάτων μπορούν να ανακυκλωθούν με αυτόν τον τρόπο. Χώμα, φυτική μάζα, φύλλα ή άλλα κηπευτικά απορρίμματα κοπής, καθώς και ωμά φρούτα και φυτικά κατάλοιπα, μπορούν να τοποθετηθούν όλα μαζί σε ένα σωρό και μετά από μερικές εβδομάδες -εάν υπάρχουν οι σωστές συνθήκες- θα μεταμορφωθούν σε λίπασμα καλής ποιότητας. Εναλλακτικά, μπορεί να υπάρχει ένα συγκεντρωτικό πρόγραμμα λιπασματοποίησης στην κοινότητά σας, όπου τα κατάλοιπα και τα απορρίμματα κοπής μπορούν να ανακυκλωθούν.

Σε πολλές χώρες, οι τοπικές αρχές ή άλλοι οργανισμοί δίνουν συμβουλές για τη δημιουργία σωρών λιπάσματος, επιπλέον προσφέρονται ακόμα και επιχορηγήσεις για το κόστος, ειδικά σχεδιασμένων, κάδων που τοποθετούνται στον κήπο. Μάθε εάν αυτό εφαρμόζεται στην περιοχή σου.

Το λίπασμα είναι ένα πραγματικό όφελος για κάθε κηπουρό ή γεωργό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πρασιές και σε παρτέρια, ή να προστεθεί στο χώμα μεταφύτευσης για τις γλάστρες των οικιακών φυτών. Βελτιώνει την υφή του χώματος, αυξάνει την ικανότητά του απορρόφησης αέρα και νερού, ελαττώνει τη διάβρωση και μειώνει την ανάγκη τεχνητών λιπασμάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο στις περιοχές όπου το χώμα έχει χαμηλό οργανικό περιεχόμενο, όπως σε πολλές ευρωπαϊκές περιφέρειες.

Επίσης, η λιπασματοποίηση αφήνει λιγότερα απόβλητα για διάθεση, μειώνοντας τις περιβαλλοντικές βλάβες που προκαλούνται από τη συλλογή και διαχείρισή τους.

5.2 Αρχές της λιπασματοποίησης

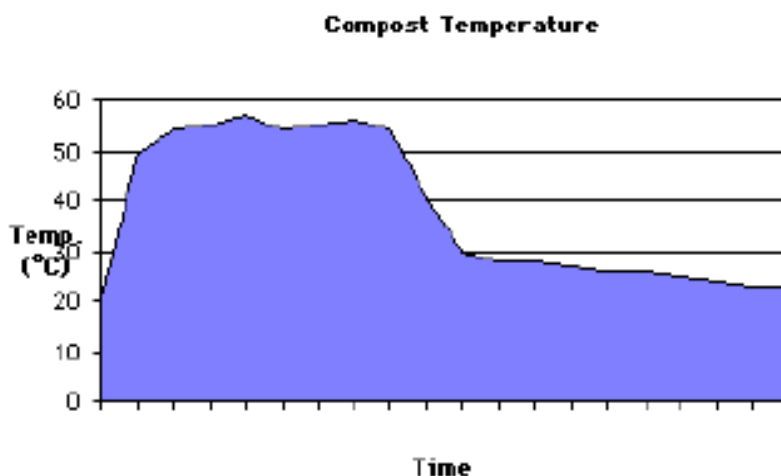
Γενικά

Η λιπασματοποίηση της ιλύος (Composting) είναι η διαδικασία κατά την οποία τα οργανικά συστατικά, ακολουθώντας μια πολύπλοκη διαδικασία, αποικοδομούνται κάτω από αερόβιες συνθήκες, σε ένα, σχετικά σταθερό, τελικό προϊόν, με ταυτόχρονη παραγωγή χημικών οξέων.

Στη διαδικασία αυτή, λαμβάνουν μέρος τρεις κυρίως κατηγορίες μικροοργανισμών: τα βακτηρίδια, οι ακτινομύκητες και οι μύκητες. Παρ' ότι δεν είναι ακόμη αρκετά γνωστός ο

τρόπος δράσης και αλληλεπίδρασης αυτών των μικροοργανισμών, φαίνεται ότι τα βακτηρίδια είναι υπεύθυνα για την αποδόμηση των πρωτεϊνών και των λιπιδίων, στο θερμοφιλικό στάδιο, καθώς και για το μεγαλύτερο ποσό της παραγόμενης ενέργειας. Οι μύκητες, που εμφανίζονται τόσο στο μεσοφιλικό όσο και στο θερμοφιλικό στάδιο, είναι κυρίως υπεύθυνοι για την αποδόμηση και διάσπαση πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, αλλά και της κυτταρίνης, που προέρχεται από τα υλικά (bulking agents) που προστίθενται στην ιλύ, για να διευκολύνουν τη διαδικασία της λιπασματοποίησης (άχυρα, πριονίδια, κομματάκια ξύλου κ.λ.π.).

Η λιπασματοποίηση διακρίνεται σε τρία στάδια, σε κάθε ένα από τα οποία επικρατούν διαφορετικές θερμοκρασίες: το μεσοφιλικό, το θερμοφιλικό και το κρυοφιλικό. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου, του μεσοφιλικού, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας, από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, στους 40°C, με ταυτόχρονη εμφάνιση μυκήτων και βακτηριδίων παραγωγής οξέων. Καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται από τους 40°C στους 70°C και επικρατεί το επόμενο, θερμοφιλικό στάδιο, οι προηγούμενοι μικροοργανισμοί αντικαθίστανται από θερμοφιλικά βακτηρίδια, ακτινομύκητες και θερμοφιλικούς μύκητες. Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα, κυρίως, η αποδόμηση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών. Το κρυοφιλικό στάδιο, χαρακτηρίζεται από μείωση της μικροβιακής δραστηριότητας και αντικατάσταση των θερμοφιλικών μικροοργανισμών, από τους μεσοφιλικούς. Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού πραγματοποιείται περαιτέρω εξάτμιση νερού από την ιλύ, σταθεροποίηση του pH και σχηματισμός χημικών οξέων. Τυπική μεταβολή της θερμοκρασίας με το χρόνο φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



1.2.1 Υγρασία

Η αποδόμηση των οργανικών συστατικών, επηρεάζεται σημαντικά από την περιεκτικότητα του υλικού σε υγρασία, γιατί λαμβάνει χώρα σε λεπτές υγρές στιβάδες που σχηματίζονται στην επιφάνεια των σωματιδίων. Υπερβολική υγρασία, γεμίζει τους πόρους μεταξύ των σωματιδίων, εμποδίζοντας την κυκλοφορία του οξυγόνου. Μη ικανοποιητική υγρασία, οδηγεί γρήγορα σε ξήρανση του υλικού, πριν να ολοκληρωθεί η σταθεροποίηση.

Η βέλτιστη περιεκτικότητα υγρασίας κυμαίνεται από 50-55%. Όταν η περιεχόμενη υγρασία ξεπερνάει αυτή την τιμή, η δομή του υλικού δεν είναι σταθερή (παράγοντας επίσης αναγκαίος για την ομαλή πορεία της διαδικασίας). Η θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης τείνει να εξατμίζει την υγρασία. Για το λόγο αυτό είναι συχνά αναγκαίο να προστίθεται νερό. Η κομπόστα ξεκινά με υγρασία γύρω στο 52% και καταλήγει προς το τέλος της διαδικασίας σε 37%. Η προσθήκη ιλύος, στα απορρίμματα, αποτελεί μια καλή πηγή υγρασίας. Αντίθετα η λιπασματοποίηση, απλής αφυδατωμένης ιλύος, δεν είναι δυνατή χωρίς την προσθήκη κάποιου εξωτερικού υλικού, όπως κυτταρίνης, για τη μείωση της υγρασίας.

1.2.2 Θερμοκρασία και οξυγόνο

Η θερμοκρασία και το οξυγόνο, είναι σημαντικοί παράγοντες της λιπασματοποίησης, αφού επηρεάζονται άμεσα από τη μικροβιακή δράση η οποία καταναλώνει οξυγόνο και ελευθερώνει θερμότητα. Επίσης και οι δύο αυτές παράμετροι επηρεάζονται άμεσα από τον αερισμό. Η εμφύσηση αέρα στη μάζα των απορριμμάτων, αφενός παρέχει οξυγόνο, αφετέρου στεγνώνει τα απορρίμματα. Άρα, η ρύθμιση της παροχής οξυγόνου αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη διαδικασία. Αντίθετα ανεπαρκής συγκέντρωση οξυγόνου, οδηγεί στη ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών που δημιουργούν κακοσμίες, περιλαμβανομένης της αμμωνίας. Επισημαίνεται πάντως ότι, ακόμα και αν η παροχή του οξυγόνου είναι ικανοποιητική, σε μια ετερογενή μάζα όπως τα απορρίμματα, πάντοτε παραμένουν σημεία που δεν έχουν αρκετό οξυγόνο. Η μέγιστη παραγωγή κακοσμίας, για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητη στις εγκαταστάσεις λιπασματοποίησης με κάποιο σύστημα κατακράτησης ή επεξεργασίας των οσμών. Η βέλτιστη τιμή της περιεκτικότητας σε οξυγόνο μέσα στους πόρους του υλικού προς λιπασματοποίηση είναι 12-17% κατ' όγκων. Η βέλτιστη τιμή της θερμοκρασίας είναι 45-59°C. Όταν η θερμοκρασία ανέλθει πάνω από 70°C επιβραδύνεται ή αναστέλλεται η δράση των μικροοργανισμών. Από την άλλη πλευρά, η ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, βοηθά την καταστροφή των ανεπιθύμητων παθογόνων μικροοργανισμών της ιλύος. Η υγρασία, ο ρυθμός του αερισμού, το μέγεθος και το σχήμα του σωρού, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και η περιεκτικότητα σε θρεπτικά επηρεάζουν την κατανομή της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σωρού. Έτσι, π.χ. η αύξηση της θερμοκρασίας, θα είναι μικρότερη στην περίπτωση υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, αφού ένα μέρος της θερμότητας χάνεται με την εξάτμιση. Από την άλλη μεριά όμως, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, αναστέλλει τη δράση των μικροοργανισμών, γεγονός που έχει ως συνέπεια, τη μείωση του ποσού της παραγόμενης θερμότητας.

1.2.3 pH

Οι βέλτιστες για τη ανάπτυξη των βακτηριδίων τιμές του pH, κυμαίνονται από 6-7,5 ενώ για τους μύκητες από 5,5-8. Η τιμή του pH παρουσιάζει διακύμανση τόσο μέσα στον όγκο του σωρού, όσο και κατά τη διάρκεια της αποδόμησης. Αν η τιμή του pH υπερβαίνει τα παραπάνω όρια, υπάρχει κίνδυνος απώλειας αζώτου. Πρέπει να σημειωθεί ότι, είναι πολύ δύσκολο να επέμβει κανείς και να αλλάξει η τιμή του pH μέσα στον όγκο του σωρού, ώστε να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία.

1.2.4 Περιεκτικότητα σε θρεπτικά

Τόσο ο άνθρακας όσο και το άζωτο είναι απαραίτητες πηγές ενέργειας, αναγκαίες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ο άνθρακας χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς κυρίως σαν πηγή ενέργειας και μόνο ένα μικρό μέρος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέας βιομάζας. Αντίθετα, το άζωτο είναι βασικό στοιχείο για τη δημιουργία των πρωτεϊνών, που αποτελούν μεγαλύτερο του 50% της κυτταρικής μάζας. Επειδή 30 μέρη C χρησιμοποιούνται από τους μικροοργανισμούς για κάθε μέρος N, ο λόγος C/N πρέπει να κυμαίνεται από 25:1 - 35:1 για να έχουμε βέλτιστα αποτελέσματα. Ο άνθρακας που υπεισέρχεται σ' αυτή την αναλογία είναι ο βιοδιασπάσιμος άνθρακας. Χαμηλότερες τιμές του λόγου C/N οδηγούν σε απώλειες του αζώτου, λόγω εξαέρωσης της αμμωνίας, ενώ υψηλότερες τιμές, οδηγούν σε επιμήκυνση του απαιτούμενου χρόνου για τη σταθεροποίηση, καθώς το άζωτο γίνεται ο περιοριστικός παράγοντας της διεργασίας. Καλές πηγές αζώτου είναι οι κοπριές, η ιλύς από βιολογικούς καθαρισμούς και τα ούρα. Κανένα άλλο θρεπτικό ιχνοστοιχείο, δεν έχει αποδειχθεί ότι, αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στη διαδικασία της λιπασματοποίησης της ιλύος.

ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων οργανικών υλικών, που είναι διαθέσιμα, για λιπασματοποίηση είναι τα ακόλουθα:

- Μαλακά Οργανικά με μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας, όπως λαχανικά, ρίζες, φρούτα, χλόη, μαλακά φύλλα και απορρίμματα κουζίνας. Η περιεχόμενη υγρασία, μετατρέπεται σε ελεύθερο νερό με αποτέλεσμα ο σωρός να γίνεται όλο και πιο υγρός. Το νερό, εμποδίζει τη διάλυση του οξυγόνου, άρα η αερόβια διαδικασία μετατρέπεται σε αναερόβια, με αποτέλεσμα την παραγωγή στραγγιδίων και οσμών, ακατάλληλα για κομποστοποίηση από μόνα τους.

- Σκληρά οργανικά, όπως, φρέσκα φύλλα και κλαδέματα κήπων. Μικρή περιεχόμενη υγρασία στο ολικό βάρος. Εύκολη κομποστοποίηση χωρίς παραγωγή στραγγιδίων. Μίγμα μαλακών και σκληρών οργανικών αποτελεί ιδεώδες υπόστρωμα για κομποστοποίηση.

- Κυτταρινούχα υλικά, όπως ξύλο, πριονίδι, άχυρο, ξερά φύλλα, χαρτί. Τα υλικά αυτά έχουν κύρια συστατικά λιγνίνη και κυτταρίνη με πολύ μικρή υγρασία. Κομποστοποιούνται πολύ αργά ή καθόλου και μόνο με τη βοήθεια μυκήτων που όμως, δεν αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες, που αναπτύσσονται κατά την κομποστοποίηση. Χρησιμεύουν κυρίως, σαν πρόσθετο υλικό, για να αυξήσουν το πορώδες και να διευκολύνουν την κυκλοφορία του οξυγόνου.

- Πρωτεϊνούχα υλικά, όπως υπολείμματα τροφίμων, απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος, απόβλητα γαλακτοκομίας. Είναι υλικά ζωικής προέλευσης. Βιοαποικοδομούνται εύκολα αλλά δημιουργούν κακοσμίες και προσελκύουν τρωκτικά. Πρέπει να αποφεύγονται σε συστήματα ανοιχτής κομποστοποίησης. Εξάρωση αποτελούν οι κοπριές των πτηνοσφαγείων, που έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και το αίμα που περιέχει πολλά χρήσιμα συστατικά.

- Απόβλητα ανθρώπων και ζώων, όπως ιλύες βιολογικών καθαρισμών, κοπριές. Γίνεται διάκριση μεταξύ αποβλήτων σαρκοφάγων και φυτοφάγων ζώων. Τα πρώτα περιλαμβάνουν μικρόβια και παράσιτα που μπορεί να περάσουν στην κομπόστα, ενώ τα δεύτερα είναι πιο ακίνδυνα. Περιέχουν σημαντικές ποσότητες αζώτου και φωσφόρου.

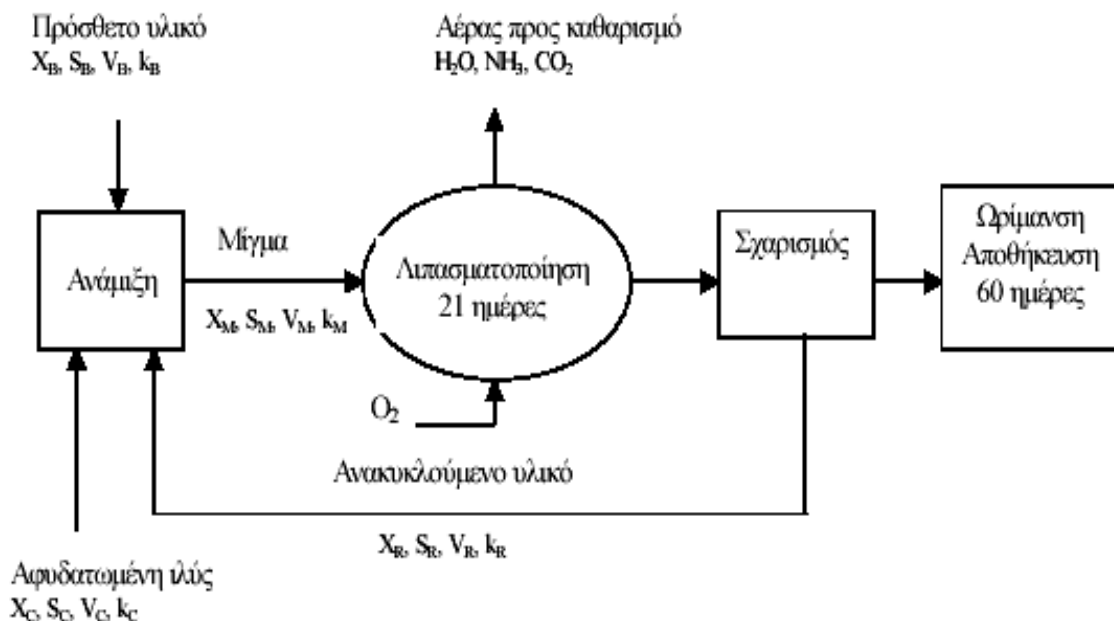
- Αστικά απορρίμματα. Περιλαμβάνουν όλες τις παραπάνω κατηγορίες. Η λιπασματοποίηση, χωρίς προηγούμενη απομάκρυνση άλλων υλικών, παράγει ένα προϊόν που είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση.

5.3 Λιπασματοποίηση ιλύος

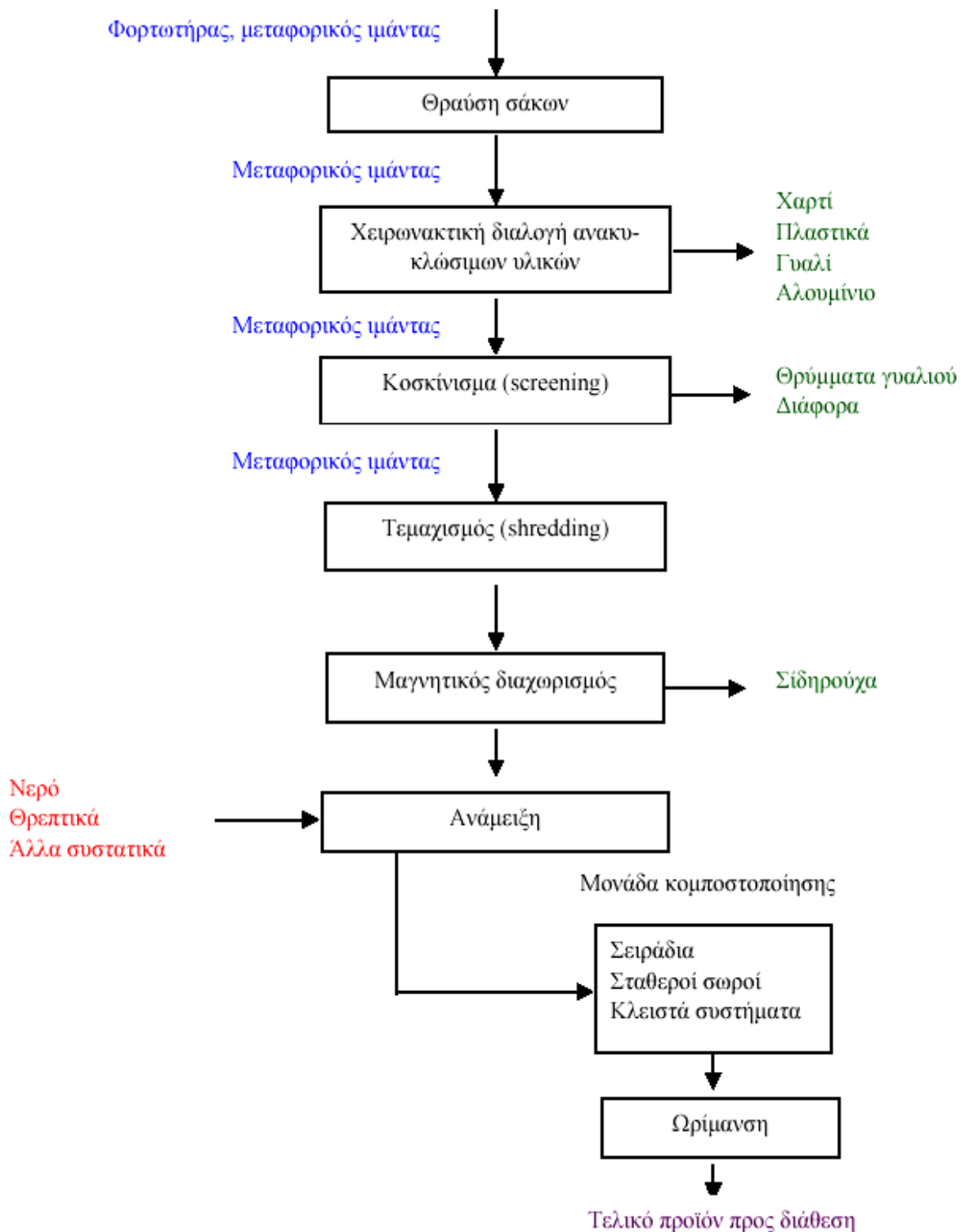
Γενικές αρχές

Η λιπασματοποίηση της ιλύος, απαιτεί την προσθήκη κάποιου πρόσθετου υλικού (bulking agent), για τη μείωση της υγρασίας, την αύξηση του πορώδους, τη βελτίωση του λόγου C/N και την αύξηση της σταθερότητας του σωρού. Σαν πρόσθετα υλικά χρησιμοποιείται το πριονίδι, τρίμματα ξύλου (wood chips), ή άχυρο. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ανακυκλωμένη κομπόστα. Η διαδικασία φαίνεται διαγραμματικά στο σχήμα 2. Μετά τη λιπασματοποίηση, το πρόσθετο υλικό διαχωρίζεται με σχαρισμό και ανακυκλώνεται. Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιηθεί άχυρο, τότε αυτό ενσωματώνεται στο τελικό προϊόν χωρίς διαχωρισμό. Η ποσότητα πρόσθετου υλικού υπολογίζεται ώστε το μίγμα να έχει 50-60% τελική περιεκτικότητα υγρασίας. Η ιλύς που χρησιμοποιείται έχει υποστεί χώνευση και αφυδάτωση, και τούτο γιατί διαφορετικά παρατηρείται μεγάλη έκλυση κακοσμιών. Κάθε ανοιχτή εγκατάσταση λιπασματοποίησης περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Ανάμιξη της ιλύος με το πρόσθετο υλικό και το ανακυκλούμενο υλικό
- Κατασκευή των σωρών (ή άλλου κλειστού) συστήματος
- Λιπασματοποίηση
- Εσχάρωση του τελικού προϊόντος για το διαχωρισμό του πρόσθετου υλικού
- Ωρίμανση
- Ενσάκκιση και τελική αποθήκευση



Σχήμα 2 Διάγραμμα λιπασματοποίησης ιλύος



5.4 Ανοικτά συστήματα λιπασματοποίησης

Γενικά χαρακτηριστικά

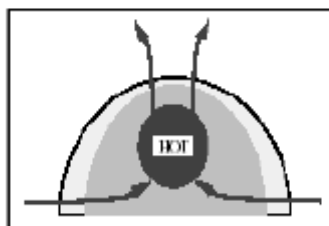
Στα ανοιχτά συστήματα, η λιπασματοποίηση πραγματοποιείται σε ανοιχτούς χώρους, χωρίς τη χρήση σοβαρού μηχανολογικού εξοπλισμού. Στα ανοιχτά συστήματα συγκαταλέγονται τα σειράδια και οι σταθεροί αεριζόμενοι σωροί. Οι βασικοί μηχανισμοί που ακολουθούνται και στα δύο συστήματα είναι παρόμοιοι, ο εξοπλισμός όμως που χρησιμοποιείται διαφέρει σημαντικά. Στην περίπτωση των σειράδιων, το οξυγόνο

εισέρχεται στη μάζα του υλικού με φυσικό αερισμό κατά το γύρισμά τους, ενώ στην περίπτωση των σταθερών σωρών γίνεται εμφύσηση ή αναρρόφηση αέρα με μηχανικούς αεριστήρες ή φυσητήρες.

Σειράδια. Στη μέθοδο αυτή το μίγμα προς λιπασματοποίηση σωριάζεται σε μακριές παράλληλες γραμμές, τα σειράδια. Τα σειράδια απλώνονται σε ανοιχτό χώρο και μόνο σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση, καλύπτονται από κάποιο στέγαστρο. Η λιπασματοποίηση με τη μέθοδο αυτή, βασίζεται στο φυσικό αερισμό των σειραδιών, ο οποίος επιτυγχάνεται με συχνή αναμόχλευση του σωρού. Σε μικρές εγκαταστάσεις, η αναμόχλευση γίνεται με τα χέρια ή με τρακτέρ, ενώ σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται ειδικά οχήματα. Σε στεγασμένες εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται, για την αναμόχλευση, ειδικός εξοπλισμός που βρίσκεται ανηρημένος από την οροφή.

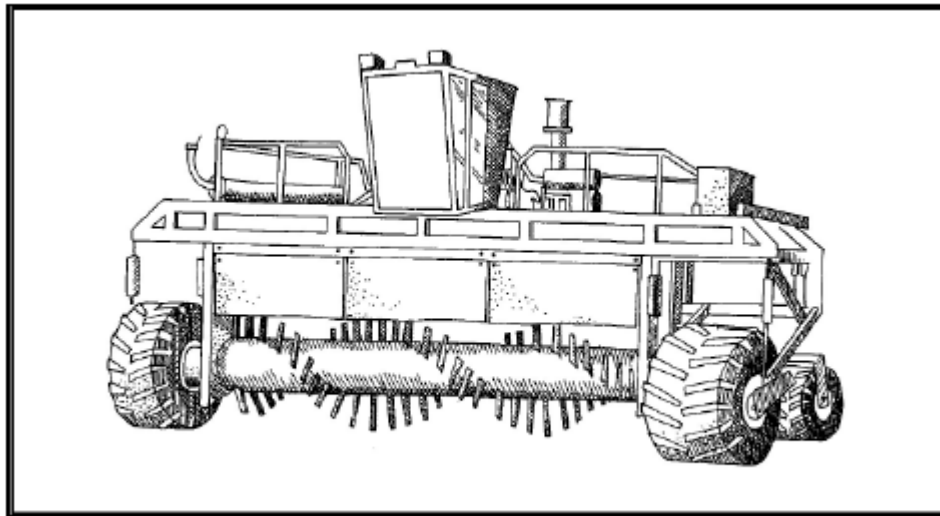
Η αναμόχλευση επιτυγχάνει:

- Αερισμό του σωρού και παροχή οξυγόνου στους μικροοργανισμούς ώστε ο σωρός να μην καταστεί αναερόβιος.
- Καταστροφή των συσσωμάτων των οργανικών ουσιών που παρατηρούνται εξ αιτίας της έκλυσης υγρασίας κατά τη λιπασματοποίηση. Τα συσσωματώματα αυτά γίνονται με το χρόνο πρακτικά αδιαπέραστα ως προς τον αέρα και άρα καθίστανται αναερόβια.
- Την συνεχή ανάμιξη των υλικών για την καλλίτερη επαφή των μικροοργανισμών με την τροφή και τη διατήρηση της θερμοκρασίας σταθερής σε όλο το σωρό. Η εγκάρσια τομή του σωρού έχει σχήμα τραπεζίου. Το τυπικό πλάτος του σωρού είναι 4,5m και το ύψος του 1-2m. Κάθε σειράδι πρέπει να γυρίζεται δύο-τρεις φορές την ημέρα κατά τη διάρκεια των 5 πρώτων ημερών, ώστε το μίγμα να αναμιχθεί πλήρως, να μειωθούν κατά το δυνατόν οι οσμές και να εξασφαλιστεί η είσοδος του απαιτούμενου οξυγόνου. Στη συνέχεια τα σειράδια αναμοχλεύονται μία φορά την ημέρα για άλλες 30 ημέρες. Η θερμοκρασία στο κέντρο του σειραδιού, μπορεί να φτάσει και τους 65°C και διατηρείται σταθερή μέχρι και 10 ημέρες. Το χειμώνα οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες και κυμαίνονται από 50°-60°C. Οι θερμοκρασίες κοντά στην επιφάνεια του σειραδιού, είναι χαμηλότερες και τείνουν να εξισωθούν με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Μετά το τέλος της λιπασματοποίησης η θερμοκρασία μειώνεται στους 45-50°C.



Μηχανικός εξοπλισμός ανάμιξης σειραδιών. Όλα τα μηχανήματα που διατίθενται στην αγορά, έχουν κατασκευαστεί αποκλειστικά για το σκοπό της μηχανικής αναμόχλευσης των σειραδιών. Βασικά διακρίνονται σε δύο τύπους: Τους μετωπικούς αναμοχλευτές (straddle turners) και τους πλευρικούς αναμοχλευτές (Side-cutting windrow turners). Οι μετωπικοί αναμοχλευτές (straddle turners), εκτείνονται σε όλο το πλάτος του σωρού. Περιλαμβάνουν ένα περιστρεφόμενο κοχλία που εισχωρεί στο σωρό, ανυψώνει το υλικό και το αποθέτει πίσω του καθώς προχωρεί. Ένας εναλλακτικός τύπος μηχανήματος, χρησιμοποιεί ένα κεκλιμένο ταινιόδρομο με κλίση προς το πίσω τμήμα του μηχανήματος.

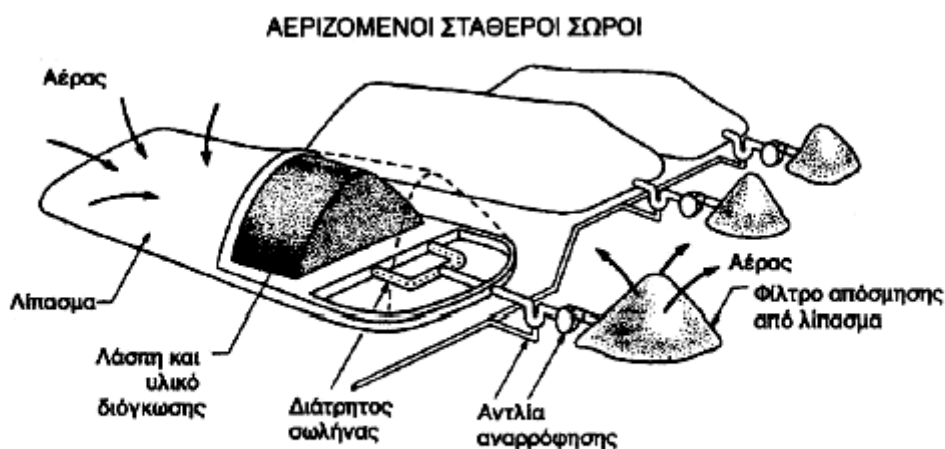
Στη βάση του ταινιόδρομου, υπάρχουν δόντια που εισχωρούν στο σωρό και αναγκάζουν το υλικό να πέσει στην ταινία και να μεταφερθεί στο πίσω μέρος του μηχανήματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αναμοχλευτές είναι αυτοκινούμενοι.



Σχήμα 3 Αεριζόμενοι σταθεροί σωροί (aerated static pile)

Τύποι σταθερών σωρών. Στη μέθοδο αυτή, το μίγμα των υλικών σωριάζεται σε σταθερό σωρό, στον οποίο εφαρμόζεται εξαναγκασμένος αερισμός. Η μέθοδος αναπτύχθηκε με στόχο τη μείωση της απαιτούμενης έκτασης και τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας της λιπασματοποίησης.

Οι αεριζόμενοι σταθεροί σωροί διακρίνονται σε ατομικούς σωρούς και σε εκτεταμένους σωρούς. Η πρώτη μέθοδος είναι γνωστή σαν μέθοδος Rudgers και η δεύτερη μέθοδος ως μέθοδος Beltsville. Ο αερισμός των σωρών μπορεί να γίνει με αναρρόφηση αέρα, ή εμφύσηση αέρα, ή με συνδυασμό και των δύο. Τα δύο συστήματα παρουσιάζονται στα σχήματα 3 και 4. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος σχεδιασμού του συστήματος, του εκτεταμένου σταθερού σωρού, που είναι και ο πιο συνηθισμένος μια που απαιτεί 50 φορές περίπου μικρότερη έκταση από την αντίστοιχη των ατομικών αεριζόμενων σωρών.

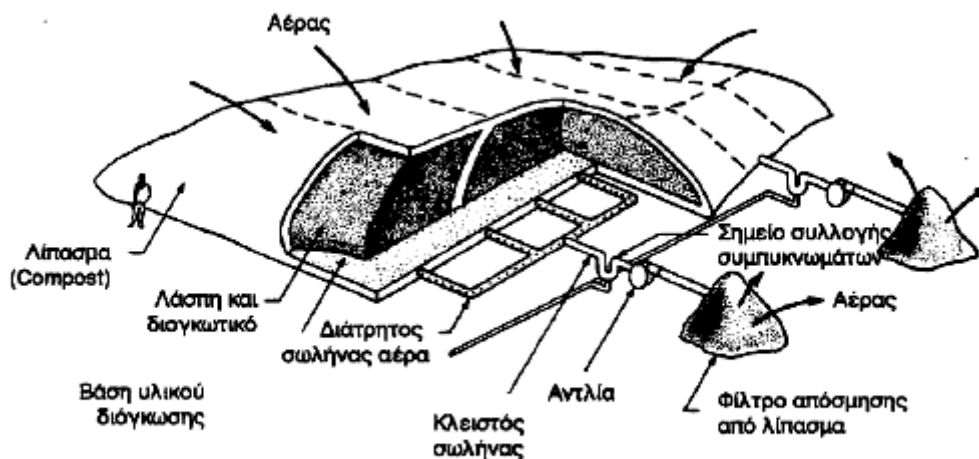


Σχήμα 4 Σχηματική διάταξη ατομικών αεριζόμενων σωρών (σύστημα Rudgers)

Κατασκευή του σταθερού αεριζόμενου σωρού. Η επιφάνεια απόθεσης του σωρού, η επιφάνεια ξήρανσης και η επιφάνεια διαχωρισμού του πρόσθετου υλικού διαμορφώνεται από σκυρόδεμα. Στην επιφάνεια διάστρωσης δίδεται κλίση 2% για τη συλλογή των ομβρίων και την ανακύκλωσή τους στην εγκατάσταση επεξεργασίας των λυμάτων. Ο εκτεταμένος σωρός κατασκευάζεται ως εξής:

Στην αρχή κατασκευάζεται ένας σωρός, σε σχήμα τριγωνικό, με την ποσότητα του μίγματος μιας ημέρας. Η μια πλευρά και τα άκρα του σωρού σκεπάζονται κανονικά με 25cm τελικής κομπόστας, ενώ η εσωτερική πλευρά καλύπτεται προσωρινά με μερικά εκατοστά κομπόστας, μέχρι την άλλη μέρα. Ο σωρός που κατασκευάζεται έχει πλάτος 15m και ύψος 2,5m.

Την επόμενη ημέρα, ο σωρός επεκτείνεται με την απόθεση μιας νέας ημερήσιας ποσότητας μίγματος, με μορφή στερεού παραλληλογράμμου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται επί 28 συνολικά ημέρες. Μετά την 21η ημέρα, η λιπασματοποίηση θεωρείται ολοκληρωμένη και αφαιρείται ο πρώτος σωρός. Μετά την απομάκρυνση 7 συνολικά σωρών, έχει δημιουργηθεί αρκετός χώρος για τη λειτουργία των φορτωτών απόθεσης και αφαίρεσης του σωρού και ξεκινάει η κατασκευή νέου σωρού.



Σχηματική διάταξη σταθερού σωρού (σύστημα Beltsville)

Σωλήνες αερισμού. Οι σωλήνες αερισμού, για την εμφύσηση ή την αναρρόφηση του αέρα, τοποθετούνται σε μόνιμα τριγωνικά κανάλια, βάρους περίπου 20-25cm και σε απόσταση 1,6m μεταξύ τους, που διαμορφώνονται στο δάπεδο απόθεσης του σωρού. Τα κανάλια καλύπτονται με σιδερένια σχάρα. Σε κάθε ημερήσιο σωρό, αναλογούν δύο σωλήνες που διατρέχουν το πλάτος του. Οι σωλήνες είναι από PVC και έχουν διάμετρο 10cm. Συνδέονται σε σταθερό δίκτυο σωληνώσεων που οδηγεί στους φυσητήρες. Ο χώρος, γύρω από του σωλήνες αερισμού, γεμίζει με πρόσθετο υλικό που εξασφαλίζει καλύτερη κατανομή του οξυγόνου στο σωρό. Περιοδικά είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του υλικού στα κανάλια αερισμού.

Αερισμός του σωρού. Ο αερισμός του σωρού, αποσκοπεί στην τροφοδοσία του μίγματος με το απαραίτητο για τη διαδικασία της λιπασματοποίησης οξυγόνο. Ο αερισμός επιτυγχάνεται: (α) με την εμφύσηση πεπιεσμένου αέρα δια μέσου του σωρού και (β) με την αναρρόφηση αέρα δια μέσου του σωρού. Οι δύο αυτές λειτουργίες εναλλάσσονται έτσι ώστε, να διατηρείται στο σωρό η απαραίτητη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου καθώς και η απαραίτητη θερμοκρασία για τη λιπασματοποίηση και την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Η λειτουργία με εμφύσηση αέρα έχει σαν αποτέλεσμα την

πτώση της θερμοκρασίας, αλλά υποβοηθά σημαντικά την ξήρανση της κομπόστας. Αντίθετα η αναρρόφηση αέρα, επιτρέπει την ανάπτυξη υψηλότερων θερμοκρασιών. Η επιθυμητή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου είναι 15%. Η βέλτιστη θερμοκρασία στο εσωτερικό του σωρού είναι 60°C. Πάνω από τη θερμοκρασία αυτή παρατηρείται σημαντική αναστολή της μικροβιακής δράσης, ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες επιβραδύνεται η βιοαποικοδόμηση.

Κάθε σωρός, είναι εφοδιασμένος με ρυθμιστική δικλείδα που παίρνει εντολές για την έναρξη ή την παύση του αερισμού, ανάλογα με τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του σωρού.

Η εναλλαγή των αεριστήρων, μεταξύ των δύο αυτών τρόπων λειτουργίας, ρυθμίζεται με τη βοήθεια αισθητηρίων διαλυμένου οξυγόνου και θερμοκρασίας που τοποθετούνται στη μάζα του σωρού. Το αισθητήριο της θερμοκρασίας τοποθετείται κοντά στη βάση του σωρού, ενώ το αισθητήριο του οξυγόνου, τοποθετείται κοντά στο κέντρο του, όπου αναπτύσσονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες σωρού και κατά τις πρώτες 5-8 ημέρες, οι αεριστήρες θα λειτουργούν με αναρρόφηση αέρα, ενώ τις υπόλοιπες με εμφύσηση. Με το τρόπο αυτό εξασφαλίζεται, καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και έλεγχος των οσμών, που δημιουργούνται κυρίως κατά τις πρώτες ημέρες.

Η απαιτούμενη παροχή αέρα είναι 15-20 m³/h ανά τόνο ιλύος που παράγεται ημερησίως. Ο χρόνος λειτουργίας των αεριστήρων κυμαίνεται από 5 ως 15min και ρυθμίζεται με τα αισθητήρια θερμοκρασίας και οξυγόνου. Οι αεριστήρες είναι συνδεδεμένοι σε κεντρική μονάδα απόσμησης του αέρα, που θα λειτουργεί κατά τη φάση της αναρρόφησης.

Συλλογή στραγγιδίων. Στραγγίδια παράγονται από την υγροποίηση των υδρατμών που δημιουργούνται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που επικρατεί στο εσωτερικό του σωρού. Τα στραγγίδια, είναι αρκετά ρυπασμένα καθώς παρασύρουν κατά τη δίοδο τους και οργανικά στερεά της ιλύος. Η ποσότητα των στραγγιδίων που παράγεται, σε κάθε ημερήσιο σωρό, κυμαίνεται από 30 ως 100/ανά τόνο στερεών ιλύος. Τα στραγγίδια, συλλέγονται σε στραγγιστήρι τοποθετημένο στο κανάλι αερισμού, κάτω από τον σωλήνα του αέρα και οδηγούνται στο δίκτυο αποχέτευσης της μονάδας.

Σχαρισμός τελικού προϊόντος. Ο σχαρισμός γίνεται για το διαχωρισμό του πρόσθετου υλικού από το τελικό προϊόν και την ανακύκλωσή του. Ο διαχωρισμός γίνεται σε δονούμενη σχάρα.

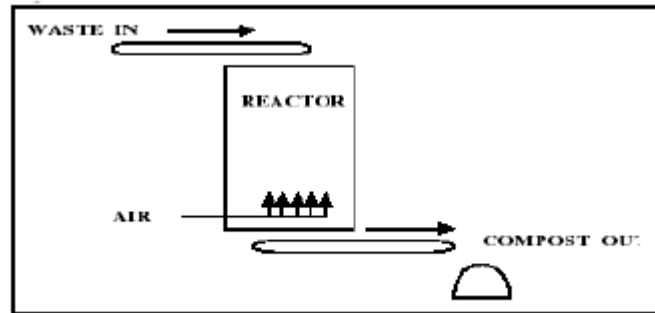
Ωρίμανση. Το προϊόν της λιπασματοποίησης αποτίθεται σε ανοιχτό χώρο για παραπέρα ωρίμανση. Ο χρόνος ωρίμανσης είναι δύο μήνες. Μετά την ωρίμανση τοποθετείται σε σάκους για διάθεση ως λίπασμα ή ως βελτιωτικό εδάφους.

5.5 Κλειστά συστήματα λιπασματοποίησης

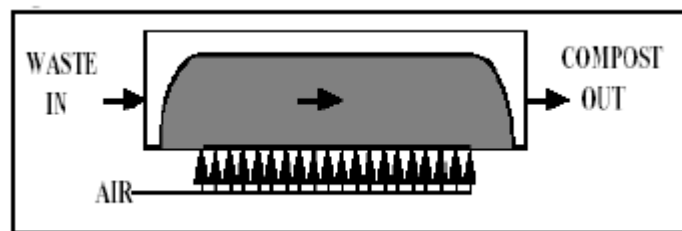
Στα συστήματα αυτά η λιπασματοποίηση πραγματοποιείται μέσα σε κλειστούς αντιδραστήρες, κατακόρυφους οριζόντιους ή περιστρεφόμενου τυμπάνου, όπου υπάρχει η δυνατότητα καλλίτερου ελέγχου της παροχής αέρα, της θερμοκρασίας, του pH και της υγρασίας. Οι κατακόρυφοι αντιδραστήρες έχουν συνήθως ύψος 40m ή μεγαλύτερο και κατασκευάζονται με τη μορφή σιλό. Η τροφοδοσία του υλικού γίνεται από την κορυφή μέσω ενός μηχανισμού τροφοδοσίας (ταινιοδρομος, κοχλιωτή αντλία). Στη συνέχεια το υλικό κινείται με βαρύτητα προς τον πυθμένα του σιλό και εκφορτώνεται με ένα αντίστοιχο μηχανισμό.

Ο έλεγχος της διαδικασίας γίνεται μέσω της εμφύσησης αέρα κατ' αντιρροή προς τα απορρίμματα. Εναλλακτικά ο αερισμός επιτυγχάνεται επίσης, με την πτώση από το ένα επίπεδο στο άλλο, είτε με τη συνεχή ανάμιξη από ειδικούς αναμοχλευτήρες.

Λόγω του μεγάλου ύψους των αντιδραστήρων είναι δύσκολο να διατηρηθούν οι βέλτιστες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας σε όλα τα σημεία της κατακόρυφης στήλης. Επιπλέον η είσοδος του αέρα γίνεται από τον πυθμένα, όπου βρίσκονται τα απορρίμματα, που έχουν υποστεί ήδη σημαντικό βαθμό σταθεροποίησης και άρα οι απαιτήσεις για οξυγόνο είναι μικρότερες. Αντίθετα, στην κορυφή όπου οι ανάγκες σε οξυγόνο είναι μεγαλύτερες, φθάνει συχνά πολύ μικρή ποσότητα οξυγόνου. Για το λόγο αυτό συχνά εφαρμόζεται οριζόντιος αερισμός, μέσω δικτύου σωλήνων εισόδου και εξόδου. Γενικά, οι κατακόρυφοι αντιδραστήρες, βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στη σταθεροποίηση της ιλύος, όπου με τη χρήση κάποιου πρόσθετου υλικού, μπορεί να επιτευχθεί μια σχετικά ομοιογενής μάζα.



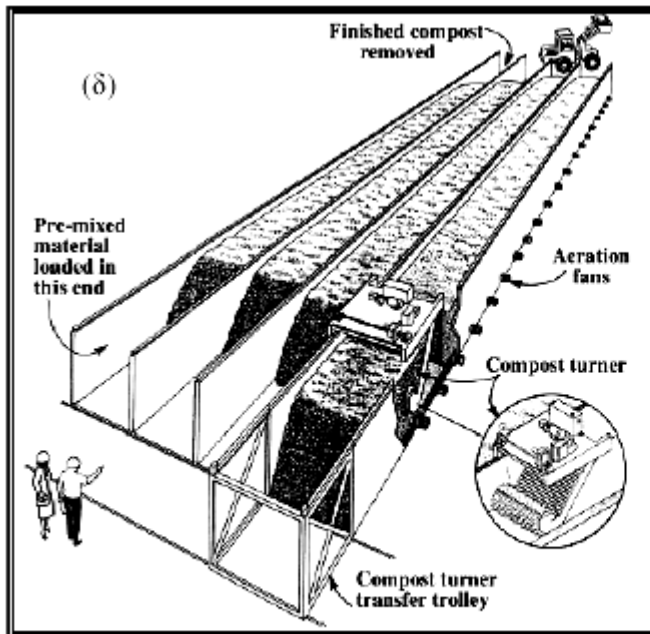
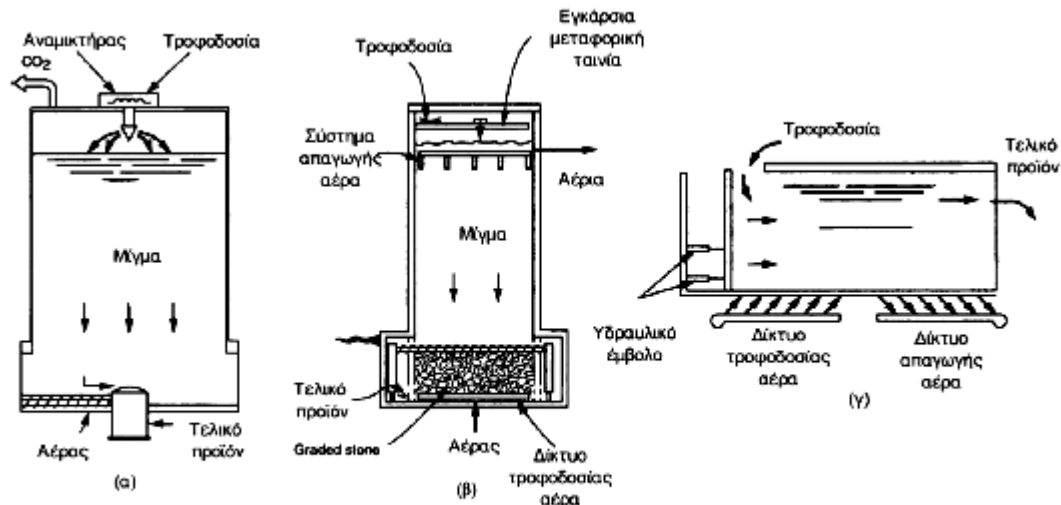
Οι οριζόντιοι αντιδραστήρες επιτυγχάνουν μια πιο ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας, υγρασίας και οξυγόνου. Η εμφύσηση αέρα, γίνεται και στην περίπτωση αυτή από δίκτυο σωληνώσεων, τοποθετημένων στον πυθμένα, αλλά η διαδρομή του αέρα είναι πολύ πιο σύντομη, ενώ μπορεί να διαφοροποιηθεί η παροχή του κατά μήκος του αντιδραστήρα. Διακρίνονται δύο τύποι αντιδραστήρων, οι στατικοί, όπου η φόρτωση και εκφόρτωση του υλικού απαιτούν ένα μηχανισμό, π.χ. bulldozer, και οι αναδευόμενοι όπου ένας μηχανισμός αναμόχλευσης, ωθεί το υλικό συνεχώς από το ένα άκρο προς το άλλο. Εκτός από τον αέρα συχνά ρυθμίζεται στα συστήματα αυτά η υγρασία και η θερμοκρασία.



Εξ' αιτίας του μεγάλου κόστους των κλειστών συστημάτων λιπασματοποίησης, ο χρόνος παραμονής των απορριμμάτων είναι μικρός, <5 ημέρες, με αποτέλεσμα να μην παράγεται ένα σταθεροποιημένο τελικό προϊόν. Έτσι, απαιτείται συνήθως συμπληρωματική σταθεροποίηση σε σωρούς. Στην ουσία, οι κλειστοί αντιδραστήρες, χρησιμοποιούνται για να επιτελέσουν τα πρώτα στάδια της λιπασματοποίησης, κατά το οποίο παράγονται οι περισσότερες οσμές και ο έλεγχος της διαδικασίας είναι κρίσιμος.

Οι αντιδραστήρες περιστρεφόμενου κυλίνδρου, αυτοί που ονομάζονται επίσης και χωνευτήρες, έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους παραμονής από τα άλλα κλειστά συστήματα, της τάξεως των ωρών ή λίγων ημερών. Η περιστροφική κίνηση βοηθά στην ομογενοποίηση και κατάτμηση του υλικού. Λόγω του μικρού χρόνου ακολουθούνται

πάντοτε από κλειστά ή ανοιχτά συστήματα περαιτέρω λιπασματοποίησης. Τυπικές διατάξεις κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδραστήρων φαίνονται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Παραδείγματα κλειστών συστημάτων λιπασματοποίησης: (α) κατακόρυφος κυλινδρικός πύργος, (β) κατακόρυφος ορθογωνικός πύργος, (γ) οριζόντιο σύστημα τύπου τούνελ και (δ) οριζόντιο σύστημα τύπου καναλιού

6. ΚΑΥΣΗ

6.1 Εισαγωγή



Στην θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων, ανήκουν ως επί το πλείστον η Καύση και η Πυρόλυση. Στη σύγχρονη διαχείριση των απορριμμάτων, η καύση ή η πυρόλυση επεξεργάζεται, τα μη δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν απορρίμματα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε, να αδρανοποιηθούν με παράλληλη μείωση του όγκου τους και χρήση της θερμογόνου τιμής τους.

Σκοπός της Θερμικής επεξεργασίας είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων, η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία και η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας ως θέρμανση, ατμό, ηλεκτρικό ρεύμα, ή καύσιμο υλικό. Σήμερα, η καύση κατέχει παγκοσμίως την δεύτερη θέση στην διάθεση των απορριμμάτων. Η Θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων, διαθέτει τρία βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, ελαττώνει κατά πολύ τον όγκο των απορριμμάτων 90% και την μάζα κατά 70%, δεύτερον, μπορεί να σχεδιασθεί και για μικρές και για μεγάλες ποσότητες και τρίτον, επιτυγχάνεται ανάκτηση και αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας.

Τα μειονεκτήματά της είναι: Τα υψηλά κόστη κατασκευής και λειτουργίας, η απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού, η μη χρησιμοποίηση (αξιοποίηση) υλικών από τα απορρίμματα, η δυσκολία χρήσης της παραγόμενης θερμότητας, ιδίως σε μικρές εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και η χρήση των δαπανηρών συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης:

Η εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης, βασισμένη στη διαλογή χρήσιμων υλικών, επιφέρει αλλαγές στο σχεδιασμό και λειτουργία των μονάδων Θερμικής επεξεργασίας. Οι επεμβάσεις στις μονάδες Θερμικής επεξεργασίας, με τα νέα δεδομένα (εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής χρήσιμων υλικών στη πηγή), θα τελειοποιηθούν μετά από έρευνα και ανάπτυξη και θα αφορούν τα συστήματα εισαγωγής και τροφοδοσίας των απορριμμάτων, ρύθμισης των εστιών καύσης, λεβήτων, των μονάδων καθαρισμού των αερίων και γενικά των παραμέτρων θερμοκρασίας, πίεσης χρόνου και παραμονής των παραγόμενων αερίων στην εστία καύσης.

6.2 Βασικά χαρακτηριστικά και έννοιες της καύσης

Τα βασικά χαρακτηριστικά της καύσης είναι: η φλόγα (το μέτωπό της, η ταχύτητά της, η σταθερότητά της, η θερμοκρασία της), η θερμοκρασία του φλογοθαλάμου, ο έλεγχός της, η δύνη των αερίων στο φλογοθάλαμο και ο χρόνος παραμονής της καύσιμης ύλης και των αερίων.

Η φλόγα είναι η ζώνη όπου λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις της καύσης και παράγεται ορατή ακτινοβολία. Το μέτωπο της φλόγας ορίζεται ως η περιοχή μεταξύ του μίγματος των απορριμμάτων - αέρα και των προϊόντων της καύσης.

Συμπερασματικά βασικοί παράγοντες στις μονάδες θερμικής επεξεργασίας είναι: η θερμοκρασία στον φλογοθάλαμο, ο χρόνος παραμονής των προϊόντων καύσης και η δύνη μέσα στον φλογοθάλαμο. Η φλόγα δεν προέρχεται απ' ευθείας από τα απορρίμματα, αλλά από την παραγόμενη από αυτά αέρια φάση μετά την ανάμειξη με τον απαιτούμενο αέρα καύσης. Όλες οι αντιδράσεις στην καύση είναι εξώθερμες και σε μια πλήρη καύση από τους υδρογονάνθρακες σχηματίζεται διοξείδιο του άνθρακα και ατμός, ενώ στην μη πλήρη καύση μονοξείδιο του άνθρακα, κάπνα (άνθρακας) και ελεύθερο υδρογόνο. Το σύνολο των απωλειών κατά την καύση κυμαίνεται από 7,0 - 32,0% και αφορά: τα καπναέρια 6,0% έως 20,0%, τα άκαυστα υλικά 0,5% έως 3,5% και τις απώλειες θερμότητας από τη μη καύση των αερίων 0% έως 3%.

Καύση είναι η οξειδωση, δηλαδή η ένωση των χημικών στοιχείων με οξυγόνο και αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία.

6.3 Προϋποθέσεις για μια πλήρη καύση

- α) Αρκετό καύσιμο υλικό και οξειδωτικό μέσο (O_2) στην εστία καύσης
- β) Εφικτή θερμοκρασία ανάφλεξης
- γ) Σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης-οξυγόνου)
- δ) Συνεχής απομάκρυνση των αερίων, τα οποία παράγονται από την καύση και
- ε) Συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης

Η ταχύτητα της Θερμικής διαδικασίας, επηρεάζεται από την ειδική επιφάνεια και την αγωγιμότητα των απορριμμάτων, κάτι που ήταν αδύνατον μέχρι σήμερα να προσδιορισθεί λόγω της ετερογενούς σύνθεσης των απορριμμάτων.

Μια βασική παράμετρος στην καύση, είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης η οποία συνήθως είναι 400 °C.

6.4 Δομή μιας μονάδας καύσης

Κατά την καύση λαμβάνουν χώρα οι εξής φυσικές και χημικές διεργασίες:

1. Ξήρανση
2. Απαερίωση
3. Εξαερίωση και
4. Καύση

Η ξήρανση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται από την ακτινοβολία περίπου στους 100 °C. Η απαιτούμενη για την ξήρανση θερμότητα, εξαρτάται από τη σύνθεση των απορριμμάτων και την περιεκτικότητά τους σε υγρασία.

Η απαερίωση συντελείται στους 250-900 °C, κατά την οποία απομακρύνονται οι πτητικές ουσίες.

Η εξαερίωση περιλαμβάνει την μετατροπή των ανθρακούχων υλικών με υψηλές θερμοκρασίες σε αέριο καύσιμο υλικό.

Η θερμοκρασία σ' αυτή τη ζώνη είναι 800 °C-1150 °C και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 1150 °C. Εάν ξεπεράσει αυτή τη θερμοκρασία θα δημιουργηθεί πρόβλημα διάβρωσης από τη τήξη της στάχτης.

Μια μονάδα καύσης αποτελείται από τα τμήματα:

- Παραλαβής των απορριμμάτων (Χώρος Υποδοχής)
- Προεπεξεργασίας
- Τροφοδοσίας

- Εστίας Καύσης
- Λέβητα - αξιοποίησης θερμότητας
- Απομάκρυνσης υπολειμμάτων (Σκωρίας) - Καθαρισμού αερίων – Καπνοδόχου

Στις εικόνες 1-5 και 1-6 παρουσιάζονται αντίστοιχα:

- α) Τα συστήματα μιας μονάδας καύσης και
- β) Η τομή μιας μονάδας καύσης

Ο βαθμός απόδοσης μπορεί να προσδιορισθεί, ως, η διαφορά της ανακτούμενης θερμότητας ατμού ή θερμού νερού, από την ποσότητα θερμότητας ως καύσιμη ύλη. Ο βαθμός απόδοσης των μονάδων καύσης κυμαίνεται από 68,5% έως 93% (1,5) και εξαρτάται από το είδος της εστίας καύσης, την κατασκευή του λέβητα καθώς και την ποιότητα των παραγόμενων αερίων.

6.5 Έλεγχος της διαδικασίας της καύσης

Ο έλεγχος της καύσης εντοπίζεται στη θερμοκρασία, τον χρόνο και την δύνη. Ρυθμίζοντας αυτές τις τρεις βασικές παραμέτρους μπορεί κανείς να αυξήσει την απόδοση και να ελαττώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι συνθήκες της καύσης εξαρτώνται από τον αέρα καύσης (ποσότητα, κατανομή και θερμοκρασία) και από την ελευθερούμενη θερμότητα στις εσχάρες και τον φλογοθάλαμο.

7. ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΗ ΥΛΗ

Η σύνθεση των απορριμμάτων, δεν μπορεί να προσδιορισθεί επακριβώς λόγω της ανομοιογένειας και των διακυμάνσεων που παρουσιάζουν. Η γνώση όμως της σύνθεσης, αποτελεί προϋπόθεση τόσο για τον σχεδιασμό όσο και για την λειτουργία μιας εγκατάστασης θερμικής επεξεργασίας, καθώς επίσης για τον υπολογισμό του ισοζυγίου μάζας - ενέργειας και των εκπομπών της μονάδας.

Οι πιο σπουδαίες ιδιότητες των απορριμμάτων είναι:

- A) Η ανώτερη θερμογόνος τιμή H_o (KJ/Kg)
- B) Η κατώτερη θερμογόνος τιμή H_u (KJ/Kg)
- Γ) Η περιεκτικότητα σε υγρασία W (% ανά βάρος)
- Δ) Η περιεκτικότητα σε στάχτη (% ανά βάρος)
- E) Οι πτητικές ύλες (% ανά βάρος)

Υπάρχουν γενικά δυο κατηγορίες υλικών, αυτά που μπορούν να καούν όπως τα ζυμώσιμα υλικά, πλαστικό, χαρτί, ξύλο, ελαστικά, δέρμα, υφάσματα κ.α. και αυτά που δεν καίγονται όπως: το γυαλί, τα μέταλλα, τα αδρανή κ.α.

Την διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων επηρεάζουν οι εξής παράμετροι:

1. Η ομοιογένεια
2. Το μέγεθος των κόκκων ή τεμαχίων καθώς και η κατανομή τους
3. Η ειδική επιφάνειά τους
4. Η θερμική αγωγιμότητά τους
5. Η θερμοκρασία ανάφλεξης
6. Η δυνατότητα αποθήκευσης
7. Το ειδικό βάρος
8. Η θερμογόνος τιμή της καύσιμης ύλης
9. Η ποσοτική σύνθεση της υπό καύση ύλης, στάχτη και νερό
10. Η περιεκτικότητα σε πτητικά
11. Η περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες
12. Η τήξη της στάχτης

Η ειδική επιφάνεια και η αγωγιμότητα επηρεάζουν την ταχύτητα της θερμικής διαδικασίας. Η επίδραση αυτής της παραμέτρου, είναι δύσκολο να προσδιορισθεί λόγω της ανομοιογένειάς της. Η θερμοκρασία ανάφλεξης επηρεάζει την ικανότητα αντίδρασης και αυξάνεται από τα πτητικά μέρη. Η θερμοκρασία ανάφλεξης των απορριμμάτων υπολογίζεται στους 400 °C. Η πυκνότητα των απορριμμάτων, εξαρτάται από την υγρασία των απορριμμάτων και κυμαίνεται μεταξύ 150-350 kg/m. Η περιεκτικότητα σε στάχτη των οικιακών απορριμμάτων κυμαίνεται μεταξύ 26-33% ανά βάρος. Τέλος, η υγρασία των απορριμμάτων (25 -50%) επηρεάζει την θερμογόνο ικανότητα.

7.1 Επιρροή από εφαρμογή διαφόρων προγραμμάτων ανακύκλωσης

Αξιοσημείωτη είναι η έρευνα, για ενδεχόμενη αλλαγή της Θερμογόνου τιμής των απορριμμάτων, με εφαρμογή προγραμμάτων ανακύκλωσης στη Γερμανία.

- Χωρίς Ανακύκλωση: κατώτερη Θερμογόνος τιμή 8.300KJ/Kg.

- Ανακύκλωση χαρτιού και γυαλιού:(Χαρτί 75, Γυαλί 80%) δηλαδή 20% της συνολικής ποσότητας, κατώτερη θερμογόνος τιμή 8.450 KJ/Kg, αλλαγή στη θερμογόνο τιμή +2%.
- Ανακύκλωση 4 υλικών: (χαρτιού 75%, γυαλικών 80%, μετάλλων 50%, πλαστικών 40%) δηλαδή 25% του συνόλου, κατώτερη θερμογόνος τιμή 8.450KJ/Kg, αλλαγή - 4%.
- Ανακύκλωση ζυμώσιμων χαρτιού και γυαλιού (χαρτιού 50%, γυαλιού 50% και ζυμώσιμων 94%), Κατώτερη Θερμογόνος τιμή 9.500 KJ/Kg, αύξηση +14%.
- Ανακύκλωση ζυμώσιμων (94%), χαρτιού (75%), γυαλιού (80%), μετάλλων (50%), πλαστικών (40%), δηλαδή του 60% του συνόλου των απορριμμάτων, κατώτερος θερμογόνος τιμή 9.100KJ/Kg, αύξηση 10%.

Σε περίπτωση που η ανακύκλωση φθάσει το ποσοστό μέχρι 60%, τότε η θερμογόνος τιμή των υπολοίπων κυμαίνεται μεταξύ 8 - 9,5 KJ/Kg.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης, η κατάσταση μετά από ανακύκλωση ως προς τις επικίνδυνες ουσίες, οι οποίες μειώνονται κατά πολύ (μόλυβδος, κάδμιο, ψευδάργυρος), ενώ παραμένουν άλλες σταθερές όπως π.χ. το χλώριο.

8. ΖΥΓΙΣΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ

8.1 Ζυγιστήριο

Η ζύγιση των απορριμμάτων, στοχεύει στη μέτρηση της ποσότητας των απορριμμάτων και προσδιορίζει το κόστος διάθεσής τους. Η ζύγιση, μπορεί να γίνει μηχανικά ή ηλεκτρομηχανικά. Το ηλεκτρομαγνητικό σύστημα, είναι πιο πρακτικό και ελαχιστοποιείται η καθυστέρηση, τόσο κατά την είσοδο όσο και κατά την έξοδο, του απορριμματοφόρου. Κάθε απορριμματοφόρο είναι εφοδιασμένο με την δική του κάρτα.

8.2 Χώρος Υποδοχής

Η προσκόμιση και προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων αντιμετωπίζονται από κοινού. Επειδή η προσκόμιση των απορριμμάτων δεν είναι συνεχής, σε αντίθεση με την τροφοδοσία της εγκατάστασης, είναι απαραίτητη η αποθήκευση.

Η ομογενοποίηση των απορριμμάτων μπορεί να γίνει στον χώρο υποδοχής, ο οποίος είναι υπέργειος ή υπόγειος. Ο χρόνος ξεφόρτωσης κυμαίνεται συνήθως από 0,5-5 λεπτά της ώρας.

Κάθε χώρος υποδοχής πρέπει να πλήρη τις εξής προϋποθέσεις:

- Να παραλαμβάνει όλα τα προσκομιζόμενα απορρίμματα
- Να επιτυγχάνει εξισορρόπηση των προσκομιζόμενων προς τροφοδοσία απορριμμάτων
- Να τροφοδοτεί χωρίς πρόβλημα την μονάδα και
- Να μη δημιουργεί πρόβλημα σκόνης και οσμών στην περιοχή.

Από την εβδομαδιαία ποσότητα των απορριμμάτων ή τη μέγιστη δυνατή επεξεργασία, προσδιορίζεται το μέγεθος, ο αριθμός και γενικά η ισχύς των μέσων μεταφοράς (γερανοί ή ταινίες). Ο όγκος του υποδοχέα σχεδιάζεται έτσι, ώστε να μπορεί να δεχτεί απορρίμματα τουλάχιστον δύο ημερών.

Για την μείωση των εκπομπών σκόνης και οσμών απαιτείται μικρή υποπίεση. Τα πλέον συνηθισμένα συστήματα υποδοχής είναι, το επίπεδο, το υπόγειο και το σύστημα ιμάντων.

8.2.1 Επίπεδος Υποδοχέας

Αν και η κατασκευή του είναι αρκετά οικονομική, έχει αρκετά μειονεκτήματα, όπως:

- Απαιτείται μεγάλη επιφάνεια
- Δυσκολία κατά την φορτοεκφόρτωση των απορριμμάτων στο σύστημα τροφοδοσίας και ενδεχόμενα προβλήματα υγιεινής από την παραμονή των απορριμμάτων.

8.2.2 Υπόγειος Υποδοχέας

Η εκφόρτωση των απορριμμάτων, επιτυγχάνεται ή από μια ράμπα στο χείλος του υποδοχέα ή από ράμπα και ολισθητήρα ή με ειδικό σύστημα (υδραυλικές κλίνες και ιμάντες μεταφοράς).

8.2.3 Υποδοχέας με σύστημα ιμάντων

Η λειτουργία του είναι διπλή, ως σύστημα παραλαβής των απορριμμάτων και ως σύστημα τροφοδοσίας. Αποτελείται από μια χοάνη και έναν ιμάντα με πλάκες.

8.2.4 Δομικά Χαρακτηριστικά

Ο πυθμένας του υποδοχέα πρέπει να κατασκευασθεί έτσι, ώστε να μην υφίσταται αλλοιώσεις από τα τυχόν χτυπήματα του γερανού, καθώς επίσης να μη προξενούνται σπινθήρες από τη κρούση των βραχιόνων του γερανού. Αυτό μπορεί να γίνει με ειδική κατασκευή από μπετόν. Επίσης ο πυθμένας να έχει κλίση για την απομάκρυνση των στραγγισμάτων και των νερών έκπλυσης. Λόγω της δημιουργίας σκόνης, πρέπει να προβλέπει σύστημα απομάκρυνσης και ανανέωσης του αέρα.

Επειδή συνήθως, ο απαιτούμενος αέρας για την εστία καύσης, λαμβάνεται από τον υποδοχέα, δημιουργείται στο χώρο μια μικρή υποπίεση. Αυτό βοηθά στο να εξέλθουν οι οσμές και η σκόνη από τον χώρο υποδοχής.

8.2.5 Τεμαχισμός Ογκωδών Αντικειμένων

Τα ογκώδη αντικείμενα π.χ. (στρώματα κ.λ.π.), αφενός μεν, μπορούν να δημιουργήσουν αρκετά προβλήματα στο σύστημα τροφοδοσίας, αφετέρου, ατεμάχιστα δεν μπορούν να καούν. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται ο τεμαχισμός τους, που επιτυγχάνεται με μύλους πρόσκρουσης, ή μύλους τύπου σιαγόνων ή τύπου ψαλίδι.

9. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Τα τρία βασικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων, δηλαδή το ειδικό βάρος, η σύνθεση (στάχτη, νερό, καύσιμο κλάσμα) και η θερμογόνος τιμή, συνεχώς μεταβάλλονται. Γι' αυτό παίζει πρωταρχικό ρόλο η καλή ανάμειξη των απορριμμάτων. Ως ένα βαθμό, μπορεί να επιτευχθεί από το σύστημα τροφοδοσίας, με σωστή προσαρμογή στο χρόνο λήψης, την ταχύτητα καθώς και τη δυνατότητα άρσης του μέσου τροφοδοσίας.

9.1 Γερανοί

Η μεταφορά των απορριμμάτων, από τον χώρο υποδοχής στην εγκατάσταση γίνεται συνήθως με γερανό. Ο αριθμός των απαιτούμενων γερανών, εξαρτάται από τις γραμμές καύσης και την ωριαία δυνατότητα καύσης της μονάδας. Η αντιστοιχία είναι, ένας γερανός ανά δυο λέβητες. Σε κάθε εγκατάσταση υπάρχει και ένας γερανός σε εφεδρεία. Ο γερανός κινείται πάνω σε μια γερανογέφυρα. Ο χειρισμός του γερανού γίνεται από μια καμπίνα μονωμένη από τον υπόλοιπο χώρο.



9.2 Συστήματα Τροφοδοσίας

Η πιο σπουδαία προϋπόθεση της αυτοματοποίησης είναι η ισομερή τροφοδοσία. Η χοάνη είναι κάθετη με αρνητική κλίση. Η μεταφορά των απορριμμάτων, από την χοάνη στην εστία, επιτυγχάνεται μηχανικά ή υδραυλικά. Το υδραυλικό ιγδιόχειρο κινείται επί μιας οριζόντιας πλάκας μπρος και πίσω (όπως τα συρτάρια). Μ' αυτόν τον τρόπο τροφοδοτείται η εστία πάντα με την ίδια ποσότητα απορριμμάτων. Η ταχύτητα του ιγδιόχειρου μπορεί να ρυθμισθεί ανάλογα με τις ανάγκες.

Απαραίτητη προϋπόθεση, για οποιοδήποτε σύστημα τροφοδοσίας, είναι η καλή κατασκευή και η αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες. Η ψύξη του συστήματος τροφοδοσίας επιτυγχάνεται με ανοικτό ή κλειστό σύστημα. Στο ανοικτό σύστημα, το νερό οδηγείται στο μπάνιο ψύξης των υπολειμμάτων. Αντίθετα στο κλειστό σύστημα, το οποίο λειτουργεί με ανώτατη πίεση 1 bar, η ψύξη επιτυγχάνεται με αέρα ο οποίος ψύχεται σε εναλλάκτες. Η παροχή εξαρτάται από την ταχύτητα του ιγδιόχειρου.

9.3 Καυστήρας ανάφλεξης και στήριξης

Η ανάφλεξη των απορριμμάτων, στις μονάδες καύσης επιτυγχάνεται με ειδικό καυστήρα ο οποίος λειτουργεί με πετρέλαιο.

Επίσης, ο ίδιος καυστήρας, χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία στα επιθυμητά όρια. Ο καυστήρας ανάφλεξης βρίσκεται στο φλογοθάλαμο, ενώ ο καυστήρας στήριξης στην είσοδο του λέβητα (στη ζώνη μετάκαυσης).

Ο απαιτούμενος αέρας για την καύση στους καυστήρες ανάφλεξης και στήριξης προέρχεται από ξεχωριστούς φυσητήρες, ανεξάρτητα από τον αέρα για την καύση της μονάδας. Υπάρχει ένας περιστροφικός ψεκαστήρας, ο οποίος λειτουργεί με Diesel ή χρησιμοποιημένα λάδια. Με τη χρήση Diesel ή πετρελαίου θέρμανσης με μικρή περιεκτικότητα σε θείο έχουμε μικρότερη ρύπανση.

10. ΕΣΤΙΑ ΚΑΥΣΗΣ

Εστίες καύσης, είναι οι χώροι στους οποίους πραγματοποιείται η καύση των απορριμμάτων. Η διαδικασία της καύσης στον κλίβανο γίνεται σε δύο στάδια, την πρωτογενή και την δευτερογενή καύση. Η πρωτογενής καύση αφορά τις φυσικές και χημικές αλλαγές, την ξήρανση, την πτητικότητα και την ανάφλεξη. Η δευτερογενής καύση αφορά, την οξειδωση των αερίων και υλικών τα οποία προέρχονται από την πρωτογενή καύση.

Η εστία καύσης χαρακτηρίζεται και ως εστία ανάμιξης. Η μορφή της επηρεάζει την έκταση και την πληρότητα της διαδικασίας καύσης.

Ο χρόνος, η θερμοκρασία και ο στροβιλισμός είναι οι πλέον βασικοί παράγοντες για την καύση των απορριμμάτων.

Η κύρια εστία καύσης οριοθετείται από τις εσχάρες, τα τοιχώματα και την οροφή ή την επιφάνεια των θερμαντικών στοιχείων του λέβητα.

Επειδή τα απορρίμματα είναι καύσιμη ύλη με υψηλή περιεκτικότητα σε πτητικά μέρη, η καύση λαμβάνει χώρα μόνο εν μέρει επί των εσχάρων. Ως επί το πλείστον, η όλη διαδικασία καύσης, γίνεται στην εστία καύσης. Ένα άλλο αξιοπρόσεκτο σημείο, αναφορικά με την καύση, των απορριμμάτων είναι η μεγάλη σε ύψος φλόγα στην εστία καύσης. Η ξήρανση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται από την ακτινοβολία της φλόγας, στο τέλος του συστήματος τροφοδοσίας πριν καν εισέλθουν τα απορρίμματα στις εσχάρες.

Η γεωμετρία της εστίας καύσης εξαρτάται από:

- Το σχήμα και μέγεθος των εσχάρων καύσης
- Την διαδικασία καύσης επί των εσχάρων (ξήρανση, απαερίωση, καύση, μετάκαυση)
- Τον στροβιλισμό και την ομογενοποίηση του ρεύματος των αερίων
- Τον αρκετό χρόνο παραμονής των αερίων στην περιοχή καύσης
- Την ψύξη των αερίων

Η εξέλιξη της γεωμετρίας του φλογοθαλάμου, τα τελευταία 30 χρόνια, ήταν αρκετά μεγάλη. Ιδιαίτερα μετά την υιοθέτηση της θεωρίας ότι, οι διοξίνες και φουράνες ξαναδημιουργούνται σε θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 350 °C - 450 °C.

11. ΕΣΧΑΡΕΣ

Το σύστημα των εσχάρων, είναι ένα από τα πλέον βασικά μέρη μιας εγκατάστασης καύσης. Οι εσχάρες είναι στερεωμένες στα τοιχώματα της εστίας καύσης πάνω σε ένα φέροντα μηχανισμό.

Οι κύριες λειτουργίες των εσχάρων, είναι η μεταφορά των απορριμμάτων από το δοσομετρικό σύστημα, στο σύστημα απομάκρυνσης της σκωρίας, η ομοιογενής παροχή του πρωτογενούς αέρα, η αναμόχλευση της φωτιάς στη ζώνη καύσιμης ύλης και η μεταφορά της στάχτης. Ο πρωτογενής αέρας ο οποίος εισέρχεται από τις εσχάρες αποτελεί το 40% – 60% του ολικού απαιτούμενου σε μια μονάδα αέρα. Παράλληλα αυτός ο αέρας ψύχει και τις εσχάρες. Η ομοιογενής παροχή του αέρα επιτυγχάνεται με τις απώλειες της πίεσης των διαφόρων συστημάτων.

Η απόδοση των εξαρτάται από τις κατασκευαστικές ιδιότητες των εσχάρων, τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων (μέγεθος, στάχτη κ.λ.π.), την θερμοκρασία και την ποσότητα του αέρα. Η ιδανική περιοχή για καλύτερες αποδόσεις των εσχάρων, κυμαίνονται μεταξύ 1,8-2,5 GJ/mzh. Κάτω από 1,8 GJ/mzh είναι αδύνατο να διατηρηθεί η θερμοκρασία στους 850° - 900°C. Εξάλλου και η παραγόμενη ποσότητα του CO₂ και νερού στα αέρια είναι χαμηλή, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αρκετά προβλήματα στην εγκατάσταση καθαρισμού των αερίων. Μια πολύ σπουδαία παράμετρος και διαφορά μεταξύ των διαφόρων συστημάτων, είναι οι οπές για την παροχή του πρωτογενούς αέρα. Οι οπές αυτές αντιστοιχούν ανάλογα με το σύστημα, από δύο έως και πάνω από τριάντα ποσοστά της επιφάνειας της εσχάρας. Οι εσχάρες επικαλύπτονται με υλικό υψηλής αντοχής σε μηχανικές, θερμικές και χημικές επιδράσεις. Ιδιαίτερα πρέπει να είναι ανθεκτικές στο θείο και το χλώριο, το οποίο σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να δημιουργήσει ρωγμές. Η αντίσταση που δημιουργεί ο πρωτογενής αέρας στα εσχαρίδια, είναι κατά πολύ μεγαλύτερη (3-10 φορές) της αντίστασης των απορριμμάτων. Η επικάλυψη των εσχάρων διαστέλλεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Οι παρείς και τα υποστυλώματα στο μέσο των εσχαριδίων, επιφέρουν αντιστάθμιση αυτού του φαινομένου και αποφεύγεται η αναθόλωση της επικάλυψης. Η κίνηση των εσχάρων, για μεν τις κυλινδρικές είναι απλή με ένα κλειστό κινητήρα, για δε τα εσχαρίδια χρησιμοποιούνται ειδικοί δοκοί ή αμαξίδια με υδραυλικό σύστημα. Τα εσχάρια κινούνται με σταθερή ταχύτητα η οποία κυμαίνεται από 0-15 m/h. Τέλος, οι μεγάλες οπές, μπορεί να δυσκολεύουν τον έλεγχο του αέρα, αλλά διευκολύνουν την απομάκρυνση της στάχτης.

11.1 Είδη Εσχάρων

Υπάρχουν διάφορα είδη εσχάρων, τα οποία έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, τόσο στις Η.Π.Α., όσο και στην Ευρώπη. Τα πλέον συνηθισμένα είναι η ατέρμονη εσχάρα, εσχάρες πρόωσης ή ανώσεως και η κυλινδρική.

11.1.1 Ατέρμονη Εσχάρα

Τα απορρίμματα, στην ατέρμονη εσχάρα, δεν αναδεύονται αλλά καίγονται στο ίδιο πάντα εσχάριο (όπως συμβαίνει και στις μεταφορικές ταινίες). Η κίνηση της ατέρμονης εσχάρας, γίνεται με το ζεύγος των πρόσθετων τροχών των αλυσίδων, ενώ οι οπίσθιοι τροχοί χρησιμεύουν για την τάση της. Οι εσχάρες, κατασκευάζονται από πυρίμαχο χυτοσίδηρο που περιέχει συνήθως άνθρακα - μαγγάνιο - θείο - πυρίτιο - φωσφόρο. Βασική σημασία για τη ζωή της εσχάρας είναι η περιεκτικότητα σε τέφρα των απορριμμάτων.

Η επιφάνεια της εσχάρας χωρίζεται σε ζώνες, οι οποίες τροφοδοτούνται με ιδιαίτερους οχετούς ώστε να μπορεί να ρυθμισθεί ο απαιτούμενος για κάθε ζώνη αέρας. Η έκχυση της φωτιάς δεν είναι απλή και επιτυγχάνεται από την ακτινοβολία. Έτσι, το καύσιμο από την ακτινοβολία ξηραίνεται και ακολούθως αρχίζει η ελευθέρωση των πτητικών. Κατά την έκχυση του επάνω στρώματος των απορριμμάτων, το κάτω στρώμα απαεριώνεται. Η καύση συνεχίζεται σιγά-σιγά κατά βάθος έως ότου αναφλέγει όλο το στρώμα. Στο τελευταίο τμήμα της εσχάρας καίγονται τα υπόλοιπα της καύσιμης ύλης. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε, ότι στο πρώτο τμήμα της εσχάρας συντελείται η ξήρανση και στο δεύτερο τμήμα της εσχάρας επιτυγχάνεται η ελευθέρωση των πτητικών.

11.1.2 Εσχάρες Πρόωσης

Οι εσχάρες πρόωσης αποτελούνται από τα εσχάρια τα οποία είναι τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο όπως στη σκάλα.

Οι πρώτες σειρές προωθούν τα απορρίμματα στις επόμενες όπως το έμβολο.

Όπως και στις άλλες εσχάρες, στη πρώτη ζώνη, επιτυγχάνεται η ξήρανση των απορριμμάτων και ακολουθεί η ελευθέρωση και η καύση των πτητικών στη δεύτερη ζώνη. Στην τρίτη ζώνη γίνεται η καύση του εξανθρακώματος, ενώ στην τελευταία, η καύση των υπολοίπων.

Ο αέρας της καύσης έρχεται από το κάτω μέρος της εσχάρας με πίεση. Τα εσχάρια κατασκευάζονται συνήθως από χρωμιούχο χυτοσίδηρο. Σπουδαίος συντελεστής επιτυχίας είναι η σωστή κλίση της εσχάρας.

11.1.3 Εσχάρα αντώσεως

Είναι από τις καλύτερες εσχάρες για καύσιμη ύλη με μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα και αυτό γιατί με την εσχάρα αντώσεως εξασφαλίζεται αφενός μεν, η μεγάλη διαδρομή, αφετέρου δε, η ισχυρή ανάδευση.

Η κίνηση των εσχάρων επιτυγχάνεται με ωστήριους ράβδους και με έμβολα λαδιού. Έχει μεγάλη κλίση και κατασκευάζεται κυρίως από χρωμιούχο χυτοσίδηρο με περιεκτικότητα σε χρώμιο 18%.

Με το σύστημα αυτό δημιουργείται αφενός μεν, μια χαλάρωση στα απορρίμματα, άρα σωστή και ομοιόμορφη κατανομή του αέρα, αφ' ετέρου δε, όταν παρουσιασθεί κενό καταλαμβάνεται αμέσως από τον όγκο των απορριμμάτων που προηγούνται στην εσχάρα.

11.1.4 Κυλινδρική εσχάρα

Αποτελείται από τις κυλινδρικές εσχάρες και τα εξαρτήματά της. Έχει μια κλίση 20° - 30°. Συνήθως κάθε κύλινδρος λειτουργεί ανεξάρτητα. Είναι κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο, κάτω από κάθε κύλινδρο υπάρχει χοάνη και για την συλλογή της στάχτης. Επειδή ο πρωτογενής αέρας, εισέρχεται από την χοάνη κατά την περιστροφή του κυλίνδρου, το μισό τμήμα του ψύχεται. Οι απώλειες της πίεσης στην εσχάρα είναι μικρές. Οι κύλινδροι έχουν συνήθως διάμετρο 1,5m και μήκος ανάλογα με τις ποσότητες των απορριμμάτων 1,6 - 8,1m.

Η σχάρα κυλίνδρων περιλαμβάνει συνήθως έξι κυλινδρικούς κυλίνδρους που τακτοποιούνται στα διαδοχικά στάδια, τα οποία ελέγχονται με τις μεταβλητές ταχύτητες για να προσαρμοστούν στις διαφορετικές συμπεριφορές καύσης των παρεχόμενων αποβλήτων.

Οι πλευρές των κυλίνδρων που αντιμετωπίζουν μακριά από το υλικό που καίγεται, δροσίζονται συνεχώς από την αρχική ζώνη αέρα κατά τη διάρκεια της περιστροφής κυλίνδρων, που καθιστά το πιθανό να κάψουν ακόμη και τα υψηλό-θερμαντικά απόβλητα.



12. ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΚΛΙΝΗ

Η ρευστοποιημένη κλίνη χαρακτηρίζεται από μια γρήγορη, συνεχή και εναλλασσόμενη στο χώρο κίνηση των σωματιδίων. Η θερμική επεξεργασία των οικιακών απορριμμάτων, με τη μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης, αναπτύχθηκε σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία 20 χρόνια. Ιδιαίτερη πρόοδο στη μέθοδο αυτή έχουν η Ιαπωνία και οι Σκανδιναβικές χώρες. Στη Γερμανία, λειτουργεί από το 1993 μια εγκατάσταση με το σύστημα της περιστροφικής ρευστοποιημένης κλίνης στο Βερολίνο, δυναμικότητας 65.000t/a. Ένας από τους σπουδαιότερους λόγους προτίμησης αυτής της μεθόδου είναι ο έλεγχος του αποτεφρωτήρα και συγκεκριμένα ο έλεγχος ως προς την αντίδραση καύσης, την ρύπανση και την λειτουργία. Επίσης, η ρευστοποιημένη κλίνη παρουσιάζει πλεονέκτημα ως προς τις 3 βασικές παραμέτρους, Χώρος - Χρόνος - Όφελος. Στην εστία ρευστοποίησης καίγεται η καύσιμη ύλη σε μια κλίνη από αδρανές υλικό το Quarz, η καύση συντελείται σε δυο στάδια.

Η θερμότητα, η οποία ελευθερώνεται, δεσμεύεται στο μεγαλύτερο μέρος της από τις θερμαντικές επιφάνειες. Μ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ελεγχόμενη καύση σε θερμοκρασία 800°C-850°C. Πριν τροφοδοτηθούν τα απορρίμματα, με τη βοήθεια ενός καυστήρα πετρελαίου ή αερίου, παράγεται θερμός αέρας 750°C-800°C έτσι ώστε να επιτευχθεί η θερμοκρασία ανάφλεξης της καύσιμης ύλης.

Οι εγκαταστάσεις αυτές λειτουργούν σε ατμοσφαιρικές συνθήκες και διακρίνονται σε 3 είδη:

- Σταθερή ρευστοποιημένη εστία
- Περιστροφική ρευστοποιημένη εστία
- Ταχεία ρευστοποιημένη εστία

Οι σταθερές ή αργές αναπτύσσουν ταχύτητα αερίων περίπου 2,5m/s. Η κλίνη έχει μεγάλη πυκνότητα και προσδιορισμένη επιφάνεια. Το μέσο θερμικό φορτίο ανέρχεται σε 2MW/m². Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας είναι η αναπτυσσόμενη κυκλοφορία της κλίνης. Τα ακροφύσια βρίσκονται στο κάτω μέρος και συγκεκριμένα στο σημείο που ξεκινά το σύστημα απομάκρυνσης της στάχτης. Ο πρωτογενής αέρας εισάγεται στον αντιδραστήρα πάνω από το σύστημα απομάκρυνσης της στάχτης. Η ταχύτητα ρευστοποίησης είναι αυξημένη στο άνω μέρος των ακροφυσίων. Μ' αυτό τον τρόπο τα απορρίμματα, τα αέρια και το υλικό της κλίνης, αναπτύσσουν μια κυκλοφορία στην εστία καύσης ακολουθώντας μια ελλειπτική τροχιά.

Για να ξεπεραστούν οι ελλείψεις που παρουσιάζουν οι σταθερές εγκαταστάσεις ρευστοποιημένης κλίνης όπως, μικρός χρόνος παραμονής και μη επαρκής κατανομή της καύσιμης ύλης, αναπτύχθηκε η μέθοδος των περιστροφικών εγκαταστάσεων.

Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας είναι η κυκλοφορία στη ρευστοποιημένη κλίνη. Ο πυθμένας, ο οποίος φέρει τα ακροφύσια, έχει μια κλίση έτσι ώστε στο κάτω άκρο του να εκβάλλει η στάχτη.

Η περιοχή του πρωτογενούς αέρα επιτυγχάνεται από τις θυρίδες αέρος. Η ταχύτητα ρευστοποίησης αυξάνεται στο κάτω μέρος του πυθμένα με αποτέλεσμα η καύσιμη ύλη, τα αέρια και το υλικό της κλίνης να κυκλοφορούν σε μια ελλειπτική τροχιά. Ο πυθμένας, ο οποίος φέρει τα ακροφύσια, έχει μια κλίση έτσι ώστε στο κάτω άκρο του να εκβάλλει η στάχτη.

Στην ταχεία ρευστοποιημένη εστία, η ταχύτητα των αερίων αναπτύσσεται στα 6m/s και το μέσο θερμικό φορτίο αυξάνεται έως 6MWm² της επιφάνειας εσχάρας.

Λόγω των υψηλών ταχυτήτων, ένα μέρος του μείγματος απορριμμάτων, εξέρχεται της κλίνης και δημιουργούνται δύο ζώνες, μια ζώνη με υψηλή πυκνότητα σωματιδίων και μια άλλη ζώνη με πολύ λίγα σωματίδια.

Υπό κανονικές συνθήκες ο στροβιλισμός της άμμου επιτυγχάνεται με την εισαγωγή του αέρα από τον πυθμένα (700 - 1.500 Nm /m².h.).

Η περιστροφική ρευστοποιημένη κλίνη αποτελεί στην ουσία μια παραλλαγή της σταθερής κλίνης, κατά την οποία τα απορρίμματα, τα αέρια και το υλικό της κλίνης επιτυγχάνουν έναν κυκλικό στροβιλισμό στην εστία καύσης.

Αυτός ο ελεγχόμενος στροβιλισμός βελτιώνει:

- α) Την κατανομή των απορριμμάτων
- β) Την ανάμιξη του οξυγόνου και κατά συνέπεια αυξάνει την ταχύτητα αντίδρασης.

Η θερμοκρασία στην κλίνη κυμαίνεται από 800°C-850°C. Το μέγεθος των απορριμμάτων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 400mm. Η στάχτη περιέχει περίπου 0,5% άκαυστα υλικά. Με την προσθήκη δολομίτη ή ασβέστη, στην ρευστοποιημένη κλίνη, επιτυγχάνεται μείωση των όξινων αερίων.

12.1 Εγκαταστάσεις Θερμικής Επεξεργασίας με την μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης

12.1.2 Εγκατάσταση Parenco (Ολλανδία)

Η μέθοδος της ρευστοποιημένης κλίνης, αυτής της εγκατάστασης Parenco αναπτύχθηκε από την εταιρεία Thyssen Engineering και λειτουργεί με την αρχή της σταθερής ρευστοποιημένης εστίας. Παράγει ατμό ο οποίος χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο χάρτου Parenco.

Μερικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης:

- Ταχύτητα (Fluidisation) έως 2m/s
- Παραγωγή Θερμότητας 22 MW/h
- Θερμοκρασία 850 °C
- Περίσσεια αέρια 1.3
- Παραγωγός ατμού
- Λέβητας ατμού με φυσική ροή
- Μέγιστη παραγωγή ατμού 22 Mg /h
- Πίεση ατμού 50 bar(α)
- Θερμοκρασία ατμού 460 °C
- Ενέργεια 17MW -19MW
- Βαθμός απόδοσης 835 - 86%

Έχει δυνατότητα καύσης 5260kg/h φλοιών-δέντρων, 4100kg/h λάσπης βιολογικού καθαρισμού, καθώς επίσης 3120kg/h καύσιμης ύλης απορριμμάτων σε μορφή πλίνθων.

Οι λάσπες έχουν περιεκτικότητα σε νερό 70% - 73% και 40% σε στάχτη. Μετά την εστία καύσης, υπάρχει εστία μετάκαυσης.

Η κατώτερη θερμογόνος τιμή H_u (επί ξηράς ύλης) είναι 22.409kJ/kg. Οι φλοιοί έχουν υγρασία 70%, 4% στάχτη και η κατώτερη θερμογόνος τιμή τους (επί ξηράς ύλης) είναι 19.238 kJ/kg.

Τα απαέρια εξερχόμενα του λέβητα, έχουν θερμοκρασία 180°C και περνούν από δυο παράλληλα τοποθετημένους κυκλώνες και ένα σακκόφιλτρο. Οι καυτές στάχτες προψύχονται με αέρα.

Οι εκπομπές σε mg/Nm³ ξηράς ύλης και με 11 % O₂ είναι οι ακόλουθες:

NO _x	170 - 300
SO ₂	100 - 170
HCl	40 - 110
Σκόνη	20 - 40
CO	500

12.1.3 Εγκατάσταση Eksjo (Σουηδία)

Η εγκατάσταση λειτουργεί και αυτή με την αρχή της σταθερής ρευστοποιημένης εστίας. Έχει κατασκευασθεί από την εταιρεία Generator και παράγει ζεστό νερό.

Με ισχύ 4MW η θερμοκρασία εισόδου είναι 150 °C και εξόδου 70 °C. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από 70 °C σε 120 °C μέσω εναλλακτών θερμότητας.

Η δυνατότητα επεξεργασίας ανέρχεται σε 30Uh απορρίμματα και 70t/h φλοιούς δέντρων.

12.1.4 Μονάδα Dussligen (Φραγκφούρτη Γερμανίας)

Η εταιρεία Lurgi στην Φραγκφούρτη, κατασκεύασε στο Dusslingen, μια μονάδα καύσης με την μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης, η οποία χρησιμοποιεί τεμαχισμένα απορρίμματα και λάσπη βιολογικού καθαρισμού από την πειραματική μονάδα του Rentligen/Tubligen. Η δυναμικότητα της μονάδας είναι 2,8-5t/h λάσπης βιολογικού καθαρισμού.

Για την ρύθμιση της περιεκτικότητας του O₂ στα απαέρια χρησιμοποιείται δευτερογενής αέρας, ενώ για την ρύθμιση της θερμοκρασίας και μείωση του NO_x επαναφέρονται τα απαέρια με παράλληλη παροχή αέρα στις εστίες καύσης.

Το σύστημα καθαρισμού αποτελείται από ένα σακκόφιλτρο και μια πλυντρίδα. Τα υπολείμματα απομακρύνονται με κοχλία και αναμειγνύονται με την λάσπη του υγρού συστήματος καθαρισμού.

12.1.5 Μονάδα Ebina (Ιαπωνία)

Η ανάπτυξη της μεθόδου IHI άρχισε πριν 15 χρόνια στην Ιαπωνία.

Ο αέρας εισέρχεται στον αντιδραστήρα μέσω ακροφυσίων και εξέρχεται από τα πλάγια των ακροφυσίων. Τα ακροφύσια είναι τοποθετημένα μέσα σε δυο επίπεδα. Κάτω από τα ακροφύσια υπάρχουν, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, μια με δύο κωνικές θυρίδες στάχτης. Η σκόνη απομακρύνεται συνεχώς με κοχλίες.

Η παροχή των τεμαχισμένων απορριμμάτων γίνεται μέσω κοχλιών. Το υλικό πέφτει από τον κοχλία σε ένα περιστρεφόμενο πιάτο, έτσι ώστε να κατανεμηθεί ομοιόμορφα στην επιφάνεια του στρώματος.

Η καύση στη ρευστοποιημένη κλίνη γίνεται, κάτω από μη στοιχειομετρικές συνθήκες, σε θερμοκρασίες μεταξύ 500 °C-700 °C. Η ταχύτητα των απαερίων κυμαίνεται από 70% - 110%. Η πλήρης καύση επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες 750 °C - 950 °C.

Σ' αυτές τις θερμοκρασίες τα απόβλητα τα οποία βρίσκονται στον πυθμένα του υποδοχέα εξατμίζονται. Η απομάκρυνση της σκόνης των απαερίων επιτυγχάνεται με ηλεκτρόφιλτρα. Πρόσθετα χρησιμοποιείται είτε CaCO₃ ή πριν από τα ηλεκτρόφιλτρα στους απαγωγούς των απαερίων Ca(OH)₂.

Οι εκπομπές είναι οι ακόλουθες:

HCl 145 mg/Nm³

NO_x 220 mg/Nm³

SO_x 65 mg/Nm³

Η ιπτάμενη τέφρα αναμειγνύεται με τσιμέντο και νερό, συμπιέζεται σε πλίνθους με διάμετρο 20mm και μήκος 50mm. Οι πλίνθοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην οδοποιία ή να εναποτεθούν στο έδαφος. Εγκατάσταση με αυτή τη μέθοδο λειτουργεί στην Ebina της Ιαπωνίας.

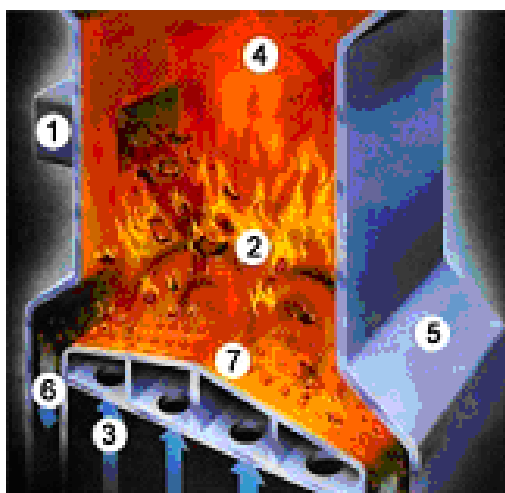
12.1.6 Μονάδα Rowitec (Βερολίνο - Γερμανία)

Η εγκατάσταση είναι σχεδιασμένη για 8,5 t/h οικιακά απορρίμματα. Ο παραγόμενος ατμός κυμαίνεται μεταξύ 22 έως 25 t/h.

Τα απορρίμματα τεμαχίζονται και απομακρύνονται τα σιδηρούχα αντικείμενα.

Η μεταφορά των απορριμμάτων, από τον υποδοχέα προς την εστία καύσης, επιτυγχάνεται με κοχλία, ταυτόχρονα ομογενοποιούνται. Το υλικό φθάνει στην εστία καύσης μέσω ενός κοχλία. Μ' αυτό το σύστημα επιτυγχάνεται και η παροχή στον αντιδραστήρα όλων των πρόσθετων. Μέσω του, υπό μορφή σφήνας, πυθμένα του αντιδραστήρα καταλήγουν τα μη καιγόμενα υλικά στο σύστημα απομάκρυνσης. Μεταφέρονται μέσω ιμάντα, σε ένα δονητικό κόσκινο και τα διαπερνόντα υλικά επανέρχονται στον αντιδραστήρα. Η ενεργειακή αξιοποίηση επιτυγχάνεται με τον λέβητα σε δυο στάδια. Στο πρώτο στάδιο είναι εγκατεστημένοι ένας εξατμιστής, ένας υπερθερμαντής και ένας προθερμαντής, ενώ στο δεύτερο στάδιο ένας εξατμιστής και ένας Economizer. Για τον καθαρισμό των αερίων προβλέπεται η υγρή μέθοδος. Τα αέρια εξέρχονται από τον λέβητα με περίπου 200°C. Ψύχονται με υγρό μέσο μέχρι 150°C. Ένα μέρος της ξηράς ύλης απομακρύνεται στον ξηραντήρα, ενώ η υπόλοιπη σκόνη σε σακκόφιλτρο. Τα αέρια μετά το σακκόφιλτρο οδηγούνται σε πλυντρίδες. Τα υγρά απόβλητα από τις πλυντρίδες εξουδετερώνονται.

12.2 ROWITEC® καύση με την μέθοδο της ρευστοποιημένης κλίνης



- 1.τροφοδοσία απορριμμάτων
- 2.περιστροφική ρευστοποιημένη κλίνη
- 3.ρευστοποιημένος αέρας
- 4.αγωγός αερίων
- 5.πλάκα απόκλισης
- 6.αγωγός απομάκρυνσης της άκαυστης ύλης
- 7.κεκλιμένο πιάτο ακροφυσίων

Η τεχνική καύσης ROWITEC®, είναι ένας συμφέρων συνδυασμός της στάσιμης και κυκλοφορώντας ρευστοποιημένης κλίνης. Είναι ιδιαίτερα ταιριασμένο για τη διάθεση των δημοτικών αποβλήτων χωρίς προγενέστερη επεξεργασία ή μαζί με άλλες ουσίες όπως η ιλύς καθαρισμού λυμάτων.

Το ειδικό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της τεχνικής αποτέφρωσης είναι η περιστρεφόμενη μετακίνηση της κλίνης, η οποία επιτυγχάνεται από μια οργανωμένη παροχή αέρα, μέσω ενός κατάλληλα σχεδιασμένου πατώματος ακροφυσίων, καθώς επίσης και έναν εκτροπέα των πιάτων, που περιορίζει την αίθουσα καύσης προς την κορυφή. Αυτή η μετακίνηση εξασφαλίζει ιδανική μίξη του καυτού υλικού της κλίνης με τα καύσιμα, κάνοντας κατά συνέπεια μια ομοιόμορφη, σταθερή και πλήρη καύση με τις χαμηλές εκπομπές αερίου σωλήνων. Οι εγκαταστάσεις αναφοράς καλύπτουν ή υπερβαίνουν τις νομικές απαιτήσεις, σχετικά με τις εκπομπές των οξειδίων αζώτου, χωρίς οποιεσδήποτε δευτεροβάθμιες εγκαταστάσεις (συστήματα DeNOx).

Οι εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού για την τροφοδότηση των καυσίμων και των συστημάτων αφαίρεσης για τα υπολείμματα είναι κατάλληλου μεγέθους και εύρωστου σχεδίου. Αυτό επιτρέπει σε αυτούς να αντιμετωπίζουν σχετικά καλά τα ανεπιθύμητα αντικείμενα (μέρη μετάλλων, βράχοι κ.λ.π.), τα οποία εξαφανίζει στη συνέχεια.

Το σύστημα καύσης ROWITEC® επιτρέπει τη μηχανική προετοιμασία των καυσίμων να περιοριστεί στο ελάχιστο. Το μέγεθος του αντικειμένου που γίνεται συνήθως αποδεκτό είναι περίπου 300 χιλ. έναντι 50-100 χιλ. για άλλα συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης.

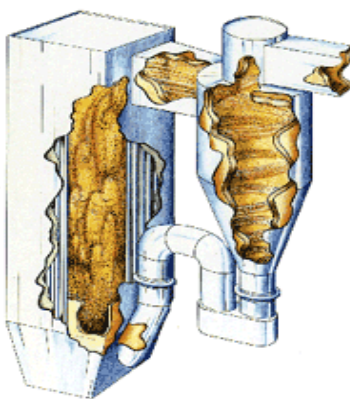
Πλεονεκτήματα:

- Υψηλή ευελιξία καυσίμων σε μια μεγάλη σειρά θερμοαντικείμενων αξίας
- Η βέλτιστη καύση μπορεί να ρυθμιστεί μέσω των ακροφυσίων εγχύσεων αερίου αέρα καύσης και επανακυκλοφορίας που βρίσκονται σε διάφορα διαφορετικά επίπεδα
- Υψηλή ουδετεροποίηση (το χαρακτηριστικό επίπεδο υπολειμμάτων στην τέφρα κρεβατιών είναι < 0,1 %)
- Χαμηλές εκπομπές αερίου σωλήνων
- Περιορισμένη μηχανική επεξεργασία

Κυκλοφορώντας ρευστοποιημένο κρεβάτι

Στην κυκλοφορία των συστημάτων λεβήτων ρευστών κρεβατιών, τα καύσιμα καίγονται σε μια κάθετη αίθουσα, στην οποία η καύση βοηθιέται από την καυστικότητα των καυσίμων. Τα κατάλληλα ταξινομημένα καύσιμα τροφοδοτούνται και καίγονται σε μια σχετικά χαμηλή θερμοκρασία. Ο ασβέστης, μπορεί να εισαχθεί για να συλλάβει το διοξείδιο του θείου που απελευθερώνεται όταν πρέπει να συγκρατηθούν τα συγκεκριμένα όρια εκπομπής.

Το υλικό της κλίνης αποτελείται από τέφρα, γύψο και ασβεστοποιημένο ασβεστόλιθο. Το μέσο μέγεθος μορίων του υλικού κρεβατιών είναι 100-200mm. Το υλικό ρευστοποιείται, με αέρα που εγχέεται μέσω μιας σειράς ακροφυσίων στο κατώτατο σημείο και από το παραγόμενο αέριο σωλήνων που ρέει προς τα πάνω σε μια σχετικά υψηλή ταχύτητα ρευστοποίησης.

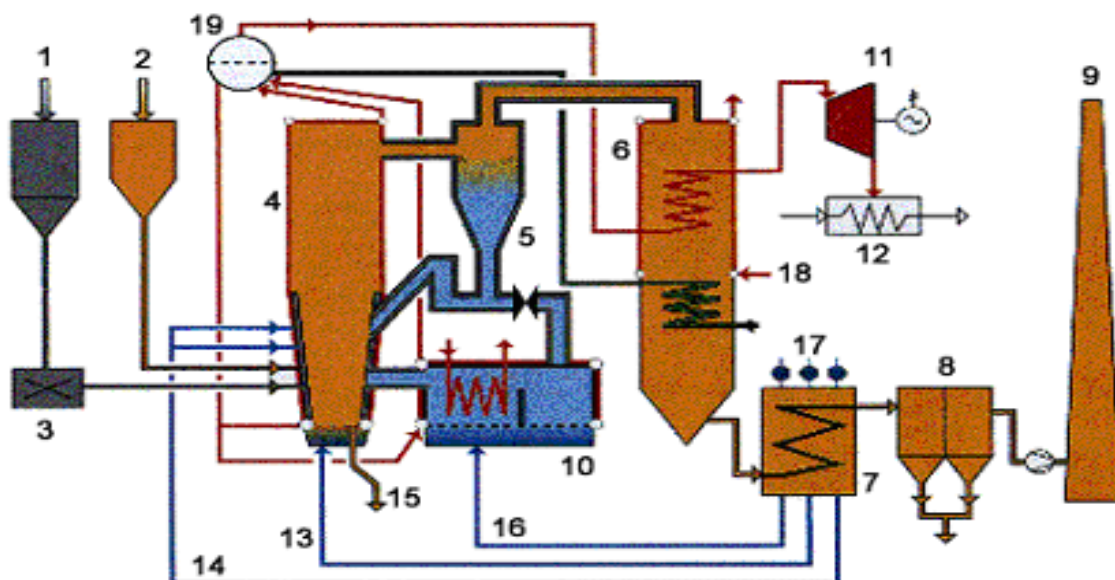


Ο αέρας καύσης εισάγεται σε δύο επίπεδα. Περίπου 40-50% του αέρα καύσης εγχέονται ως αρχικός ρευστοποιώντας αέρας μέσω της σχάρας ακροφυσίων στο κατώτατο σημείο, αφήνοντας την ισορροπία για να αναγνωριστούν ως δευτεροβάθμιος αέρας μέσω των ακροφυσίων στους πλευρικούς τοίχους. Η καύση προχωρά σε δύο ζώνες: μια αρχική μειωτική ζώνη στο χαμηλότερο τμήμα και μια οξειδωτική ζώνη στο ανώτερο μέρος όπου η

πλήρης καύση επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης του υπερβολικού αέρα. Αυτό οργάνωσε την καύση, στις ελεγχόμενες χαμηλές θερμοκρασίες και καταστέλλει αποτελεσματικά το σχηματισμό NOx.

Η θερμότητα για την παραγωγή ατμού αφαιρείται από το σύστημα με τρεις τρόπους:

- Πρώτον, από τα εξατμιστικά waterwalls, που βρίσκονται combustor
- Δεύτερον, σε ένα εκ μεταφοράς πέρασμα, όπου - ανάλογα με τους απαραίτητους όρους ζωντανού ατμού - οι επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας για superheater, reheater, τον εξατμιστήρα και τον εξοικονομητή εγκαθίστανται και
- Τρίτον, από τον αποκαλούμενο εξωτερικό ανταλλάκτη θερμότητας ρευστών κρεβατιών (FBHE). Αυτή η μονάδα λαμβάνει ένα ελεγχόμενο ρεύμα των καυτών στερεών από τον κυκλώνα, τα οποία ρέουν στις δέσμες σωλήνων και waterwalls του ανταλλάκτη θερμότητας ρευστών κρεβατιών και από εκεί combustor.



- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ανθρακαποθήκη | 11. στροβιλο-γεννήτρια |
| 2. ασβεσταποθήκη | 12. κεντρική θέρμανση |
| 3. κονιορτοποίηση άνθρακα | 13. πρωτεύων αέρας |
| 4. ρευστοποιημένη κλίνη | 14. δευτερεύων αέρας |
| 5. κυκλώνας | 15. πυθμένας τέφρας |
| 6. δίοδος μεταφοράς | 16. εναλλάκτης θερμότητας αέρα |
| 7. αέρας προθερμαντήρα | 17. θερμάστρα |
| 8. πρόφιλτρο | 18. τροφοδότης νερού |
| 9. καπνοδόχος | 19. κύλινδρος |
| 10. εναλλάκτης θερμότητας | |

13. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΚΛΙΒΑΝΟΣ- ΚΛΙΜΑΚΩΤΟΣ ΚΛΙΒΑΝΟΣ

13.1 Περιστροφικός κλιβανος

Η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων, αλλά και όλων των ειδών των στερεών με το σύστημα του περιστροφικού κλιβάνου, έχει μεγάλη εφαρμογή.

Ο περιστροφικός κλιβανος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη για την καύση των βιομηχανικών αποβλήτων και των ρυπασμένων εδαφών, καθώς έχει την δυνατότητα να κάψει εκτός από τα στερεά απορρίμματα, ακόμη και υγρά απόβλητα.

Ένα σύστημα περιστροφικού κλιβάνου αποτελείται, από το σύστημα υποδοχής, το δοσομετρικό σύστημα, τον περιστροφικό κύλινδρο, το σύστημα παροχής αέρα, τον επιπλέον καυστήρα, τον θάλαμο μετάκαυσης και το σύστημα απομάκρυνσης της σκόνης και σκωρίας.

Σε πολλές περιπτώσεις μεταξύ του θαλάμου μετάκαυσης και του συστήματος καθαρισμού των αερίων, υπάρχει μονάδα ανάκτησης ενέργειας.

Τους συμβατικούς περιστροφικούς κλιβάνους, ο κύλινδρος είναι οριζόντιος και περιστρέφεται περί του άξονά του. Το υλικό το οποίο συνήθως δεν ξεπερνά το 20% του συνολικού όγκου του κλιβάνου, ανακατεύεται, καίγεται και με την κατάλληλη κλίση (2-4%) οδηγείται στο άλλο άκρο.

Είναι επενδεδυμένος με πυρίμαχα υλικά και απαιτείται συνεχή και σταθερή παροχή των απορριμμάτων. Έχουν συνήθως μήκος που κυμαίνεται από 8-20 μέτρα και διάμετρο 1-5 μέτρα.

Η αναλογία μήκους προς διάμετρο, για την καύση των απορριμμάτων, κυμαίνεται από 2:1 έως 5:1.

Η θερμοκρασία που αναπτύσσονται είναι 800°C-1400°C με χρόνο παραμονής των απορριμμάτων 60 λεπτά. Η περίσσεια του αέρα (λ) στους περιστροφικούς κλιβάνους είναι κατά πολύ μεγαλύτερη (2-3 φορές) των λοιπών συστημάτων της καύσης, όπως των εσχάρων ή της ρευστοποιημένης μέσης κλίσης.

Και στον περιστροφικό κλιβανο ισχύουν τα συστήματα των αερίων, συνεχούς και αντιθέτου ροής.

Η καταστροφή των οργανικών επιτυγχάνεται σε συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών και του χρόνου παραμονής. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία τόσο μικρότερος χρόνος παραμονής απαιτείται και αντιστρόφως.

Ο αριθμός στροφών του κλιβάνου κυμαίνεται από 0,05 - 2,5 στροφές ανά λεπτό.

Η εσωτερική επένδυση, ως επί το πλείστον, έχει πάχος 250mm και αποτελείται, από στρώμα Alumidon 82 (82% Al₂O₃), πάχους 200mm και 50mm από πυρίμαχο άργιλο. Η περιστροφή του κλιβάνου επιτυγχάνεται με οδοντωτούς τροχούς και τροχίσκους. Επειδή ο χρόνος παραμονής των αερίων στον κλιβανο είναι μικρός, για να επιτευχθεί πλήρης καύση αυτών, τοποθετείται θάλαμος μετάκαυσης.

Στον θάλαμο μετάκαυσης υπάρχει παροχή δευτερογενούς και ενδεχομένως και τεταρτογενούς αέρα. Ο ελάχιστος χρόνος παραμονής των αερίων είναι 5 sec και η ελάχιστη θερμοκρασία 850°C. Τα υπολείμματα του κλιβάνου οδηγούνται μέσω μιας χοάνης στο σύστημα ψύξης. Για να λειτουργήσουν σωστά απαιτείται συνεχής και σταθερά παροχή των απορριμμάτων. Είναι δε, έτσι σχεδιασμένη ώστε να επιτυγχάνεται γρήγορη ανάμειξη των απορριμμάτων. Τα απορρίμματα αδειάζονται μέσω ενός γερανού στο δοσομετρικό σύστημα, τα βαρέλια μέσω ενός ειδικού συστήματος, οι λάσπες μέσω ειδικών αντλιών και τα υγρά με τα συστήματα έκχυσης.

Το περίβλημα του κυλίνδρου είναι κατασκευασμένο από ατσάλι. Η παροχή των απορριμμάτων, του αέρα καύσης και της επιπλέον καύσιμης ύλης επιτυγχάνεται από το μετωπικό τοίχιο. Η στάχτη και η σκωρία αδειάζονται από την αντίθετη πλευρά. Η μόνωση του περιστροφικού κλιβάνου είναι αρκετά δύσκολη περίπτωση.

Αν δεν υπάρχει καλή μόνωση τότε εισέρχεται αέρας στον κλίβανο και δεν είναι εύκολος ο έλεγχος του συστήματος.

Ο χρόνος παραμονής των απορριμμάτων στον περιστροφικό κλίβανο εξαρτάται από την γεωμετρία του κλιβάνου και την ταχύτητά του.

Όταν τα αέρια έχουν την ίδια κατεύθυνση με την ροή των απορριμμάτων τότε ο κλίβανος έχει " παράλληλη" ροή.

Η καταστροφή των οργανικών ουσιών επιτυγχάνεται με συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών και χρόνου παραμονής. Όσο υψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες τόσο μικρότερος χρόνος παραμονής απαιτείται.

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του περιστροφικού κλιβάνου είναι τα εξής:

Πλεονεκτήματα:

- Μπορεί να κάψει μια μεγάλη ποικιλία αποβλήτων ταυτόχρονα
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προεπεξεργασία των αποβλήτων
- Ελέγχεται εύκολα ο χρόνος παραμονής των απορριμμάτων στον κλίβανο
- Επιτυγχάνεται αποτελεσματική επαφή των απορριμμάτων με τον αέρα

Μειονεκτήματα:

- Παραγωγή μεγάλης ποσότητας σωματιδίων, λόγω της υψηλής δύνης και επαφής, που δημιουργείται στον κλίβανο
- Απαιτείται συνήθως και θάλαμος μετάκαυσης για τα πτητικά του χρόνου παραμονής
- Απαιτείται μεγάλη ποσότητα περίσσειας αέρα (100 - 150%)
- Ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας χάνεται με τη στάχτη

13.2 Κλιμακωτός κλίβανος

Οι κλιμακωτοί κλίβανοι αποτελούνται από ένα κυλινδρικό περίβλημα και στο εσωτερικό από κλιμακωτές πλάκες. Τα απορρίμματα κινούνται μέσω της περιστροφής των ειδικών βραχιόνων του άξονα. Οι κλιμακωτοί κλίβανοι χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για την θερμική επεξεργασία της σταθεροποιημένης λάσπης των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων.

Όπως και στα συστήματα των εσχάρων έτσι και στους κλιμακωτούς κλιβάνους υπάρχει συνεχής ή αντιθέτου ρεύματος απομάκρυνση των αερίων.

Στον κλιμακωτό κλίβανο υπάρχει η δυνατότητα καύσης των απορριμμάτων και της λάσπης.

Το προς καύση υλικό διαπερνά τον αντιδραστήρα από επάνω προς τα κάτω. Στο σύστημα αντιθέτου ρεύματος ο αέρας εισέρχεται στον αντιδραστήρα από το κάτω μέρος.

Στην πάνω ζώνη του αντιδραστήρα επιτυγχάνεται η ξήρανση μέσω των απαερίων, ακολουθεί η ζώνη της κύριας καύσης στο μέσω του αντιδραστήρα και τελευταία είναι η ζώνη ψύξης, στην οποία ψύχεται η στάχτη.

Όταν στο προς καύση υλικό περιέχεται και λάσπη είναι απαραίτητος και εφεδρικός καυστήρας με πετρέλαιο.

Για την αποφυγή των οσμών από τα εξερχόμενα αέρια χρησιμοποιείται μετάκαυση και ακολουθεί η εγκατάσταση καθαρισμού των αερίων.

Η εξερχόμενη στάχτη δεν έχει θερμοκρασία πάνω από 100°C. Αυτό άλλωστε είναι ένα βασικό πλεονέκτημα αυτού του συστήματος.

13.3 Εγκαταστάσεις αποτέφρωσης περιστροφικών κλιβάνων στις κνήμες/Fawley

Οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης βιομηχανικών αποβλήτων στις κνήμες/Fawley (UK) σχεδιάζονται για την καύση των υγρών αποβλήτων καθώς επίσης και των συσκευασμένων σαν ζυμάρι και στερεών αποβλήτων.

Μια από τις κύριες παραμέτρους σχεδίου της ήταν υψηλή ευελιξία ως προς τη χρήση των διαφορετικών μολυσμένων αποβλήτων, ειδικά περιέχοντα χλώριο απόβλητα.

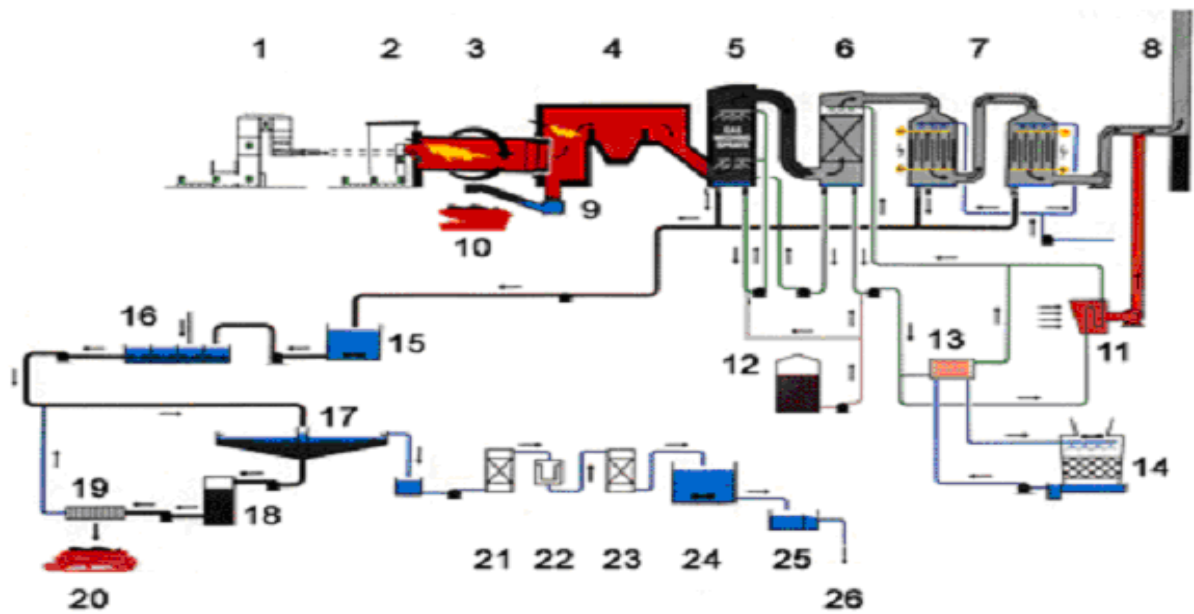
Διαδικασία:

- Αποτέφρωση περιστροφικών κλιβάνων με μια ορθογώνια, οριζόντια αίθουσα μεταανάφλεξης
- Υψηλής θερμοκρασίας απόσβεση αερίου σωλήνων
- Υγρό τρίψιμο αερίου σωλήνων χρησιμοποιώντας την καυστική ουσία, που ακολουθείται από την διπλό-σκηνική υγρή ηλεκτροστατική πτώση



Βασικά τεχνικά στοιχεία:
Ικανότητα:

Σύνολο: 4t/h
Θερμική ικανότητα: 22MW



- | | |
|--|--|
| 1.τεμαχιστήρας | 14.θάλαμος ψύξης |
| 2.θάλαμος τροφοδοσίας | 15.δεξαμενή εισροής υπολλειμάτων |
| 3.περιστροφικός κλιβανος | 16.θάλαμος αντίδρασης |
| 4.θάλαμος μετάκαυσης | 17.καθαριστήρας |
| 5.αποσβεστήρας | 18.απόβλητα |
| 6.απορροφητικός θάλαμος | 19.φίλτρο πίεσης |
| 7.ηλεκτροστατικός διαχωρισμός | 20.αδρανές κρούστα φίλτρων για αδρανές υλικά οδόστρωσης |
| 8.καπνοδόχος | 21.φίλτρο άμμου |
| 9.μονάδα απομάκρυνσης σκουριάς | 22.σακκόφίλτρα |
| 10.αδρανής σκωριά για χώρο υγειονομικής ταφής | 23.φίλτρα άνθρακα |
| 11.θερμαντήρας αέρα | 24.θάλαμος εκροής δείγματος |
| 12.δεξαμενή καυσίμου | 25.θάλαμος V |
| 13.εναλλάκτης θερμότητας | 26.προς εκβολή |

13.4 Αποτέφρωση περιστροφικών κλιβάνων

Το Lurgi Lentjes σχεδιάζει και χτίζει τις εγκαταστάσεις περιστροφικών κλιβάνων για την αποτέφρωση των πιο διαφορετικών βιομηχανικών και ειδικών αποβλήτων, με όλες τις χρησιμότητες.

Λόγω της σύνθεσής του, δηλ.:

- Στερεό, υγρό, πίτα, μικτή και τα χαρακτηριστικά του
- Διαβρωτικός, καυστικός, αντιδραστικός, όχι εύκολα καύσιμος

Τα βιομηχανικά και ειδικά απόβλητα είναι συχνά καταστρεπτικά στην υγεία και δεν μπορούν να καούν στις κανονικές εγκαταστάσεις αποτέφρωσης που σχεδιάζονται για τα δημοτικά απόβλητα, όπως η σάρα ή οι εγκαταστάσεις ρευστοποιημένης κλίνης. Ο περιστροφικός κλιβανος επομένως είναι το καθολικό εργαλείο για τις ετερογενείς απαιτήσεις αυτού του είδους. Σε συνδυασμό με μια αίθουσα μετανάφλεξης εξασφαλίζει πλήρη ουδετεροποίηση και των ορυκτών και αέριων προϊόντων καύσης.

Ο περιστροφικός κλιβανος χρησιμοποιείται για την καύση των στερεών, υγρών και σαν ζυμάρι αποβλήτων καθώς επίσης και των συσκευασμένων αποβλήτων. Η καύση πραγματοποιείται συνήθως στις θερμοκρασίες επάνω από το σημείο τήξης τέφρας, έτσι ώστε το δοχείο τέφρας να αφαιρείται ως υγρή σκουριά. Μετά από την ψύξη στο water-cooled deslagger, συλλέγεται ως διαφανής, φιλικό προς το περιβάλλον.

Το αέριο που παράγεται στον περιστροφικό κλίβανο καίγεται, μακριά σε μια κυκλική αίθουσα μεταανάφλεξης, σε θερμοκρασίες 1.200°C και άνω. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει επίσης τη χρήση των υγρών αποβλήτων. Η αίθουσα μετανάφλεξης και ο καυστήρας υγρών αποβλήτων σχεδιάζονται για να εξασφαλίσουν βέλτιστη μίξη των αερίων σωλήνων και ενός αρκετού χρόνου κατοικιών, οι οποίοι είναι σημαντικές προϋποθέσεις για την πλήρη ουδετεροποίηση, ιδιαίτερα των θερμικά σταθερών συστατικών όπως οι διοξίνες και τα φουράνια.



Οι εγκαταστάσεις καθαρισμού αερίου σωλήνων σχεδιάζονται ανάλογα με τις ανάγκες για να ικανοποιήσουν τους συγκεκριμένους όρους αερίου σωλήνων και να συμμορφωθούν με τους τοπικούς κανονισμούς εκπομπής.

Τα οφέλη της αποτέφρωσης αποβλήτων σε έναν περιστροφικό κλίβανο Lurgi μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Ευρύ φάσμα των εμπορικών και βιομηχανικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των υπολειμμάτων από τις χημικές διαδικασίες παραγωγής
- Σίτιση των συσκευασμένων αποβλήτων
- Υψηλές θερμοκρασίες ουδετεροποίησης
- Άριστη ουδετεροποίηση του αερίου σκουριάς και σωλήνων
- Ακίνητοποίηση των βαριών μετάλλων στη διαφανή σκουριά
- Υψηλή διαθεσιμότητα
- Μακριές ζωές υπηρεσιών
- Ασφαλής και αξιόπιστη λειτουργία
- Εύκαμπτη ρύθμιση των εννοιών στα χαρακτηριστικά αποβλήτων

14. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Κατά την καύση των απορριμμάτων, παραμένουν στερεά υπολείμματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 25-40% του βάρους των απορριμμάτων. Η ποσότητα των υπολειμμάτων, εξαρτάται από την σύνθεση των απορριμμάτων, όσο και από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Τα υπολείμματα χωρίζονται σε αυτά που διαπερνούν τις εσχάρες και αυτά που εξέρχονται από τις εσχάρες.

Στο κάτω μέρος του λέβητα συγκεντρώνονται τα αιωρούμενα στερεά, τα οποία ακολούθως μεταφέρονται στον χώρο συγκέντρωσης της σκωρίας. Επίσης κατά την αποκονίωση των φίλτρων η σκόνη συγκεντρώνεται στο χώρο συλλογής της σκωρίας ή σε ειδικά σιλό.

Οι βασικές παράμετροι του συστήματος απομάκρυνσης των υπολειμμάτων είναι:

- α) η ψύξη και
- β) η αφύγρανση

Οι ποσοστιαίες ποσότητες υπολειμμάτων ανά βάρος απορριμμάτων είναι οι εξής:

Υπολείμματα τα οποία εξέρχονται από τις εσχάρες	20 - 35%
Υπολείμματα τα οποία διαπερνούν τις εσχάρες	1 - 2%
Αιωρούμενα στερεά και σκόνη των φίλτρων	3 - 6%

Τα υπολείμματα συγκεντρώνονται σε χοάνες στο τέλος των εσχάρων και από εκεί με ιμάντες μεταφέρονται σε ειδικά μπάνια για ψύξη. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι υψηλές θερμοκρασίες της σκωρίας 600 - 900 °C.

Τα κυριότερα συστήματα απομάκρυνσης των υπολειμμάτων είναι:

- α) το πνευματικό σύστημα
- β) το σύστημα των κοχλιών και
- γ) το σύστημα με τις πλάκες παρεκκλίσεως

Στο τέλος της εσχάρας, βρίσκεται το φρεάτιο των υπολειμμάτων μέσω του οποίου πέφτουν τα υπολείμματα στο μπάνιο νερού για να σβήσουν. Η θερμότητα της προς σβέση σκωρίας εξαρτάται από την σύνθεση και θερμοκρασία που κυμαίνεται από 600 -1000 MJlt. Οι απαιτούμενες ποσότητες νερού για το σβήσιμο της σκωρίας είναι 3,5-6,0m³ ανά τόνο. Κατά την ψύξη με εξάτμιση μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την θερμότητα εξάτμισης. Αυτή εκτιμάται στο νερό σε 2500 KJlt.

Μ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνει κανείς εξοικονόμηση νερού. Το πλάτος του συστήματος απομάκρυνσης των υπολειμμάτων είναι συνήθως 80% του πλάτους των εσχάρων. Ως υλικό κατασκευής του μπάνιου χρησιμοποιείται η ασάλινη λαμαρίνα. Τα πλέον συνηθισμένα είδη είναι το σύστημα του ιγδιόχειρου, των δίσκων και των αλυσίδων. Ο όγκος του νερού ελέγχεται αυτόματα με μαγνητική βαλβίδα.

15. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι μοντέρνες εγκαταστάσεις καύσης των οικιακών απορριμμάτων έχουν βασικό σκοπό αφενός μεν να ελαττώσουν τον όγκο των απορριμμάτων αφετέρου να αξιοποιήσουν την θερμότητα. Μέσα μεταφοράς της ενέργειας είναι το υπέρθερμο νερό ή ο ατμός σε υψηλές πιέσεις. Στις εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας με ανάκτηση ενέργειας, ως επί το πλείστον, ανακτάται ατμός παρά υπέρθερμο νερό ή θερμός αέρας γιατί ο ατμός είναι πιο εύχρηστος στις εφαρμογές.

Εναλλακτικές μέθοδοι ανάκτησης ενέργειας είναι:

- α) Η θέρμανση
- β) Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και
- γ) Ο συνδυασμός θέρμανσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως μέσα μεταφοράς ενέργειας, στις εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας, παρατηρούνται το υπέρθερμο νερό ή ατμός με υψηλή πίεση.

Οι πιέσεις και οι θερμοκρασίες επιλέγονται βάσει των οικονομικών δυνατοτήτων και απαιτήσεων π.χ. για τους αγωγούς υπέρθερμου νερού εξετάζονται οι θερμοκρασίες των 200°C, 180°C, και 160°C.

Η τηλεθέρμανση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, με υπέρθερμο νερό ή με ατμό. Η μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε μηχανική επιτυγχάνεται με την τουρμπίνα.

Σύμφωνα με την ΕΡΑ λειτουργούν στις Ηνωμένες Πολιτείες 184 μονάδες καύσης οικιακών απορριμμάτων. Εξ' αυτών 147 παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ή ατμό.

Εκτιμάται ότι το 2000 η παραγωγή ενέργειας από 4,4GW που ήταν το 1990 θα φθάσει τα 10GW.

Στον πίνακα παρουσιάζεται η ενέργεια η οποία ανακτήθηκε στην Ολλανδία από την καύση των απορριμμάτων κατά την περίοδο 1990-1994.

Έτος	Ηλεκτρικό kwh/kg	Θερμότητα Mj/kg	Εξοικονόμηση καυσίμου* Mj/kg
1990	0.34	1.14	4.3
1991	0.37	1.20	4.7
1992	0.36	1.20	4.6
1993	0.39	1.10	4.7
1994	0.45	0.91	5.0

* ως προς το φυσικό αέριο (32 MJ/m³) δηλαδή 0,16m³ φυσικού αερίου ανά κιλό απορρίμματα

16. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Υπάρχει μια σειρά μεθόδων και συστημάτων επεξεργασία των στερεών υπολειμμάτων της καύσης των οικιακών απορριμμάτων.

Οι κυριότερες είναι:

- Μέθοδος διαχωρισμού
- Μέθοδος σταθεροποίησης – στερεοποίησης
- Μέθοδος έκπλυσης
- Μέθοδος παραγωγής δομικών υλικών
- Μέθοδος χαμηλών θερμοκρασιών
- Μέθοδος τήξης

Με την μέθοδο του διαχωρισμού, διαχωρίζονται τα μεταλλικά αντικείμενα, ενώ τα υπόλοιπα μετά την ταξινόμησή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην οδοποιία. Κατά την σταθεροποίηση-στερεοποίηση με την βοήθεια πρόσθετων υλικών επιτυγχάνεται ακινητοποίηση των τοξικών ουσιών, έτσι ώστε να μπορούν να εναποτεθούν με μεγαλύτερη ασφάλεια. Με την μέθοδο έκπλυσης απομακρύνονται τα ελαφρά διαλυτά άλατα και βαρέα μέταλλα. Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως προστάδιο της σταθεροποίησης-στερεοποίησης.

Η παραγωγή δομικών υλικών, επιτυγχάνεται από την ιπτάμενη τέφρα και τα στερεά υπολείμματα των μονάδων καθαρισμού των αερίων. Με την μέθοδο των χαμηλών θερμοκρασιών, επιτυγχάνεται αποδόμησης των οργανικών τοξικών ουσιών. Τέλος με την τήξη τα στερεά υπολείμματα μετατρέπονται σε υλικά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Προτεραιότητα στην επεξεργασία των υπολειμμάτων δίδεται στην ανάκτηση των μεταλλικών αντικειμένων καθώς και στην παραγωγή δομικών υλικών. Η σκωρία ψύχεται και καθορίζεται στους 60 °C.

Στα μπάνια ψύξης αυξάνεται η υγρασία και το βάρος της κατά 20-30%, γι' αυτό απαιτείται η αφύγρανσή της έτσι ώστε να φθάσει η υγρασία της στο 25% του βάρους της. Ο σίδηρος στη σκωρία αποτελεί και το πολυτιμότερο υλικό. Ο διαχωρισμός του επιτυγχάνεται με απλά ή πολύπλοκα συστήματα π.χ. ηλεκτρομαγνήτες ή συνδυασμός κοσκίνων, τεμαχιστών και ηλεκτρομαγνητών.

16.1 Θερμική επεξεργασία των υπολειμμάτων

Υπάρχουν αρκετά συστήματα θερμικής επεξεργασίας των υπολειμμάτων καύσης των απορριμμάτων. Κάθε ένα απ' αυτά τα συστήματα απαιτεί πετρέλαιο ή ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό καθιστά το κόστος αυτών των μεθόδων αρκετά δαπανηρή.

Η αδρανοποίηση των υπολειμμάτων καύσης των απορριμμάτων, μπορεί να επιτευχθεί με την μέθοδο της τήξης. Βασική προϋπόθεση εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι η γνώση των χημικών και ορυκτολογικών γνώσεων.

16.1.1 Μέθοδος Von Roll

Η εταιρεία Von Roll ανέπτυξε ένα σύστημα τήξης των υπολειμμάτων των εσχάρων. Τα υπολείμματα οδηγούνται στο θάλαμο τήξης, όπου η θερμοκρασία ανέρχεται στους 1500°C. Τα υγροποιημένα πλέον υπολείμματα ρέουν σε ένα μπάνιο ψύξης απ' όπου και απομακρύνονται. Η σκόνη των φίλτρων τήκεται στους 1750°C σε ειδικό καυστήρα και ακολούθως καταλήγει στο μπάνιο ψύξης. Τα παραγόμενα αέρια ψύχονται με αραίωση (αέρα) στους 700°C και οδηγούνται στο φλογοθάλαμο της εγκατάστασης.

16.1.2 Μέθοδος "ARS"

Σύμφωνα με την μέθοδο "ARS", τα στερεά υπολείμματα της καύσης, με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού κατανεμητή, οδηγούνται από τον φλογοθάλαμο ρευστοποιημένης κλίνης, στη γραμμή τήξης των υπολειμμάτων.

Πάνω από την γραμμή τήξης υπάρχει ένα σύστημα ρευστοποίησης της σκωρίας.

Η χοάνη της σκωρίας θερμαίνεται ηλεκτρικά. Πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η χρήση της απαιτούμενης ενέργειας, σχεδόν στο σύνολό της, από την ίδια την εγκατάσταση.

16.1.3 Μέθοδος Lusor

Οι εταιρείες Lurgi GmbH και N.Sorg GmbH & Co KG ανέπτυξαν μια μέθοδο αδρανοποίησης των υπολειμμάτων, σύμφωνα με την ημιξηρά μέθοδο καθαρισμού αερίων. Τα υπολείμματα με πρόσθετο υλικό τήκονται σε ηλεκτρικό φούρνο. Τα αέρια μετά την απομάκρυνση των σωματιδίων σε φίλτρα καθορίζονται με υγρό σύστημα καθαρισμού. Τα σωματίδια των φίλτρων επανέρχονται στο φούρνο τήξης. Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στην απομάκρυνση του υδραργύρου από τα απαέρια.

Η εταιρεία Asea Brown Boveri AG (ABB), ανέπτυξε μια μέθοδο αδρανοποίησης την οποία προσφέρει σε συνδυασμό με σύστημα καθαρισμού των αερίων της εταιρείας Flaekt. Ο φούρνος λειτουργεί σε θερμοκρασία 1200 °C.

16.2 Διάθεση των υπολειμμάτων της καύσης ως δομικό υλικό στην κατασκευή των δρόμων.

Τα υπολείμματα των εσχάρων, καθώς επίσης των εναλλακτών θερμότητας του ατμοπαραγωγού, χαρακτηρίζονται ως σκωρία.

Στο σύνολο των υπολειμμάτων το 50% είναι πραγματική σκωρία, το 35% γυαλί, το 10% κεραμικά και το 5% σιδηρούχα μέταλλα.

Τα υπολείμματα αυτά τεμαχίζονται μέχρι 50mm και ακολούθως απομακρύνονται με ηλεκτρομαγνήτη τα σιδηρούχα μέταλλα. Το υλικό αυτό μοιάζει με την άμμο και το χρώμα του είναι γκρι έως μαύρο. Βασικό κριτήριο της ποιότητας αυτού του υλικού είναι η περιεκτικότητα του σε άκαυστο υλικό, το οποίο είναι κυρίως οργανικές ενώσεις.

Στα εκπλύματα έχουν βρεθεί χλωρίδια, θειικά και σε πολύ μικρή περιεκτικότητα βαρέα μέταλλα.

Η πυκνότητά τους είναι μικρότερη απ' ότι το μίγμα άμμος - χαλίκι.

Αυτό οφείλεται στην ανομοιογένεια του μεγέθους των κόκκων και του πορώδους χαρακτήρα του.

Ως προς την αντοχή και σταθερότητα δεν διαφέρει κατά πολύ από τα φυσικά. Για να χρησιμοποιηθεί όμως η στάχτη στη κατασκευή των δρόμων, απαιτείται παραμονή της στο νερό τουλάχιστον για έξι μήνες. Μ' αυτό τον τρόπο αποκλείονται τα αρνητικά φαινόμενα. Σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητη η επικάλυψη αυτών των υλικών με άσφαλτο. Σε επιτόπια έρευνα απεδείχθη ότι στα εκπλύματα υπάρχουν αλκαλικά άλατα. Τα μέταλλα στο μεγαλύτερο μέρος τους βρίσκονται ως οξειδία, υδροξειδία.

16.3 Στερεοποίηση-σταθεροποίηση

Η στερεοποίηση – σταθεροποίηση, είναι μια τεχνολογία που αφορά τη διαχείριση τοξικών αποβλήτων, κατά την οποία, το απόβλητο αναμειγνύεται με υλικά, που συντελούν στη δημιουργία στερεάς δομής με παράλληλη κατακράτηση των τοξικών μέσα στη δομή αυτή.

Οι μέθοδοι στερεοποίησης-σταθεροποίησης επιτυγχάνουν:

- Βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων, παράγοντας ένα στερεό από υγρά ή ημίρρευστα απόβλητα, με αποτέλεσμα να διευκολύνουν έτσι το χειρισμό τους.
- Μείωση της διαλυτότητας των εμπεριεχομένων στο απόβλητο ρυπαντών, από το σταθεροποιημένο προϊόν.
- Ελάττωση της εκτιθέμενης επιφανείας του αποβλήτου, δια μέσου της οποίας επιτυγχάνεται μεταφορά ή απώλεια ρυπαντών.

Χρησιμοποιούνται οι όροι με την ακόλουθη σημασία:

Στερεοποίηση

Αναφέρεται στην παραγωγή στερεού, συμπαγούς μάζας με επαρκή δομική ακεραιότητα, για να μεταφέρεται, με κάποια συμβατού μεγέθους τεμάχια, χωρίς να χρειάζεται δευτερεύων περιέκτης.

Σταθεροποίηση

Αφορά μεθόδους με τις οποίες το απόβλητο μετατρέπεται σε μια περισσότερο σταθερή χημική μορφή

Χημική σταθεροποίηση

Σημαίνει μετατροπή των τοξικών ουσιών σε μια νέα μη τοξική μορφή.

Φυσική σταθεροποίηση

Περιλαμβάνει συγχώνευση της λάσπης ή του ημίρρευστου αποβλήτου με ένα υλικό, όπως ιπτάμενη τέφρα, με σκοπό την παραγωγή ξηρού, εύκολα μεταφερόμενου προϊόντος, με αποδεκτές περιβαλλοντικά ιδιότητες.

Ως πρόσθετα των μεθόδων στερεοποίησης-σταθεροποίησης, μπορούν τοποθετηθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες ανόργανα και οργανικά.

Το πλείστο των ανόργανων συστημάτων περιλαμβάνουν ποικίλους συνδυασμούς υδραυλικών, τσιμεντών, ασβέστου, ποζολανών, γύψου και πολυολεφίνες και ουρία-φορμαλδεύδη.

Συνδυασμοί ανοργάνων και οργανικών συστημάτων επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως, γη διατόμων με τσιμέντο-πολυστερένιο και πολυουρεθάνη-τσιμέντο.

Η γνώση των χρησιμοποιημένων συστημάτων στερεοποίησης-σταθεροποίησης των αποβλήτων, η οποία είναι μεγάλης σημασίας για την εκτίμηση και επιλογή μιας ειδικής μεθόδου, οδηγεί στην επίγνωση των απαιτήσεων της μεθόδου, της πιθανής απαιτήσεως προεπεξεργασίας των αποβλήτων, των αλληλεπιδράσεων αποβλήτου πρόσθετων και του αναμενόμενου προϊόντος προς διάθεση. Οι μηχανισμοί δέσμευσης των τοξικών ουσιών, που έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της κινητικότητας τους, περιλαμβάνουν:

Ρόφηση (Sorption)

Περιλαμβάνει προσθήκη ενός στερεού για την κατακράτηση του ελεύθερου υγρού του αποβλήτου. Ως παράδειγμα αναφέρεται ενεργός άνθρακας, άνυδρο πυριτικό νάτριο, γύψος, άργιλος και παρόμοια υλικά.

Αντιδράσεις ασβέστου - ιπτάμενης τέφρας

Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες κόνιες, σε μεθόδους χημικής σταθεροποίησης, είναι η ιπτάμενη τέφρα και η σκόνη από τσιμεντοκλιβάνους. Τα ποζολανικά αυτά υλικά δίνουν παρόμοιες αντιδράσεις με τους ζεολίθους, με εναλλαγή των ιόντων τους. Το πλείστο

των ποζολανικών αντιδράσεων, αναφέρεται στη δημιουργία ενυδατωμένων ενώσεων (π.χ. ένυδρο πυριτικό τριασβέστιο), όπως γίνεται και κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου με αποτέλεσμα τη μικροέγκλειση των αποβλήτων σε μια πηγματώδη (gel) μήτρα.

Δράσεις τσιμέντου Portland - αποβλήτου

Ο μηχανισμός της σταθεροποίησης βασίζεται στην παραγωγή ενυδατωμένων προϊόντων από πυριτικές ενώσεις. Το ασβεστοπυριτικό ένυδρο πήγμα (gel) που δημιουργείται διογκούνται και σχηματίζει μήτρα συντιθέμενη από συνδεδεμένα πυριτικά ινίδια και ένυδρα προϊόντα.

Τα βαρέα μέταλλα των αποβλήτων μετατρέπονται σε υδροξείδια και πυριτικά άλατα στο αλκαλικό περιβάλλον της πάστας του τσιμέντου και κατακρατούνται μέσα στους πόρους αυτής. Απόβλητα τα οποία περιέχουν οργανικό φορτίο, δεν δίδουν εύκολα ικανοποιητικά αποτελέσματα με το τσιμέντο.

16.4 Μικροέγκλειση με θερμοπλαστικά

Το απόβλητο αναμιγνύεται με θερμοπλαστικά υλικά, πολυμερή δηλαδή υλικά, συνήθως γραμμικά, με λίγες αν υπάρχουν διακλαδώσεις όπως, άσφαλτος, πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο και νάιλον. Η φυσική παγίδευση είναι ο κυριότερος μηχανισμός κατακράτησης του αποβλήτου.

Μακροέγκλειση

Η μακροέγκλειση βασίζεται στην παγίδευση του αποβλήτου, σε μια μορφή επεξεργασμένη ή όχι, μέσα σε ένα αδρανές και αδιαπέραστο κάλυμμα. Για να αποφευχθεί η διάβρωση του περιέκτη, ενισχύεται με μια επικάλυψη π.χ. ίνες υάλου ενισχυμένες με εποξειδικές ρητίνες και πολυουρεθανικές ρητίνες. Το μίγμα επικαλύπτει τον περιέκτη και προστατεύει το περιεχόμενο από την έκπλυση και τις μηχανικές πιέσεις. Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων στερεοποίησης-σταθεροποίησης κρίνεται από τα ακόλουθα:

- Χρόνο πήξης
- Φυσικές ιδιότητες προϊόντος
- Εκπλυσιμότητα των τοξικών συστατικών στα υπολείμματα της καύσης

Οι φυσικές ιδιότητες, όπως, η πυκνότητα και η αντοχή σε θλίψη, είναι σημαντικά χαρακτηριστικά του προϊόντος.

Τα επεξεργασμένα υπολείμματα της καύσης, με τη μέθοδο της στερεοποίησης-σταθεροποίησης, μπορούν να διατεθούν βάση της ισχύουσας νομοθεσίας και αφού φυσικά πληρούν τις προϋποθέσεις, όσον αφορά μια σειρά παραμέτρων π.χ. εκπλυσιμότητα, αντοχές, σταθερότητα δομής, ως μη επικίνδυνα είτε με τη μέθοδο μονοδιάθεσης σε συμπαγείς μορφές είτε με τη μέθοδο συνδιάθεσης με οικιακά απορρίμματα.

16.5 Μονοδιάθεση (Ελεγχόμενη Εναπόθεση) των υπολειμμάτων

Η ελεγχόμενη εναπόθεση των υπολειμμάτων της καύσης (σκωρίας), γίνεται με τη μέθοδο της Υγειονομικής Ταφής των επικίνδυνων αποβλήτων. Συνήθως η εναπόθεσή τους γίνεται μετά από σταθεροποίηση-στερεοποίησή τους.

17. ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος θερμικής επεξεργασίας των αποβλήτων είναι η καύση. Παρότι αναπτύχθηκε μεγάλη πρόοδος στην τεχνολογία της καύσης εξακολουθούν και υπάρχουν μερικά κενά, ιδιαίτερα στο τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος. Με στόχο την καλύτερευση της θερμικής επεξεργασίας, οδηγήθηκαν οι ερευνητές στην θερμική διάσπαση των οργανικών χωρίς ή με ελάχιστη την παρουσία του ελεύθερου οξυγόνου δηλ. στην Πυρόλυση.

Η μετατροπή των απορριμμάτων, είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο και περιλαμβάνει πολλαπλές φυσικές και χημικές διαδικασίες.

Στη πυρόλυση των απορριμμάτων, κύριο λόγο έχουν τα οργανικά υλικά. Εκτιμάται ότι το ποσοστό των οργανικών στα οικιακά απορρίμματα κυμαίνεται μεταξύ 50%-60% (χαρτί, υπολείμματα κουζίνας, δέρμα, υφάσματα, ξύλο). Άλλη μια επίσης σπουδαία παράμετρος, είναι η υγρασία των απορριμμάτων η οποία στα ελληνικά απορρίμματα είναι μεγαλύτερη του 30%. Κατά την πυρόλυση των απορριμμάτων παράγονται τα προϊόντα κώκ, καύσιμη ύλη, αέριο και νερό. Η ποσότητα και ποιότητα αυτών των προϊόντων εξαρτώνται, από την πρώτη ύλη (απορρίμματα), τον αντιδραστήρα και τις συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης.

Τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα κατά την πυρόλυση είναι :

1. Η ξήρανση (100-200 °C)
2. Διάσπαση της οξειδωσης, αποθείωση, αρχή της διάσπασης του υδρόθειου και διοξειδίου του άνθρακα (250 °C)
3. Διάσπαση των συνδέσμων των αλιφατικών ενώσεων. (Αρχή του διαχωρισμού του μεθανίου και άλλων αλιφατικών ενώσεων 340 °C)
4. Εμπλουτισμός του υλικού σε άνθρακα (380 °C)
5. Διάσπαση των δεσμών του άνθρακα-οξυγόνου και άνθρακα-αζώτου (400 °C)
6. Μετατροπή των πισσασφαλούχων υλικών σε καύσιμη ύλη και πίσσα (400 °C έως 600 °C)
7. Σχάση των πισσασφαλούχων υλικών, σε υλικά ανθεκτικά στη θερμότητα. Δημιουργία αρωματικών ενώσεων (600 °C)
8. Θερμική δημιουργία σε βενζόλιο και άλλες αρωματικές ενώσεις απονδρογόνωση του βουταδιενίου κλπ. (>600 °C)

Τα παραγόμενα προϊόντα διαφέρουν στη σύνθεσή τους και εξαρτώνται από τη θερμοκρασία της αντίδρασης, την πίεση στον αντιδραστήρα και την ποσότητα του αέρα η οποία εισέρχεται στον αντιδραστήρα.

Το αέριο αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη γιατί δεν περιέχει σωματίδια και οργανικά οξέα. Το αέριο της πυρόλυσης χρησιμοποιείται αποκλειστικά στους θαλάμους μετάκαυσης.

Τα απορρίμματα όταν εισέλθουν στον αντιδραστήρα θερμαίνονται και ξηραίνονται στους 100 °C, όπου και απομακρύνεται το νερό με την μορφή του ατμού. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας αρχίζει η πυρολυτική διαδικασία.

Ελευθερώνονται οι υδρογονάνθρακες έως ότου μείνει ένα στερεό υπόλειμμα το κώκ. Τα παραγόμενα αέρια της πυρόλυσης λαμβάνουν την υψηλή θερμοκρασία και διασπώνται σε χαμηλομοριακούς υδρογονάνθρακες.

Πλεονεκτήματα της πυρόλυσης, ως προς το περιβάλλον είναι, αφενός ο μικρός όγκος των αερίων σε σύγκριση με τα καπναέρια της καύσης, αφετέρου η μειωμένη συγκέντρωση των επιβλαβών ουσιών στα υπολείμματα.

Ο συντελεστής μείωσης υπολογίζεται σε 5-20 φορές λιγότερο.

Ως αντιδραστήρες για την πυρόλυση των απορριμμάτων ή RDF χρησιμοποιούνται οι λέβητες τήξης, οι κλασσικοί κλίβανοι, οι περιστροφικοί ή μη κλίβανοι, ή τύμπανα και οι αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης.

17.1 Λέβητες για την καύση - ψύξη των αερίων πυρόλυσης

Υπάρχουν διάφορα είδη λεβήτων για τα αέρια πυρόλυσης. Κυριότεροι απ' αυτούς είναι:

- α) Οι λέβητες με εξωτερικό θάλαμο καύσης και
- β) Οι λέβητες με ενσωματωμένο φλογοθάλαμο

17.2 Υπολείμματα

Υπάρχει μια διαφορά μεταξύ των κώκ πυρόλυσης, τα οποία προέρχονται από χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες. Στα κώκ με χαμηλές θερμοκρασίες, μετά από πειράματα έκπλυσης, παρατηρείται κορεσμός μετά από 45 ημέρες, ενώ για τα κώκ που προέρχονται από υψηλές θερμοκρασίες, μετά από 73 ημέρες.

Η περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα, εξαρτάται επίσης από το ύψος των θερμοκρασιών.

Κατά την πυρόλυση της οργανικής ύλης παράγονται πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις. Αντίθετα, η ποσότητα σε διοξίνες και φουράνες, είναι πολύ μικρότερη από την καύση των απορριμμάτων γιατί, για το σχηματισμό της απαιτείται οξυγόνο.

Η πυρόλυση έχει εκτός από τα περιβαλλοντικά, τα εξής άλλα πλεονεκτήματα:

- Μπορεί να εφαρμοσθεί και για μικρές ποσότητες απορριμμάτων
- Κερδίζει κανείς ενέργεια και πρώτες ύλες
- Τα προϊόντα τα οποία ανακτώνται (ενέργεια) μπορούν χωρίς πρόβλημα να αποθηκευθούν
- Ευελιξία σε αλλαγή σύνθεσης των απορριμμάτων

17.3 Μέθοδος Destrugas

Τα απορρίμματα τεμαχίζονται και με κατάλληλο δοσομετρικό σύστημα οδηγούνται στον αντιδραστήρα πυρόλυσης. Η τροφοδοσία είναι συνεχής από επάνω προς τα κάτω. Τα παραγόμενα αέρια απομακρύνονται και επεξεργάζονται στη μονάδα καθαρισμού των αερίων. Ο αντιδραστήρας είναι κατασκευασμένος από πυρίμαχα υλικά και ασάλινο περίβλημα. Τα καθαρά αέρια της πυρόλυσης καίγονται, σε ειδικούς θαλάμους, με την βοήθεια κατάλληλου καυστήρα. Η θερμοκρασία η οποία αναπτύσσεται είναι περίπου 1200 °C. Κάτω από κάθε αντιδραστήρα υπάρχει ο θάλαμος για τα κώκ, με το σύστημα απομάκρυνσής τους. Όλο το σύστημα είναι αεροστεγώς κλεισμένο.

Από 1kg απορριμμάτων παράγονται 0,337 kg/αερίων με 2,1% H₂O, 0,365kg κώκ 0,291 kg νερού και 0,007 kg υπολειμμάτων.

17.4 Στερεά Υπολείμματα Πυρόλυσης

Τα στερεά υπολείμματα μιας πυρόλυσης υπολογίζονται στο 35%, στην περίπτωση του περιστροφικού κυλίνδρου και περίπου 4 - 5% στάχτες κυκλώνα και φίλτρου.

Το 20% αυτών των υπολειμμάτων είναι άνθρακας.

Μια δυνατότητα αντιμετώπισής τους, εκτός από την διάθεσή τους σε μονάδες τοξικών αποβλήτων, είναι η τήξη τους ή κεραμοποίησή τους.

Οι εταιρείες Babcock και Siemens εμπλουτίζουν τα υπολείμματα με άνθρακα, σε ποσοστό 30% - 40% και στη συνέχεια ξεκινά η διαδικασία της τήξης.

18. ΥΔΡΟΓΟΝΩΣΗ - ΥΔΡΟΛΥΣΗ - ΑΠΑΕΡΙΩΣΗ

Υδρογόνωση είναι η αντικατάσταση υλικών π.χ. άνθρακα και χημικών μακρομορίων με υδρογόνο, υπό πίεση και με αύξηση της θερμοκρασίας. Υδρόλυση είναι η διάσπαση μιας χημικής ένωσης με νερό.

Η Υδρογόνωση επιτυγχάνεται με την παρουσία του υδρογόνου, σε θερμοκρασίες μεταξύ 440°C έως 480°C, με πίεση περίπου 300 bar, διασπώνται τα μακρομόρια σε μικρότερα μόρια. Μ' αυτό τον τρόπο μετατρέπονται οι πολυολεφίνες και τα πολυαμίδια σε αέριους και υγρούς υδρογονάνθρακες. Το οξυγόνο, το άζωτο, το χλώριο και το θείο διασπώνται και δημιουργούνται νερό, αμμωνία, υδροχλωρικό οξύ και υδρόθειο.

Κατά την υδρογόνωση των παλαιών πλαστικών παράγεται κατά την διάσπαση μια σειρά προϊόντων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πλαστικού.

Για την χρήση των πλαστικών υπάρχει και η μέθοδος της υδρόλυσης. Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η παραγωγή μονομερών μέσω χημικών αντιδράσεων από τα παλαιά πλαστικά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με νερό, αλκοόλη σε υψηλές θερμοκρασίες.

Και οι δύο παραπάνω μέθοδοι, είναι αρκετά ακριβείς και οικονομικά ασύμφωρες. Απαιρίωση είναι η εν μέρει οξείδωση του οργανικού κλάσματος σε συνθετικό αέριο. Το αέριο αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), υδρογόνο (H₂), υδρατμούς και μεθάνιο (CH₄). Κατά το παρελθόν έχουν αναπτυχθεί μια σειρά αντιδραστήρων για την απαερίωση του άνθρακα. Στην απαερίωση των απορριμμάτων, αναπτύσσεται θερμοκρασία 1600°C με υποστοιχειομετρική παροχή οξυγόνου.

Το παραγόμενο συνθετικό αέριο, πριν χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες, τουρμπίνες, καύση κ.λ.π. πρέπει να καθαρισθεί.

Τα στερεά υπολείμματα από την θερμική επεξεργασία βρίσκονται σε υαλοποιημένη μορφή.

Πλεονέκτημα της απαερίωσης είναι, ο μικρός απαιτούμενος χώρος για την κατασκευή της εγκατάστασης, καθώς και οι μικρές ποσότητες των παραγομένων αερίων και υπολειμμάτων.

Μεγάλης σημασίας παράγοντα, αποτελεί η προεπεξεργασία των απορριμμάτων. Η προεπεξεργασία (πυρόλυση), μπορεί να είναι συνδεδεμένη ή μη συνδεδεμένη. Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η μέθοδος Thermoselect.

Με την συνδεδεμένη μέθοδο επιτυγχάνεται καλύτερη χρήση ενέργειας.

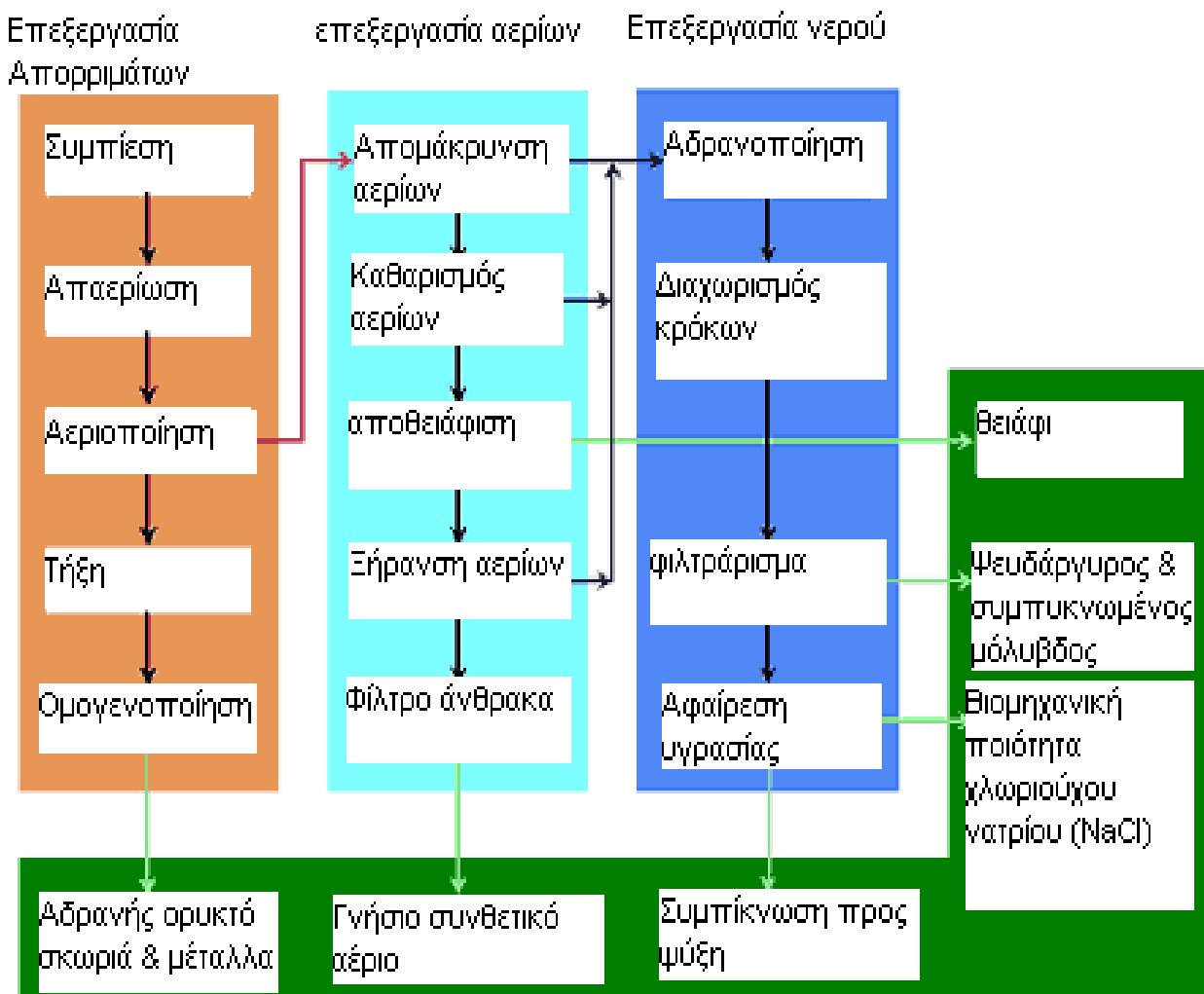
Η διαδικασία Thermoselect, επιτυγχάνει την πλήρη μετατροπή των αποβλήτων σε μια διαδικασία κλειστών βρόγχων, βασισμένη στην αεριοποίηση υψηλής θερμοκρασίας, με έναν παραταθέντα χρόνο κατοικιών για τα αέρια διαδικασίας.

Ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και μακροχρόνιου χρόνου κατοικιών, καταστρέφει ακόμη και τις πιο σύνθετες οργανικές ενώσεις και παράγει ένα ανακτήσιμο αέριο σύνθεσης. Οποιαδήποτε υπόλοιπα όξινα αέρια και πτητικά βαριά μέταλλα, αντιμετωπίζονται και ανακτώνται στο εργοστάσιο. Τα όξινα αέρια αντιμετωπίζονται και ανακτώνται ως άλατα. Οι εκπομπές μειώνονται εντυπωσιακά και προκύπτουν πρώτιστα από την καύση του καθαρού αερίου σύνθεσης για να παραγάγουν τη θερμότητα για τη διαδικασία και μέσω της χρήσης των μηχανών αερίου υψηλής αποδοτικότητας, για να παραγάγουν την ηλεκτρική ενέργεια. Η διαδικασία αναπτύσσει το ικανοποιητικό αέριο σύνθεσης, για να θερμάνει και να τροφοδοτήσει τη δυνατότητα με την υπερβολική ηλεκτρική ενέργεια διαθέσιμη για την πώληση. Τα αδρανή συστατικά του ρεύματος αποβλήτων επεξεργάζονται για να παραγάγουν ένα χρήσιμο συνολικό υλικό κατασκευής και ένα κράμα μετάλλων. Και τα δύο υλικά είναι αδρανή, μη τοξικά προϊόντα. Όλο το παραγόμενο ύδωρ ανακτάται, καθαρίζεται, και επαναχρησιμοποιείται, εξαλείφοντας κατά συνέπεια την ανάγκη να απαλλαχθεί οποιοδήποτε ύδωρ διαδικασίας από το εργοστάσιο.

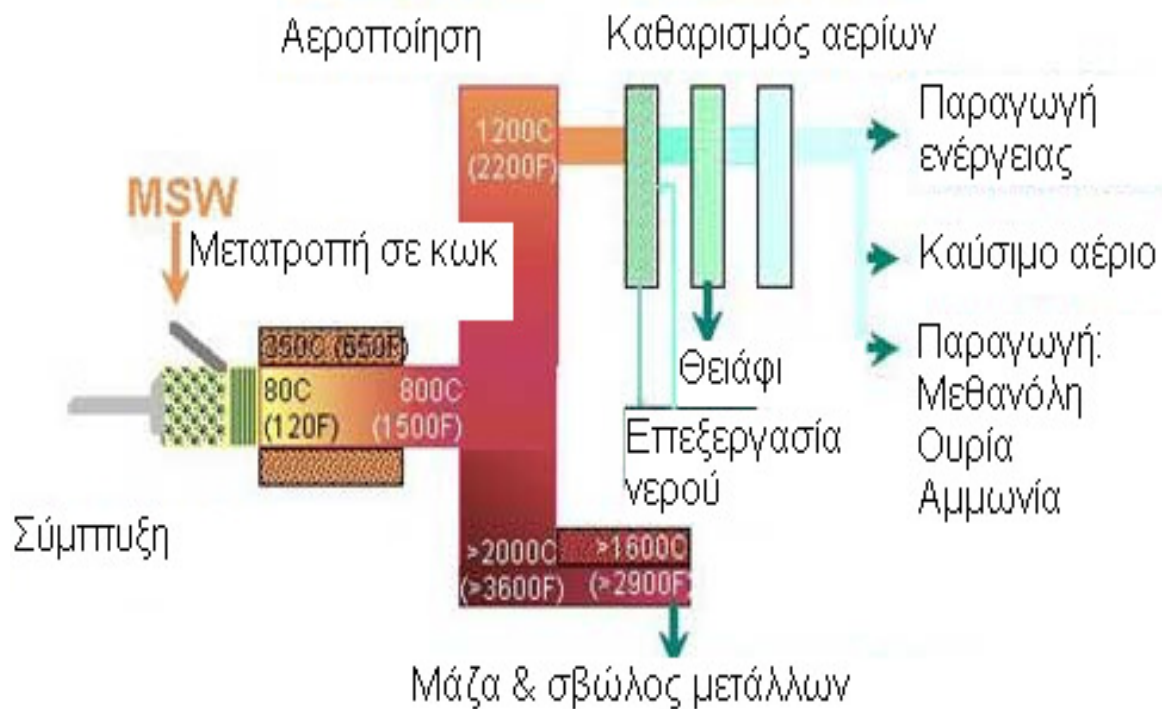
Τα ουσιαστικές βήματα και οι αρχές αυτής της διαδικασίας περιγράφονται εικονογραφημένα στην εικόνα 1 και εικόνα 2 και προφορικά στο ακόλουθο κείμενο:

THERMOSELECT

ΕΙΚΟΝΑ 1



ΕΙΚΟΝΑ 2



18.1 Γραμμή επεξεργασίας

18.1.1 Συμπύεση αποβλήτων

Τα μη επεξεργασμένα δημοτικά στερεά απόβλητα, έχουν μια χαμηλή πυκνότητα και απαιτούν πολύ διάστημα. Η διαδικασία Thermoselect χρησιμοποιεί τους τυποποιημένους ευθύγραμμους τύπους μετάλλων απορριμμάτων, για να συμπιέσει τα απόβλητα και να αυξήσει τη γενική πυκνότητά της. Για να ολοκληρώσουν αυτό, οι τύποι, που έχουν δοκιμαστεί λεπτομερώς και έχουν εξεταστεί σε πάνω από 30 έτη βιομηχανικής λειτουργίας χρησιμοποιούνται. Τα απορρίμματα συμπιέζονται σε περίπου 10% του αρχικού όγκου του. Η συμπύεση οδηγεί στα ιδιαίτερα συμπιεσμένα πακέτα των ομοανακατευμένων αποβλήτων, όπου η υγρασία που περιλαμβάνεται φυσικά στα απορρίμματα, γίνεται ομοιόμορφα διανεμημένη. Κατά συνέπεια, η υπόλοιπη περιεκτικότητα σε αέρα στα συμπιεσμένα πακέτα απορριμμάτων, μειώνεται στο ελάχιστο.

18.1.2 Εξαέρωση

Τα ιδιαίτερα συμπιεσμένα πακέτα απορριμμάτων, ωθούνται άμεσα σε μια πίεση - ανθεκτικό κανάλι για να διαμορφώσουν ένα gas-tight "βούλωμα." Σε αυτό το κανάλι, τα απορρίμματα θερμαίνονται εντατικά από τη διεξαγωγή. Η θερμότητα (300°C / 570°F) ατμοποιεί την πτητική μερίδα των αποβλήτων που είναι πρώτιστα ύδωρ. Τα καυτά μόρια αερίου, ειδικά εκείνοι του υδρατμού, δημιουργούν ενέργεια μεταφοράς στην περαιτέρω θερμότητα στα πακέτα αποβλήτων. Αυτά τα καυτά αέρια διατρέχουν το θερμαινόμενο

κανάλι και εισάγονται στο επόμενο στάδιο, στην αίθουσα υψηλής θερμοκρασίας (HTC). Το οργανικό μέρος των συμπιεσμένων πακέτων εξαερώνεται και μετατρέπεται στον άνθρακα. Το ανόργανο θέμα μεταλλεύματος και μετάλλων είναι παγιδευμένο στο ανθρακωμένο υλικό. Τα καυτά πακέτα άνθρακα, με τα παγιδευμένα ανόργανα συστατικά, κινούνται συνεχώς προς τα εμπρός, προς το επόμενο στάδιο, με την τροφοδότηση των νέων πακέτων απορριμμάτων στο κανάλι εξαέρωσης. Όλα τα αέρια που ατμοποιούνται από τα πακέτα ρέουν συνεχώς από το κανάλι εξαέρωσης HTC.

18.1.3 Αεριοποίηση υψηλής θερμοκρασίας

Το σπάσιμο πακέτων άνθρακα, χώρια ως άνθρακας και οι ανόργανες μερίδες, εισάγουν την αίθουσα αεριοποίησης υψηλής θερμοκρασίας (HTC). Το οξυγόνο εισάγεται, παρέχοντας ένα μέσο αεριοποίησης υψηλής θερμοκρασίας. Το οξυγόνο, παρουσία του ατμού, εξασφαλίζει ότι, όλες οι χημικές αντιδράσεις εμφανίζονται γρήγορα. Οι ουσιαστικές διαδικασίες είναι:

- α. Όλες οι οργανικές ενώσεις καταστρέφονται εντελώς και αποσυντίθενται θερμικά στα ατομικά επίπεδα.
- β. Ένα αέριο σύνθεσης διαμορφώνεται ως άνθρακας, οξυγόνο, αέρια υδρογονανθράκων, και το ύδωρ, συνδυάζει Degasification και ελλείπει του αέρα παράγει μια συνεχή ροή του άνθρακα, στη βασισμένη διαδικασία αεριοποίησης υψηλής θερμοκρασίας στο οξυγόνο, με συνέπεια έναν ακατέργαστο όγκο αερίου σύνθεσης περίπου 800 Nm^3 (28.000 κυβικά πόδια), ανά τόνο της εισαγωγής αποβλήτων, ανάλογα με το περιεχόμενο θερμότητας των αποβλήτων. Αυτή η διαδικασία για το αέριο σύνθεσης έχει χρησιμοποιηθεί για περισσότερο από 60 έτη. Η σημαντική εμπειρία βιομηχανίας βεβαιώνει την ακεραιότητα και την ασφάλεια του σχεδίου και της λειτουργίας των εξαερωτών, στις διάφορες θερμοκρασίες και τις πιέσεις.
- γ. Τα μεταλλεύματα και τα μέταλλα στα απόβλητα, είναι υγροποιημένα και καθαρισμένα από την οξειδωση, με συνέπεια τη συνολική μετατροπή όλου του παγιδευμένου άνθρακα. Το μέταλλο, το ορυκτό προϊόν, ανακτάται υπό μορφή αδρανούς και μη τοξικού υλικού, που συναντά τα τοξικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπείας προστασίας του αμερικανικού περιβάλλοντος, διυλίζοντας τα πρότυπα δοκιμής εκλεκτικής προσρόφησης διαδικασίας. Η μεταλλουργία και οι βιομηχανίες γυαλιού, έχουν αναπτύξει τις μεθόδους για αυτά τα υλικά, στα χρήσιμα προϊόντα.

18.1.4 Επεξεργασία αερίου σύνθεσης

Το αέριο σύνθεσης και άλλα συστατικά του ρεύματος αερίου, βγάζουν το HTC σε μια θερμοκρασία 1.200°C (2.200°F) και είναι shock-cooled κατωτέρω σε 95°C (200°F), λιγότερο από το ένα τρίτο ενός δευτερολέπτου που χρησιμοποιεί ένα όξινο ύδωρ. Τα λειωμένα ορυκτά μόρια, τα βαριά μέταλλα και σε μερικές περιπτώσεις, τα ίχνη άνθρακα που μπορούν να φερθούν μαζί με το αέριο, συλλέγονται, αποσβήνουν το ύδωρ και αφαιρούνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του ύδατος. Η γρήγορη ψύξη του ρεύματος καυτού αερίου, ελλείπει του οξυγόνου, αποτρέπει μια σύνθεση "de-pono" (νέος σχηματισμός) των ενώσεων διοξινίων και φουρανίου. Ένα αλκαλικό πλύσιμο, βεβαιώνει την αφαίρεση των όξινων αερίων. Ένας λεπτός τρίφτης σκόνης αφαιρεί τα λεπτά μόρια σκόνης. Το Sulgur αφαιρείται από το αέριο σύνθεσης στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας και ανακτάται ως στοιχειώδες θείο. Τέλος, το αέριο σύνθεσης τρίβει με tri-ethylene τη γλυκόλη για να μειώσει την περιεκτικότητά του σε υγρασία.

18.1.5 Κατεργασία ύδατος

Οι λύσεις τριψίματος που παράγονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καθαρισμού αερίου, υποβάλλονται στις συμβατικές χημικές υλικές διαδικασίες separation. Τα προϊόντα από τον καθαρισμό αερίου και τη διαδικασία ανάκαμψης ύδατος, περιλαμβάνουν, το βιομηχανικό χλωριούχο νάτριο (άλας), το στοιχειώδες θείο και ένα χωριστό ίζημα που περιέχει τα βαριά μέταλλα. Το ίζημα συγκεντρώνεται για να παραγάγει ένα υλικό που είναι αρκετά πλούσιο στον ψευδάργυρο και μόλυβδο, που υποβάλλονται σε επεξεργασία στους χύτες για να ανακτήσει αυτά τα δύο μέταλλα. Όλο το υπόλοιπο ύδωρ από αυτήν την διαδικασία ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται μέσα στο σύστημα. Κανένα ύδωρ διαδικασίας δεν απαλλάσσεται από τις εγκαταστάσεις.

18.1.6 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Καθαρό με ηλεκτρική ενέργεια μετασχηματίζεται άμεσα σε ηλεκτρικό αέριο. Αργόστροφες μηχανές αερίου στην σύνθεση χρησιμοποιούν ενέργεια που οδηγούνται από υψηλές γεννήτριες. Χρησιμοποιείται αέριο και ενέργεια μηχανών, θερμαίνει το κανάλι εξαέρωσης, για να παρέχει τη θερμότητα, στο στάδιο εξάτμισης του ύδατος κατά τη διαδικασία κατεργασίας.

18.1.7 Άλλες χρήσεις αερίου σύνθεσης

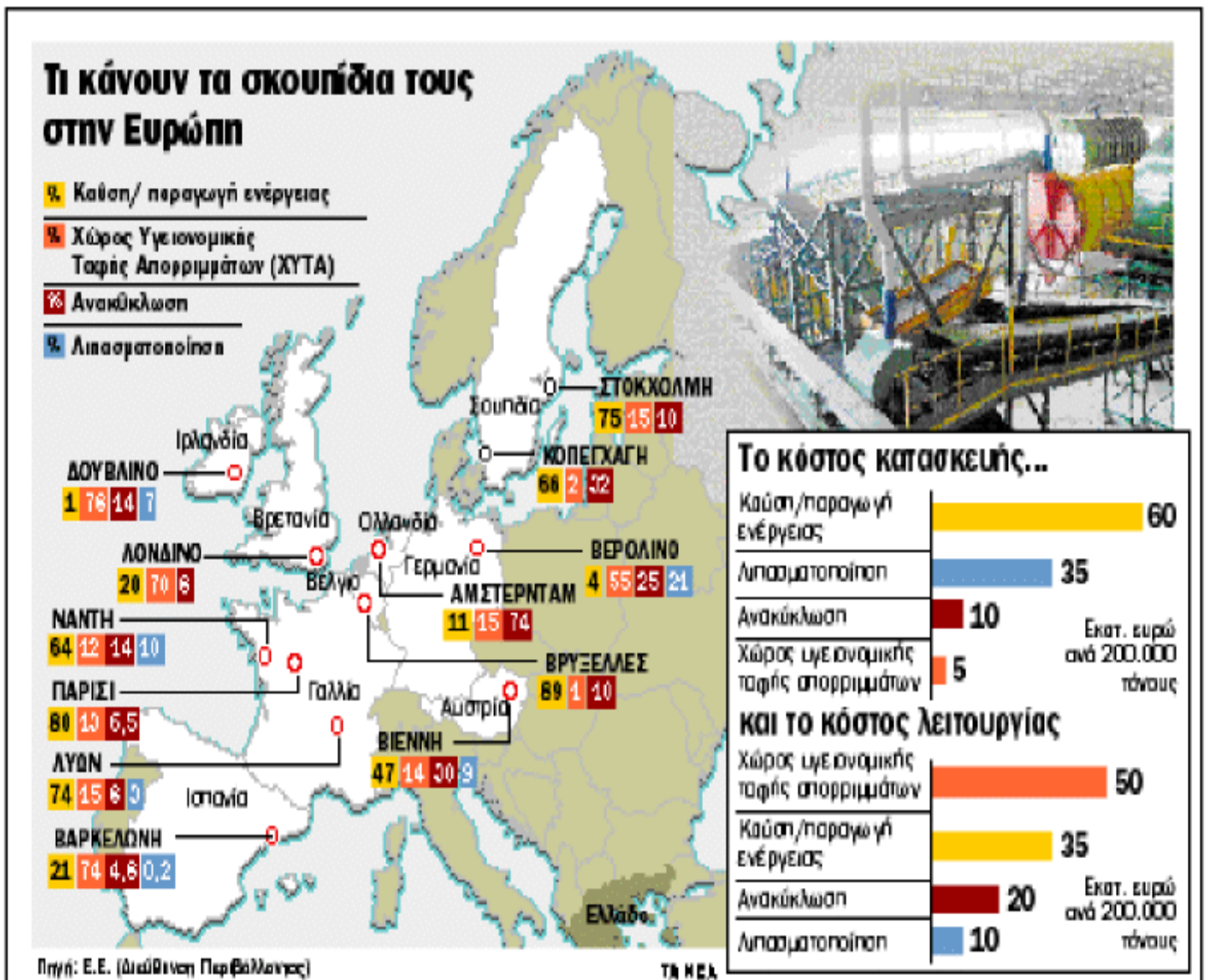
Το αέριο σύνθεσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αέριο καυσίμων ή να κατασκευάσει τη μεθανόλη, αμμωνία ή την ουρία.

19. ΑΠΟ 4 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ Η ΕΛΛΑΔΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Κάνουν τα σκουπίδια τους... χρυσάφι

Πώς διαχειρίζονται τα απορρίμματα οι άλλες ευρωπαϊκές πόλεις;

Στο Άμστερνταμ ανακυκλώνεται το 74% των σκουπιδιών, στην Κοπεγχάγη το 32%, στη Βιέννη το 30% και στο Βερολίνο το 25%. Το Παρίσι καίει σε ειδικές μονάδες καύσης το 80% των σκουπιδιών του, ενώ οι Βρυξέλλες το 89%.



Η μία μετά την άλλη οι ευρωπαϊκές πόλεις, στρέφονται στις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης των σκουπιδιών τους, εφαρμόζοντας στην πράξη ιδέες, όπως «ελαχιστοποίηση του όγκου», ανακύκλωση υλικών, καύση και λιπασματοποίηση.

Η ελληνική πρωτεύουσα, απουσιάζει από όλους τους πίνακες με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που αφορούν τις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων. Η Αθήνα (το Λεκανοπέδιο παράγει 4.500 τόνους σκουπιδιών ημερησίως) είναι ίσως η τελευταία ευρωπαϊκή πρωτεύουσα που αποκτά εργοστάσιο ανακύκλωσης γυαλιού, αλουμινίου, χαρτιού. Και αυτό ακόμα λειτουργεί δοκιμαστικά, εξαιτίας της πρόσφατης κατολίθησης στη χωματερή των Ανώ Λιοσίων.

«*Τείνει να γίνει ευρέως αποδεκτό ότι, η εδαφική διάθεση σε ΧΥΤΑ έρχεται τελευταία σε προτεραιότητα, ως μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων*», επισημαίνει ο Αλέξανδρος Ζαχάρωφ, δρ. χημικός-μηχανικός περιβαλλοντολόγος.

Ευκαιρία. Το πρόβλημα με τα σκουπίδια στην Αττική, δίνει ίσως μια μοναδική ευκαιρία στη χώρα μας, να εφαρμόσει καινοτόμους μεθόδους διαχείρισης και να ακολουθήσει αποτελεσματική στρατηγική σε ευρωπαϊκή διάσταση.

Ιεράρχηση. Ήδη, με την πρόσφατη οδηγία της, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει μια ιεραρχική σειρά προτίμησης για τις επιλογές διαχείρισης των απορριμμάτων:

- Ελαχιστοποίηση παραγωγής απορριμμάτων, με ενθάρρυνση της μείωσης δημιουργίας απορριμμάτων (π.χ. μείωση συσκευασμένων προϊόντων, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες κ.λ.π.)
- Επαναχρησιμοποίηση υλικών (π.χ. μπουκάλια μπίρας, κρασιού κ.λ.π.)
- Ανακύκλωση υλικών (π.χ. ελαστικά αυτοκινήτων, πλαστικά, μέταλλα κ.λ.π.)
- Ανάκτηση ενέργειας, σε ειδικές εγκαταστάσεις καύσης, με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τελευταία επιλογή είναι η διάθεση των υπολοίπων απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ».

Η Ελλάδα, σχεδόν, αναγκάσθηκε να προσαρμόσει τη νομοθεσία της στην κοινοτική, προκειμένου να μη συρθεί στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο, με τα πρόσφατα Προεδρικά Διατάγματα που αφορούν την ανακύκλωση ορυκτελαίων, μπαταριών, αυτοκινήτων και ηλεκτρονικών.

1. ΚΑΥΣΗ

Για φθινό ρεύμα και θέρμανση!

Τριάντα πέντε χιλιάδες σπίτια, σε μια περιοχή του Νοτιοανατολικού Λονδίνου, έχουν 24 ώρες το εικοσιτετράωρο ζεστό νερό, θέρμανση και ρεύμα, τα οποία παράγονται σε μονάδα καύσης σκουπιδιών. Το εργοστάσιο βρίσκεται στον Δήμο του Γκρήνουιτς, ο οποίος σε συνεργασία με άλλους δύο γειτονικούς δήμους αποφάσισαν το 1992 να επενδύσουν 136 εκατ. ευρώ (περίπου 46 δισ. δρχ.) για να φτιάξουν τη μονάδα. Τα σκουπίδια μέσω της καύσης παράγουν ηλεκτρική αλλά και θερμική ενέργεια. Μέσω σωλήνων, ενός ειδικά διαμορφωμένου δικτύου, μεταφέρεται στις κατοικίες ατμός, ο οποίος ζεσταίνει τα σπίτια (λειτουργώντας ως καλοριφέρ) και παρέχει ζεστό νερό. Η μέθοδος της καύσης των σκουπιδιών, κερδίζει σημαντικά έδαφος στις ευρωπαϊκές πόλεις, ιδιαίτερα στις σκανδιναβικές χώρες και τον Βορρά. Οι περισσότερες μεσογειακές χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, δεν έχουν ακόμα προχωρήσει σε μονάδες καύσης σκουπιδιών, αν και στην Αθήνα δεν λείπουν πια οι φωνές υποστηρικτών της μεθόδου. Στην Ελλάδα, η μέθοδος της καύσης αποτέλεσε για μεγάλο χρονικό διάστημα σχεδόν «απαγορευμένη» έννοια, λόγω των κατηγοριών για τις εκπομπές σωματιδίων και διοξίνης στην ατμόσφαιρα, πρόβλημα που οι επιστήμονες θεωρούν πως αντιμετωπίζεται πλέον επαρκώς με τη χρήση

ισχυρών φίλτρων. Τα εργοστάσια καύσης απορριμμάτων, που λειτουργούν σήμερα στην Ευρώπη, εκπέμπουν ρύπους κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια που προβλέπουν οι κανονισμοί και θεωρούνται ιδανικά για πυκνοκατοικημένες περιοχές, καθώς γύρω από αυτά μπορεί να αναπτυχθεί το δίκτυο μεταφοράς φθηνού ρεύματος και θέρμανσης. Η μέθοδος αφήνει ελάχιστα κατάλοιπα, τα οποία σύμφωνα με τους επιστήμονες θάβονται σε ΧΥΤΑ, οι οποίοι όμως καταλαμβάνουν πλέον πολύ μικρό χώρο.



2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Χρυσές... δουλειές για επιχειρήσεις

Η περιοχή του Dagenham Dock βρίσκεται στο Ανατολικό Λονδίνο και συγκεκριμένα στη βόρεια όχθη του Τάμεση. Πρόκειται για μία έκταση περίπου 1.330 στρεμμάτων, ιδιαίτερα υποβαθμισμένη, χωρίς υποδομές (δρόμους, αποχέτευση κ.λ.π.), με κατακερματισμένες ιδιοκτησίες. Μια περιοχή που έχει ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά με τον Ελαιώνα (βρίσκεται μεταξύ των Δήμων Αθηναίων, Ρέντη, Ταύρου, Αιγάλεω και Περιστερίου).

Σε αυτόν τον χώρο άρχισε να λειτουργεί ένα πρότυπο Οικολογικό Επιχειρηματικό Πάρκο, με έμφαση στην ανακύκλωση των υλικών. Ο σχεδιασμός του χώρου έγινε από

πανεπιστημιακούς και εξειδικευμένες εταιρείες για λογαριασμό του αρμόδιου φορέα Τοπικής Αυτοδιοίκησης, του Μητροπολιτικού Δήμου Λονδίνου (κάτι σαν τη δική μας Νομαρχία). Βασική ιδέα του σχεδίου, είναι η δημιουργία ενός πάρκου με μικρές μη οχλούσες βιομηχανικές μονάδες, που φιλοξενούν επιχειρηματικές δράσεις με νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης. Μ' άλλα λόγια, το κράτος δίνει την ευκαιρία στους επιχειρηματίες να επενδύσουν με ευνοϊκούς όρους (τους δίνει τον χώρο, τις υποδομές και επιδότηση) στην... ανακύκλωση.

Τι ανακυκλώνεται. Σ' αυτές τις νέες μονάδες δεν ανακυκλώνονται μόνο τα «παραδοσιακά» ανακυκλώσιμα υλικά, δηλαδή γυαλί από μπουκάλια, αλουμίνιο από κουτάκια αναψυκτικών και χαρτί από εφημερίδες και περιοδικά, αλλά:

- Παλαιά ελαστικά Ι.Χ., για παραγωγή μονωτικών και οικοδομικών υλικών, εξαρτημάτων οδοποιίας (π.χ. κώνοι, «σαμαράκια», ηχοπετάσματα κ.λ.π.), δάπεδα αθλητικών εγκαταστάσεων (ταρτάν) κ.λ.π.
- Γυαλί από σπασμένα παρμπρίζ ή οτιδήποτε γυάλινο ανακυκλώνεται, για την παραγωγή πλακιδίων δαπέδου, άμμου για αμμοβολή, φίλτρα πόσιμου νερού ή χαμηλής ποιότητας γυαλί για διάφορες εφαρμογές κ.λ.π.
- Πλαστικά υλικά, για παραγωγή ειδών γραφείου, πλαστικού χορτοτάπητα, πλαστικά έπιπλα εξωτερικών χώρων (πάγκοι, καρέκλες κ.λ.π.)
- Ηλεκτρονικές συσκευές, π.χ. κομπιούτερ, κινητά τηλέφωνα, για την παραγωγή πλαστικού και ευγενών μετάλλων.

3. ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Όταν... ανθίζουν οι χωματερές

Μία από τις πιο πράσινες περιοχές της Φρανκφούρτης είναι η γειτονιά του Μίλμπεργκ («σκουπιδοβουνό» στα γερμανικά). Το Μίλμπεργκ είναι ένα τυπικό παράδειγμα μετατροπής ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) σε χώρο πρασίνου. Βρίσκεται κοντά στη συνοικία Μπόρχαϊμ, μία περιοχή όπου η ζήτηση κατοικιών αυξήθηκε ραγδαία μετά το κλείσιμο της χωματερές. Οικογένειες που κάνουν πικ-νικ πάνω στο γρασίδι, άνθρωποι κάθε ηλικίας που απολαμβάνουν τη φύση, αθλητικοί τύποι που κάνουν τζόγκινγκ και φιλόζωοι που βγάζουν βόλτα τα σκυλιά τους, συνθέτουν τη σημερινή εικόνα του παλιού λόφου από σκουπίδια. Για «ν' ανθίσει» όμως ένας ΧΥΤΑ θα πρέπει να έχει προϋπάρξει η κατάλληλη υποδομή κατά τη δημιουργία του.

Πρότυπες εγκαταστάσεις ΧΥΤΑ στην Ελλάδα είναι της Πάτρας και της Ζακύνθου.

Τι είναι ο ΧΥΤΑ.

Ο ΧΥΤΑ είναι μια μεγάλη λακούβα που επενδύεται εσωτερικά ώστε να μην περνάνε τα «στραγγίσματα» από τα σκουπίδια στο υπέδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα. Αρχικά, η λακούβα στρώνεται με άργιλο και στη συνέχεια «ντύνεται» με μια εξαιρετικά ανθεκτική χοντρή πλαστική μεμβράνη, που συγκρατεί τα υγρά από την αποσύνθεση των σκουπιδιών. Στη συνέχεια γεμίζει με σκουπίδια. Σε αρκετά σημεία δημιουργούνται έξοδοι του βιοαερίου, που παράγεται από τη ζύμωση των απορριμμάτων, ενώ το σύστημα διαθέτει δίκτυο ειδικών σωλήνων και αντλιών για τη συλλογή των παραγόμενων υγρών. Όταν γεμίσει αυτή η τεράστια λακούβα και τα σκουπίδια πάρουν το σχήμα λόφου, τότε ο ΧΥΤΑ κλείνει και μετατρέπεται σε χώρο πρασίνου.

4. «ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ»

Για... πλούσιο λίπασμα

Είκοσι έξι δήμοι στην περιοχή της ιταλικής Πάδοβας έχουν κάνει έναν πρωτότυπο συνεταιρισμό. Συγκεντρώνουν τα οργανικά απορρίμματα και τα διοχετεύουν σε μονάδες «κομποστοποίησης» ή αλλιώς λιπασματοποίησης. Το κόστος της «κομποστοποίησης» απορριμμάτων, σύμφωνα με τα στοιχεία της Επιτροπής Περιβάλλοντος, έχει υπολογιστεί περίπου στο μισό απ' όσο στοιχίζει η υγειονομική ταφή, ενώ οι μονάδες «κομποστοποίησης» επιδοτούνται και από την Ε.Ε.

Στο πρόγραμμα της Πάδοβας συμμετέχουν 205.000 κάτοικοι, οι οποίοι κάθε χρόνο παράγουν 16.500 τόνους οργανικών απορριμμάτων. Οι κάτοικοι της Πάδοβας αντί να πετάξουν όλα τα σκουπίδια στην ίδια σακούλα ξεχωρίζουν τις φλούδες των φρούτων και των λαχανικών, τα υπολείμματα τροφών, χαλασμένα τρόφιμα ή ακόμα και κλαδιά δένδρων, τα οποία μετατρέπονται σε πλούσιο λίπασμα που επαναχρησιμοποιείται αντί να γεμίζει με όγκο τη χωματερή.

Το σύστημα χρησιμοποιείται και σε άλλες ευρωπαϊκές πόλεις, όπως η Βαρκελώνη, το Λονδίνο, το Κορκ, η Μόντζα. Οι δήμοι συνήθως, είτε συλλέγουν τα οργανικά απορρίμματα που οδηγούνται σε κεντρικές μονάδες επεξεργασίας και μετατρέπονται σε «κομποστ» (λίπασμα), είτε προμηθεύουν κάθε ενδιαφερόμενο με ειδικούς κάδους για να εφαρμόσουν την ιδέα στον κήπο τους. Ο κάδος που τοποθετείται σε μια γωνιά του κήπου είναι χωρίς... πάτο. Κι αυτό γιατί μέσα από το χώμα περνούν τα σκουλήκια στη μάζα των οργανικών απορριμμάτων από τα οποία τρέφονται και στη συνέχεια η ύλη χωνεύεται και περνάει στο χώμα!

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΜΕΘΟΔΟ				
	ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΚΑΥΣΗ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΑΕΡΑΣ	Εκπομπές: Μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα, οσμών	Εκπομπές: Μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα, οσμών	Εκπομπές: Διοξειδίου του θείου, διοξειδίου & μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου, διοξινών βαρέων μετάλλων	Εκπομπές: σκόνης (PM10: αιωρούμενα σωματίδια)
ΝΕΡΟ	Υψηλός κίνδυνος ρύπανσης από άλατα βαρέα μέταλλα, βιοδιασπώμενες και μη οργανικές ύλες		Απόθεση επικινδύνων ουσιών στα επιφανειακά ύδατα	Εκροή απόβλητων υδάτων
ΕΔΑΦΟΣ	Συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών		Επιχωμάτωση μετάλλων	Μολυσματικά υπολείμματα
ΤΟΠΙΟ	Απαιτεί πολύ χώρο και περιορίζει τις χρήσεις στην περιοχή		Δυσάρεστο θέαμα περιορισμός σε χρήσεις	Δυσάρεστο θέαμα
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	Μόλυνση και συσσώρευση τοξικών ουσιών στη διατροφική αλυσίδα			
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	Έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες		Έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες	Ηχορύπανση
Μειονεκτήματα	Επιπτώσεις στο περιβάλλον	Απαραίτητη η συμμετοχή του πολίτη	Υψηλό κόστος	Απαραίτητη η συμμετοχή των πολιτών για να διαχωρίσουν τα υλικά
Πλεονεκτήματα	Χαμηλό κόστος κατασκευής	Δεν πάει τίποτε χαμένο στις χωματερές	Παραγωγή ενέργειας	Επαναχρησιμοποίηση υλικών, εξοικονόμηση πρώτων υλών
ΠΗΓΗ: ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ				

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αδαμαντίου Δ. Σκορδίλη, (1997). Η θερμική επεξεργασία απορριμμάτων και RDF, Αθήνα: Εκδόσεις ΚΟΣΜΟΣ ΕΠΕ.
2. Σκορδίλης Α., (1992). Η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
3. Γεωργόπουλος Διον., (1998) Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, Πρόγραμμα Life: MEDACT-APHRODITE.
4. Τα ΝΕΑ, 24-05-03, Σελ.: Ν14
«Κάνουν τα σκουπίδια τους...χρυσάφι» Μαρία Νταλιάνη
5. Μπούμπουκας Γεώργιος
6. www.eedsa.duth.gr
7. www.anakyklosi.idx.gr
8. www.europa.eu-int
9. www.lurgi-lentjes.de
10. www.env.gr