

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ 100000 ΚΑΤΟΙΚΩΝ



Μιχάλης Κουτρούμπας

Χρήστος Χασόγιας

Επιβλέπων Καθηγήτρια : Θεωδοροπούλου Μαρία

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας στο Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών και αναφέρεται στον Σχεδιασμό Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Για Πόλη Πληθυσμού 100.000 Κατοίκων. Η ανάκτηση υλικών ορίζεται ως η διαδικασία της συστηματικής ξεχωριστής συλλογής και διαλογής τους από τα απορρίμματα με σκοπό την επαναφορά τους στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο. Είναι σημαντικό κομμάτι η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων για να γίνεται η απορρύπανση των αποβλήτων. Η ρύπανση των πόλεων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ζωή του ανθρώπου στην γη.

Στα πρώτα κεφάλαια γίνεται μια εισαγωγή για την διαχείριση των απορριμμάτων και των στερεών αποβλήτων καθώς και η αναφορά των προγραμμάτων διαλογής από την πηγή και τι αποτελέσματα έχει. Εν συνεχεία γίνεται ανάπτυξη των κατηγοριών των στερεών αποβλήτων, οι τεχνικές διάθεσης των απορριμμάτων και η θερμική επεξεργασία αυτών. Τέλος σημαντικό κομμάτι είναι ο σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων για παραθαλάσσια πόλη 100.000 κατοίκων. Απώτερος σκοπός των παραπάνω ήταν η καθοδήγηση του αναγνώστη για την αποτελεσματικότερη ενημέρωσή του για την κατάσταση που επικρατεί στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την καθηγήτριά μας Θεωδοροπούλου Μαρία για την πολύτιμη βοήθειά της και την καθοδήγηση της για την πραγματοποίηση της Πτυχιακής μας Εργασίας.

Κουτρούμπας Μιχάλης
Χασόγιας Χρήστος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη του χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπισή της.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε επτά κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά για την διαχείριση των απορριμμάτων και των στερεών αποβλήτων. Ακόμη οι τεχνικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για την ανάκτηση υλικών μέσω προγραμμάτων διαλογής στην πηγή είναι οι εξής: η συλλογή πόρτα – πόρτα, η συλλογή σε ειδικούς κάδους, η λειτουργία Κέντρων Συλλογής υλικών καθώς και η λειτουργία Κέντρων Αγοράς υλικών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται η κατηγοριοποίηση των στερεών αποβλήτων σε δημοτικά απόβλητα, απόβλητα κήπων – πάρκων, οικιακά απορρίμματα και ανακυκλώσιμα υλικά απορρίμματα. Τέλος και σε βιομηχανικά στερεά απόβλητα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύουμε τις τεχνικές διάθεσης απορριμμάτων στο ότι γίνεται η ανεξέλεγκτη διάθεσή τους καθώς και στους τρόπους υγειονομικής ταφής και στα κριτήρια τους. Αναζητώντας έναν ορισμό για το τι είναι η υγειονομική ταφή θα μπορούσε κανείς να την εκφράσει ως μία διαδικασία ταφής των απορριμμάτων με την οποία ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία, με κατάλληλα έργα υποδομής και προσχεδιασμένες διαδικασίες λειτουργίας και ελέγχου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο και ίσως το πιο σημαντικό αναφερόμαστε στο πως γίνεται η θερμική επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων. Οι τρόποι που υπάρχουν για την διαδικασία αυτή είναι η αποτέφρωση δηλαδή η καύση αυτών, η πυρόλυση και η αεριοποίηση αυτών. Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων αφορά σε διαδικασίες μετατροπής των στερεών αποβλήτων σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή Συνεπτακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας.

Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με τον σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων για παραθαλάσσια πόλη 100.000 κατοίκων. Οι κεντρικές λειτουργίες της πόλης εκατό χιλιάδων κατοίκων πρωτεύουσας νομού είναι το εμπόριο, η διοίκηση και οι υπηρεσίες, οι οποίες αναπτύσσονται στα ιστορικά κέντρα των πόλεων και περιμετρικά και κατά μήκος των εθνικών οδών. Υπάρχουν συγκεντρώσεις πρασίνου και ελεύθερων χώρων στην περίμετρο της πόλης. Επίσης με την σωστή χρήση της γης, δημογραφικά στοιχεία και τις οικονομικές δραστηριότητες. Καταρχήν εξετάζετε η φυσική πραγματικότητα, η γεωγραφική θέση, το ανάγλυφο του εδάφους και οι κλιματολογικές συνθήκες. Στην Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής θέσης και της πολυμορφίας του ανάγλυφου παρουσιάζονται διαφορές στις κλιματολογικές συνθήκες. Έτσι στις ακτές του Ιονίου το κλίμα είναι μεσογειακό, ενώ προς το εσωτερικό, το κλίμα είναι ηπειρωτικό, που σημαίνει πολλές βροχοπτώσεις και χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα και υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι.

Στο έκτο κεφάλαιο έχουμε τα σενάρια για τις εναλλακτικές περιοχές χωροθέτησης καθώς και την αποτίμηση των προσπαθειών που γίνονται γι' αυτές. Η διαδικασία χωροθέτησης ΧΥΤΑ συναντά τεράστιες δυσκολίες, ως προς την

ανεύρεση χώρου κατάλληλου να υποδεχτεί μια τέτοια χρήση γης με αρνητικές επιπτώσεις. Η διαδικασία χωροθέτησης ΧΥΤΑ πέραν των οργανωτικών δυσχερειών είναι γεγονός ότι συναντά αντικειμενικές δυσκολίες λόγω ιδιαίτερων φυσικών κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν την περιοχή.

Τέλος με την συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σπουδαιότητα του προβλήματος του σχεδιασμού των Χ.Υ.Τ.Α.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ – ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	2
1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Ανάκτηση Υλικών	2
1.3 Η διαλογή στην πηγή	3
1.4 Συλλογή πόρτα- πόρτα	4
1.5 Συλλογή σε ειδικούς κάδους	4
1.6 Ανακύκλωση χαρτιού γραφείου	5
1.7 Ανακύκλωση χαρτονιού	6
1.8 Κέντρα Συλλογής υλικών	6
1.9 Κέντρα Αγοράς υλικών.....	7
1.10 Ενημέρωση και συμμετοχή του κοινού.....	8
1.11 Κέντρα Ανακύκλωσης υλικών	9
1.12 Μηχανική διαλογή μικτών απορριμμάτων	9
2.ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων	15
2.2.1 Δημοτικά απόβλητα	15
2.2.2 Απόβλητα κήπων- πάρκων	16
2.2.3 Άλλα δημοτικά απόβλητα	16
2.3 Οικιακά απορρίμματα	16
2.4 Ανακυκλώσιμα υλικά απορριμμάτων	18
2.5 Στερεά Βιομηχανικά απόβλητα	21
2.6 Κατηγοριοποίηση επικινδύνων αποβλήτων	22
3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	25
3.1 Ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων.....	25
3.2 Υγειονομική ταφή	25
3.2.1 Τρόποι Υγειονομικής Ταφής	26
3.2.2 Κριτήρια Χωροθέτησης Χ.Υ.Τ.Α	27
3.2.3 Μόνωση	28
3.3 Μηχανισμοί Αποδόμησης Απορριμμάτων.....	30
4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	40
4.1 Εισαγωγή.....	40
4.2 Αποτέφρωση (καύση)	40
4.3 Πυρόλυση	42
4.4 Αεριοποίηση	46

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΟΛΗ 100.000 ΚΑΤΟΙΚΩΝ	53
5.1 Εισαγωγή	53
5.2 Κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα	53
5.2.1 Χρήσεις γης	54
5.2.2 Δημογραφικά στοιχεία	55
5.2.3 Οικονομικές δραστηριότητες.....	55
6. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ	60
6.1 Σενάριο 1	60
6.2 Σενάριο 2	65
6.3 Αποτίμηση των προσπαθειών χωροθέτησης Χ.Υ.Τ.Α.	70
7.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οφέλη από αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς ..	3
Πίνακας 2: Συγκριτική αξιολόγηση πρακτικών διαλογής στην πηγή	8
Πίνακας 3: Σύσταση οικιακών απορριμμάτων.....	17
Πίνακας 4: Κατανομή βάρους / όγκου συστατικών απορριμμάτων.....	18
Πίνακας 5: Πυκνότητες ανακυκλώσιμων υλικών.....	18
Πίνακας 6: Προέλευση και είδος επικινδύνων αποβλήτων.....	22
Πίνακας 7: Κατανομή προϊόντων σε σχέση με τη θερμοκρασία πυρόλυσης.	44
Πίνακας 8: Σύσταση αερίων σε σχέση με τη θερμοκρασία πυρόλυσης .	44
Πίνακας 9: Σύγκριση αποτέφρωσης – θερμόλυσης.....	45
Πίνακας 10: Σύσταση αερίου προϊόντος αεριοποίησης	46
Πίνακας 11: Κατανομή καλλιεργούμενων εκτάσεων κατ. εκτίμηση.....	55
Πίνακας 12: Προϊόντα και υπόλειμμα για το Σενάριο 1.....	61
Πίνακας 13: Προϊόντα για το Σενάριο 2.....	66
Πίνακας 14: Σύσταση σταθεροποιημένου προϊόντος.....	66

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ).....	7
Εικόνα 2: Δημοτικά απόβλητα.....	15
Εικόνα 3: Ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων	25
Εικόνα 4: Υγειονομική ταφή.....	26
Εικόνα 5:Εργοστάσιο θερμικής επεξεργασίας.....	44
Εικόνα 6: Εγκαταστάσεις κάθετης κλίνης.....	47
Εικόνα 7:Εγκαταστάσεις οριζόντιας κλίνης.....	48
Εικόνα 8: Αεριοποίηση.....	49

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση των απορριμμάτων αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα και συνεχώς οξυνόμενα προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών. Οι κύριοι παράγοντες που συνέβαλαν στην όξυνση του προβλήματος είναι η αυξανόμενη κατανάλωση, συνεπεία αλλαγών σε καταναλωτικά πρότυπα των πολιτών, η τεράστια αύξηση των υλικών συσκευασίας, η χρησιμοποίηση ουσιών δύσκολα αποδομήσιμων σε προϊόντα ευρείας χρήσης και η αυξανόμενη συγκέντρωση πληθυσμού στα αστικά κέντρα. Από την άλλη η διαχείριση των απορριμμάτων ιδιαίτερα στη χώρα μας στηρίζεται εν πολλοίς στην εναπόθεση ή ταφή τους σε ποσοστό άνω του 90%. Το τελευταίο αναδεικνύει, εκτός του περιβαλλοντικού και του χρηματο-οικονομικού κόστους, που απορρέει από τη μονοδιάστατη αυτή διαχείριση των απορριμμάτων, και ένα βαρύνουσα σημασίας χωροταξικό πρόβλημα, αυτό της ανεύρεσης κατάλληλου χώρου για χρήσεις υγειονομικής ταφής. Ένας από τους καταλυτικούς παράγοντες εύρεσης κατάλληλης τοποθεσίας, είναι οι κοινωνικές αντιδράσεις που γεννώνται από τους εγγύς κατοίκους των επιλεγμένων περιοχών.

Η υγειονομική ταφή είναι συχνά η πλέον οικονομική και περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης ΑΣΑ. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία, η ελαχιστοποίηση στην πηγή, η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση ενέργειας και η κομποστοποίηση έχουν προτεραιότητα έναντι της ταφής, ως εναλλακτικές μορφές διαχείρισης των ΑΣΑ. Επειδή, όμως, πάντοτε υπάρχουν συστατικά των ΑΣΑ που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, η ταφή θα αποτελεί το τελευταίο αλλά απαραίτητο τμήμα κάθε ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης τους.

Βασικά πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής έναντι άλλων μεθόδων τελικής διάθεσης ΑΣΑ, είναι :

- (1) Η υγειονομική ταφή αποτελεί τελική διάθεση. Σε αντίθεση, η καύση, για παράδειγμα, δεν αποτελεί τελική διάθεση, διότι παράγει παραπροϊόντα, τα οποία απαιτούν τελική διάθεση.
- (2) Η υγειονομική ταφή παρέχει ευελιξία στην αντιμετώπιση αυξημένων ή μειωμένων ποσοτήτων ΑΣΑ.
- (3) Η υγειονομική ταφή έχει την χαμηλότερη αρχική και λειτουργική δαπάνη, σε σχέση με άλλες μεθόδους διάθεσης
- (4) Η τελική επιφάνεια του χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) δύναται να αξιοποιηθεί για άλλες χρήσεις.

Υπάρχουν, όμως, και μειονεκτήματα, τα οποία οδήγησαν πολλές ευρωπαϊκές χώρες στον περιορισμό των ΧΥΤΑ, ως μεθόδου διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Έτσι, η Οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/31/ΕΚ της 26ης Απριλίου 1999 προχωρεί ουσιαστικά στη σταδιακή κατάργηση του ΧΥΤΑ ως αποδέκτη βιοαποικοδομήσιμης οργανικής ύλης.

1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ – ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τις βασικές αρχές της περιβαλλοντικής πολιτικής και νομοθεσίας, η ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων και γενικά των αποβλήτων, πρέπει να αναπτύσσεται με βάση τα εξής στάδια (με φθίνουσα σειρά προτεραιότητας):

- Πρόληψη παραγωγής αποβλήτων
- Μείωση παραγόμενης ποσότητας ή/και ρυπαντικού φορτίου
- Ανάκτηση υλικών με σκοπό την ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίησή τους
- Ανάκτηση ενέργειας
- Αποτελεσματική επεξεργασία των αποβλήτων μετά την εφαρμογή διαδικασιών ανάκτησης
- Υγειονομική ταφή των υπολειμμάτων που προκύπτουν από τις παραπάνω διεργασίες

Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή των κυριότερων πρακτικών που εφαρμόζονται για τη διαχείριση των απορριμμάτων – στερεών αποβλήτων.

1.2 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

Η ανάκτηση υλικών ορίζεται ως η διαδικασία της συστηματικής ξεχωριστής συλλογής και διαλογής τους από τα απορρίμματα με σκοπό την επαναφορά τους στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο. Η επαναφορά αυτή μπορεί να επιτευχθεί μέσω των πρακτικών της ανακύκλωσης ή/και της επαναχρησιμοποίησης των ανακτηθέντων υλικών. Τα κύρια οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή πρακτικών ανάκτησης – ανακύκλωσης – επαναχρησιμοποίησης υλικών είναι τα εξής:

- Μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται για τελική διάθεση, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα:
- Εξοικονόμηση - μείωση απαιτήσεων για κατασκευή και λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων
- Αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης
- Μείωση των παραγόμενων ποσοτήτων στραγγισμάτων και αερίων από τους χώρους τελικής διάθεσης
- Μείωση του κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- Μείωση των οχλήσεων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη μεταφορά των αποβλήτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων
- Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης που δημιουργείται κατά τη διαδικασία παραγωγής νέων προϊόντων
- Εξοικονόμηση πρώτων υλών
- Προστασία του περιβάλλοντος από τη μη απόρριψη αποβλήτων
- Παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας
- Λαμβάνει χώρα διαχωρισμός υλικών (εκτροπή τους από το κύριο ρεύμα των απορριμμάτων) τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα κατά την

εφαρμογή μεθόδων επεξεργασίας και αξιοποίησης των απορριμμάτων (π.χ. βιολογική επεξεργασία, καύση με ενεργειακή αξιοποίηση κ.λπ.).

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια οφέλη που προκύπτουν από την αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς (ανακτήσιμα υλικά).

ΜΕΙΩΣΗ (%)	ΧΑΡΤΙ	ΓΥΑΛΙ	ΧΑΛΚΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Ενέργεια	23 - 74	4 - 32	47 - 74	90 - 97
Αέρια ρύπανση	73 - 74	6 - 22	85 - 86	95
Ρύπανση υδάτων	35	-	76	97
Χρήση νερού	58 - 60	50	40	-

Πίνακας 1: Οφέλη από αντικατάσταση πρώτων υλών με δευτερογενείς

1.3 Η ΔΙΑΛΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

Οι βασικές παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται η αποτελεσματικότητα και η λειτουργικότητα ενός προγράμματος διαλογής υλικών στην πηγή είναι :

- Ø Το είδος των προς ανάκτηση υλικών
- Ø Η δυνητικά ανακτήσιμη ποσότητα υλικών προς ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση
- Ø Ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος συλλογής, μεταφοράς και αξιοποίησης των δυνητικά ανακτήσιμων υλικών και η πλήρης ενσωμάτωσή του στο συνολικό σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων
- Ø Η δυνατότητα απρόσκοπτης προώθησης των ανακτηθέντων υλικών στις αντίστοιχες αγορές
- Ø Η ποιότητα των ανακτηθέντων υλικών
- Ø Η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού (ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης), έτσι ώστε να επιτευχθεί αυξημένη συμμετοχή του στα προγράμματα ανακύκλωσης υλικών
- Ø Η πρόληψη και έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών οργανωτικών δυσκολιών και λειτουργικών προβλημάτων

Οι τεχνικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για την ανάκτηση υλικών μέσω προγραμμάτων διαλογής στην πηγή είναι οι εξής:

- Η συλλογή πόρτα – πόρτα
- Η συλλογή σε ειδικούς κάδους
- Η λειτουργία Κέντρων Συλλογής υλικών
- Η λειτουργία Κέντρων Αγοράς υλικών

1.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΟΡΤΑ-ΠΟΡΤΑ

Στην περίπτωση εφαρμογής της τεχνικής αυτής, οι κάτοικοι τοποθετούν στην πόρτα τους τα προς ανάκτηση υλικά προκαθορισμένες ημέρες, έτσι ώστε να συλλεχθούν από το προσωπικό του φορέα που έχει την ευθύνη για την εφαρμογή του προγράμματος και να οδηγηθούν στον τελικό χρήστη.

Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται συνήθως χαρτί και χαρτόνι, πλαστικές και γυάλινες φιάλες καθώς και μεταλλικά κουτιά. Η συλλογή των υλικών γίνεται συνήθως σε εβδομαδιαία ή δεκαπενθήμερη βάση, καθώς η συχνή συλλογή και απομάκρυνσή τους ενισχύει το βαθμό συμμετοχής και αντιμετωπίζει το πρόβλημα του περιορισμένου χώρου προσωρινής αποθήκευσης των υλικών. Κατά την εφαρμογή του προγράμματος απαιτείται τα υλικά να είναι διαχωρισμένα (πχ. εφημερίδες δεμένες, μπουκάλια καθαρισμένα και κουτιά συμπιεσμένα). Η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος περιλαμβάνει μίσθωση προσωπικού, αγορά εξοπλισμού και εξασφάλιση αποθηκευτικού χώρου. Η περαιτέρω επεξεργασία των συλλεχθέντων υλικών εξαρτάται από τις προδιαγραφές της αγοράς, το απαιτούμενο κόστος και το βαθμό προεπεξεργασίας τους από τους ίδιους τους κατοίκους. Συνήθως ένα τέτοιο πρόγραμμα εφαρμόζεται σε συνδυασμό με άλλες δραστηριότητες ανάκτησης υλικών (π.χ. κέντρα συλλογής υλικών).

Η συλλογή πόρτα-πόρτα παρουσιάζει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από άλλα προγράμματα Διαλογής στην πηγή, είναι όμως πιο αποτελεσματική ως προς το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται (καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη ποσότητα υλικών), γεγονός που οδηγεί σε αυξημένα έσοδα τα οποία αντισταθμίζουν το λειτουργικό κόστος.

1.5 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΕ ΕΙΔΙΚΟΥΣ ΚΑΔΟΥΣ

Η εφαρμογή της πρακτικής αυτής περιλαμβάνει την τοποθέτηση σε σημεία εύκολης και γρήγορης πρόσβασης, ειδικών κάδων στους οποίους οι κάτοικοι μεταφέρουν και απορρίπτουν τα προς ανακύκλωση υλικά. Χρησιμοποιείται ένας κάδος ανά υλικό ή εναλλακτικά μπορεί σε έναν κάδο να συγκεντρώνεται το σύνολο των ανακτήσιμων υλικών. Στη δεύτερη περίπτωση τα ανάμικτα ανακτήσιμα υλικά διαχωρίζονται στη συνέχεια σε Κέντρο ανακύκλωσης. Η συχνότητα συλλογής των υλικών εξαρτάται από την ποσότητα και τον όγκο των υλικών, καθώς επίσης και από τον αριθμό και τη θέση των κάδων (συνήθως η συλλογή των υλικών από τους κάδους γίνεται σε εβδομαδιαία ή δεκαπενθήμερη βάση). Ο όγκος των ειδικών κάδων κυμαίνεται από 1-5 m³ και συνήθως έχουν ιδιαίτερη διαμόρφωση ανάλογα με το συλλεγόμενο υλικό (στην περίπτωση των χωριστών κάδων ανά υλικό).

Η σωστή χωροθέτηση των κάδων ανακύκλωσης είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία του προγράμματος και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι

όπως η ευκολία πρόσβασης, η μικρή απόσταση από τις οικίες, η καλαίσθητη εμφάνισή τους κλπ. Ένα πρόγραμμα συλλογής υλικών σε κάδους μπορεί να υλοποιείται για τμήμα των ανακυκλώσιμων υλικών και σε συνδυασμό με την εφαρμογή και άλλων τεχνικών. Σε πυκνοδομημένες περιοχές (με πολλές πολυκατοικίες) προτιμάται η εφαρμογή αυτής της μεθόδου γιατί η συλλογή πόρτα-πόρτα είναι προβληματική λόγω της πυκνής δόμησης. Οι δαπάνες του προγράμματος αφορούν στην προμήθεια και τη συντήρηση του εξοπλισμού, τη μεταφορά των υλικών και τη μισθοδοσία του απασχολούμενου προσωπικού.

1.6 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΧΑΡΤΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ

Πρόκειται για πρόγραμμα απλό στον σχεδιασμό του, κατά το οποίο οι εργαζόμενοι σε μια υπηρεσία ή επιχείρηση συγκεντρώνουν τα απορριπτόμενα χαρτιά χωριστά από τα υπόλοιπα μικτά απορρίμματα. Για τον σκοπό αυτό συνήθως παρέχεται δοχείο όπου τοποθετούνται τα απορριπτόμενα χαρτιά και το οποίο αδειάζεται περιοδικά. Η αναλογία είναι συνήθως 1 δοχείο ανά 20-30 απασχολούμενους στην επιχείρηση. Το άδειασμα των δοχείων σε κεντρικούς κάδους ή/και σε σακούλες, γίνεται από το ίδιο το προσωπικό ή την υπηρεσία καθαριότητας. Οι κάδοι τοποθετούνται σε σημεία με μεγάλη παραγωγή χαρτιού (π.χ. αίθουσες υπολογιστών ή φωτοτυπικών μηχανημάτων), όταν δε συγκεντρωθεί αρκετή ποσότητα μεταφέρεται στον τελικό αγοραστή από τον ίδιο τον οργανισμό ή από ιδιώτη.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ελάχιστος, αφού ως δοχεία συλλογής του χαρτιού χρησιμοποιούνται χάρτινα κουτιά ή πλαστικά δοχεία και οι κεντρικοί κάδοι είναι μεταλλικοί ή από χαρτόνι (με χωρητικότητα 40-80 L) και η μεταφορά τους γίνεται από το υφιστάμενο προσωπικό καθαριότητας της επιχείρησης. Για τη μεταφορά των υλικών από τους κεντρικούς κάδους χρησιμοποιούνται οχήματα που χρησιμοποιούνται και σε άλλες εργασίες.

Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχία του προγράμματος είναι η εξασφάλιση της συμμετοχής του προσωπικού. Είναι χρήσιμη η ύπαρξη συντονιστή, τουλάχιστον κατά την έναρξη λειτουργίας του προγράμματος. Η εμπειρία δείχνει ότι η συμμετοχή του προσωπικού αυξάνεται με το χρόνο και σε ιδιωτικές επιχειρήσεις με μεγάλη παραγωγή χαρτιού φθάνει μέχρι και το 90-95%. Σε προγράμματα, που αφορούν μεγάλες επιχειρήσεις, είναι πιθανή η αποκλειστική απασχόληση προσωπικού και σε πολλές περιπτώσεις αγοραστές του χαρτιού είναι οι ίδιοι οι προμηθευτές της επιχείρησης.

1.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΧΑΡΤΟΝΙΟΥ

Το χαρτόνι αποτελεί το 50-60% των απορριμμάτων των εμπορικών κέντρων, των υπεραγορών και των άλλων εμπορικών δραστηριοτήτων. Τα χαρτόνια συλλέγονται ξεχωριστά, δεματοποιούνται και φορτώνονται στο όχημα συλλογής (δημοτικό ή ιδιωτικής εταιρείας) και μεταφέρονται στον τελικό χρήστη (απευθείας ή μέσω κέντρου ανακύκλωσης ή άλλου χώρου συλλογής).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία του προγράμματος είναι ο σωστός σχεδιασμός λόγω του γεγονότος ότι τα χαρτόνια είναι ογκώδη υλικά και η συλλογή τους έχει απαιτήσεις τόσο σε προσωπικό όσο και επαρκείς χώρους προσωρινής αποθήκευσης.

1.8 ΚΕΝΤΡΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κατά τη λειτουργία των προγραμμάτων αυτών, οι κάτοικοι αφού διαχωρίσουν στο σπίτι τα προς ανακύκλωση υλικά, τα μεταφέρουν στο Κέντρο συλλογής, από όπου με ευθύνη του φορέα του προγράμματος μεταφέρονται στον τελικό χρήστη (π.χ. βιομηχανία, έμποροι κλπ.). Τα διαχωρισμένα υλικά μεταφέρονται από τους κατοίκους και τοποθετούνται σε ειδικούς για κάθε υλικό κάδους που διαθέτει το Κέντρο Συλλογής.

Τα κέντρα Συλλογής για πολλά ανακυκλώσιμα υλικά συνήθως βρίσκονται σε αποθήκες, σε περιφερειακούς χώρους (π.χ. στις εισόδους σταθμών μεταφόρτωσης ή/και χώρων τελικής διάθεσης απορριμμάτων) και σε άλλες κατάλληλες τοποθεσίες όπως σε δημοτικά οικόπεδα κατά μήκος πολυσύχναστων οδών. Η επιλογή της τοποθεσίας δεν δημιουργεί πρόβλημα στους περίοικους, επειδή τα προσκομιζόμενα υλικά είναι καθαρά. Όταν πρόκειται για προσωρινά κέντρα, η συλλογή των υλικών γίνεται σε σχολεία, εκκλησίες, εμπορικά κέντρα σε δεκαπενθήμερη ή μηνιαία βάση.

Απαιτείται μικρή ή και καθόλου επεξεργασία των υλικών, τα πιο συνηθισμένα δε από αυτά είναι εφημερίδες, φιάλες, μεταλλικά κουτιά, ακόμη και πλαστικά. Στη συνέχεια, τα συλλεχθέντα υλικά (αφού ενδεχομένως συμπιεσθούν) μεταφέρονται στον τελικό χρήστη. Το μέγεθος του Κέντρου εξαρτάται από τις προσκομιζόμενες ποσότητες υλικών. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για ποσότητες 20τόνων/μήνα απαιτείται έκταση 300-500m², ενώ για ποσότητες από 20-50τόνους/μήνα η έκταση φθάνει τα 700-1.500 m².

Τα μικρά Κέντρα Συλλογής διαθέτουν συνήθως δοχεία χωρητικότητας 220L για την τοποθέτηση και μεταφορά των υλικών, ενώ τα μεγαλύτερα Κέντρα διαθέτουν δοχεία μεγαλύτερης χωρητικότητας και ειδικά οχήματα (containers) για τη μεταφορά των υλικών στη βιομηχανία. Επίσης διαθέτουν συστήματα απλών τεχνικών για το διαχωρισμό των υλικών ανά είδος όπως μαγνητικό διαχωριστή για τη διαλογή των σιδηρούχων κουτιών, συμπιεστή για τα μεταλλικά κουτιά, θραυστήρα γυαλιών, τράπεζες διαχωρισμού των υλικών (σε περίπτωση που προσκομίζονται ανάμικτα) κ.λπ.

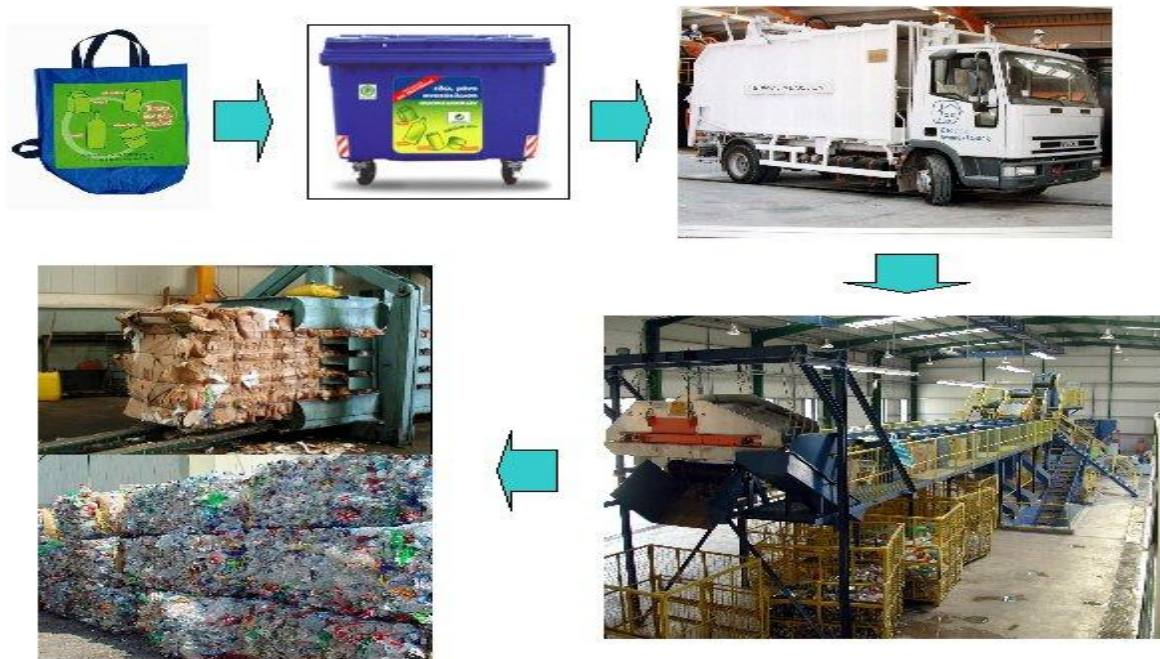
Λόγω του γεγονότος ότι η ανάκτηση υλικών μέσω Κέντρου Συλλογής προϋποθέτει τη μεταφορά των υλικών από το σπίτι, η συμμετοχή των πολιτών είναι μικρότερη συγκριτικά με την πρακτική της συλλογής πόρτα-πόρτα ή της συλλογής σε ειδικούς κάδους που τοποθετούνται σε οικοδομικά τετράγωνα. Η πρακτική είναι κατάλληλη για αραιοκατοικημένες περιοχές όπου είναι πρακτικά αδύνατη η εφαρμογή των άλλων δύο πρακτικών συλλογής και γενικά αποτελεί την πιο αποτελεσματική μέθοδο ανακύκλωσης από την άποψη του κόστους/οφέλους. Ένα Κέντρο Συλλογής θεωρείται λειτουργία χαμηλής επένδυσης και μικρού λειτουργικού κόστους. Από την

υφιστάμενη εμπειρία προκύπτει ότι η συμμετοχή των πολιτών φθάνει συνήθως το 20-30% και το Κέντρο εξυπηρετεί περιοχή σε ακτίνα 4 -6 χιλιομέτρων γύρω από αυτό.

1.9 ΚΕΝΤΡΑ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τα Κέντρα Αγοράς υλικών αποτελούν επέκταση των Κέντρων Συλλογής και συγκεκριμένα προβλέπεται οικονομική αποζημίωση για τα προσκομιζόμενα υλικά ως κίνητρο για αύξηση της συμμετοχής των πολιτών. Τις περισσότερες φορές λειτουργούν ως Κέντρα Αγοράς ενός υλικού το οποίο παρουσιάζει ευκολία προώθησης στον τελικό χρήστη και σημαντική τιμή (π.χ. μέταλλα), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα του Κέντρου. Τα πιο συνηθισμένα αφορούν στη συλλογή και ανακύκλωση κουτιών αλουμινίου και η λειτουργία τους υποστηρίζεται από τους κατασκευαστές αλουμινίου.

Από άποψη μεγέθους και διευθέτησης του χώρου δεν διαφέρουν σημαντικά από τα Κέντρα Συλλογής υλικών. Η διαφορά τους εντοπίζεται κυρίως στο κόστος του προσωπικού που απασχολείται και στο μικρότερο χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία των υλικών, δεδομένου ότι αυτά προσκομίζονται πάντα διαχωρισμένα. Ως άμεση συνέπεια, οι τιμές μεταπώλησης των υλικών είναι υψηλότερες λόγω του γεγονότος ότι τα υλικά έχουν καλύτερη ποιότητα. Απαραίτητος εξοπλισμός ενός τέτοιου Κέντρου, ανάλογα με τα υλικά που διαχειρίζεται, είναι ο μαγνητικός διαχωριστής, σύστημα συμπίεσης μεταλλικών κουτιών, θραυστήρας γυαλιών, κ.λπ. Το σύστημα μπορεί να είναι οικονομικά αποτελεσματικό για εξυπηρετούμενες περιοχές με πληθυσμό από 10.000-30.000 κατοίκους. Η εικόνα 1 μας δείχνει τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών.



Εικόνα 1: Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ)

1.10 ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ανεξάρτητα με την πρακτική που εφαρμόζεται για την ανάκτηση υλικών με διαλογή στην πηγή, βασική παράμετρος για την επιτυχία κάθε προγράμματος είναι η αυξημένη συμμετοχή των κατοίκων. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμμετοχή είναι:

- το είδος της περιοχής (αστική, ημιαστική, αγροτική), το βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού
- η σωστή, συνεχής και πλήρης ενημέρωση του κοινού
- το είδος της κατοικίας (μονοκατοικίες, πολυκατοικίες) και γενικότερα τα οικιστικά και πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής
- η ελαχιστοποίηση του χρόνου που απαιτείται από τους κατοίκους για τη συλλογή των υλικών
- το είδος των προγραμμάτων (υποχρεωτικά ή εθελοντικά κλπ)
- ο τρόπος συλλογής των υλικών (καθορισμένη συλλογή)

Η ενημέρωση των κατοίκων σχετικά με την ανάκτηση και ανακύκλωση υλικών πρέπει να αρχίζει πριν την έναρξη του προγράμματος και να συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια του. Επιπλέον, απαιτείται συνεχής επαφή και συνεργασία των υπευθύνων του προγράμματος με τους κατοίκους, έτσι ώστε να προλαμβάνονται πιθανά λειτουργικά και άλλα προβλήματα ή εάν αυτά εμφανισθούν, να αντιμετωπισθούν άμεσα και αποτελεσματικά.

Τέλος, η επιλογή της πιο κατάλληλης πρακτικής για διαλογή υλικών στην πηγή πρέπει να γίνεται με στόχο την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των αντίστοιχων προγραμμάτων προσαρμόζεται στην κάθε περιοχή και η τελική επιλογή βασίζεται στα τοπικά χαρακτηριστικά, τα οικονομικά δεδομένα και τις απαιτήσεις που η κάθε μέθοδος παρουσιάζει. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται συνοπτικά, συγκριτική αξιολόγηση των τριών βασικών πρακτικών διαλογής υλικών στην πηγή.

ΠΡΑΚΤΙΚΗ	Βαθμός συμμετοχής	Κόστος συλλογής	Οργανωτικές δυσκολίες	Ποιότητα υλικών
Συλλογή πόρτα - πόρτα	1	3	2	2
Συλλογή σε κάδους	2	2	3	3
Κέντρα Συλλογής	3	1	1	1

Πίνακας 2: Συγκριτική αξιολόγηση πρακτικών διαλογής στην πηγή

- 1: καλύτερα αποτελέσματα/μικρότερες απαιτήσεις
- 2: σχετικά μέτρια αποτελέσματα/μέτριες απαιτήσεις
- 3: χειρότερα αποτελέσματα/μεγαλύτερες απαιτήσεις.

1.11 ΚΕΝΤΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τα Κέντρα Ανακύκλωσης υλικών αποτελούν εναλλακτική πρακτική ανάκτησης υλικών. Διαφοροποιούνται από τις πρακτικές διαλογής στην πηγή λόγω του γεγονότος ότι η τροφοδοσία τους γίνεται με ανάμικτα ανακυκλώσιμα υλικά για τα οποία απαιτείται η εφαρμογή τεχνικών διαχωρισμού κάθε υλικού ξεχωριστά. Λόγω του γεγονότος αυτού, διευκολύνεται η συμμετοχή των πολιτών, αφού δεν απαιτείται ο προδιαχωρισμός των υλικών στην πηγή παραγωγής τους (οικίες) και έχει ως αποτέλεσμα την τελική ανάκτηση μεγαλύτερων ποσοτήτων υλικών από τα απορρίμματα. Επίσης, τα ανακτώμενα υλικά λόγω της επεξεργασίας και του διαχωρισμού που πραγματοποιείται στο Κέντρο Ανακύκλωσης, είναι καλύτερης ποιότητας και διοχετεύονται ευκολότερα στην αγορά.

Μια δεύτερη βασική παράμετρος που χαρακτηρίζει τη λειτουργία των Κέντρων αυτών είναι ο αυξημένος βαθμός μηχανοποίησης των συστημάτων που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό των μικτών ανακυκλώσιμων υλικών και ο οποίος ποικίλει ανάλογα με το Κέντρο και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται.

Ο βαθμός και η πολυπλοκότητα των συστημάτων διαχωρισμού στα Κέντρα Ανακύκλωσης εξαρτάται από τα ρεύματα των υλικών που δέχονται. Μερικά δέχονται πλήρως ανάμικτα ανακτήσιμα υλικά, δηλαδή χαρτί μαζί με μεταλλικά κουτιά, γυάλινες συσκευασίες και πλαστικά (πιο πολύπλοκα συστήματα), ενώ σε άλλες περιπτώσεις δέχονται χωριστά το κλάσμα του χαρτιού από αυτό των υπόλοιπων υλικών (η επεξεργασία αποτελεί σχετικά απλή διαδικασία). Ο διαχωρισμός των ανάμικτων γυαλιών και μεταλλικών κουτιών αποτελεί τη βασική λειτουργία ενός Κέντρου Ανακύκλωσης υλικών. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα σιδηρούχα υλικά διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα υλικά με την βοήθεια μαγνήτη. Για το διαχωρισμό των υπόλοιπων υλικών (γυαλιών, αλουμινίου, πλαστικών) χρησιμοποιείται αεροδιαχωρισμός ή εξοπλισμός διαχωρισμού του ελαφρού κλάσματος, αλουμινίου και πλαστικού από το γυαλί.

1.12 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ ΜΙΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η πρακτική της μηχανικής διαλογής αφορά στην ανάκτηση υλικών από μικτά απορρίμματα, στα οποία περιέχονται και τα δυνητικά ανακτήσιμα. Πρόκειται για τα πιο προηγμένα συστήματα ανάκτησης υλικών και αποτελούν σημαντική λύση για τις περιπτώσεις που: I) δεν εφαρμόζονται προγράμματα διαλογής υλικών στην πηγή II) η εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής στην πηγή είναι μη βιώσιμη και III) η ανάκτηση υλικών στην πηγή δεν οδηγεί σε σημαντική ανάκτηση υλικών. Στη συνέχεια δίδεται μία συνοπτική περιγραφή μιας μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης υλικών από μικτά απορρίμματα.

Αρχικά, τα απορρίμματα μεταφέρονται και τροφοδοτούνται στη μονάδα με κλειστού τύπου απορριμματοφόρα ή οχήματα που φέρουν containers με σύστημα αυτοσυμπίεσης. Τα οχήματα εισέρχονται εντός του περιφραγμένου χώρου της μονάδας όπου περνάνε από σύστημα ζύγισης και στη συνέχεια οδηγούνται στο τμήμα υποδοχής και δοσομέτρησης.

Τμήμα υποδοχής απορριμμάτων

Το τμήμα υποδοχής των απορριμμάτων εξυπηρετεί την παραλαβή των αστικών απορριμμάτων και την εκκένωση των απορριμματοφόρων. Επιπλέον, παρέχει αποθηκευτική ικανότητα για την παραλαβή της μέγιστης ποσότητας απορριμμάτων της ημέρας αιχμής και τη σταδιακή επεξεργασία τους κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Για περιβαλλοντικούς λόγους και λόγους υγιεινής του προσωπικού δεν επιτρέπεται η χύδην εκφόρτωση των απορριμματοφόρων.

Από το τμήμα υποδοχής, τα απορρίμματα μετά την απομάκρυνση των ογκωδών, προωθούνται προς την κυρίως Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Η τροφοδοσία των γραμμών επεξεργασίας πραγματοποιείται αποκλειστικά με μηχανικά μέσα δοσομέτρησης των απορριμμάτων (διαλείποντος, ημιδιαλείποντος ή συνεχούς έργου ή με συνδυασμό τους). Τα απορριμματοφόρα προσεγγίζουν και εκφορτώνουν το περιεχόμενό τους μέσω θυρών, οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα. Στο σημείο αυτό γίνεται και η διάνοιξη των σάκων των απορριμμάτων. Το τμήμα υποδοχής διαθέτει συστήματα απόσμησης (π.χ. βιόφιλτρα), συστήματα αποκονίωσης και λειτουργεί υπό συνθήκες ελαφράς υποπίεσης. Τα στραγγίσματα που παράγονται στους χώρους υποδοχής των απορριμμάτων συλλέγονται με κατάλληλες διατάξεις και οδηγούνται στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων της Μονάδας.

Ανακτώμενα κλάσματα υλικών

Τα απορρίμματα από το τμήμα υποδοχής οδηγούνται στη μονάδα όπου λαμβάνει χώρα η μηχανική διαλογή των υλικών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται διαχωρισμός των εισερχόμενων μικτών απορριμμάτων σε τέσσερα κλάσματα:

- Ø Οργανικό βιοαποδομήσιμο υλικό το οποίο υπόκεινται σε περαιτέρω επεξεργασία για την παραγωγή χρήσιμου τελικού προϊόντος
- Ø Μίγμα χαρτιού, πλαστικών και υφασμάτων από το οποίο παράγεται καύσιμη ύλη RDF (Refuse Derived Fuel).
- Ø Σιδηρούχα μέταλλα
- Ø Μη σιδηρούχα μέταλλα (αλουμίνιο)

Ταυτόχρονα με την παραγωγή των παραπάνω χρήσιμων κλασμάτων, κατά τη μηχανική διαλογή απομακρύνονται υλικά, των οποίων η παρουσία είναι ανεπιθύμητη είτε κατά την περαιτέρω επεξεργασία των συλλεχθέντων κλασμάτων, είτε στα τελικά προϊόντα, όπως:

- σκόνη και λεπτόκοκκα αδρανή, που λόγω της περιεκτικότητάς τους σε επικίνδυνα συστατικά (π.χ. μόλυβδο) δεν πρέπει να αναμιχθούν με το οργανικό κλάσμα
- αδρανή υλικά (πέτρες, κεραμικά, πορσελάνη κλπ) των οποίων η παρουσία στο οργανικό υλικό και στο RDF μεταβάλλει δυσμενώς την ποιότητά τους.
- γυαλί που η περιεκτικότητά του στο οργανικό υλικό μεταβάλλει δυσμενώς την ποιότητά του.
- πλαστικές φιάλες αναψυκτικών, νερού, υγρών απορρυπαντικών κλπ. Οι φιάλες αυτές κατασκευάζονται από σκληρό πλαστικό (PET, PE, PVC) που δεν πρέπει να περιέχεται στο παραγόμενο RDF. Επί πλέον ο διαχωρισμός των φιαλών αυτών δίνει την δυνατότητα της περαιτέρω ανακύκλωσής τους.

Τα παραπάνω υλικά αποτελούν το ρεύμα των άχρηστων υλικών τα οποία οδηγούνται προς υγειονομική ταφή (με εξαίρεση τη σκόνη και τα λεπτόκοκκα αδρανή). Η σκόνη και τα λεπτόκοκκα αδρανή συλλέγονται σε σακκόφιλτρα από όπου απομακρύνονται στη συνέχεια.

Παραγωγικές διαδικασίες Μονάδας Μηχανικής Ανακύκλωσης

Προκειμένου να επιτευχθούν οι διαχωρισμοί των παραπάνω κλασμάτων, κατά τη μηχανική διαλογή εφαρμόζονται οι ακόλουθες παραγωγικές διαδικασίες:

- § διαχωρισμός βάσει μεγέθους με διαχωρισμό του ευμεγέθους από το οργανικό κλάσμα
- § ελάττωση μεγέθους και εμπλουτισμός του οργανικού κλάσματος
- § τεμαχισμός και εξευγενισμός του ευμεγέθους κλάσματος με διαχωρισμό του εμπειριχομένου ελαφρού κλάσματος
- § ελάττωση μεγέθους, συμπίεση, δεματοποίηση και αποθήκευση του ελαφρού κλάσματος προς παραγωγή RDF
- § συμπίεση, δεματοποίηση και τελική διάθεση άχρηστων
- § διαχωρισμός, συμπίεση και αποθήκευση των σιδηρούχων μετάλλων και του αλουμινίου

Διαχωρισμός βάσει μεγέθους

Ο διαχωρισμός με βάση το μέγεθος αποσκοπεί στην απομάκρυνση των ευμεγεθών στερεών αλλά και των πολύ λεπτόκοκκων, έτσι ώστε να προκύπτει ομοιόμορφο κλάσμα και να βελτιστοποιείται η απόδοση και των περαιτέρω διεργασιών. Ο πλέον διαδεδομένος εξοπλισμός για τον αρχικό διαχωρισμό αστικών απορριμμάτων είναι περιστροφικά κόσκινα κυλινδρικού σχήματος με οπές στο κέλυφός τους. Από τις οπές του κόσκινου διέρχονται τα υλικά με μέγεθος μικρότερο των οπών, ενώ τα μεγαλύτερα συγκρατούνται στο πάνω μέρος του κόσκινου. Με την τεχνική αυτή, δεν διαχωρίζεται το σύνολο των ευμεγεθών και όσα υλικά δεν περνούν από τις οπές των κοσκίνων συνεχίζουν στη γραμμή παραγωγής και ανακτώνται σε περαιτέρω στάδια διαχωρισμού ή αποβάλλονται ως άχρηστα (συνήθως παρατηρείται ποσοστό ανάκτησης 85-98 %).

Κατά τον διαχωρισμό βάσει μεγέθους επιτυγχάνεται η παραγωγή δύο ρευμάτων:

- I) Ρεύμα που περιλαμβάνει τα ευμεγέθη και πολύ λεπτόκοκκα υλικά (ξηρό ρεύμα): Αποτελείται κυρίως από ξύλα, χαρτόνι, πλαστικά συσκευασίας, δέρματα, υφάσματα, ευμεγέθη σιδηρά δοχεία κλπ. Τα κατάλληλα για καύση εκ των υλικών αυτών διαχωρίζονται στη συνέχεια με τις διεργασίες της γραμμής των ευμεγεθών και οδηγούνται στην γραμμή παραγωγής RDF.
- II) Ρεύμα των λεπτόκοκκων υλικών (υγρό ρεύμα): Αποτελεί το οργανικό κλάσμα, το οποίο, αφού υποστεί ελάττωση μεγέθους και εμπλουτισθεί, οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία π.χ. αερόβια βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση).

Ελάττωση μεγέθους και εμπλουτισμός του υγρού ρεύματος (οργανικού κλάσματος)

Στο οργανικό κλάσμα του υγρού ρεύματος περιέχονται επιπλέον, μέταλλα, χαρτί και μεγάλα τμήματα γυαλιού. Τα μέταλλα απομακρύνονται μέσω μαγνητικού

διαχωρισμού (κάθε ρεύμα επεξεργασίας είναι εφοδιασμένο με διάταξη απομάκρυνσης σιδηρούχων μετάλλων). Τα γυαλιά και τμήμα του χαρτιού απομακρύνονται σε διάταξη διαχωρισμού βάσει μεγέθους.

Η ελάττωση μεγέθους του κλάσματος αυτού είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις περιπτώσεις που προορίζεται για την παραγωγή compost, μέσω αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίηση). Στις περιπτώσεις αυτές, η κοκκομετρία του οργανικού κλάσματος πρέπει να είναι μικρότερη των 40mm. Ο συνδυασμός των διεργασιών διαχωρισμού βάσει μεγέθους και ελάττωσης μεγέθους εξασφαλίζει την ελάχιστη περιεκτικότητα θρυμματισμένου γυαλιού στο προς κομποστοποίηση υλικό προκειμένου η ποιότητα του compost να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Το τμήμα ελάττωσης μεγέθους και εμπλουτισμού του οργανικού κλάσματος διαθέτει συστήματα απόσμησης.

Ελάττωση μεγέθους και εξευγενισμός του ξηρού ρεύματος (κλάσμα ευμεγεθών) με διαχωρισμό του ελαφρού κλάσματος

Τα ευμεγέθη υφίστανται πλήρη επεξεργασία σε γραμμή, που περιλαμβάνει αρχικά ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων με μαγνητικό διαχωριστή, ελάττωση του μεγέθους και πλήρη επεξεργασία του κλάσματος προς παραγωγή RDF.

Το κλάσμα των ευμεγεθών περιέχει χαρτί και φύλλα πλαστικού, που πρέπει να διαχωριστούν για την παραγωγή RDF καθώς επίσης και ένα σημαντικό ποσοστό υλικών, που πρέπει να διαχωριστούν ως άχρηστα πριν την τροφοδοσία του κλάσματος στη μονάδα παραγωγής RDF, (όπως πλαστικές φιάλες νερού ή αναψυκτικών, πλαστικά κύπελλα γυάλινα αντικείμενα κ.λπ.).

Η ελάττωση μεγέθους είναι απαραίτητη προκειμένου να είναι εφικτός ο διαχωρισμός των υλικών με βάση το ειδικό τους βάρος με εφαρμογή μηχανικής ή αεροδυναμικής μεθόδου ή συνδυασμό μεθόδων. Τα ελαφρά υλικά, όταν κατά τον διαχωρισμό εμφανίζουν εκτεταμένες επιφάνειες, συμπεριφέρονται ως βαρέα υλικά και δεν διαχωρίζονται προς το επιθυμητό ρεύμα. Επιβάλλεται επομένως η ελάττωση του μεγέθους τους και μάλιστα εντός ενός εύρους διαστάσεων, ώστε οι διαχωρισμοί που ακολουθούν να έχουν την επιθυμητή απόδοση. Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία ελάττωσης μεγέθους είναι η αλλαγή στην κατανομή του σωματιδιακού μεγέθους του τροφοδοτούμενου και του εξερχόμενου υλικού. Το αποτέλεσμα του τεμαχισμού μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τα υλικά των απορριμμάτων. Η διακύμανση στο μέγεθος των προς τεμαχισμό υλικών είναι ένα από τα πρωταρχικά χαρακτηριστικά του τεμαχισμού που επιτρέπει διαδοχικούς διαχωρισμούς των συστατικών των απορριμμάτων.

Λόγω του γεγονότος ότι τα ευμεγέθη συμπαρασύρουν και ένα μικρό μέρος οργανικών, κατά τον διαχωρισμό που ακολουθεί μετά την ελάττωση του μεγέθους τους, απαιτείται η απομάκρυνση των οργανικών αυτών, διότι εάν οδηγηθούν στο ρεύμα του RDF, παράγουν αυξημένη τέφρα κατά την καύση και επηρεάζουν δυσμενώς την εμπορική αξία του καυσίμου.

Το ρεύμα των αχρήστων που διαχωρίζεται από τα υλικά τα οποία τροφοδοτούνται προς παραγωγή RDF, συγκρατεί και συμπαρασύρει επίσης

οργανικά. Τα οργανικά του ρεύματος αυτού επίσης διαχωρίζονται και οδηγούνται προς την γραμμή επεξεργασίας του οργανικού ρεύματος.

Οι βασικές λειτουργικές αρχές των διαδικασιών αεροδιαχωρισμού ή μηχανικού διαχωρισμού περιγράφονται στη συνέχεια:

Αεροδιαχωρισμός: Ο σκοπός της διεργασίας αυτής είναι να διαχωριστούν τα ελαφρά κυρίως οργανικά υλικά από τα βαριά ανόργανα υλικά. Το ελαφρύ κλάσμα εγκλωβισμένο στο ρεύμα αέρα διαχωρίζεται με κυκλώνα ή άλλες κατάλληλες διατάξεις. Η πιο διαδεδομένη τεχνική για το διαχωρισμό του βαρέως από το ελαφρύ κλάσμα είναι η δημιουργία στροβιλισμού που επιτυγχάνεται με διοχέτευση του αέρα δια μέσου συστοιχίας γωνιών 90 ή 60 °

Οι αεροδιαχωριστές περιλαμβάνουν συνήθως δύο ανεξάρτητες μονάδες λειτουργίας: το διαχωρισμό των ελαφρών από τα βαρέα σωματίδια και τον συνακόλουθο διαχωρισμό των ελαφρών από το ρεύμα του αέρα.

Μηχανικός διαχωρισμός σε κεκλιμένη τράπεζα: Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται λόγω της διαφοροποιημένης κίνησης των σωματιδίων που έχουν διαφορετική πυκνότητα και μέγεθος.

Με μία εκ των μηχανικών ή αεροδυναμικών μεθόδων, διαχωρίζονται τα εξής ρεύματα:

- § Βαρέα υλικά: Τα σκληρά και άκαμπτα στερεά (π.χ. φιάλες πλαστικού, σκληρό πλαστικό, γυαλί, αλουμίνιο, μέταλλα, κλπ.) συλλέγονται στην κατηγορία των βαρέων. Το ρεύμα αυτό οδηγείται στα άχρηστα για τελική διάθεση σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής, αφού πρώτα αφαιρεθούν τα υπολείμματα οργανικών, τα σιδηρούχα μέταλλα και το αλουμίνιο.
- § Ελαφρά υλικά: Τα ελαφρά υλικά, αποτελούμενα κυρίως από χαρτί, φύλλα πλαστικού και υφάσματα είναι κατάλληλα για την παραγωγή RDF. Υφίστανται ελάττωση μεγέθους, συμπιέζονται και αποθηκεύονται ως RDF, αφού πρώτα αφαιρεθούν από υπολείμματα οργανικών.
- § Λεπτόκοκκα υλικά: Πρόκειται για τα οργανικά υλικά της γραμμής των ευμεγεθών που, όπως προαναφέρθηκε, πρέπει να απομακρυνθούν, τόσο από το ρεύμα των ελαφρών όσο και από το ρεύμα των βαρέων, επειδή υποβαθμίζουν την ποιότητα του παραγόμενου RDF και επιβαρύνουν το ρεύμα των αχρήστων. Το ρεύμα των διαχωριζομένων οργανικών οδηγείται στο κυρίως ρεύμα των οργανικών (υγρό ρεύμα) για περαιτέρω επεξεργασία και αξιοποίηση.

Το τμήμα επεξεργασίας ευμεγεθών της Μηχανικής Διαλογής διαθέτει συστήματα απόσμησης με απορρόφηση αέρα σε βιόφιλτρα ή πλυντρίδες και διατάξεις αποκονίωσης σε κυκλώνες, ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα.

Ελάττωση μεγέθους, συμπίεση, δεματοποίηση και αποθήκευση του ελαφρού κλάσματος προς παραγωγή RDF

Για να είναι ευχερής η αξιοποίηση των διαχωριζομένων πλαστικών και χαρτιών του ελαφρού κλάσματος προς παραγωγή ενέργειας, υπόκεινται σε

διαδικασίες ελάττωσης μεγέθους μέχρι μέσες τελικές διαστάσεις 70mm x 70mm. Το υλικό μετά την ελάττωση του μεγέθους του οδηγείται σε πρέσα όπου συμπιέζεται, δεματοποιείται, αποθηκεύεται και στη συνέχεια προωθείται στην αγορά. Το τμήμα επεξεργασίας του RDF διαθέτει συστήματα απόσμησης με απορρόφηση αέρα σε βιόφιλτρα ή πλυντρίδες και διατάξεις αποκονίωσης σε κυκλώνες, ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα.

Συμπύεση, δεματοποίηση και αποθήκευση αχρήστων

Τα άχρηστα υλικά που διαχωρίζονται από όλες τις διεργασίες της μηχανικής διαλογής, συγκεντρώνονται σε ενιαίο ρεύμα, συμπιέζονται, δεματοποιούνται και οδηγούνται προς τελική διάθεση σε χώρο υγειονομικής ταφής.

Διαχωρισμός και συμπύεση σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου

Ο διαχωρισμός των σιδηρούχων μετάλλων πραγματοποιείται σε πολλές θέσεις εντός της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής με χρήση μαγνητικών διαχωριστών. Γενικά, τα σιδηρούχα διαχωρίζονται από τα εξής ρεύματα:

- από το ρεύμα του οργανικού κλάσματος
- από το ρεύμα του κλάσματος των ευμεγεθών

Το σύνολο των ανακτημένων σιδηρούχων συμπιέζεται, δεματοποιείται, αποθηκεύεται και στη συνέχεια προωθείται στην αγορά.

Ο διαχωρισμός του αλουμινίου πραγματοποιείται με ειδικούς διαχωριστές επαγωγικού μαγνητικού πεδίου στους οποίους χρησιμοποιούνται συνήθως φυσικοί μαγνήτες σπανίων γαιών. Το σύνολο των υλικών αλουμινίου οδηγείται επίσης προς συμπύεση, δεματοποιείται, αποθηκεύεται και προωθείται στην αντίστοιχη αγορά.

2. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα στερεά απόβλητα συμπεριλαμβάνεται ένα ευρύ φάσμα επιμέρους ρευμάτων (κατηγορίες) αποβλήτων, κάθε ένα από τα οποία έχει διαφορετική προέλευση και χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πηγές προέλευσης των διαφόρων ρευμάτων στερεών αποβλήτων, με βάση την κατηγοριοποίηση που γίνεται από τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ) (Κοινοτική Απόφαση 2001/118/ΕΚ).

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.2.1 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Στα δημοτικά απόβλητα, όπως βλέπουμε και στην εικόνα 2 συμπεριλαμβάνονται τα οικιακά απορρίμματα καθώς και τα απόβλητα από εμπορικές και άλλες δραστηριότητες που προσομοιάζουν με τα οικιακά. Πιο συγκεκριμένα, στα δημοτικά απόβλητα περιλαμβάνονται τα εξής:



Εικόνα 2: Δημοτικά απόβλητα

Μικτά οικιακά απορρίμματα

Περιλαμβάνουν τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις οικίες και τις επιχειρήσεις και περιλαμβάνουν χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, ξύλο, μέταλλα, πλαστικά, υλικά συσκευασίας (πλαστικό, ξύλο, μέταλλα, χαρτί, γυαλί κλπ), βιοαποδομήσιμα οργανικά απόβλητα, υφάσματα, απόβλητα από τον καθαρισμό συστημάτων κεντρικής θέρμανσης κ.λπ.

2.2.2 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΗΠΩΝ – ΠΑΡΚΩΝ

Περιλαμβάνουν βιοαποδομήσιμα απόβλητα, όπως φύλλα, κλαδιά καθώς και μη βιοποδομήσιμα απόβλητα, όπως χώμα, πέτρες κ.λπ.

2.2.3 ΆΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Πρόκειται για τα απόβλητα που δεν περιλαμβάνονται στις πιο πάνω κατηγορίες και τα οποία είναι:

- απόβλητα από δημοτικές αγορές
- απόβλητα από τον καθαρισμό δρόμων
- ιλύς σηπτικών δεξαμενών
- ιλύς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων

Κύριο χαρακτηριστικό των δημοτικών αποβλήτων είναι η σημαντική διαφοροποίησή τους ως προς τη σύσταση και την ποσότητα. Επιπλέον, είναι δυνατό στα δημοτικά απόβλητα να περιέχονται μικρές ποσότητες επικινδύνων συστατικών, π.χ. μπαταρίες που περιέχουν υδράργυρο ή κάδμιο, λαμπτήρες με μόλυβδο, πλαστικά που περιέχουν βρώμιο, χρώματα, απορριπτόμενος ηλεκτρικός εξοπλισμός που περιέχει υδράργυρο ή βρώμιο, κ.λπ.

2.3 ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

2.3.1 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με την Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ) *‘στον όρο αστικά στερεά απόβλητα ή ΑΣΑ (Municipal Solid Waste) περιλαμβάνονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά, όπως απόβλητα από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτίρια). Περιλαμβάνει επίσης ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.α.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων’.*

Όσον αφορά στη σύσταση των αστικών αποβλήτων, αυτή δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται από πλήθος παραμέτρων. Έτσι, σύμφωνα με την ΕΕΔΣΑ, οι παράγοντες που επηρεάζουν τόσο τη σύσταση όσο και τον όγκο των αστικών αποβλήτων είναι το βιοτικό επίπεδο, τα καταναλωτικά πρότυπα, η κινητικότητα του αστικού πληθυσμού αλλά και οι εποχές του έτους.

Ειδικά για την Ελλάδα τα διαθέσιμα στοιχεία σε εθνικό επίπεδο ορίζουν τη σύσταση των οικιακών αποβλήτων σε ζυμώσιμα (οργανικά) 46%, χαρτί 19%,

πλαστικά 9%, μέταλλα 5%, γυαλί 5%, ενώ τα υπόλοιπα απόβλητα κυμαίνονται σε ποσοστό 16%.

Τα οικιακά απορρίμματα αποτελούν βασικό ρεύμα των στερεών αποβλήτων και η παραγόμενη ποσότητά τους ποικίλει, ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο και τις καταναλωτικές συνήθειες και πρότυπα των κατοίκων (π.χ. αύξηση κατανάλωσης συσκευασιών). Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα ανά κάτοικο να διαφοροποιείται, ανάλογα με την υπό εξέταση περιοχή (αστικά κέντρα, ημιαστικές περιοχές, αγροτικές περιοχές, τουριστικές περιοχές).

Με βάση δεδομένα για την Ελλάδα, για το έτος 1992 και από μετρήσεις σε 10 αστικούς δήμους της ευρύτερης περιοχής της πρωτεύουσας, η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων ανά κάτοικο κυμαινόταν στα 1,12 κιλά. Η εμπειρία δείχνει ότι με την πάροδο του χρόνου, η παραγόμενη ποσότητα των απορριμμάτων ανά κάτοικο και ημέρα αυξάνεται με ρυθμό περίπου 15 - 25% και εκτιμάται ότι στο παρόν στάδιο κυμαίνεται από 1,30 έως 2 κιλά ανά κάτοικο και ημέρα, στα αστικά κέντρα.

Στις ημιαστικές περιοχές, οι αντίστοιχες ημερήσιες ποσότητες ανά κάτοικο εκτιμώνται από 1 έως 1,30 κιλά ενώ στις αγροτικές περιοχές προσεγγίζουν το 1 κιλό. Αναφορικά με τις τουριστικές περιοχές, οι παραγόμενες ποσότητες κυμαίνονται στα επίπεδα τιμών που αναφέρθηκαν παραπάνω (ανάλογα με το εάν πρόκειται για αστική, ημιαστική ή αγροτική περιοχή) κατά τους μη τουριστικούς μήνες, ενώ κατά τη διάρκεια της τουριστικής αιχμής, οι παραγόμενες ποσότητες υπερβαίνουν αυτές που παρατηρούνται στα αστικά κέντρα (ξεπερνώντας την ημερήσια τιμή των 2 κιλών ανά άτομο).

Όσον αφορά στην σύσταση των οικιακών απορριμμάτων, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις τόσο από χώρα σε χώρα όσο και σε διάφορες περιοχές μιας συγκεκριμένης χώρας. Βασικός παράγοντας για τις διαφοροποιήσεις αυτές είναι οι διατροφικές και καταναλωτικές συνήθειες των πληθυσμών κάθε περίπτωσης όπως επίσης και τα καταναλωτικά πρότυπα που υιοθετούνται από τους κατοίκους. Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικά στοιχεία σχετικά με τη μέση σύσταση των απορριμμάτων της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας.

Σύσταση οικιακών απορριμμάτων (% κ.β.)	1985	1991	1996	2004
<i>Οργανικά-ζυμώσιμα</i>	59,8	51,0	48,5	47,0
Χαρτί-χαρτόνι	19,5	21,0	22,5	23,0
Υφασμα, ξύλο, λάστιχο, δέρματα	3,4	2,0	3,5	4,0
Πλαστικά	7,0	9,0	10,0	11,0
Μέταλλα	3,8	5,5	4,2	4,4
Γυαλιά	2,6	6,0	3,5	3,6
Αδρανή	0,7	2,0	3,3	3,5
Υπόλοιπα (μικτά υλικά)	3,2	3,5	4,5	3,6
Σύνολο	100	100	100	100

Πίνακας 3: Σύσταση οικιακών απορριμμάτων

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα επισημαίνονται ότι το μεγαλύτερο κλάσμα των οικιακών απορριμμάτων συνίσταται από οργανικά – ζυμώσιμα υλικά σε ποσοστό σταθερά μεγαλύτερο του 45%, ενώ σημαντικό παρουσιάζεται και το ποσοστό του χαρτιού – χαρτονιού το οποίο ξεπερνά το 20%, με μια μικρή αύξηση με την πάροδο του χρόνου. Ακόμη αξιοσημείωτη είναι η παρουσία των πλαστικών που ξεπερνά το 10%, με αυξητική τάση. Σημειώνεται ότι η αύξηση που παρατηρείται στο ποσοστό χαρτιού και πλαστικών οφείλεται κυρίως στη συνεχώς αυξανόμενη

κατανάλωση τυποποιημένων προϊόντων τα οποία διατίθενται στην αγορά συσκευασμένα, με αποτέλεσμα την παρουσία υψηλών ποσοτήτων υλικών συσκευασίας στα απορρίμματα.

Σημαντικά στοιχεία σχετικά με τη σύσταση των οικιακών απορριμμάτων αποτελούν το βάρος, ο όγκος και ο λόγος όγκος:βάρος που καταλαμβάνει κάθε συστατικό μέσα στο χώρο τελικής διάθεσης των απορριμμάτων. Στον πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζετε η κατανομή βάρους / όγκου συστατικών απορριμμάτων.

ΥΛΙΚΟ	Βάρος (%)	Όγκος (%)	Λόγος “όγκος:βάρος”
Πλαστικό	7,3	18	2,5:1
Χαρτί	35,6	38	1,1:1
Μέταλλα	8,7	14	1,6:1
Γυαλί	8,4	2	0,2:1
Άλλα υλικά	40,0	28	0,7:1

Πίνακας 4: Κατανομή βάρους / όγκου συστατικών απορριμμάτων

2.4 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Από τα υλικά που περιλαμβάνονται στα οικιακά απορρίμματα, σημαντικό τμήμα αποτελούν αυτά που είναι δυνητικά ανακυκλώσιμα (χαρτί, γυαλί, σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα, πλαστικά και ζυμώσιμα οργανικά). Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την πυκνότητα των υλικών αυτών.

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/m ³)
Κουτιά αλουμινίου	45
Κουτιά αλουμινίου, συμπιεσμένα	150
Κουτιά σιδηρούχα	90
Κουτιά σιδηρούχα, συμπιεσμένα	470-535
Γυάλινα μπουκάλια	600
Γυαλί ελαφρά θρυμματισμένο	1070
Γυαλί επαρκώς θρυμματισμένο	1600
Εφημερίδες	300-360
Χαρτί τεμαχισμένο και δεματοποιημένο	450
Πλαστικά μπουκάλια	13
Πλαστικά μπουκάλια, τεμαχισμένα	360

Πίνακας 5: Πυκνότητες ανακυκλώσιμων υλικών

2.4.1 ΧΑΡΤΙ

Τα είδη του χαρτιού που συνήθως ανακτώνται μέσω προγραμμάτων ανακύκλωσης είναι εφημερίδες, χαρτοσακούλες, χαρτόνι και χαρτί γραφείου. Το χαρτί των απορριμμάτων διαχωρίζεται σε επιμέρους κατηγορίες, με βάση την ποιότητα των ινών και το βαθμό ξένων προσμίξεων. Γενικά θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι ίνες τόσο καθαρότερο και καλύτερης ποιότητας είναι το χαρτί και κατά συνέπεια μεγαλύτερη η δυνατότητα προώθησης του για ανακύκλωση. Τονίζεται ότι με την ανακύκλωση του χαρτιού υποβαθμίζονται οι ίνες του (πχ. η ανάμιξη και επεξεργασία του με νερό θραύει και μικραίνει τις ίνες) και επομένως δεν μπορεί να ανακυκλωθεί απεριόριστα, λόγω της φθοράς που υφίστανται οι ίνες.

Εφημερίδες: Η ανακύκλωση εφημερίδων αποτελεί βασική συνιστώσα των περισσότερων προγραμμάτων ανακύκλωσης και ιδιαίτερα των συστημάτων Διαλογής στην Πηγή. Οι εφημερίδες δένονται ή τοποθετούνται σε σακούλες, με στόχο την πιο εύκολη συλλογή και μεταφορά τους στο κέντρο ανακύκλωσης. Εκεί το χαρτί δεματοποιείται για να μεταφερθεί ευκολότερα και οικονομικότερα στον τελικό αγοραστή-χρήστη.

Χαρτόνι: Συνήθως το χαρτόνι αποτελεί τη συσκευασία για μεταφορά άλλων προϊόντων. Πηγές παραγωγής απορριμμάτων χαρτονιού είναι οι υπεραγορές, οι αποθήκες χονδρικής πώλησης συσκευασμένων προϊόντων, βιομηχανίες κλπ. Οι συσκευασίες από χαρτόνι πιέζονται και μετατρέπονται σε επίπεδη επιφάνεια και στη συνέχεια δένονται για μεταφορά σε χαρτοβιομηχανίες με στόχο την κατασκευή χαρτονιού και κουτιών συσκευασίας.

Χαρτί υψηλής ποιότητας: Πρόκειται για το χαρτί γραφείου (φωτοτυπικό, εκτύπωσης κλπ) και περιέχει ίνες υψηλής ποιότητας. Το παραγόμενο νέο προϊόν μπορεί να είναι είτε ξανά χαρτί γραφής είτε χαρτί για άλλες χρήσεις (χαρτομάντιλα, χαρτοπετσέτες κλπ).

Μικτό χαρτί: Περιλαμβάνει το χαρτί από περιοδικά, βιβλία, εφημερίδες, έντυπο διαφημιστικό και άλλο υλικό. Πρόκειται για το χαμηλότερης ποιότητας χαρτί που περιέχεται στα οικιακά απορρίμματα. Μετά τη συλλογή, το χαρτί μεταφέρεται στον τελικό χρήστη ως έχει ή μετά από διαλογή (ανάλογα με τις ποσότητες και το κόστος για την πρόσθετη διαλογή του). Τα προϊόντα που παράγονται από ανακυκλωμένο μικτό χαρτί είναι πιασσοχαρτο, χαρτί μονώσεων, χαρτί γραφής και χάρτινα κουτιά. Για λόγους καλαισθησίας μπορεί να προστεθεί λευκό χαρτί στην εξωτερική επιφάνεια του νέου προϊόντος.

2.4.2 ΓΥΑΛΙ

Η ανακύκλωση του γυαλιού αφορά στις φιάλες, τα γυάλινα δοχεία και άλλα γυάλινα υλικά (τζάμια, πιάτα, γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα, κρύσταλλα κλπ). Πηγές παραγωγής απορριμμάτων γυαλιού είναι τα εργοστάσια κατασκευής, εμφιάλωσης και συσκευασίας, τα κέντρα διασκέδασης, τα ξενοδοχεία, τα εστιατόρια, τα νοικοκυριά και διάφορα καταστήματα.

Το γυαλί υποδιαιρείται σε τρεις κύριες κατηγορίες, ανάλογα με το χρώμα του: λευκό, πράσινο και καφέ. Κατά τη συλλογή, θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται για παραγωγή

μπουκαλιών μπύρας και φαρμάκων τα οποία είναι χημικά ευπαθή στο ηλιακό φως και πράσινου χρώματος για την παραγωγή μπουκαλιών κρασιού και αναψυκτικών.

Οι πρακτικές που εφαρμόζονται περιλαμβάνουν συλλογή ανάμικτου γυαλιού σε χωριστούς υποδοχείς, σε υποδοχείς ειδικούς για κάθε χρώμα, σε κέντρα ανακύκλωσης ή με τη μέθοδο της συλλογής πόρτα-πόρτα. Οι τιμές αγοράς του διαχωρισμένου γυαλιού είναι υψηλότερες από εκείνες του ανάμικτου, το οποίο χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή πράσινου γυαλιού.

Επίσης, το τελικό προϊόν της ανακύκλωσης του γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υαλοβάμβακα, fiberglass, σημάτων για τους δρόμους κλπ. Το υαλόθραυσμα μικτού χρώματος χρησιμοποιείται στην παραγωγή τούβλων, στο τσιμέντο και την ασφάλτο.

2.4.3 ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα κουτιά που αποτελούνται από σιδηρούχα μέταλλα, χρησιμοποιούνται ως μέσο συσκευασίας προϊόντων και αποτελούνται από χάλυβα με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσίτερου (για να αποφεύγεται η οξείδωση και να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού). Ο κασσίτερος είναι υλικό αξίας μεγαλύτερης από αυτή του χάλυβα και αντιπροσωπεύει το 0.5-1% του συνολικού βάρους του κουτιού.

Η διαλογή για ανακύκλωση των κουτιών σιδηρούχων μετάλλων, μπορεί να γίνει στο σπίτι ή σε ειδικούς υποδοχείς (κάδους) μαζί με τα κουτιά μη σιδηρούχων μετάλλων από όπου μεταφέρονται σε κέντρο ανακύκλωσης. Εκεί με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή τα σιδηρούχα μέταλλα διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα υλικά (π.χ. κουτιά αλουμινίου,) και αφού τεμαχισθούν και δεματοποιηθούν μεταφέρονται στη βιομηχανία.

2.4.4 ΜΗ ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Η ανακύκλωση μη σιδηρούχων μετάλλων αφορά κυρίως στο αλουμίνιο από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα κουτιά αναψυκτικών και μπύρας. Άλλα είδη αλουμινίου που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι πλαίσια παραθύρων, έπιπλα κήπων κλπ. Η μεταφορά των προς ανάκτηση μη σιδηρούχων υλικών γίνεται ως έχουν, δεματοποιημένα ή/και συμπιεσμένα.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του αλουμινίου είναι η υψηλή τιμή που το υλικό έχει ως scrap (λόγω της σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας που έχει η βιομηχανία όταν το χρησιμοποιεί αντί για πρώτη ύλη), γεγονός που ευνοεί την ανακύκλωσή του.

Η συλλογή του αλουμινίου μπορεί να γίνει σε κάδους ή/και σε κέντρα ανακύκλωσης. Μετά τη συλλογή τους, τα κουτιά αλουμινίου διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα μέταλλα και τα διμεταλλικά, με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή. Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν απεριόριστα χωρίς να υποβαθμίζονται οι ιδιότητες του τελικού προϊόντος.

2.4.5 ΠΛΑΣΤΙΚΑ

Κύριο χαρακτηριστικό των πλαστικών είναι η σχέση του βάρους προς τον όγκο που καταλαμβάνουν, η οποία φτάνει και μέχρι 1:3. Η αλλαγή της συσκευασίας των προϊόντων προς όφελος του πλαστικού είχε ως συνέπεια τη σημαντική αύξηση της παρουσίας του υλικού αυτού στα απορρίμματα. Η ανακύκλωση των πλαστικών δεν είναι πάντα εφικτή για τους εξής λόγους:

α) Υφίστανται πολλοί τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, χημική σύσταση και συμπεριφορά

β) Υπάρχει δυσκολία στην ταυτοποίηση των διαφόρων ειδών πλαστικού

γ) Σε πολλές περιπτώσεις τα υλικά έχουν πολλές προσμίξεις.

Η ανακύκλωση των πλαστικών αφορά κυρίως υλικά από πολυαιθυλένιο (PET), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας ((Scrap density polyethylene - HDPE).

Από PET παρασκευάζονται φιάλες ανθρακούχων αναψυκτικών ή ορισμένες εμφιαλωμένου νερού, ενώ από HDPE κατασκευάζονται φιάλες γάλακτος, αναψυκτικών και απορρυπαντικών. Λόγω της χαρακτηριστικής σχέσης όγκου:βάρος, τα πλαστικά μπουκάλια θραύονται και δεματοποιούνται για την οικονομικότερη μεταφορά τους στη βιομηχανία, όπου λαμβάνει χώρα απομάκρυνση των προσμίξεων (ετικέτες, υπολείμματα περιεχομένου και σκόνη). Από PVC παρασκευάζονται φιάλες για μεταλλικό νερό, βρώσιμα λάδια, χυμούς, καλλυντικά κλπ, καθώς επίσης και πλαστικά σκαφίδια για τρόφιμα (π.χ. λαχανικά).

Τα θερμοπλαστικά διαθέτουν τη δυνατότητα επαναθέρμανσης και επαναδιαμόρφωσης, αλλά η πρακτική αυτή οδηγεί σε υποβάθμιση των χαρακτηριστικών και της ποιότητάς τους. Επίσης οι πιθανές βιολογικές προσμίξεις στα πλαστικά δεν καταστρέφονται με τις διεργασίες επεξεργασίας. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι τα μπουκάλια που είναι κατασκευασμένα από PET και HDPE να μην μπορούν να ξαναγίνουν μπουκάλια για τροφές.

Επίσης, ανακυκλωμένο πλαστικό (κυρίως PET και HDPE) χρησιμοποιείται ως υλικό για επιστρώσεις και επενδύσεις δαπέδων και δεξαμενών, για κατασκευή σχοινιών, σπάγκων, γεωυφασμάτων, κάδων, γλαστρών κ.λπ. Ακόμη ανακυκλωμένο πλαστικό από PVC χρησιμοποιείται για την παραγωγή σωλήνων ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης κλπ.

2.5 ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα στερεά βιομηχανικά απόβλητα περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό επιμέρους ρευμάτων αποβλήτων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κύριες κατηγορίες στερεών αποβλήτων που παράγονται από τους σημαντικότερους βιομηχανικούς κλάδους.

- Παραγωγή – συσκευασία γεωργικών φαρμάκων
- Παραγωγή αλκοολούχων ποτών
- Παραγωγή και ανακύκλωση συσσωρευτών μολύβδου
- Παραγωγή Τσιμέντου
- Μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Επιφανειακή επεξεργασία και επικάλυψη μετάλλων
- Μορφοποίηση, φυσική - μηχανική επιφανειακή κατεργασία μετάλλων

- Παραγωγή ανόργανων λιπασμάτων
- Επεξεργασία αμυλούχων φυτικών προϊόντων
- Επεξεργασία και κονσερβοποίηση φρούτων και λαχανικών
- Παραγωγή γυαλιού
- Παραγωγή ανόργανων χημικών
- Παραγωγή οργανικών χημικών
- Παραγωγή φαρμάκων
- Παραγωγή σαπουνιών και απορρυπαντικών
- Προπαρασκευή, επεξεργασία και συντήρηση ψαριών
- Προπαρασκευή, επεξεργασία και συντήρηση κρέατος
- Προπαρασκευή και επεξεργασία πουλερικών
- Δευτερογενής παραγωγή μετάλλων
- Ελαιουργεία
- Αναγέννηση χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων
- Παραγωγή χρωμάτων και βερνικιών
- Παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού
- Διυλιστήρια αργού πετρελαίου
- Παραγωγή πλαστικών
- Παραγωγή εντύπου υλικού
- Ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες
- Βυρσοδεψεία
- Κλωστοϋφαντουργεία – Βαφεία – Φινιριστήρια
- Παραγωγή προϊόντων ξυλείας
- Φωτογραφική βιομηχανία
- Στερεά απόβλητα ειδικής φύσης
- Χρησιμοποιημένα Ελαστικά
- Υλικά κατασκευών - Κατεδαφίσεων - Εκσκαφών – Οδοποιίας
- Απόβλητα από Ηλεκτρικό και Ηλεκτρονικό Εξοπλισμό (ΑΗΗΣ)
- Ηλεκτρικές Στήλες και Συσσωρευτές
- Γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα
- Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια
- Νοσοκομειακά Απόβλητα
- Μολυσματικά απόβλητα

2.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων –ΕΚΑ (European Waste Catalog – EWC) περιέχει όλα τα ρεύματα αποβλήτων, επικίνδυνα και μη επικίνδυνα απόβλητα. Στον Κατάλογο αυτό, τα επικίνδυνα απόβλητα επισημαίνονται με αστερίσκο στη δεξιά πλευρά του αριθμού κωδικοποίησης τους. Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά η προέλευση των επικινδύνων αποβλήτων.

Κατηγορία	Προέλευση
1. Ακατάλληλες πρώτες ύλες ή προϊόντα που δεν πληρούν τις προδιαγραφές για κατανάλωση ή περαιτέρω επεξεργασία	

2. Στερεά απόβλητα από την παραγωγική διαδικασία	
2.1 Απόβλητα από την πλύση, καθαρισμό, μορφοποίηση και επεξεργασία των πρώτων υλών	Μορφοποίηση μετάλλων Κατεργασία δέρματος Κατεργασία και επικάλυψη μετάλλων
2.2 Απόβλητα από διάφορες διεργασίες της παραγωγικής διαδικασίας	Πρωτογενής παραγωγή μετάλλων Υφαντουργία Αναγέννηση ελαίων Κατεργασία ξύλου Παραγωγή χρωμάτων και βερνικιών Παραγωγή τυπογραφικών μελανών Παραγωγή στεγνωτικών και κολλών Φωτογραφική βιομηχανία Κατεργασία και επικάλυψη μετάλλων Παραγωγή ελαιωδών (εκτός βρωσίμων) Παραγωγή ηλεκτρονικών Παραγωγή ψυκτικών ουσιών Διύλιση πετρελαίου και κατεργασία άνθρακα Θερμική μεταλλουργία Ηλεκτροπαραγωγή από πετρέλαιο
3. Ιλύες από την παραγωγική διαδικασία	
4. Εξαντλημένα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παραγωγική διαδικασία	Εξαντλημένοι καταλύτες εξαντλημένα φίλτρα εξαντλημένος ενεργός άνθρακας,
	υλικά πυροπροστασίας, εξαντλημένες επενδύσεις
5. Απόβλητα και ιλύες από την επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων	Ιλύς από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής Στερεά απόβλητα και ιλύες από την επεξεργασία αερίων Απόβλητα από θερμική επεξεργασία
6. Απόβλητα ανεξάρτητα από την παραγωγική διαδικασία	Απορριπτόμενος εξοπλισμός και υπολείμματα υλικού διάλυσης απόβλητα εκρηκτικών Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές μικτά δημοτικά απόβλητα Ιοντοεναλλακτικές ρητίνες Απόβλητα έλαια μηχανών και

	λίπανσης Απόβλητα έλαια και άλλα υγρά μόνωσης- μεταφοράς θερμότητας Έλαια πλοίων Απόβλητα συντήρησης μηχανημάτων Απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Απόβλητα από τον καθαρισμό δεξαμενών Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων
--	--

Πίνακας 6: Προέλευση και είδος επικινδύνων αποβλήτων

3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

3.1 ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΑΠΟΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η ανεξέλεγκτη διάθεση των απορριμμάτων όπως στην εικόνα 3 οδηγεί σε πλείστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και περιβαλλοντικούς κινδύνους. Η μη συστηματική και χωρίς εφαρμογή συγκεκριμένης τεχνολογίας απόρριψη των απορριμμάτων, επιβαρύνει το περιβάλλον κυρίως εξαιτίας της διαφυγής ρυπογόνων και μολυσματικών στραγγισμάτων στον υδροφόρο ορίζοντα, αλλά και μέσω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπως μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

Οι χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία καθότι μέσα από τα τρωκτικά και τα ζώα που πλησιάζουν σ' αυτές, δημιουργείται σοβαρό ενδεχόμενο μετάδοσης μολυσματικών ασθενειών στον άνθρωπο και τα ζώα.

Οι δυσοσμίες είναι μία άλλη αρνητική συνέπεια της ύπαρξης τέτοιων χώρων, όπως επίσης και ο κίνδυνος αυτανάφλεξης από τις εκπομπές μεθανίου, με αποτέλεσμα την εκδήλωση πυρκαγιών. Η φωτιά σε ένα τέτοιο χώρο, πέρα από τον κίνδυνο πυρκαγιών, ευθύνεται και για την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα επικίνδυνων σωματιδίων, που επίσης θέτουν σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία.

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος μπορεί να περιοριστεί μέσα από την εφαρμογή συγκεκριμένων τεχνολογιών, όπως η υγειονομική ταφή, που αποτελεί ένα σύστημα περιβαλλοντικά φιλικής τελικής διάθεσης των απορριμμάτων.



Εικόνα 3: Ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων

3.2 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ

Αναζητώντας έναν ορισμό για το τι είναι η υγειονομική ταφή θα μπορούσε κανείς να την εκφράσει ως μία διαδικασία ταφής των απορριμμάτων με την οποία ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία, με κατάλληλα έργα υποδομής και προσχεδιασμένες διαδικασίες λειτουργίας και ελέγχου. Η υγειονομική ταφή αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο όλων των συστημάτων διαχείρισης λόγω του γεγονότος ότι όλες οι επιμέρους εφαρμοζόμενες τεχνικές αφήνουν κατάλοιπα για τα οποία απαιτείται ασφαλής τελική διάθεση, όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα 4.

Οι κανόνες χωροθέτησης και λειτουργίας των Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων καθορίζεται από την κοινοτική οδηγία 1999/31/ΕΚ. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό η λειτουργία ενός Χ.Υ.Τ.Α. είναι περίπλοκη διαδικασία και καθορίζεται από πλήθος παραμέτρων.

Στους χώρους αυτούς τα είδη απορριμμάτων που μπορούν να ταφούν είναι οικιακά απορρίμματα, μπάζα, τέφρες και σκουριές, στερεοποιημένες και αφυδατωμένες λάσπες. Είναι προφανές πως απορρίμματα που απαιτούν ειδική επεξεργασία, όπως επικίνδυνα τοξικά, ραδιενεργά, δε μπορούν να γίνουν δεκτά σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής αν δεν προηγηθεί η απαραίτητη επεξεργασία.



Εικόνα 4: Υγειονομική ταφή

3.2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Οι βασικοί τρόποι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων είναι:

Παραδοσιακή διάθεση απορριμμάτων: διαδοχικές επάλληλες στρώσεις που καλύπτονται από χώμα πάχους 60 εκατοστών, ενώ στο λοξό μέρος της απόθεσης γίνεται κάλυψη πάχους 15 εκατοστών.

Διάθεση με συμπίεση: τα απορρίμματα συμπιέζονται σε πυκνότητα 1000 κιλά/κ.μ., εξασφαλίζοντας έτσι οικονομία χώρου, στεγανότητα από τα νερά της βροχής και προστασία από εκρήξεις καθότι υπάρχει απουσία οξυγόνου.

Λεπτοτεμαχισμός: τα απορρίμματα τεμαχίζονται σε πάχος 5 εκατοστών και βιοαποδομούνται γρήγορα, ευνοώντας η μορφή τους τις αερόβιες διεργασίες.

Δεματοποίηση: τα απορρίμματα συμπιέζονται σε μπάλες ενός κυβικού μέτρο και βάρους ενός τόνου. Ο τρόπος αυτός διευκολύνει την εναπόθεση των αποβλήτων.

3.2.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΧΩΡΩΝ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τέτοια κριτήρια είναι γεωλογικά – υδρογεωλογικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά, λειτουργικά, οικονομικά. Κατά τη χωροθέτηση ενός χώρου υγειονομικής ταφής, θα πρέπει επί της ουσίας να εξασφαλίζεται ότι τα πετρώματα της περιοχής έχουν μικρή διαπερατότητα στο νερό, όπως επίσης να μην υπάρχουν ύδατα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για ύδρευση. Αυτά είναι υδρογεωλογικά κριτήρια, αντιστοίχως στην κατηγορία των χωροταξικών εντάσσονται κριτήρια όπως η μέγιστη απόσταση από τον πλησιέστερο οικισμό, περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, δίκτυα υποδομών κ.α. Περιβαλλοντικά είναι τα κριτήρια όπως η κατεύθυνση των ανέμων, η θερμοκρασία, η οπτική απομόνωση και οι οχλήσεις που δημιουργούνται από τις προσπελάσεις. Τέλος, στα λειτουργικά κριτήρια περιλαμβάνονται η ευκολία της πρόσβασης, τα δίκτυα μεταφορών κ.α. ενώ τα οικονομικά σχετίζονται περισσότερο με το κόστος κατασκευής και μεταφοράς.

Τα τελευταία χρόνια όπως ήδη έχει αναφερθεί η Ελλάδα έχει προωθήσει το σχέδιο για την υιοθέτηση και εφαρμογή όλων των σχετικών νομοθεσιών από την Ε.Ε. Στην παρούσα μελέτη λαμβάνονται υπόψη οι πρόσφατες θεσμικές ρυθμίσεις στην ΕΕ και την Ελλάδα, σχετικά με την διαχείριση των απορριμμάτων. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνονται υπόψη:

- § Η ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727 (ΦΕΚ 1909/2003), μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης
- § Η ΚΥΑ 114218 (ΦΕΚ 17/11/97, τεύχος Β) για το πλαίσιο προδιαγραφών και τα γενικά προγράμματα διαχείρισης απορριμμάτων.
- § Η ΚΥΑ 19396/1546 για τη διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων.
- § Η κοινοτική οδηγία 94/62 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας.
- § Νόμος 2939/2001, ΦΕΚ 179Α/2001, σχετικά με τις συσκευασίες και την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ)
- § Νόμος 3010/2002, ΦΕΚ91Α/2002, σχετικά με την εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 ΕΕ και 96/61 ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις
- § Το με αρ.πρωτ. Οικ. 69751/29-7-1999 έγγραφο της Δ/σης Περ/κου Σχεδιασμού «Πλαίσιο προδιαγραφών εκπόνησης μελέτης ολοκληρωμένου σχεδιασμού διαχείρισης αποβλήτων σε Νομαρχιακό ή Περιφερειακό επίπεδο»
- § Η υπ.αρ. 12/23-2-2000 Εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ.πρωτ. Οικ.61540/23-2-2000 «Μελέτες και έργα διαχείρισης στερεών αποβλήτων»
- § Η υπ.αρ. 70/6-10-2000 Εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ.πρωτ. Οικ.68381/6-10-2000 «Κατάρτιση Νομαρχιακών ή Περιφερειακών σχεδιασμών διαχείρισης στερεών αποβλήτων»
- § Η υπ.αρ. 32/27-9-2001 Εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ.πρωτ. Οικ.94093/27-9-2001 «Ολοκλήρωση σχεδιασμών διαχείρισης στερεών αποβλήτων και υλοποίηση έργων»
- § Π.Δ. 117 (5/03/2004) "Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού", σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 «σχετικά με τον

περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού» του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003

- § Η κοινοτική οδηγία 91/156 για τα στερεά και τα επικίνδυνα απόβλητα
- § Το Π.Δ. 115 (5/03/2004) "Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών" αποτελεί αντικατάσταση της 73537/1438/1995 κοινής υπουργικής απόφασης «Διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες» και 19817/2000 κοινής υπουργικής απόφασης «Τροποποίηση της 73537/1995 κοινής υπουργικής απόφασης κλπ..»
- § Το Π.Δ. 82 (2/03/2004) "Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των Αποβλήτων των Λιπαντικών Ελαίων" αποτελεί αντικατάσταση της 98012/2001/1996 ΚΥΑ «Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων»
- § Π.Δ. 116 (5/03/2004) «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπέων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/53/ΕΚ "για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους" του Συμβουλίου της 18ης Σεπτεμβρίου 2000»
- § Π.Δ. 109 (5/03/2004) "Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους"
- § Η κοινοτική οδηγία 94/67 σχετικά με την καύση επικινδύνων απορριμμάτων
- § Η κοινοτική οδηγία 75/442 για τα στερεά απόβλητα
- § Η ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508 (εναρμόνιση της οδηγίας 99/31)
- § Η κοινοτική οδηγία 99/31 για την υγειονομική ταφή

3.2.3 ΜΟΝΩΣΗ

Σημαντικά είναι τα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία από τη διαφυγή των στραγγισμάτων προς τον υπόγειο υδροφόρο. Τα στραγγίσματα δημιουργούνται από νερό της βροχής το οποίο διεισδύει στο χώρο υγειονομικής ταφής και ρυπαίνεται από τα απορρίμματα που υπάρχουν εκεί, από τη συμπίεση των αποβλήτων οπότε και εκλύονται υγρά, αλλά και από τα προϊόντα της βιοαποδόμησης. Θέματα που σχετίζονται αναλυτικότερα με την παραγωγή και την επεξεργασία των στραγγισμάτων θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο.

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, η διαφυγή μιας τέτοιας τοξικότητας υγρό στον υπόγειο υδροφόρο είναι πολύ επικίνδυνη. Για το λόγο αυτό, τοποθετούνται ειδικά συστήματα μόνωσης και στεγανοποίησης. Αυτά τα συστήματα μόνωσης θα πρέπει να είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασίες 700 °C, σε πιθανές καθιζήσεις, σε φαινόμενα διάβρωσης, σε διάφορα βιολογικά φαινόμενα. Θα πρέπει να τοποθετούνται εύκολα, να επιδιορθώνονται εύκολα και να έχουν χαμηλό κόστος.

Σύμφωνα με το πλαίσιο προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, (Κ.Υ.Α. 114218/97 (ΦΕΚ 1016 Β)) αναφέρεται χαρακτηριστικά για το σύστημα μόνωσης ότι:

Η προστασία του εδάφους, των υπογείων και επιφανειακών υδάτων επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των παρακάτω συντελεστών:

- 1) Φυσική υπάρχουσα (ενδεχομένως) μόνωση.
- 2) Σύστημα τεχνητής μόνωσης από συμπιεσμένα αργιλικά υλικά και συνθετική μεμβράνη.
- 3) Σύστημα αποστράγγισης και συλλογής στραγγισμάτων.

Για τον προσδιορισμό των παραπάνω συντελεστών λαμβάνονται υπόψη τα γεωλογικά, υδρογεωλογικά και γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των εδαφών καθώς και το είδος των προς διάθεση απορριμμάτων.'

Συνεπώς η μόνωση ενός χώρου υγειονομικής ταφής μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικές κατηγορίες, την τεχνητή μόνωση και τη φυσική μόνωση.

Τεχνητή Μόνωση

Οι βασικές στρώσεις ενός συστήματος στεγανοποίησης είναι:

- 1) Στρώση υπόβασης
- 2) Στρώση μόνωσης – στεγανοποίησης
- 3) Στρώση προστασίας

Αξίζει να σημειωθεί ότι η στρώση μόνωσης είναι η σημαντικότερη καθώς καθορίζει την ταχύτητα διαφυγής των στραγγισμάτων. Για την στρώση αυτή έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές, όπου οι πλέον καθιερωμένες είναι:

- 1) Χρήση σύνθετης στεγανωτικής στρώσης (Composite Liner)
- 2) Χρήση διπλής μόνωσης (Double Liner)
- 3) Χρήση διπλής σύνθετης στεγανωτικής στρώσης (Double Composite)
- 4) Χρήση απλής συνθετικής (Single Synthetic)

Οι τεχνικές αυτές είναι διαφορετικής αποτελεσματικότητας και ευκολίας στην εφαρμογή τους και χρησιμοποιούνται ανάλογα με την επικινδυνότητα της κατάστασης και του επιθυμητού βαθμού στεγανοποίησης.

Φυσική Μόνωση

Στην περίπτωση της φυσικής μόνωσης του εδάφους χρησιμοποιούνται στεγανωτικά υλικά τα οποία είναι κυρίως ορυκτά. Τέτοια ορυκτά μπορεί να είναι άργιλος, μπετονίτης, ζεόλιθος, ιπτάμενη τέφρα, υδρύαλος, άσφαλτος.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα βασικά που εξετάζονται για τη χρήση ενός υλικού μόνωσης είναι η υδατοπερατότητα, η πλαστικότητα και το μέγεθος των κόκκων του.

Συνοψίζοντας τα βασικά πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής είναι:

- Αποτελεί τελική διάθεση
- Παρέχει ευελιξία στην αντιμετώπιση αυξημένων ή μειωμένων ποσοτήτων ΑΣΑ
- Χαμηλότερη αρχική και λειτουργική δαπάνη σε σχέση με άλλες μεθόδους
- Αξιοποίηση τελικής επιφάνειας για άλλες χρήσεις

Ενώ τα βασικά μειονεκτήματα είναι:

- Χαρακτηριστικά απόρριψης αντί ανάκτησης πόρων
- Χαμηλή τεχνική βασιμότητα: μεγάλη επιφάνεια, βιοχημικά ενεργός για μεγάλο χρόνο (δεκαετίες), υπόγεια-δύσκολα προσπελάσιμη θέση στεγανώσεων & αγωγών συλλογής
- Εκπομπή βιοαερίου που περιέχει τοξικά αέρια (ακόμη και σε καινούριους-σύγχρονους ΧΥΤΑ ~25% του παραγόμενου βιοαερίου διαφεύγει)
- Παραγωγή στραγγισμάτων με υψηλή συγκέντρωση ρύπων. Όχι απίθανη η αστοχία της στεγάνωσης με κίνδυνο σοβαρής ρύπανσης υπόγειων νερών
- Λειτουργία ΧΥΤΑ:
- Παραγωγή θορύβου, σκόνης, οσμών και
- Παρουσία τρωκτικών, γλάρων, εντόμων (φορείς ασθενειών)

3.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Με την απόθεση των απορριμμάτων στο χώρο υγειονομικής ταφής αρχίζουν οι διαδικασίες αποδόμησης τους, που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Επί της ουσίας αυτό που συντελείται κατά την αποδόμηση των απορριμμάτων, είναι η διάσπαση οργανικών ουσιών, παράγοντας βακτηριακή μάζα, υγρά και αέρια προϊόντα.

Μέσα από την αρχικά αερόβια και στη συνέχεια αναερόβια διαδικασία παράγεται το βιοαέριο, και η διαδικασία της παραγωγής και της διαφοροποίησης της σύστασης του διαιρείται σε τέσσερα διακριτά στάδια, ως εξής:

3.3.1 ΣΤΑΔΙΟ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ

Κατά το στάδιο αυτό που διαρκεί από μερικές μέρες έως εβδομάδες, αρχίζουν σταδιακά να διαμορφώνονται οι ικανές συνθήκες υγρασίας για την έναρξη της βιοαποδόμησης. Στη συνέχεια το οξυγόνο που έχει μεταφερθεί στο εσωτερικό του χώρου από τα διάκενα των απορριμμάτων, χρησιμοποιείται για την βιοαποδόμηση και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Οι ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται είναι ίσες γραμμομοριακά με το οξυγόνο που καταναλώνεται.

Προτού ξεκινήσουν οι αναερόβιες συνθήκες το άζωτο μειώνεται, ωστόσο παρουσιάζει πολύ υψηλή συγκέντρωση που ανέρχεται στο 75% κ.β.. Στη φάση αυτή παράγεται αέριο άζωτο και υδρόθειο.

Το πρώτο αυτό στάδιο ολοκληρώνεται με τη σταδιακή μείωση του οξυγόνου εξαιτίας της κατανάλωσής του και του τελικού μηδενισμού του, δηλαδή της πλήρους κατανάλωσής του, οπότε και προοδευτικά επικρατούν οι αναερόβιες συνθήκες.

3.3.1.1 ΟΞΥΓΕΝΕΣ ΣΤΑΔΙΟ

Στο στάδιο αυτό, απουσία πλέον αέρα παράγονται σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων και αερίου υδρογόνου. Η δράση των μικροοργανισμών που ευθύνονται για την παραγωγή των οξέων και του υδρογόνου διακρίνεται σε τρία επίπεδα, της υδρόλυσης, της οξυγένεσης και της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα

Υδρόλυση:

Στη φάση της υδρόλυσης μεγαλομοριακές ενώσεις μετασχηματίζονται σε λιπαρά οξέα, αλκοόλες, αμμωνία κ.α. τα οποία μπορεί να καταναλωθούν από μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί που μετέχουν σε αυτές τις αντιδράσεις είναι μη μεθανογενείς και αποτελούνται από αναερόβια βακτηρία.

Οξυγένεση:

Στο στάδιο της οξυγένεσης τα οργανικά που έχουν ήδη υποστεί υδρόλυση, αποδομούνται περαιτέρω καταλήγοντας σε οργανικά μεσαίου και μικρού μοριακού βάρους. Το κύριο προϊόν των αντιδράσεων αυτών είναι το οξικό οξύ.

Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα

Στο επίπεδο αυτό πλέον, οι οργανικές ενώσεις διασπώνται σε διοξείδιο του άνθρακα και αερίου υδρογόνου. Έτσι η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα αγγίζει τις ανώτερες τιμές της, ενώ παράγεται και υδρογόνο. Στο επίπεδο αυτό η παραγωγή μεθανίου είναι μηδενική, ωστόσο, η παραγωγή του αρχίζει αμέσως μετά.

3.3.1.2 ΜΕΘΑΝΟΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΑΔΙΟ

Στο στάδιο της μεθανογένεσης αρχίζει η παραγωγή μεθανίου που φτάνει και υπερβαίνει το 50% του κ.β. με ταυτόχρονη κατανάλωση του υδρογόνου. Παράλληλα αρχίζει και η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα. Η παραγωγή του μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα γίνεται με την παρουσία μικροοργανισμών οι οποίοι διασπών το οξικό οξύ και αξιοποιούν το υδρογόνο.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι αυστηρώς αναερόβιοι και ονομάζονται μεθανογενείς και περιλαμβάνουν δύο τύπους βακτηρίων : Εκείνους που ανάγουν το διοξείδιο του άνθρακα μετατρέποντας το σε μεθάνιο, και Εκείνους που αποκαρβοξυλιώνουν το οξικό οξύ σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

3.3.1.3 ΣΤΑΔΙΟ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στο στάδιο αυτό, σταθεροποιούνται πλέον οι ποσότητες του βιοαερίου καθότι το οργανικό φορτίο των αποβλήτων έχει περάσει σε φάση σταθεροποίησης. Κύρια αέρια είναι πλέον το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα. Εκτιμάται ότι η σύσταση και η ποσότητα του βιοαερίου σταθεροποιούνται μετά την πάροδο δύο τριών ετών από την έναρξη λειτουργίας του χώρου διάθεσης. Η δε θερμογόνο δύναμη του βιοαερίου κυμαίνεται από 5000kcal/m³ έως 9300kcal/m³, ενώ τέλος η σύσταση του είναι 55-65% μεθάνιο και 35-45% διοξείδιο του άνθρακα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εξαιτίας της απόθεσης απορριμμάτων σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, οι φάσεις που περιγράφηκαν προηγουμένως συμβαίνουν παράλληλα σε διάφορα σημεία του χώρου υγειονομικής ταφής.

3.3.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία των χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων έχουν να κάνουν με τη διαφυγή στραγγισμάτων

στον υπόγειο υδροφόρο, αλλά και την εκπομπή αερίων. Οι εκπομπές αερίων συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, όπως και στη δημιουργία όξινης βροχής.

Εκτός των προαναφερθεισών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η χωροθέτηση ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων συνεπάγεται πρόσθετες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που έχουν να κάνουν με τις οσμές των χώρων αυτών και το θόρυβο από τη μετακίνηση των οχημάτων μεταφοράς απορριμμάτων.

3.3.3 ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΑ

Για τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, είναι ιδιαίτερως σημαντική η εκτίμηση της ποσότητας και της ποιότητας των στραγγισμάτων.

• Ποσότητα και σύσταση στραγγισμάτων

Η ποσότητα και η σύσταση των στραγγισμάτων εξαρτάται από παράγοντες όπως:

- Σύνθεση απορριμμάτων.
- Τρόπος ταφής απορριμμάτων.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες και υδρολογία της περιοχής.
- Χαρακτηριστικά του χώρου διάθεσης (χημικές και βιολογικές δράσεις, υγρασία εδάφους, θερμοκρασία, pH και ηλικία χωματερής).

Οι παράγοντες αυτοί, παρουσιάζουν τοπική διαφοροποίηση, έχοντας ως αποτέλεσμα στραγγίσματα διαφορετικών χωματερών να παρουσιάζουν διαφορές ως προς τη σύστασή τους. Πέραν αυτής της διαφοροποίησης παρατηρούνται χρονικές μεταβολές στη σύσταση των στραγγισμάτων μιας συγκεκριμένης χωματερής, η οποία έχει να κάνει με την ηλικία του χώρου διάθεσης.

3.3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ

Τα στραγγίσματα επί της ουσίας ρυπαίνονται από τις οργανικές και ανόργανες ενώσεις που υπάρχουν στο χώρο υγειονομικής ταφής και οι οποίες με διάφορους τρόπους εισέρχονται στο διερχόμενο νερό.

- Οργανικές Ενώσεις
Οι οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στα απορρίμματα αφορούν κυρίως πρωτεΐνες, λιπίδια και υδατάνθρακες. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο οι οργανικές ενώσεις διαλύονται στο διερχόμενο νερό.
- Υδατάνθρακες
Ανώτερες μορφές υδατανθράκων είναι οι πολυσακχαρίτες όπου στα απορρίμματα περιέχονται κυρίως ως άμυλο και κυτταρίνη. Οι πολυσακχαρίτες σε γενικές γραμμές είναι αδιάλυτοι στο νερό, ωστόσο μέσα από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα και τη μετατροπή τους σε δεξτρίνες, δισακχαρίτες, μονοσακχαρίτες και απλά καρβοξυλικά οξέα, τα παράγωγά αυτών διαλύονται στο νερό.
- Λιπίδια
Τα λιπίδια είναι εστέρες λιπαρών οξέων με αλκοόλες ή άλλες ενώσεις. Είναι ενώσεις αδιάλυτες στο νερό, διαλυτές στον αιθέρα, στο χλωροφόρμιο, στη βενζίνη κ.λ.π. Περιέχουν άνθρακα, οξυγόνο, υδρογόνο και μερικές από αυτές

φωσφόρο και άζωτο. Τα λιπίδια χωρίζονται σε απλά λιπίδια και σε σύνθετα λιπίδια ή λιποειδή.

- Απλά λιπίδια. Είναι εστέρες λιπαρών οξέων και αλκοολών. Τα κυριότερα απλά λιπίδια είναι:
 - 1) Λίπη και έλαια. Εστέρες γλυκερίνης με λιπαρά οξέα
 - 2) Κηροί. Εστέρες ανώτερων και ανώτατων λιπαρών οξέων με ανώτερες μονοσθενείς αλκοόλες.
- Σύνθετα λιπίδια ή λιποειδή. Εστέρες λιπαρών οξέων και αλκοολών, σε συνδυασμό με άλλες ενώσεις.
 - 1) Φωσφατίδια ή φωσφολιπίδες. Ενώσεις που μοιάζουν με τα λίπη, μέσα στα οποία διαλύονται (χλωροφόρμιο, αιθέρας, βενζίνη κ.λ.π.), διαφέρουν όμως στη σύνθεση. Περιέχουν λιπαρά οξέα, φωσφορικό οξύ, αλκοόλη (συχνά, αλλά όχι πάντα γλυκερίνη) και μια αζωτούχα βάση (χολίνη ή αιθανολαμίνη). Σ` αυτές περιλαμβάνονται οι λεκιθίνες, οι κεφαλίνες και οι σφιγγομυελίνες.
 - 2) Γλυκολιπίδια ή γαλακτολιπίδια. Ονομάζονται γλυκολιπίδια, γιατί περιέχουν σάκχαρο γαλακτολιπίδια, και γιατί το σάκχαρο είναι πολύ συχνά η γαλακτόζη. Υδρολύονται σε γαλακτόζη, ένα λιπαρό οξύ και σφιγοσινόλη. Δεν περιέχουν φωσφόρο.

Παράγωγα λιπιδίων. Τα παράγωγα αυτών., απλά ή σύνθετα, όταν υδρολύονται παράγουν:

- 1.Λιπαρά οξέα
- 2.Αλκοόλες
- 3.Στερόλες

Στα λιπίδια περιλαμβάνονται επίσης τα λιπαρά οξέα και οι ισοπρενοειδείς ενώσεις (τερπενοειδή, καροτινοειδή, στεροειδή).

Μπορεί τα λιπίδια να είναι αδιάλυτα στο νερό, ωστόσο τα παράγωγα αυτών τα λιπαρά οξέα έχουν μία διαλυτότητα στο νερό που εξαρτάται από τον αριθμό των ατόμων άνθρακα που βρίσκεται στο μόριο τους. Έτσι διαλύονται στο διερχόμενο νερό μέσω της διαδικασίας της διάλυσης, λιπαρά οξέα τα οποία έχουν μέχρι έξι άτομα άνθρακα στο μόριο τους.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι μεγάλα σύνθετα βιομόρια, με μοριακό βάρος από 10.000 μέχρι πάνω από 1 εκατομμύριο), αποτελούμενα από αμινοξέα, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς σχηματίζοντας μια γραμμική αλυσίδα, καλούμενη αλυσίδα πολυπεπτιδίων. Όλες οι πρωτεΐνες περιέχουν άνθρακα, οξυγόνο και άζωτο και οι περισσότερες εξ αυτών και θείο.

Οι πρωτεΐνες και τα παράγωγά τους είναι υδροδιαλυτά και δύναται να περάσουν στο νερό μέσα από της διάλυσής τους. Έτσι λοιπόν πεπτιδία, αμινοξέα και απλά καρβοξυλικά οξέα μπορούν να περάσουν στο διερχόμενο στράγγισμα.

Χουμικές Ενώσεις

Οι χουμικές ενώσεις υπάρχουν στο έδαφος στο οποίο λαμβάνει χώρα η διάθεση των απορριμμάτων. Οι ενώσεις αυτές προέρχονται από την αποσύνθεση των φυτικών ιστών ή ζωικών οργανισμών με την επίδραση μικροοργανισμών. Η διαδικασία της μετατροπής της φυτικής ύλης σε οργανική ουσία ονομάζεται χουμοποίηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι χουμικές ενώσεις δεν έχουν δομή ακριβή, δεν έχουν σταθερές φυσικές ιδιότητες (όπως σημείο τήξεως) και πρόκειται περί όχι

καθαρών ενώσεων. Δεν υπάρχει ταυτόσημη χουμική ένωση και μια χουμική δομή δε μπορεί να αναπαραχθεί. Τέλος τα μόρια των χουμικών ενώσεων είναι άμορφα σφαιρικά κολλοειδή με μεγάλο μοριακό βάρος.

Στα μόρια των ενώσεων αυτών υπάρχουν άνθρακας, υδρογόνο, άζωτο, θείο και οξυγόνο και διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες, χουμικό οξύ, φουλβικό οξύ, και χουμίνη. Έτσι, οι χουμικές ενώσεις, αρχίζουν στη συνέχεια να βιοαποδομούνται, με τη βοήθεια μικροοργανισμών. Ένα μέρος διασπάται με υδρόλυση και αναερόβια ζύμωση σε απλά προϊόντα ενώ ένα άλλο απαιτεί σύνθετους μηχανισμούς βιοαποδόμησης για τη δημιουργία νέων προϊόντων. Αυτό που έχει σημασία να τονιστεί είναι πως με όλες αυτές τους μηχανισμούς που λαμβάνουν χώρα αυξάνεται οι συγκέντρωση των οργανικών στα απορρίμματα και κατ' επέκταση στο νερό που διέρχεται της χωματερής.

Αρωματικές Οργανικές Ενώσεις

Ανάλογα με το είδος των απορριμμάτων μπορεί να υπάρχουν στο χώρο υγειονομικής ταφής και κατά συνέπεια να διαφύγουν πλήθος αρωματικών ενώσεων, όπως φαινόλες, βενζόλιο, ναφθαλίνη και άλλα. Μέρος των ενώσεων αυτών διαφεύγουν στο διερχόμενο νερό.

Ανόργανες Ενώσεις

Πλήθος ανόργανων ενώσεων διαλύονται στο νερό με διάφορους τρόπους. Αρχικά διαλύονται συστατικά των απορριμμάτων όπως χλωριούχα, θειικά άλατα και άλατα αλκαλίων. Έπειτα και αφού αρχίζουν να εκτελούνται διάφορες βιοχημικές δράσεις στα απορρίμματα διαλύονται ανόργανα συστατικά όπως: ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο, χλωριούχα, θειικά, φωσφορικά και αμμωνιακά. Η βιοαποδόμηση αζωτούχων οργανικών ενώσεων οδηγεί στο σχηματισμό αμμωνιακών ενώσεων.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση τις σύνθεσης των στραγγισμάτων μέσα από τον τρόπο δημιουργίας τους, τα στραγγίσματα αποτελούν μια πολύ σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αυτό συμβαίνει διότι περιέχει σημαντικό αριθμό, επικίνδυνων και μη, ανόργανων και οργανικών ενώσεων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά βήματα ρύπανση του νερού το οποίο εισέρχεται μέσα από ένα χώρο διάθεσης απορριμμάτων και οι οποίες οδηγούν στην παραγωγή στραγγισμάτων :

1. Διάλυση διαλυτών συστατικών που υπάρχουν αρχικά στο χώρο, όπως $-34PO$, $-Cl$, $-24SO$, μερικά οργανικά (χουμικά και φουλβικά οξέα, σάκχαρα, κ.λ.π.)
2. Διάλυση οργανικών παραγώγων που σχηματίζονται κατά την βιοαποδόμηση σύνθετων οργανικών ενώσεων (καρβοξυλικά οξέα, αλκοόλες, αμινοξέα, σάκχαρα)
3. Διάλυση οργανικών παραγώγων που σχηματίζονται κατά τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στη χωματερή (σύνθετες χουμικές ενώσεις, κ.λ.π.)
4. Διάλυση αμμωνιακών που σχηματίζονται κατά τη βιοαποδόμηση αζωτούχων οργανικών ενώσεων και την αναγωγή νιτρικών και νιτρωδών.
5. Διάλυση φωσφορικών που σχηματίζονται κατά τη βιοαποδόμηση σύνθετων οργανικών ενώσεων που περιέχουν φώσφορο (φωσφολιπίδια, κ.λ.π.)
6. Διάλυση ευδιάλυτων $+2Fe$ που σχηματίζονται κατά την αναγωγή των $+3Fe$.

7. Απλή εκχύλιση δυσδιάλυτων ή αδιάλυτων οργανικών συστατικών (πολυσακχαρίτες, ανώτερα λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες, πεπτιδία, φαινόλες, απλές και πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις, κ.λ.π.)
8. Έκπλυση λεπτομερών σωματιδίων και κολλοειδών.

3.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ – ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Όπως αναφέρθηκε τα οργανικά υλικά που ενταφιάζονται στον ΧΥΤΑ, σταδιακά αποσυντίθενται με απουσία οξυγόνου (αναερόβια ζύμωση). Η διαδικασία αυτή εκλύει διάφορα αέρια που αποκαλούνται συνολικά βιοαέριο. Η σύσταση των αερίων που συνθέτουν το βιοαέριο μεταβάλλεται με το χρόνο.

Το γεγονός ότι στο βιοαέριο περιέχεται σημαντική ποσότητα μεθανίου, το καθιστά αξιοποιήσιμο καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής αλλά και θερμικής ενέργειας, κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις. Μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την συλλογή και καύση του βιοαερίου, βρίσκεται στην περιοχή του Δήμου Άνω Λιοσίων, όπου έχει τη δυνατότητα παροχής 8.000 κυβικών μέτρων βιοαερίου την ώρα, ενώ παράγεται ηλεκτρισμός (ισχύς 13MW) και θερμότητα (16MW).

3.5 Άλλες Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

3.5.1 Οσμές

Οι οσμές από τους χώρους ταφής απορριμμάτων μπορούν να γίνουν αισθητές χιλιόμετρα μακριά από τους χώρους αυτούς. Καθοριστικός παράγοντας για τις οσμές είναι οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και η κατεύθυνση των ανέμων. Είναι γεγονός ότι σε περιοχή που επικρατούν ισχυροί άνεμοι, όπου η συχνότητά τους σε ετήσια βάση είναι μεγάλη, π.χ. 200 ημέρες το χρόνο, τότε από αυτή την περιοχή οι οσμές θα μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, περισσότερες μέρες το χρόνο. Μια ακόμα παράμετρος που επηρεάζει τη διασπορά των οσμών από το χώρο απόθεσης είναι και το υψόμετρο. Το υψόμετρο σε συνδυασμό με τους επικρατούντες στην περιοχή ανέμους, μπορεί να διασπείρει τις οσμές σε ακόμα μεγαλύτερη απόσταση από το χώρο ταφής.

3.5.2 Επιπτώσεις από τις μεταφορές

Εξαιτίας του όγκου των απορριμμάτων και του διάσπαρτου χαρακτήρα τους στον αστικό ιστό, μία ευρεία και αποτελεσματική μέθοδος συγκομιδής τους είναι η χρήση απορριμματοφόρων. Όμως, τα απορριμματοφόρα για να καλύψουν τις ανάγκες συγκομιδής, είναι πολλά στον αριθμό και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν, υπολογίσιμες.

Οι επιπτώσεις αυτές έχουν να κάνουν με το θόρυβο, τις οσμές, την όχληση στην κυκλοφορία των οχημάτων και τις εκπομπές καυσαερίων που συνοδεύουν τα απορριμματοφόρα αυτά, που έχουν δηλαδή κινητήρα θερμικό (diesel).

Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων αυτών υπάρχουν δύο βασικές κατευθύνσεις, αυτή που αφορά τη βελτιστοποίηση των διαδρομών που θα

ακολουθήσουν τα απορριμματοφόρα προς κάλυψη των αναγκών συλλογής απορριμμάτων και η χρήση ηλεκτροκίνητων απορριμμάτων. Η χρήση ηλεκτροκίνητων απορριμματοφόρων αντιμετωπίζει αποτελεσματικά μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς παρουσιάζουν πλεονεκτήματα έναντι των απορριμματοφόρων με θερμική μηχανή :

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα ο θόρυβος για τα ηλεκτροκίνητα απορριμματοφόρα είναι ελάχιστος, ενώ οι εκπομπές και κατ' επέκταση η ρύπανση που προκαλούν μηδενική.

Η βελτιστοποίηση των διαδρομών που θα ακολουθήσουν τα απορριμματοφόρα είναι σημαντική διότι μπορεί :

1. να μειώσει την ατμοσφαιρική ρύπανση του προκαλεί το απορριμματοφόρο.
2. να περιορίσει την όχληση στην κυκλοφορία των οχημάτων που διέρχονται από την περιοχή.
3. να εξοικονομήσει καύσιμα και να περιορίσει τις απαιτούμενες εργατοώρες.

3.5.3 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας της Γης, η Τροπόσφαιρα (πάχους 10-15 km), θερμαίνεται μέσω μιας εξισορροπημένης ανταλλαγής θερμότητας ανάμεσα στη Γη, την ατμόσφαιρα και το διάστημα, έτσι, ώστε:

Η ηλιακή θερμότητα ακτινοβολείται προς τη γη

Ένα τμήμα επανακτινοβολείται προς το διάστημα και το υπόλοιπο τμήμα εγκλωβίζεται από υδρατμούς, το CO₂ και τα άλλα αέρια και επανακτινοβολείται προς την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης.

Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο επιτρέπει στη Γη να διατηρεί μία 'φιλική' για τη ζωή θερμοκρασία. Σε αντίθετη περίπτωση, όπου το φαινόμενο του θερμοκηπίου δε θα συνέβαινε, τότε το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που προσλαμβάνει η Γη από τον Ήλιο, δε θα μπορούσε να συγκρατηθεί και θα εκπεμπόταν ξανά στο διάστημα. Κάτι τέτοιο θα είχε ως επακόλουθο η μέση θερμοκρασία του πλανήτη να βρίσκεται στα επίπεδα των -18oC, καθιστώντας τη ζωή ανύπαρκτη και τη Γη ακατοίκητη. Όπως προκύπτει, το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι συνδεδεμένο με τη ζωή στον πλανήτη, ωστόσο η ανθρώπινη δραστηριότητα αρχίζει σιγά σιγά να το καθιστά επικίνδυνο για τη συνέχεια των ειδών. Συγκεκριμένα αρκετές πτυχές των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, όπως η βιομηχανία, η κτηνοτροφία, οι μεταφορές, οι πυρκαγιές, οι χωματερές, κ.α. διοχετεύουν στην ατμόσφαιρα αέρια που βοηθούν στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Τα αέρια αυτά ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου και είναι:

Αέρια που βρίσκονται φυσικά στην ατμόσφαιρα

- 1) CO₂ Διοξείδιο του άνθρακα
- 2) CH₄ Μεθάνιο
- 3) N₂O Μονοξείδιο του αζώτου
- 4) Αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα από ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- 5) HFCS Υδρογονοφθοράνθρακες
- 6) PFCS Υπερφθοράνθρακες
- 7) SF₆ Εξαφθοριούχο θείο

Με βάση τα παραπάνω όπου περιγράφηκαν οι μηχανισμοί που αναπτύσσονται κατά την απόθεση των απορριμμάτων, είναι σαφές, πως στις

διάφορες φάσεις αποδόμησης των απορριμμάτων παράγονται διάφορα αέρια. Από αυτά, εκείνα που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και μονοξείδιο του αζώτου. Τα αέρια αυτά έχουν διαφορετική συμπεριφορά στην ατμόσφαιρα και συμβάλλουν με διαφορετικό τρόπο στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα:

CO₂ Διοξείδιο του άνθρακα: Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να απορροφηθεί με διάφορους τρόπους από την ατμόσφαιρα. Οι δύο βασικότεροι έχουν να κάνουν με την απορρόφηση για την εξυπηρέτηση των διαδικασιών της φωτοσύνθεσης και την απορρόφηση από τους ωκεανούς. Συγκεκριμένα, το διοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με την αλκαλικότητα της θάλασσας δίνοντας όξινα ανθρακικά τα οποία στη συνέχεια καταλήγουν σε αναδιάλυση των ιζημάτων ανθρακικού ασβεστίου. Από το 1800 και έπειτα τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά 30% περίπου, γεγονός που συσχετίζεται πλήρως με την έναρξη της βιομηχανικής δραστηριότητας και την κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων ορυκτών καυσίμων, για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών. Αξίζει να σημειωθεί πως το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για χρονικά διαστήματα που κυμαίνονται από πενήντα έως διακόσια χρόνια. Σήμερα η παγκόσμια παραγωγή του ανέρχεται στους 25 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως.

1. **CH₄ Μεθάνιο:** Το μεθάνιο έχει χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα που κυμαίνεται από δέκα ως δεκαπέντε χρόνια, μία χρονική διάρκεια αρκετά μικρότερη του διοξειδίου του άνθρακα. Το μεθάνιο προέρχεται από φυσικές πηγές, κυρίως βακτήρια που δρουν ελλείψει οξυγόνου, αλλά και από την ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως καύση ορυκτών καυσίμων, από χώρους ταφής απορριμμάτων κ.α.. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις βιομηχανικές χώρες η παραγωγή μεθανίου ανέρχεται στο 15% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

2. Το μεθάνιο παρόλο που βρίσκεται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα, συμβάλει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου σε ποσοστό 20%. Αυτό διότι έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει 23 φορές αποτελεσματικότερα τη θερμότητα σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα. *(Ευρωπαϊκή Επιτροπή, C 279 E/111)*

3. **N₂O Μονοξείδιο του αζώτου:** Το μονοξείδιο του αζώτου μπορεί να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα, ακολουθώντας την 'πρακτική' των δύο προηγούμενων αερίων, τόσο με φυσικό όσο και από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Στις φυσικές πηγές κατατάσσονται οι ωκεανοί, τα παρθένα δάση καθώς και τα βακτήρια του εδάφους, όπως επίσης και από την ανθρώπινη δραστηριότητα σχετική με την καύση ορυκτών καυσίμων και τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων.

4. Οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα είναι αυξημένες κατά 16% από τη βιομηχανική επανάσταση, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου περίπου 6%.

Αυτό που είναι ιδιαίτερος σημαντικό για το μονοξείδιο του αζώτου, είναι η ικανότητά του να απορροφά 310 φορές περισσότερο τη θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει στο διάστημα, σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα. Η ιδιότητά του αυτή το καθιστά ιδιαίτερος επικίνδυνο. *(Ευρωπαϊκή Επιτροπή C 279 E/111)*

3.5.4 ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Η όξινη βροχή αφορά τη βροχόπτωση εκείνη η οποία περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικού και θειικού οξέως, αποτελώντας έτσι ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες ρύπανσης του περιβάλλοντος. Φυσικά, το νιτρικό και θειικό οξύ, μπορεί να φτάσει στο έδαφος εκτός από τη βροχή και μέσω του χιονιού, της ομίχλης, του χαλαζιού, γεγονός που κάνει τη χρήση του όρου όξινη κατακρήμνιση ορθότερη.

Ο σχηματισμός της όξινης βροχής γίνεται από το σχηματισμό θειικού οξέως (H₂SO₄) και νιτρικού οξέως (HNO₃), όταν το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τα οξειδία του αζώτου (NO_x), αντιδρούν με τους υδρατμούς και το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Έτσι, τα οξέα αυτά σε μορφή διαλυμένη πλέον στο νερό της βροχής, έρχονται σε επαφή με το έδαφος, προκαλώντας σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το νερό αυτό έχει pH που κυμαίνεται από 4.6 έως 4, καθιστώντας το ιδιαίτερα όξινο.

Οι χώροι ταφής απορριμμάτων, εξαιτίας των εκπομπών τους κυρίως σε οξειδία του αζώτου συμβάλουν και αυτές κατά ένα μέρος στο σχηματισμό της όξινης βροχής ή των όξινων κατακρημνισμάτων γενικότερα. Ωστόσο οι κύριες αιτίες δημιουργίας των όξινων κατακρημνισμάτων είναι τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και οι βιομηχανικές εκπομπές.

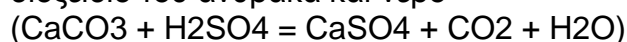
Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των όξινων κατακρημνισμάτων αφορούν κυρίως τα ακόλουθα:

Λίμνες και ποτάμια: Η όξινη κατακρήμνιση μεταβάλλει το pH των λιμνών και των ποταμών, προς τα όξινα επίπεδα. Έχοντας φυσιολογικά επίπεδα pH το 6.5, ανάλογα με την ένταση των φαινομένων που αναπτύσσονται το φυσιολογικό pH διαμορφώνεται ποικιλοτρόπως. Όσο πιο όξινο γίνεται το υδατικό περιβάλλον, τόσο μεγαλύτερους κινδύνους αντιμετωπίζουν οι υδρόβιοι οργανισμοί, όπου σε ιδιαίτερα όξινα επίπεδα η ζωή τους είναι αδύνατη. Σημαντικές καταστροφές στο οικοσύστημα έχει υπολογιστεί πως αποφέρει, μία εναπόθεση θείου μεγαλύτερη των 0.5 gr/m² επιφάνειας νερού.

Δάση: Τα δέντρα υπό την επίδραση των όξινων κατακρημνισμάτων νεκρώνουν μέρος του οργανισμού τους, ενώ ρίχνουν τα φύλλα τους. Εξαιτίας των κατακρημνισμάτων, αυτών που έχει ως επακόλουθο την όξυνση των εδαφών, τα δέντρα παρουσιάζουν προβλήματα στην ορθή ανάπτυξή τους. Αυτό διότι προσλαμβάνονται στα φύλλα τους, αέρια όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂), το οποίο διαταράσσει και εν τέλει αναστέλλει σε μεγάλες συγκεντρώσεις τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Ανθρωπογενές περιβάλλον: Πολύ σοβαρές είναι οι επιπτώσεις στα μνημεία του ανθρώπινου πολιτισμού, στις κατασκευές αλλά και στην ίδια την υγεία του ανθρώπου.

Όσον αφορά τα πολιτιστικά μνημεία τα οποία είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο, κατά την εξέλιξη των όξινων κατακρημνισμάτων, το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) των μαρμάρων, ενώνεται με το θειικό οξύ (H₂SO₄) και δίνει γύψο (CaSO₄), διοξείδιο του άνθρακα και νερό



Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση και την αποσάθρωση του υλικού. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της επίδρασης των όξινων κατακρημνισμάτων, σε γλυπτό στον πύργο Χέρτεν στη Βεσφαλία της Γερμανίας.

3.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΥΤΑ

Τα κριτήρια επιλεξιμότητας ενός ΧΥΤΑ ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες :

1. κριτήρια λειτουργικότητας
2. κριτήρια χωροταξίας
3. κριτήρια περιβαλλοντικής προστασίας
4. κριτήρια κόστους

Τα κριτήρια βαθμονομούνται με βάση το ειδικό βάρος, τόσο της ενότητας που ανήκει όσο και αυτού

του κριτηρίου μεμονωμένα. Η αξιολόγηση συνήθως γίνεται από τους Οργανισμούς Τοπικής

Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) και το Υπουργείο Περιβάλλοντος.

Οι εργασίες πεδίου περιλαμβάνουν:

- Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις
- Γεωφυσικές διασκοπήσεις για την διερεύνηση της στρωματογραφίας
- Διαγραφίες (logging)
- Μικροσεισμικές έρευνες
- Δοκιμές υδροπερατότητας
- Μετρήσεις στάθμης του υπόγειου νερού
- Δειγματοληψία υπόγειου νερού
- Δοκιμαστικές αντλήσεις για τον προσδιορισμό των υδραυλικών χαρακτηριστικών
- Καθορισμός του υδρογεωλογικού μοντέλου του χώρου (γεωμετρία και είδος του υδροφορέα, συνθήκες τροφοδοσίας, διεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού)

Οι εργασίες εργαστηρίου περιλαμβάνουν:

- Χημικές αναλύσεις για τον καθορισμό της ποιότητας των υπόγειων νερών
- Κοκκομετρικές αναλύσεις
- Δοκιμές μηχανικής αντοχής
- Προσδιορισμό των ορίων Atterberg
- Δοκιμές συμπίεστότητας
- Δοκιμές περατότητας
- Προσδιορισμό υγρασίας εδάφους
- Πυκνότητα κατά Proctor
- Προσδιορισμό της διαλυτότητας και διαβρωσιμότητας

4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων αφορά σε διαδικασίες μετατροπής των στερεών αποβλήτων σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας, στην εικόνα 5 βλέπουμε ένα εργοστάσιο θερμικής επεξεργασίας. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για το σκοπό αυτό, κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- **Αποτέφρωση (καύση):** Αναπτύσσεται παρουσία είτε στοιχειομετρικής αναλογίας οξυγόνου (stoichiometric combustion) είτε με περίσσεια οξυγόνου (excess - air combustion), έτσι ώστε να επιτευχθεί πλήρης οξειδωση του άνθρακα των οργανικών συστατικών προς διοξείδιο του άνθρακα.
- **Πυρόλυση:** Αναπτύσσεται απουσία οξυγόνου και λαμβάνει χώρα θερμική διάσπαση των οργανικών στερεών αποβλήτων.
- **Αεριοποίηση:** Απαιτεί την τήρηση αυστηρών αναλογιών μεταξύ οργανικού άνθρακα των αποβλήτων και οξυγόνου, έτσι ώστε να επιτευχθεί ατελής καύση των οργανικών υλικών των αποβλήτων και να παραχθεί αέριο αποτελούμενο από κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και αέριους υδρογονάνθρακες
- **Τεχνική πλάσματος:** Υπό την επίδραση πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια, ενώ το ανόργανο τμήμα υαλοποιείται.

4.2 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ (ΚΑΥΣΗ)

Η αποτέφρωση των αποβλήτων είναι η οξειδωση, δηλαδή η ένωση των χημικών στοιχείων των στερεών αποβλήτων με το οξυγόνο. Σκοπός της μεθόδου είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων με ταυτόχρονη εκμετάλλευση της περιεχόμενης στα απορρίμματα ενέργειας για διάφορους σκοπούς (π.χ. θέρμανση, παραγωγή ατμού, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) και μετατροπή μεγάλου μέρους τους σε αδρανή υλικά.

Για να είναι αποτελεσματική η καύση των απορριμμάτων – στερεών αποβλήτων, πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις:

- Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας μικρότερο από 50% κ.β.
- Περιεκτικότητα σε καύσιμα υλικά τουλάχιστον 25% κ.β.
- Κατώτερη θερμογόνο δύναμη (ΚΘΔ) των αποβλήτων τουλάχιστον 3350 KJ/Kg.

Κατά την ανάπτυξη της μεθόδου, λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω φυσικές και χημικές διεργασίες:

Ξήρανση

Η ξήρανση των αποβλήτων επιτυγχάνεται με την έκθεσή τους σε θερμοκρασία τουλάχιστον 100 °C. Η απαιτούμενη για την ξήρανση θερμότητα εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων και την περιεχόμενη σε αυτά υγρασία.

Θερμική διάσπαση των οργανικών ενώσεων

Η θερμική διάσπαση των οργανικών ενώσεων επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 250 - 900°C και κατά την ανάπτυξη της απομακρύνονται τα πτητικά οργανικά υλικά.

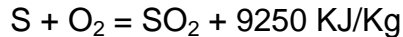
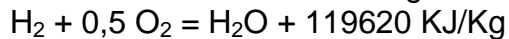
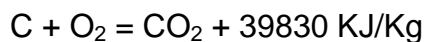
Απαερίωση

Η απαερίωση περιλαμβάνει τη μετατροπή των οργανικών υλικών, κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, σε αέριο καύσιμο υλικό. Η διεργασία αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 800 - 1150 °C.

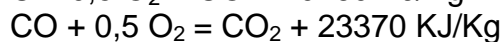
Κύρια καύση

Η κύρια καύση περιλαμβάνει την πλήρη οξείδωση των αερίων που παράγονται κατά την απαερίωση των αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Ανάλογα, με τη σύσταση των αποβλήτων παράγονται και άλλα αέρια προϊόντα όπως οξείδια του θείου και του αζώτου κ.λπ.

Κατά την πλήρη καύση λαμβάνουν χώρα οι εξής αντιδράσεις.



Στις περιπτώσεις που η καύση δεν είναι πλήρης, αλλά λαμβάνει χώρα παράλληλα και ατελής καύση, οι κύριες αντιδράσεις είναι:



Για να επιτευχθεί πλήρης καύση των στερεών αποβλήτων είναι απαραίτητες οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- § ύπαρξη επαρκούς ποσότητας καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου (O₂) στην εστία καύσης.
- § εφικτή θερμοκρασία ανάφλεξης (για τα απορρίμματα, η θερμοκρασία ανάφλεξης κυμαίνεται γύρω στους 400 °C)
- § κατάλληλη αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)
- § συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση
- § συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης (άκαυστα υλικά)
- § διατήρηση κατάλληλης θερμοκρασία στον κλίβανο καύσης
- § επαρκής χρόνος παραμονής των αποβλήτων στην περιοχή που λαμβάνει χώρα η κύρια καύση
- § δημιουργία τυρβώδους ροής και ανακίνηση των αποβλήτων

Η ταχύτητα της διαδικασίας της οξειδωσης των οργανικών υλικών επηρεάζεται από την ειδική επιφάνεια των αποβλήτων (την ανοιγμένη ανά τόνο ή κυβικό μέτρο επιφάνεια που είναι σε άμεση επαφή με το οξυγόνο) και τη θερμική αγωγιμότητά τους.

Τα προϊόντα της διαδικασίας καύσης είναι τα ακόλουθα:

- Απαέρια (με υδρατμούς) που μετά από επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα.
- Ανόργανη τέφρα
- Υγρό απόβλητο το οποίο παράγεται κατά τις διαδικασίες σβέσης της τέφρας και ψύξης των αερίων
- Θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού ή ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.1 ΤΥΠΟΙ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Οι μονάδες αποτέφρωσης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις μονάδες που απαιτούν ελάχιστη προεπεξεργασία των απορριμμάτων – στερεών αποβλήτων (μονάδες τύπου mass-fired) και τις μονάδες που λειτουργούν με προδιαχωρισμένο οργανικό υλικό π.χ. επεξεργασμένο RDF (Refuse Derived Fuel) ως καύσιμο.

Οι μονάδες τύπου mass-fired αποτελούν και την πλειονότητα των εγκατεστημένων μονάδων. Το μεγάλο λειτουργικό τους πλεονέκτημα είναι ότι τα απόβλητα εισάγονται χωρίς ιδιαίτερη προεπεξεργασία στη μονάδα καύσης, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η ύπαρξη συστήματος μηχανικής διαλογής για το διαχωρισμό του οργανικού – καύσιμου υλικού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται αποτελεσματικός έλεγχος των εισαγομένων αποβλήτων, έτσι ώστε να αποφεύγονται πιθανοί κίνδυνοι για τη λειτουργία της μονάδας π.χ. εισαγωγή ογκωδών ή επικινδύνων αποβλήτων.

Οι μονάδες τύπου RDF - fired παρουσιάζουν ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα, σε σχέση με τις μονάδες mass-fired, όπως:

- ♦ Εντάσσονται ευκολότερα σε δίκτυο ανάκτησης και διανομής ενέργειας γιατί το RDF έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη (σε σχέση με τα μικτά απορρίμματα) και πολύ μικρότερες διακυμάνσεις στο ενεργειακό περιεχόμενο.
- ♦ Ο έλεγχος μιας μονάδας RDF-fired είναι πιο εύκολος.
- ♦ Ο χώρος που απαιτείται είναι λιγότερος.
- ♦ Η προεπεξεργασία των απορριμμάτων για την παραγωγή RDF δίνει τη δυνατότητα απομάκρυνσης αποβλήτων όπως τα πλαστικά, τα μέταλλα κ.α. τα οποία συνεισφέρουν στη δημιουργία επικίνδυνων ρύπων που μεταφέρονται με τα αέρια της μονάδας αποτέφρωσης.

4.3 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η πυρόλυση είναι η διαδικασία θερμικής διάσπασης των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων υπό συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Η πυρόλυση βασίζεται στη χρήση μίας εξωτερικής πηγής θερμότητας προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των οργανικών υλικών, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Η διάσπαση αυτή είναι αποτέλεσμα πολλών αντιδράσεων οι οποίες οδηγούν στην παραγωγή αερίων, υγρών και στερεών προϊόντων. Σε αντίθεση

με την αποτέφρωση και την αεριοποίηση, οι οποίες χαρακτηρίζονται από έντονα εξώθερμες αντιδράσεις, η διαδικασία της πυρόλυσης χαρακτηρίζεται από έντονα ενδόθερμες αντιδράσεις και κατά συνέπεια απαιτεί τη διαρκή θέρμανση από εξωτερική πηγή θερμότητας. Συχνά, λόγω της παραπάνω διαφοράς με την αποτέφρωση και την αεριοποίηση, η πυρόλυση καλείται και “καταστροφική απόσταξη” (destructive distillation).

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία των στερεών αποβλήτων, έτσι ώστε στο θάλαμο της πυρόλυσης να οδηγείται μόνο το οργανικό κλάσμα (απομάκρυνση μετάλλων, γυαλιού κ.λπ.). Τα τελικά προϊόντα της πυρόλυσης είναι τριών ειδών:

Αέρια: Αποτελούνται από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια που εξαρτώνται από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων που υπόκεινται σε επεξεργασία.

Υγρό: Το υγρό κλάσμα των αποβλήτων αποτελείται από ένα ελαιώδες μίγμα, υψηλής πυκνότητας και ιξώδους, το οποίο περιέχει οξικό οξύ, ακετόνη, μεθανόλη και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία, το υγρό κλάσμα των αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.

Στερεά: Το στερεό υπόλειμμα αποτελείται από σχεδόν καθαρό άνθρακα που συσσωματώνεται με τα αδρανή συστατικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.

Η μέθοδος εμφανίζει πολλές παραλλαγές, μία εκ των οποίων είναι η θερμόλυση. Κατά τη διαδικασία της θερμόλυσης, το οργανικό κλάσμα εισάγεται στο θάλαμο θερμικής επεξεργασίας (σε θερμοκρασία περίπου 500°C) μαζί με μικρή ποσότητα ασβέστη. Στο τελευταίο μέρος του θαλάμου, συσσωρεύεται το στερεό υπόλειμμα, το οποίο δρα σαν φίλτρο ενεργού άνθρακα για τη δέσμευση ρύπων όπως τα βαρέα μέταλλα κλπ. Το υδροφθόριο και το υδροχλώριο που ενδεχομένως παράγονται, εξουδετερώνονται από τον ασβέστη. Τα παραγόμενα άλατα δεσμεύονται από το στερεό υπόλειμμα, το οποίο στη συνέχεια οδηγείται σε λουτρό νερού, σε συνθήκες απουσίας αέρα για να αποφευχθούν αντιδράσεις οξειδωσης. Τα δεσμευμένα άλατα ασβεστίου διαλύονται στο νερό, ενώ με ειδική επεξεργασία μπορούν να απομακρυνθούν τυχόν προσμίξεις μετάλλων και ογκώδη υπολείμματα. Επίσης, τα παραγόμενα αέρια βρίσκονται σε θερμοκρασία 300°C και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υποκαταστήσουν μερικώς, την εξωτερική πηγή θερμότητας που απαιτείται.



Εικόνα 5:Εργοστάσιο θερμικής επεξεργασίας

Σύμφωνα με την εμπειρία, η κατανομή των προϊόντων μεταξύ αερίων, υγρών και στερεών διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με τις μεταβολές της θερμοκρασίας πυρόλυσης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.

Θερμοκρασία (°C)	Ποσοστό αερίων (%)	Ποσοστό υγρών (%)	Ποσοστό στερεών (%)
485	12,33	61,08	24,71
650	18,64	59,18	21,8
815	23,69	59,67	17,24
930	24,36	58,70	17,67

Πίνακας 7: Κατανομή προϊόντων σε σχέση με τη θερμοκρασία πυρόλυσης

Παρατηρείται ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας, μειώνεται σημαντικά το ποσοστό των στερεών και σε μικρό βαθμό το ποσοστό των υγρών, ενώ αυξάνεται η παρουσία των αερίων προϊόντων. Η σύσταση των αερίων, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία πυρόλυσης παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.

ΑΕΡΙΟ (% κ.ο.)	485 °C	650 °C	815 °C	930 °C
H ₂	5,56	16,58	28,55	32,48
CH ₄	12,43	15,91	13,73	10,45
CO	33,5	30,49	34,12	35,25
CO ₂	44,77	31,78	20,59	18,31
C ₂ H ₄	0,45	2,18	2,24	2,43
C ₂ H ₆	3,03	3,06	0,77	1,07

Πίνακας 8: Σύσταση αερίων σε σχέση με τη θερμοκρασία πυρόλυσης

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 8, η άνοδος της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας του υδρογόνου και του αιθυλενίου και σε μείωση της παρουσίας διοξειδίου του άνθρακα. Αξιοσημείωτη είναι επίσης και η συμπεριφορά του μεθανίου, όπου για μεσαίες θερμοκρασιακές τιμές αυξάνεται και για μεγάλες τιμές μειώνεται και πάλι.

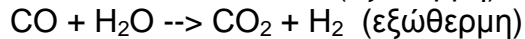
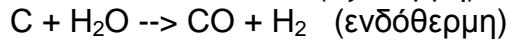
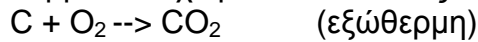
Η εμπειρία από τη λειτουργία μεγάλων μονάδων πυρόλυσης, δείχνει ότι απαντώνται δύο προβλήματα: I) παρατηρείται δυσκολία στην απομάκρυνση μετάλλων και γυαλιού, γεγονός που επιφέρει σημαντική αύξηση των λειτουργικών εξόδων της μονάδας και προϋποθέτει την επιτυχή εφαρμογή διαλογής στην πηγή ή μηχανικής διαλογής. II) παρατηρείται δυσκολία στην επίτευξη προδιαγραφών εμπορικού καυσίμου για τα παραγόμενα υγρά προϊόντα, κυρίως λόγω της υψηλής υγρασίας που περιέχουν. Παρόλα αυτά, η πυρόλυση διερευνάται σε σημαντικό βαθμό διεθνώς και επιδιώκεται η μετατροπή της σε τεχνολογία μεγάλης κλίμακας. Ιδιαίτερη σημασία δίδεται στην τεχνολογία της θερμόλυσης η οποία συγκεντρώνει συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την αποτέφρωση. Στον Πίνακα 9 παρουσιάζεται μια συνοπτική σύγκριση μεταξύ αποτέφρωσης και θερμόλυσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ	ΘΕΡΜΟΛΥΣΗ
Τεχνολογία αντιρρύπανσης αερίων εκπομπών	Σύνθετη, πολυδάπανη	Απλή, λόγω απουσίας διοξινών, φουρανών, PCBs, κλπ.
Αέριες εκπομπές	5.000 m ³ /ton απορριμμάτων	700 m ³ /ton απορριμμάτων
Υγρά απόβλητα	Απαιτούν ειδική επεξεργασία για την ασφαλή τους διάθεση	Το υγρό απόβλητο περιέχει CaCl ₂ και μπορεί να προωθηθεί στη χημική βιομηχανία
Στερεό υπόλειμμα	30 kg/ ton απορριμμάτων που απαιτούν διάθεση με προδιαγραφές επικινδύνων αποβλήτων (προέρχονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων) Υπόλειμμα για ΧΥΤΑ 20-25% κ.β. των απορριμμάτων	330 kg/ ton απορριμμάτων, με περιεκτικότητα σε άνθρακα 60-70% που μπορεί να αξιοποιηθεί ως καύσιμο. Τέφρα 1-2% κ.β. των απορριμμάτων
Απαιτήσεις σε νερό	Αρκετές	Ελάχιστες

Πίνακας 9: Σύγκριση αποτέφρωσης – θερμόλυση

4.4 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η αεριοποίηση είναι μια διαδικασία ατελούς καύσης στην οποία τα στερεά απόβλητα υπόκεινται σε θερμική επεξεργασία με χρήση οξυγόνου, σε ποσότητα μικρότερη από τη στοιχειομετρικά απαιτούμενη. Κατά τη διάρκεια της αεριοποίησης, λαμβάνουν χώρα οι ακόλουθες αντιδράσεις:



Η θερμότητα η οποία συντηρεί τη συνολική διαδικασία της αεριοποίησης παράγεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ το μονοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο, δηλαδή τα κύρια συστατικά του παραγόμενου αερίου, δημιουργούνται από τις ενδόθερμες αντιδράσεις.

Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- Αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε λέβητες θέρμανσης κλπ.
- Στερεό υπόλειμμα που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή.
- Συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα, με χαρακτηριστικά και σύσταση παρόμοια με αυτό που παράγεται κατά την πυρόλυση.

Οι εγκαταστάσεις αεριοποίησης λειτουργούν είτε με τροφοδοσία αέρα είτε με τροφοδοσία καθαρού οξυγόνου. Στην περίπτωση που υπάρχει τροφοδοσία με αέρα, το παραγόμενο αέριο εμφανίζει τη σύσταση που δίδεται στον Πίνακα 10.

Ένωση	Ποσοστό (% κ.ο.)
CO ₂	10
CO	20
H ₂	15
CH ₄	2
N ₂	53

Πίνακας 10: Σύσταση αερίου προϊόντος αεριοποίησης (με τροφοδοσία αέρα)

Λόγω της παρουσίας του αζώτου, η θερμογόνος δύναμη του αερίου προϊόντος είναι χαμηλή. Η λειτουργία εγκαταστάσεων αεριοποίησης με τροφοδοσία αέρα, παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα για μεγάλο εύρος παροχών. Στην περίπτωση που η τροφοδοσία είναι καθαρό οξυγόνο, το ενεργειακό περιεχόμενο του αερίου προϊόντος αυξάνεται σημαντικά.

Υπάρχουν πέντε βασικοί τύποι εγκαταστάσεων αεριοποίησης:

- Εγκαταστάσεις κάθετης κλίνης.
- Εγκαταστάσεις οριζόντιας κλίνης
- Εγκαταστάσεις ρευστοποιημένης κλίνης
- Εγκαταστάσεις περιστρεφόμενου κλιβάνου
- Εγκαταστάσεις πολλαπλών εστιών

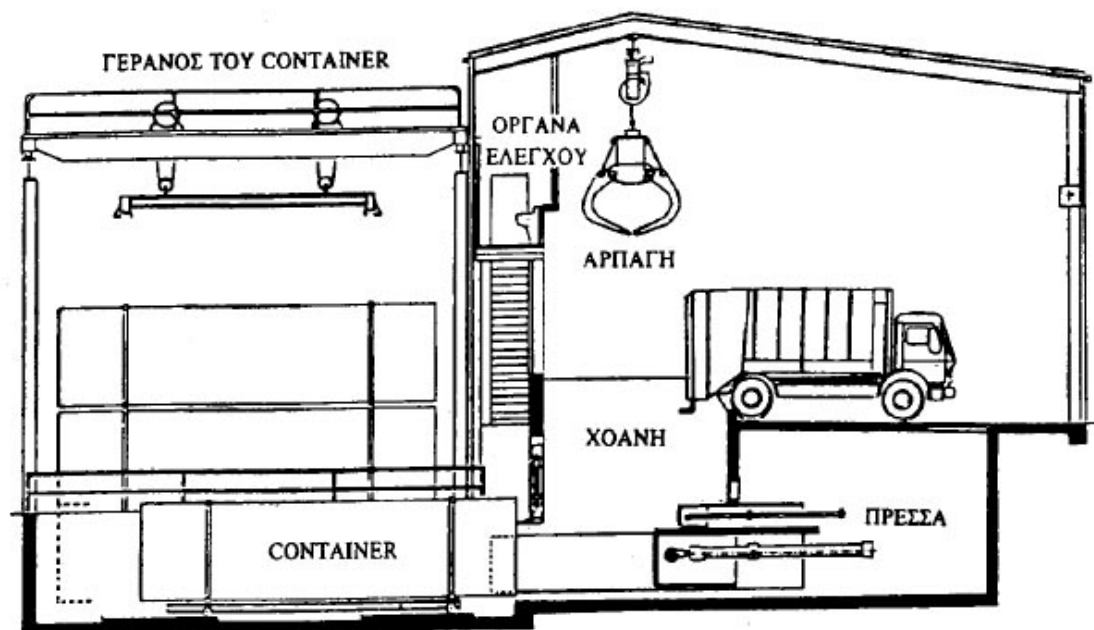
Η μεγάλη πλειονότητα των εγκατεστημένων μονάδων ανήκει στις τρεις πρώτες κατηγορίες, οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια.

Εγκαταστάσεις κάθετης κλίνης

Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία στη λειτουργία τους και το μικρό κόστος επένδυσης που απαιτείται. Παρουσιάζουν όμως το βασικό μειονέκτημα ότι λειτουργούν μόνο με ομοιόμορφο και ομοιογενές υλικό ως καύσιμο, όπως είναι το RDF. Το αέριο προϊόν της εγκατάστασης είναι χαμηλής θερμογόνου δύναμης, παράγονται μικρές ποσότητες υγρών και σημαντικές στερεών προϊόντων. Εγκαταστάσεις κάθετης κλίνης βλέπουμε στην εικόνα 6.

Με βάση τα αποτελέσματα πιλοτικών εφαρμογών για μονάδες που λειτουργούσαν σε θερμοκρασία 650 - 820°C, αποδείχθηκε ότι:

- Το παραγόμενο στερεό υπόλειμμα έχει μεγάλη προσροφητική ικανότητα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις τριτοβάθμιου καθαρισμού νερών και λυμάτων.
- Το αέριο προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές καύσης πετρελαίου, σε αναλογία 4:1, με την απόδοση της μηχανής να φτάνει το 76% της απόδοσης που θα είχε εάν γινόταν αποκλειστική χρήση πετρελαίου.

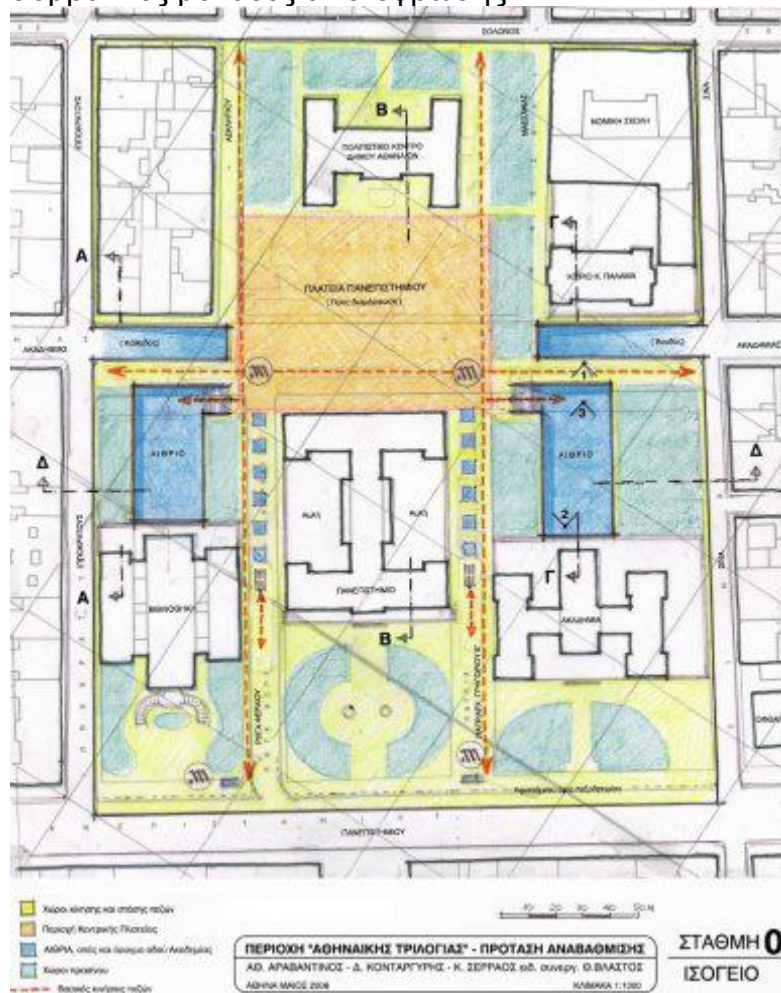


Εικόνα 6: Εγκαταστάσεις κάθετης κλίνης

Τα αέρια που προκύπτουν από την επεξεργασία του αέριου προϊόντος, (κυκλώνας υψηλής απόδοσης) είναι συγκρίσιμα σε σύσταση με τα αέρια που παράγονται από την αποτέφρωση και σε μερικές περιπτώσεις περιέχουν λιγότερους ρύπους.

Εγκαταστάσεις οριζόντιας κλίνης

Οι εγκαταστάσεις οριζόντιας κλίνης είναι οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις αεριοποίησης, όπως βλέπουμε στην εικόνα 7. Το βασικό χαρακτηριστικό αυτών των εγκαταστάσεων είναι ότι αποτελούνται από δύο μέρη: τον κύριο θάλαμο αεριοποίησης των αποβλήτων και το θάλαμο καύσης (του παραγόμενου αερίου). Στον κύριο θάλαμο, λαμβάνει χώρα αεριοποίηση του οργανικού υλικού υπό αυστηρά καθορισμένη αναλογία άνθρακα προς οξυγόνο (αέρα), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ατελής καύση. Στη συνέχεια, το χαμηλού ενεργειακού περιεχόμενου αέριο προϊόν οδηγείται στο θάλαμο καύσης, όπου υπόκειται σε θερμική επεξεργασία με περίσσεια οξυγόνου. Τα καυσαέρια του θαλάμου καύσης είναι προϊόντα πλήρους καύσης, έχουν θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 650°C - 900°C και μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω ανάκτηση της περιεχόμενης σε αυτά ενέργειας. Με κατάλληλη ρύθμιση της ταχύτητας εισόδου του αέρα στο θάλαμο αεριοποίησης επιτυγχάνεται μείωση της τύρβης, με τελικό αποτέλεσμα να μειώνεται η περιεκτικότητα του αερίου καυσίμου σε σωματίδια και να μειώνονται αισθητά οι εκπομπές, σε σχέση με τις συμβατικές μονάδες αποτέφρωσης.



Εικόνα 7: Εγκαταστάσεις οριζόντιας κλίνης

4.4.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ/ ΥΑΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ

Γενικά, ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με την τεχνική αυτή, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος με την παροχή θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης. Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας (η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C). Στην εικόνα 8 βλέπουμε μια σύγχρονη μονάδα αεριοποίησης.



Εικόνα 8: Σύγχρονη Μονάδα Αεριοποίησης

Το αέριο σε κατάσταση πλάσματος παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης.

Εφαρμόζοντας την τεχνική του πλάσματος λαμβάνει χώρα η αεριοποίηση/υαλοποίηση του περιεχομένου των εισερχομένων στερεών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια. Ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να λάβει χώρα η καταστροφή των οργανικών ενώσεων εξαρτάται από την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και το χρόνο παραμονής των οργανικών ενώσεων στην ιονισμένη ατμόσφαιρα ή σε υψηλή θερμοκρασία. Παράλληλα, το ανόργανο μέρος των αποβλήτων μετατρέπεται σε τηγμένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από ψύξη σχηματίζει ένα σταθερό, αδρανές, υψηλής πυκνότητας υαλώδες υλικό.

Μονάδα θερμικής επεξεργασίας με την τεχνική πλάσματος

Σε κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιεί την τεχνική πλάσματος λαμβάνουν χώρα τα εξής:

Έναρξη: Αρχικά το σύστημα θερμαίνεται θέτοντας σε λειτουργία τη συσκευή φλόγας πλάσματος (πρωτογενής θάλαμος). Παράλληλα θερμαίνεται ο δευτερογενής θάλαμος καύσης από καυστήρα αερίων. Τόσο η φλόγα πλάσματος όσο και ο καυστήρας αερίων λειτουργούν στο μέγιστο της δυναμικότητάς τους κατά την έναρξη. Η διαδικασία της έναρξης μπορεί να διαρκέσει αρκετές ώρες.

Τροφοδοσία αποβλήτων: Ο βέλτιστος ρυθμός τροφοδοσίας των αποβλήτων διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο και τις ποσότητες τους. Η μονάδα συνήθως είναι εξοπλισμένη με τεμαχιστή, σε περίπτωση που λόγω του μεγέθους των εισερχόμενων αποβλήτων απαιτείται στάδιο μείωσης του μεγέθους τους.

Πρωτογενής θάλαμος αεριοποίησης: Πραγματοποιείται η δημιουργία αερίου σε μορφή πλάσματος, μέσω επίτευξης των κατάλληλων θερμοκρασιών, το οποίο ενεργοποιεί και συντηρεί τις διαδικασίες μετατροπής των στερεών αποβλήτων σε αέρια και ανόργανο τηγμένο υλικό.

Άντληση του υπολείμματος: Το τηγμένο υπόλειμμα απομακρύνεται με συχνότητα η οποία εξαρτάται από την ποσότητα των ανόργανων συστατικών που περιέχονται στο απόβλητο. Στη συνέχεια, ψύχεται και μετατρέπεται σε αδραντοποιημένο υαλώδους μορφής υλικό.

Δευτερογενής θάλαμος καύσης: Στο θάλαμο αυτό, που λειτουργεί με βοηθητικό καύσιμο, πραγματοποιείται η καύση των οργανικών ενώσεων που παράγονται στον κλίβανο αεριοποίησης.

Σύστημα καθαρισμού αερίων καύσης και κατακράτησης σωματιδίων: Χρησιμοποιείται σύστημα διαβροχής νερού για τη μείωση της θερμοκρασίας των αερίων που εγκαταλείπουν το δευτερογενή θάλαμο καύσης. Η ροή του νερού εξαρτάται από την επιθυμητή θερμοκρασία που πρέπει να έχουν τα απαέρια εισερχόμενα στο σύστημα κατακράτησης των σωματιδίων (σακκόφιλτρο). Στο σακκόφιλτρο κατακρατούνται τα λεπτόκοκκα σωματίδια ενώ τα απαέρια εισέρχονται σε σύστημα υγρού καθαρισμού απαερίων (scrubber). Στο σύστημα αυτό απομακρύνονται συστατικά όπως οξείδια του αζώτου και του θείου, χλωριούχα και φθοριούχα συστατικά, κ.λπ., με τη χρήση χημικών π.χ. διαλύματος καυστικού νατρίου.

Σύστημα ψύξης: Προκειμένου να διατηρούνται οι θερμοκρασίες λειτουργίας του συστήματος παραγωγής πλάσματος σε επιθυμητές τιμές και να αποφεύγεται η διάβρωση των χρησιμοποιούμενων ηλεκτροδίων (η κάθοδος είναι κατασκευασμένη από βολφράμιο, μολυβδαίνιο, γραφίτη, χαλκό ή κράματά του, ενώ η άνοδος από χαλκό ή γραφίτη) απαιτείται η ύπαρξη συστήματος ψύξης, με χρήση νερού.

Σε διεθνές επίπεδο, η χρήση της τεχνολογίας αυτής βρίσκεται σε πιλοτικό στάδιο και η σχετική εμπειρία είναι περιορισμένη, αφού η συγκεκριμένη τεχνική εμφανίσθηκε πρόσφατα σε σχέση με το σύνολο των υπόλοιπων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας

των στερεών αποβλήτων. Εν τούτοις, μπορεί να εξελιχθεί και να επεκταθεί σε ευρεία κλίμακα, ειδικά εάν ληφθούν υπόψη τα εξής:

- Οι μονάδες πλάσματος χαρακτηρίζονται από συγκριτικά μικρότερες απαιτήσεις χώρου, σε σχέση με τις άλλες θερμικές μεθόδους επεξεργασίας.
- Η άνοδος της θερμοκρασίας σε υψηλά επίπεδα επιτρέπει την επεξεργασία των αποβλήτων σε ένα κύριο στάδιο, περιορίζοντας την πολυπλοκότητα της μεθόδου.
- Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται οδηγούν σε αύξηση της ταχύτητας των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.
- Η μέθοδος παρουσιάζει σημαντική ευελιξία αναφορικά με το είδος των προς επεξεργασία αποβλήτων και επιπλέον, οδηγεί στην παραγωγή λιγότερων απαερίων, μειωμένου ρυπαντικού φορτίου σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους καύσης.

Κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης αεριοποίησης/υαλοποίησης με την τεχνική πλάσματος, πρέπει να ελέγχονται οι εξής παράμετροι:

- Ρυθμός τροφοδοσίας εισερχόμενων ρευμάτων αποβλήτων
- Θερμοκρασία φλόγας πλάσματος – θαλάμου αεριοποίησης
- Ρυθμός ροής παραγόμενου αερίου
- Θερμοκρασία στο δευτερογενή θάλαμο καύσης
- Ρυθμός ροής απαερίων στο δευτερογενή θάλαμο καύσης

Οι παραπάνω παράμετροι λειτουργίας των μονάδων αυτών πρέπει να βελτιστοποιούνται ανά περίπτωση, αφού εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά των προς επεξεργασία αποβλήτων. Με την τεχνική αυτή και με κατάλληλες τροποποιήσεις μπορούν να υποστούν επεξεργασία όλα τα ρεύματα αποβλήτων. Ενδιαφέρον ακόμη δημιουργείται από τη μεγάλη ποικιλία ειδών παραγόμενου πλάσματος (οξυγόνο, άζωτο, μονοξείδιο του άνθρακα, αργό, ατμοσφαιρικός αέρας, ήλιο, κ.λπ.), από το εύρος τιμών πίεσης (κοντά στο κενό έως 20 ατμόσφαιρες) και ισχύος (100 kW έως 10 MW).

Η ανάγκη να ελέγχεται ένας μεγάλος αριθμός παραμέτρων δημιουργεί απαιτήσεις για υψηλού βαθμού αυτοματοποίηση έτσι ώστε να είναι εφικτός και αποτελεσματικός ο έλεγχος της συνολικής διαδικασίας. Βασικές επιδιώξεις κατά τη ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας τέτοιων μονάδων είναι η πλήρης καταστροφή των εισερχόμενων αποβλήτων, οι χαμηλότερες δυνατές συγκεντρώσεις των επικίνδυνων ουσιών που περιέχονται στα απαέρια (π.χ. διοξίνες, φουράνια), η καλύτερη ποιότητα του παραγόμενου αερίου σύνθεσης με έμφαση στη θερμογόνο δύναμή του, οι καλύτερες ιδιότητες του στερεού υπολείμματος ως κατασκευαστικό υλικό, το χαμηλό ρυπαντικό φορτίο των παραγόμενων υγρών αποβλήτων από τον καθαρισμό των απαερίων και η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος διακρίνονται είναι:

- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών οργανικών συστατικών του εισερχόμενου ρεύματος αποβλήτων. Η σύσταση του αερίου καθώς και το ενεργειακό του περιεχόμενο, εξαρτώνται άμεσα από το είδος και το οργανικό περιεχόμενο του απόβλητου. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικό καύσιμο στη μονάδα πλάσματος μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το λειτουργικό κόστος ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορεύσιμο προϊόν.

- Το υαλώδους μορφής, αδρανές υλικό το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων, κατασκευή τούβλων και πλακιδίων πολύ υψηλής ποιότητας, κατασκευή υλικών πεζοδρόμησης, κλπ).
- Τα απαέρια, τα οποία ύστερα από κατάλληλα επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Αναφορικά με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των εκπομπών από μονάδες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του πλάσματος, ισχύουν οι ίδιες απαιτήσεις με τις υπόλοιπες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.
- Τα υγρά απόβλητα, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία καθαρισμού των απαερίων. Ανάλογα με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών, είναι δυνατόν να απαιτείται εγκατάσταση επεξεργασίας τους έτσι ώστε να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΟΛΗ 100.000 ΚΑΤΟΙΚΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελεί πόλη 100 χιλιάδων κατοίκων στις ακτές του Ιονίου Πελάγους.

Καταρχήν εξετάζεται η φυσική πραγματικότητα, η γεωγραφική θέση, το ανάγλυφο του εδάφους και οι κλιματολογικές συνθήκες. Στην Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής θέσης και της πολυμορφίας του ανάγλυφου παρουσιάζονται διαφορές στις κλιματολογικές συνθήκες. Έτσι στις ακτές του Ιονίου το κλίμα είναι μεσογειακό, ενώ προς το εσωτερικό, το κλίμα είναι ηπειρωτικό, που σημαίνει πολλές βροχοπτώσεις και χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα και υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι.

Η θερμοκρασία παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, με ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος 20,1°C. Η μέση ετήσια τιμή είναι 14°C για την περίοδο 1956-97. Οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (26 και 25°C αντίστοιχα) και η ελάχιστη τον Ιανουάριο (4°C).

5.2 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι κεντρικές λειτουργίες της πόλης εκατό χιλιάδων κατοίκων πρωτεύουσας νομού είναι το εμπόριο, η διοίκηση και οι υπηρεσίες, οι οποίες αναπτύσσονται στα ιστορικά κέντρα των πόλεων και περιμετρικά και κατά μήκος των εθνικών οδών. Υπάρχουν συγκεντρώσεις πρασίνου και ελεύθερων χώρων στην περίμετρο της πόλης. Υποθετικά έργα είναι :

- *Αισθητικό Δάσος*: είναι οριοθετημένο σε έκταση 900 στρ. και έχει χαρακτηριστεί ως Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους
- *Ιστορικοί και Αρχαιολογικοί χώροι* που περιβάλλονται από περιοχές κατοικίας που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης με την εφαρμογή του ΓΠΣ. .
- *Ψυχαγωγικά πάρκα*:
- *Παραθαλάσσιες περιοχές*: είναι κατά βάση αδόμητες περιοχές, με βαθμό και ποιότητα ανάπτυξης που ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή. Αποτελούν τις πλέον ευαίσθητες περιοχές από περιβαλλοντική σκοπιά.
Αθλητικές εγκαταστάσεις σε επίπεδο πολεοδομικού συγκροτήματος.

Περιοχές εκτός σχεδίου

- Γενικά όλες οι περιοχές αυτές βρίσκονται στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους και, όπως είναι φυσικό, δέχονται πιέσεις. Ειδικότερα:
 - Παραθαλάσσια ζώνη
 - Ζώνη δασικών περιοχών.

5.2.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

α. Άρδευση

Σημειώνεται ότι φαινόμενα υπέρμετρης άντλησης έχουν παρατηρηθεί αρκετές φορές.

β. Αλιεία

γ. Αθλητισμός - Αναψυχή

Η γειτνίαση των λοιπών Δήμων, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την ανάπτυξη της αθλητικής δραστηριότητας στις υπόλοιπες περιοχές. Έτσι σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως όσον αφορά τα αθλήματα που σχετίζονται με τη θάλασσα, οι κάτοικοι εξυπηρετούνται από τα αθλητικά κέντρα που βρίσκονται στην παραθαλάσσια περιοχή.

Η υπόλοιπη αθλητική δραστηριότητα περιορίζεται, κυρίως, στο ποδόσφαιρο. Πολλά Δ.Δ. διαθέτουν γήπεδο ποδοσφαίρου και ελάχιστες βόλει ή μπάσκετ ενώ υπάρχουν σε λειτουργία και αθλητικοί σύλλογοι ή σωματεία.

δ. Τουρισμός

Η παραθαλάσσια περιοχή αποτελεί το βασικότερο πόλο έλξης των επισκεπτών της πόλης.

ε. Βιομηχανική ζώνη:

- Παραγωγή γαλακτομικών προϊόντων
- Παραγωγή και επεξεργασία κρέατος – πτηνοσφαγείο
- Εμφιάλωση και διακίνηση υγραερίου
- Σφαγεία
- Παραγωγή χημικών προϊόντων
- Παραγωγή γαλακτομικών προϊόντων
- Παραγωγή γαλακτομικών προϊόντων
- Σφαγεία
- Εμφιάλωση υγραερίου
- Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

στ. Οδικό δίκτυο

Αναφορικά με το οδικό δίκτυο, η οργάνωσή του είναι ακτινική με τις πρωτεύουσες αρτηρίες να συγκλίνουν προς το κέντρο της πόλης. Οι εγκάρσιες συνδέσεις είναι περιορισμένες. Η μορφή αυτή του οδικού δικτύου οφείλεται κυρίως στις δεσμεύσεις που πηγάζουν από την τοπογραφία της πόλης. Στο κέντρο της πόλης παρατηρούνται οξυμένα κυκλοφοριακά προβλήματα με αποτέλεσμα να έχει συντελεστεί μεγάλη υποβάθμιση του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής των κατοίκων. Τα παραπάνω προβλήματα επιτείνονται από την ύπαρξη κοντά στο κέντρο της πόλης δραστηριοτήτων που προσελκύουν κίνηση τροχοφόρων και φορτίζουν την πόλη με βαριά κυκλοφορία (πάσης φύσεως υπηρεσίες, σταθμοί υπεραστικών λεωφορείων κλπ.).

Το δίκτυο της ΔΕΗ της περιοχής εξυπηρετείται από το παρακάτω δίκτυο :

- το εθνικό δίκτυο υψηλής τάσης 150 KV
- το δίκτυο μέσης τάσης 15 KV
- το δίκτυο χαμηλής τάσης 220-6.000 KV

Τα έργα ύδρευσης και αποχέτευσης ανήκουν στην περιοχή ευθύνης της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης, που εξυπηρετεί τις ανάγκες του πολεοδομικού συγκροτήματος.

Ο συνολικά εξυπηρετούμενος πληθυσμός του δικτύου ύδρευσης εκτιμάται σε περίπου 90.000 ισοδύναμους κατοίκους, λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες χρήσεις νερού και τον επίσημα απογεγραμμένο μόνιμο πληθυσμό της πόλης, καθώς και τις στρατιωτικές μονάδες, τους ειδικούς καταναλωτές, τα πανεπιστημιακά ιδρύματα και τους ετεροδημότες που κατοικούν στην πόλη.

Υπάρχει δίκτυο ομβρίων, ακαθάρτων νερών και αποχέτευσης.

Το δίκτυο ακαθάρτων της πόλης προορίζεται μόνο για οικιακά λύματα. Εκτείνεται σε ολόκληρο το ρυμοτομικό σχέδιο της πόλης

Στην πόλη λειτουργεί εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού, η οποία επεξεργάζεται και τα βοθρολύματα της πόλης. Η επεξεργασία είναι τριτοβάθμια

Έστω ότι σήμερα λειτουργεί ένας ελεγχόμενος χώρος διάθεσης απορριμμάτων (χωματερή), όπου μεταφέρονται τα απορρίμματα της πόλης και πολλών Δ.Δ.

Η δυναμικότητα της χωματερής είναι 350 m³/ημέρα ενώ οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων, που είναι οικιακής κυρίως προέλευσης, ανέρχονται κατ' εκτίμηση σε 450 m³/ημέρα. Πρόγραμμα ανακύκλωσης των απορριμμάτων δεν υπάρχει.

5.2.2 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.) συγκεντρώθηκαν οι πληροφορίες που αφορούν τις κατανομές του πληθυσμού κατά φύλλο και ομάδες ηλικιών, τον αριθμό των νοικοκυριών, τους δημογραφικούς δείκτες και τα κοινωνικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού κατά φύλλο, της περιοχής μελέτης.

5.2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

5.2.3.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

5.2.3.1.1 ΓΕΩΡΓΙΑ

Καλλιέργεια	Έκταση (στρέμματα)	Εκατοστιαία κατανομή
Κηπευτικά	2500	1,8
Αροτραίες	105000	78,7
Δενδρώδεις	650	0,5
Άμπελοι	2500	1,7
Αγρανάπαυση	23000	17,2
Σύνολο γεωργικής γης	138700	100
Βαθμός αξιοποίησης γεωργικής γης (%)	90,0	

Πίνακας 11: Κατανομή καλλιεργούμενων εκτάσεων κατ. εκτίμηση

Από τα στοιχεία του πίνακα 11 είναι εμφανής η κυριαρχία των αροτραίων καλλιεργειών στο σύνολο της καλλιεργούμενης έκτασης. Η συμμετοχή των

κηπευτικών (που προσδιορίζουν υψηλό εισοδηματικό συντελεστή και συντελεστή απασχόλησης), των αμπελοκαλλιέργειών και των δένδρωδών καλλιεργειών είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Αξιοσημείωτη είναι η καλλιέργεια κηπευτικών σε θερμοκήπια, παρά τις αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Ιδιαίτερα υψηλό κρίνεται το ποσοστό της γεωργικής γης που έχει τεθεί σε αγρανάπαυση γεγονός που υποδηλώνει χαμηλό βαθμό αξιοποίησής της. Το γεγονός επιβεβαιώνεται και από τις συζητήσεις που πραγματοποιήθηκαν με τοπικούς παράγοντες.

5.2.3.1.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Στην περιοχή μελέτης η περιβαλλοντική επιβάρυνση που προέρχεται από τον τομέα της κτηνοτροφίας περιλαμβάνει:

Ρύπανση από κτηνοτροφικές μονάδες: Τα κυριότερα προβλήματα που σχετίζονται με τη δημόσια υγεία και τις οχλήσεις που προκαλούνται από τη λειτουργία των κτηνοτροφικών μονάδων και, ειδικότερα, από τα απόβλητά τους είναι τα εξής:

Ζωονόσοι και δημόσια υγεία Τα ζωικά απόβλητα είναι φορείς μικροβίων που μπορεί να μεταδοθούν και στον άνθρωπο με μολυσμένο νερό ή/και τρόφιμα, προκαλώντας διάφορες ασθένειες (λεπτοσπειρώσεις, ηπατίτιδα κα) Για την ελάττωση του μικροβιακού φορτίου συνήθως εφαρμόζεται η απολύμανση της τελικής απορροής με χλωρίωση.

Ενοχλητικά και βλαβερά αέρια: Τα πλέον συνήθη αέρια που δημιουργούνται στις κτηνοτροφικές μονάδες είναι η NH_3 , το CO_2 , το H_2S , το CH_4 και ιχνοποσότητες από οργανικές ουσίες (μερκαπτάνες, αμίνες κλπ). Οι περισσότερες από αυτές τις ουσίες είναι προϊόντα της αναερόβιας αποδόμησης οργανικών ουσιών των αποβλήτων. Η συγκέντρωση της εκπεμπόμενης δυσοσμίας θεωρείται ότι είναι χονδρικά ανάλογη του περιεχομένου φωσφόρου και αζώτου στα απεκκρίματα των ζώων.

Βαρέα μέταλλα: Αν και υπό κανονικές συνθήκες τα ζωικά απόβλητα δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα ενδέχεται, σε περιπτώσεις μακροχρόνιας αποθήκευσής τους, οι συγκεντρώσεις ορισμένων μετάλλων να φτάσουν σε τοξικά επίπεδα.

Η πλέον συνήθης πρακτική για τη διάθεση των στερεών αποβλήτων στην περιοχή μελέτης είναι η διάθεση στους αγρούς ως βελτιωτικά του εδάφους και οργανικό λίπασμα.

Η εκτίμηση των ρυπαντικών φορτίων της περιοχής μελέτης από τα στερεά απόβλητα των *πτηνοτροφείων*¹ βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές:

- Μέση εκτιμώμενη ποσότητα στερεών αποβλήτων (ΣΑ), =115 γρ./ημέρα/πτηνό πάχυνσης.
- Χρόνος εκτροφής = 65 έως 70 ημέρες,
- Συνολική ετήσια παραγωγή ΣΑ (**q** **Σ.Α.**) = 6,3 kg / έτος / πτηνό
- Συντελεστές ρύπων (kg/τόννο ανεπεξεργαστων αποβλήτων πτηνοτροφείων):
 - Ολικό άζωτο (N): 28
 - P_2O_5 22,5 ή στοιχειακός φώσφορος (P) 9,9

¹ Η ρύπανση που προέρχεται από τα υγρά απόβλητα των πτηνοτροφείων θεωρείται περιορισμένη καθώς ο όγκος των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από την πλύση των δαπέδων των πτηνοτροφείων είναι μικρός και, όπως προβλέπεται και από τη σχετική νομοθεσία, διατίθεται, υπεδάφια, με αποτέλεσμα να μη φτάνουν στους αποδέκτες σημαντικές ποσότητες ρύπων.

- K_2O 17 ή στοιχειακό κάλιο (K) 14,11

Με βάση τις προαναφερόμενες παραδοχές, η συνολική ποσότητα ρυπαντικών φορτίων από τα πτηνοτροφεία ανέρχεται σε:

- Στερεά απόβλητα = 95.000 τον./έτος.
- Άζωτο (N) = 2.700 τον./έτος.
- Φώσφορος (P) = 950 τον./έτος.
- Κάλιο (K) = 1.350 τον./έτος.

Το οργανικό φορτίο των αποβλήτων (BOD), δε θεωρείται ότι δημιουργεί σημαντικά προβλήματα ρύπανσης στους υδάτινους αποδέκτες, καθώς παρουσιάζει περιορισμένη κινητικότητα. Υπάρχει στην κοπριά, με τη μορφή στερεών σωματιδίων, τα οποία, με τη διάθεση στο έδαφος, παγιδεύονται στην επιφανειακή του στοιβάδα και αποικοδομούνται, είτε με αερόβιες επιφανειακές συνθήκες, είτε, κυρίως, σε αναερόβιες συνθήκες, καθώς συνήθως δεν λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για οξυγόνωση του εδάφους (όργωμα και περιοδική φόρτιση).

Τα ρυπαντικά φορτία από τα υγρά απόβλητα των *χοιροτροφικών μονάδων* υπολογίστηκαν με βάση τους ακόλουθους συντελεστές:

Με βάση τις παραδοχές αυτές, οι συνολικές ποσότητες ρυπαντικών φορτίων ανέρχονται σε :

- Όγκος αποβλήτων 34.000 m³ / έτος
- BOD₅ 640 τον / έτος
- Άζωτο (N) 110 τον / έτος
- P 22 τον / έτος
- K 25 τον / έτος

Ο όγκος αποβλήτων των *μηρυκαστικών*, με βάση βιβλιογραφικούς συντελεστές, υπολογίζεται, για την περιοχή μελέτης, ως ακολούθως:

- Βοοειδή: 90.000 τόνοι/έτος (με 13% ξηρή ουσία).
- Αιγοπρόβατα: 125.000 τόνοι/έτος (με 25% ξηρή ουσία).

Ρύπανση από γαλακτοβιομηχανίες – τυροκομεία: Τα υγρά απόβλητα της συγκεκριμένης δραστηριότητας διακρίνονται στα νερά ψύξεως (περίπου τα 2/3 του συνολικού όγκου των αποβλήτων, χωρίς ιδιαίτερα ρυπαντικά φορτία) και στα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας, που η σύνθεσή τους εξαρτάται από το είδος της μονάδας. Στις μονάδες τυροκόμησης, τα ρυπαντικά φορτία είναι μεγάλα ιδιαίτερα όταν απορρίπτεται το τυρόγαλα ή ο ορός λακτόζης. Τα υγρά αυτά έχουν πολύ υψηλό BOD και η διάθεσή τους στους υδάτινους αποδέκτες, χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, δημιουργεί προβλήματα θολερότητας και μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Σε μερικές περιπτώσεις έχουν διαπιστωθεί παρατυπίες που αφορούν στην απόρριψη των αποβλήτων απευθείας σε υδάτινους αποδέκτες, κυρίως από περιορισμένο αριθμό μικρών τυροκομείων που δραστηριοποιούνται στην περιοχή. Με δεδομένο ότι οι γαλακτοβιομηχανίες και τα μεγάλα τυροκομεία διαθέτουν εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και ο αριθμός μικρών μονάδων περιορίζεται συνεχώς στην περιοχή μελέτης, λόγω ανταγωνισμού, δεν φαίνεται να δημιουργούνται σοβαρές ρυπάνσεις από τη λειτουργία της.

Ρύπανση από σφαγεία και μονάδες επεξεργασίας κρέατος: Η βιομηχανία του κρέατος περιλαμβάνει το χώρο προσωρινού σταβλισμού των ζώων, το σφαγείο και τη μονάδα επεξεργασίας του κρέατος (προετοιμασία, μαγείρεμα, πάστωμα, κάπνισμα, αλλαντικά κλπ). Ειδικότερα για τα πουλερικά, η μονάδα περιλαμβάνει το σφαγείο, τη μονάδα αποπτιλώσεως, το χώρο καθαρισμού (κεφάλια, πόδια, εντόσθια),

τη συσκευασία και τη διατήρηση σε ψύξη ή κατάψυξη. Και στις δύο περιπτώσεις η εγκατάσταση μπορεί να περιλαμβάνει μονάδα επεξεργασίας και αξιοποίησης των μη φαγώσιμων υπολειμμάτων (λίπη, αίμα, οστά, φτερά, σπλάχνα, άκρα) και τη μετατροπή τους σε ζωοτροφές ή λίπασμα. Βασική επιδίωξη στα σφαγεία είναι ο διαχωρισμός και συλλογή του αίματος, προτού αναμιχθεί με τα απόβλητα, γιατί επηρεάζει σημαντικά την ποιότητά τους. Τα απόβλητα του σταβλισμού περιέχουν ζωικές απεκκρίσεις με ρυπαντικό φορτίο που εξαρτάται από το είδος των ζώων και τη φροντίδα καθαρισμού του χώρου. Τα απόβλητα του χώρου σφαγής περιέχουν αίμα, κοπριά από την κοιλιά-έντερα, τρίχες, υπολείμματα, ακαθαρσίες δαπέδου κλπ. Έχουν χρώμα κοκκινωπό – καφέ, υψηλό BOD και αρκετά αιωρούμενα στερεά. Μετά την εφαρμογή των τελευταίων οδηγιών της Ε.Ε. έχουν αυξηθεί οι ποσότητες στερεών αποβλήτων, λόγω απαγόρευσης της κατανάλωσης εντοσθίων, κεφαλών κλπ, τα οποία πρέπει να αποτεφρώνονται. Τα απόβλητα από τη μονάδα επεξεργασίας του κρέατος (πάστωμα κλπ) έχουν ανάλογη σύνθεση με εκείνα του σφαγείου, αλλά μικρότερο ρυπαντικό φορτίο. Τα απόβλητα των μονάδων σφαγής και επεξεργασίας του κρέατος περιέχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο και, επομένως, πρέπει να περνούν από βιολογική επεξεργασία για τον καθαρισμό τους πριν τη διάθεση στο περιβάλλον. Στην περιοχή μελέτης λειτουργούν μια σειρά από σφαγεία και μονάδες επεξεργασίας κρέατος, σημαντικότερα των οποίων είναι:

Η ρύπανση από τα σφαγεία είναι σημαντική, ιδίως εκείνων τα οποία διαθέτουν τα απόβλητά τους χωρίς επεξεργασία. Αντίθετα, οι μονάδες τυποποίησης κρέατος συνήθως δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Τα ρυπαντικά φορτία των παραπάνω αναφερόμενων σφαγείων και πτηνοσφαγείων, σε ημερήσια βάση, εκτιμώνται:

Σημειώνεται ότι οι υψηλές ποσότητες οργανικού φορτίου που περιέχονται στα απόβλητα σφαγείων, όπως επίσης οι ποσότητες θρεπτικών αλάτων και λίπους, δημιουργούν στους αποδέκτες σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, γεγονός που υποχρεώνει τους φορείς να αδρανοποιούν τα συγκεκριμένα απόβλητα.

Όχληση του περιβάλλοντος από την υπερβόσκηση των βοσκοτόπων: Τα κυριότερα προβλήματα που σχετίζονται με την υπερβόσκηση είναι η υποβάθμιση της βλάστησης και η σταδιακή απαξίωση των βοσκοτόπων. Σε πολλές περιπτώσεις δημιουργούνται προβλήματα διάβρωσης του εδάφους και συνακόλουθα μεταφορά υλικών σε υδάτινους αποδέκτες. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, στην περιοχή μελέτης δεν παρατηρούνται φαινόμενα υπερβόσκησης εκτός από συγκεκριμένες περιοχές. Για την αντιμετώπιση της υπερβόσκησης και εν γένει της ορθολογικής αξιοποίησης των βοσκοτόπων δύναται να δημιουργηθούν Οργανωμένοι Χώροι Σταυλισμού ή κτηνοτροφικά πάρκα και να εφαρμοστούν προγράμματα διαχείρισης και βελτίωσης των βοσκοτόπων.

5.2.3.1.3 Δασοπονία

Στην περιοχή μελέτης υποθέτουμε ότι έκταση που χαρακτηρίζεται ως δασική, σύμφωνα με την ΕΣΥΕ. Η δασική βλάστηση της περιοχής είναι κυρίως θαμνώνες. Τα τεχνητά δάση πεύκης είναι μικρής σχετικά έκτασης, νεαρά και εκτός εκμετάλλευσης και οι πλατανέωνες είναι προστατευτικού χαρακτήρα. Δάση προς εκμετάλλευση και παραγωγή βιομηχανικού και οικοδομήσιμου ξύλου δεν υπάρχουν στην υπό μελέτη περιοχή.

Ο ξυλώδης όγκος των θαμνώνων αλλά και των συνδεδριών δρυός, γαύρου και πρίνου είναι σχετικά μικρός και κατάλληλος μόνο ως καύσιμη ύλη. Ειδικά σχέδια διαχείρισης των δασικών εκτάσεων της περιοχής δεν υπάρχουν. Ωστόσο, υπάρχουν

διατάξεις που ρυθμίζουν την προστασία τους από την παράνομη εκχέρσωση, τις πυρκαγιές και άλλους κινδύνους.

Τα οφέλη από την εκμετάλλευση των δασικών πόρων και την ανάπτυξη της Δασοπονίας είναι:

• Ημερομίσθια που πραγματοποιούν οι κάτοικοι στις διάφορες δασικές εργασίες (αναδασώσεις, διευθετήσεις χειμάρρων, κλπ.)

• Ικανοποίηση των ατομικών αναγκών των κατοίκων σε καύσιμη ύλη.

• Ικανοποίηση των αναγκών της κτηνοτροφίας σε βοσκήσιμη ύλη

Η έντονη κτηνοτροφική δραστηριότητα της περιοχής προσδιορίζει την ανάγκη ειδικών ρυθμίσεων για την ορθολογική βόσκηση των μεγάλων εκτάσεων βοσκοτόπων, για την ανάδειξη/αξιοποίηση αισθητικών ή προστατευτικών δασών, για την προστασία των υφιστάμενων δασοσκεπών εκτάσεων από κινδύνους πυρκαγιών, για τη δημιουργία εκτροφείων θηραμάτων, για τη δημιουργία δασυλλίων αναψυχής, για την αναδάσωση γυμνών εκτάσεων και για τη διευθέτηση επιφανειακών απορροών.

6. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

Η διαδικασία χωροθέτησης ΧΥΤΑ συναντά τεράστιες δυσκολίες, ως προς την ανεύρεση χώρου κατάλληλου να υποδεχτεί μια τέτοια χρήση γης με αρνητικές επιπτώσεις. Η διαδικασία χωροθέτησης ΧΥΤΑ πέραν των οργανωτικών δυσχερειών είναι γεγονός ότι συναντά αντικειμενικές δυσκολίες λόγω ιδιαίτερων φυσικών κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν την περιοχή.

Οι βασικοί λόγοι που η επιλογή χώρου ΧΥΤΑ προξενεί αρκετές δυσχέρειες είναι:

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από περιοχές με πολλές ιδιαιτερότητες και φυσικές ομορφιές. Τα πολλά και μεγάλα ποτάμια που χαρακτηρίζουν την Ήπειρο σε συνδυασμό με την κάλυψη του εδάφους που παρουσιάζεται περιορίζουν σημαντικά τους διαθέσιμους χώρους για την εγκατάσταση της μονάδας ΧΥΤΑ.

Οι πολλοί ορεινοί όγκοι που υπάρχουν προσθέτουν ένα ακόμη εμπόδιο στην ανεύρεση κατάλληλου χώρου.

Η χρόνια καθυστέρηση επιλογής χώρου για την υποδοχή ΧΥΤΑ, κάτι που χαρακτηρίζει πολλές περιοχές στην Ελλάδα, περιορίζει τις πιθανές περιοχές χωροθέτησης για το σκοπό αυτό, αφού υπάρχει με το πέρασμα του χρόνου κάλυψη από άλλες χρήσεις γης

Τέλος η κοινωνική αποδοχή της επιλογής ενός χώρου είναι ένα τεράστιο πρόβλημα, χαρακτηριστικό όχι μόνο της εξεταζόμενης περιοχής. Κατά καιρούς σε επίπεδο Νομών έχουν εκπονηθεί πολλές μελέτες για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων, οι οποίες όμως μέχρι σήμερα δεν έχουν τελεσφορήσει. (ίνοντας περισσότερο βάθος στην τελευταία συνιστώσα, είναι πιθανό οι κοινωνικές αντιδράσεις στο θέμα αυτό να προκύπτουν από την ύπαρξη έντονων ενδονομαρχιακών αντιθέσεων στην περιοχή μελέτης. Είναι φανερό ότι πολλές περιοχές είναι εκτός «αναπτυξιακής κούρσας» και ως εκ τούτου αρνούνται να δεχτούν μια εγκατάσταση που δυνητικά παρουσιάζει προεκτάσεις όχλησης ή ανάσχεσης προσπαθειών για ανάπτυξη

Τα εναλλακτικά σενάρια επεξεργασίας αποβλήτων που κατά βάση εξετάζονται στη συνέχεια είναι:

Σενάριο 1: περιλαμβάνει μηχανική διαλογή, αναερόβια επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων για την παραγωγή βιοαερίου και την αξιοποίηση αυτού σε μονάδα παραγωγής ενέργειας.

Σενάριο 2: περιλαμβάνει βιολογική ξήρανση σύμμεικτων αποβλήτων και μηχανική διαλογή.

6.1 ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Το Σενάριο αυτό περιλαμβάνει αναερόβια επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων για την παραγωγή βιοαερίου και την αξιοποίηση αυτού σε μονάδα παραγωγής ενέργειας.

Συνοπτική τεχνική περιγραφή

Τα στάδια της τεχνολογίας αυτής περιλαμβάνουν:
Τα σύμμεικτα αστικά σε σακούλες (μόνο) εκφορτώνονται στον χώρο υποδοχής και από εκεί τροφοδοτείται μηχανή που σχίζει τους σάκους.

Ακολουθεί στάδιο χειρο-διαλογής, όπου αφαιρούνται ανεπιθύμητα και ανακτήσιμα συστατικά και μετά από ένα κοσκίνισμα, το μίγμα οδηγείται σε πολτοποιητή. Αυτός λειτουργεί με κεντρικό περιστρεφόμενο άξονα με πτερύγια, όπου το υλικό ομογενοποιείται.

Τα βαριά υλικά (πέτρες, μέταλλα) καθιζάνουν και αφαιρούνται και ο πολτός εσχαρίζεται και μεταφέρεται στον αναερόβιο αντιδραστήρα. Μετά παραμονή 20 ημερών περίπου, ο πολτός διηθείται και η βιολογική ιλύς αφυδατώνεται σε ταινιοφιλτρόπρεσα και διατίθεται ως compost, μετά από κατάλληλη μετεπεξεργασία (σειράδια) και προσθήκη πούδρας άχυρου σε αναλογία 1:0,6 αντίστοιχα.

Η τεχνολογία αυτή έτσι όπως περιγράφεται στο σενάριο αυτό δεν περιλαμβάνει εκτεταμένη μηχανική διαλογή για την ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών διότι εστιάζει κυρίως στην παραγωγή βιοαερίου με χαμηλό επενδυτικό κόστος. Θα μπορούσε όμως η μηχανική διαλογή να σχεδιαστεί με σημαντικά ποσοστά ανάκτησης με συνεπαγόμενη, σημαντική, αύξηση του κόστους.

Η θερμογόνος δύναμη του βιοαερίου ανέρχεται σε 6,8 KWh/m³. Η κατανάλωση ενέργειας εντός της μονάδας φθάνει το 40% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και το 20% της παραγόμενης θερμικής.

Προϊόντα και υπόλειμμα

Συνοπτικά, τα παραγόμενα προϊόντα αλλά και η ποσότητα του υπολείμματος με βάση τις παραδοχές που προαναφέρθηκαν, φαίνονται στον πίνακα 12:

Προϊόντα	Ποσότητα	Υγρασία, % κ.β.
Κόμποστ προς άλλες χρήσεις	8.060 τον/έτος	40
Κόμποστ προς διάθεση σε ΧΥΤ	8.060 τον/έτος	
Ηλεκτρική ενέργεια διαθέσιμη για πώληση	3.500.000 KWh/έτος	-
Θερμική ενέργεια διαθέσιμη για πώληση	8.150.000 KWh/έτος	-
Υπόλειμμα	12.200 τον/έτος	10

Πίνακας 12: Προϊόντα και υπόλειμμα για το Σενάριο 1

Παρόμοιες μονάδες, που να υποδέχονται σύμμεικτα αστικά απόβλητα λειτουργούν μόνο 3, ενώ βρίσκονται υπό κατασκευή άλλες 2. Παρά το γεγονός ότι η αναερόβια επεξεργασία του οργανικού κλάσματος είναι πολλά χρόνια γνωστή ως εφαρμοσμένη τεχνολογία για κτηνοτροφικά κυρίως απόβλητα και για «καθαρά» οργανικά απόβλητα (διαλεγμένα στην πηγή ή βιομηχανικά απόβλητα, λάσπες βιολογικών κλπ), μόνο πρόσφατα (4-5 χρόνια) άρχισε να εφαρμόζεται σε αμιγώς αστικά απόβλητα.

Κατά συνέπεια, η εμπειρία από τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις είναι σχετικά περιορισμένη.

Σημαντικά στοιχεία πάντως είναι:

- § Η σημαντική βελτίωση της απόδοσης της μονάδας σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί εκτεταμένη μηχανική διαλογή πριν από την αναερόβια ζύμωση. Η επιλογή αυτή ανεβάζει σημαντικά τόσο το επενδυτικό όσο και το λειτουργικό κόστος.
- § Η μεγάλη ευκολία στην κατασκευή των αναερόβιων χωνευτών που έχει σημειωθεί μετά το 2002, με την δυνατότητα κατασκευής πλήρως συναρμολογούμενων χωνευτών.
- § Οι αρνητικές εμπειρίες που υπάρχουν (προσωρινό κλείσιμο μονάδας στο Τελ Αβίβ) σχετικά με τις δυνατότητες χρήσης πλήρως βιομηχανοποιημένου εξοπλισμού σε όλα τα σημεία της γραμμής επεξεργασίας (αποφυγή εξαρτημάτων τύπου «πατέντας»).

Οικονομικά στοιχεία

Το κόστος επένδυσης είναι της τάξης των 10-12 εκατομμυρίων ευρώ (εκτίμηση από μονάδες παρόμοιας δυναμικότητας).

Το καθαρό λειτουργικό κόστος της μονάδας επεξεργασίας, χωρίς την διάθεση των υπολειμμάτων, είναι της τάξης των 18-20 ευρώ / τόνο.

Τα έσοδα από την αξιοποίηση του βιοαερίου είναι 227.500 ευρώ (με τιμή πώλησης ενέργειας: 0,065 ευρώ /KWh)

Περιβαλλοντικά στοιχεία

Ο δείκτης εκτροπής D δείχνει το ποσοστό των στερεών αποβλήτων που εκτρέπεται από την ταφή και προκύπτει από την σχέση:

$$D = (W - L) / W \%$$

Όπου

W: το σύνολο των στερεών αποβλήτων και

L: τα απόβλητα που καταλήγουν σε χώρους ταφής

Στο Σενάριο 1, ο δείκτης εκτροπής υπολογίζεται σε ως εξής:

Σε ΧΥΤΑ καταλήγουν:

Το 50% του παραγόμενου compost, δηλαδή 8.060 τόνοι/ έτος (θεωρείται ότι κατά μέγιστο μόνο το 50% του compost μπορεί να προωθηθεί σε άλλες χρήσεις, χωρίς έσοδα.

Το υπόλειμμα επεξεργασίας, δηλαδή 12.200 τόνοι/ έτος

Σύνολο L = 20.260 τόνοι/ έτος

Επομένως D = 59,5%

Δείκτης ανάκτησης υλικών

Ο δείκτης ανάκτησης R προκύπτει από τη σχέση:

$$R = SM / W \%$$

Όπου W: το σύνολο των στερεών αποβλήτων

Και SM: τα δευτερογενή υλικά που ανακτώνται (ανακυκλώσιμα, compost)

Στην περίπτωση μας ανακτάται μόνο το 50% του κόμποστ (8.060 τόνοι) και αυτό με σημαντικές αβεβαιότητες.
Επομένως $R = 16,12\%$

Ανάκτηση υλικών και ενέργειας

Η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών εξαρτάται από το αν θα γίνει μηχανική διαλογή, καθώς και από το είδος αυτής και την έκτασή της. Σε κάθε περίπτωση, κάτι τέτοιο συνεπάγεται σημαντική αύξηση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας της μονάδας.

Η ανάκτηση ενέργειας είναι σημαντική και η διαθέσιμη προς πώληση ενέργεια είναι 3.500.000 KWh/ έτος.

Η θερμική ενέργεια είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί, εάν γειτονικά της μονάδας επεξεργασίας δεν υπάρχουν κατάλληλοι καταναλωτές και για αυτόν τον λόγο θεωρείται ότι δεν αποφέρει έσοδα.

Ποσότητα και σύσταση στερεού υπολείμματος

Τα στερεά «προϊόντα» της διεργασίας αυτής είναι:

Το οργανικό υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης (digestate) παράγεται σε ποσοστό ~20% κ.β. Για να μπορέσει να αποτελέσει αξιοποιήσιμο προϊόν θα πρέπει να ωριμάσει επιπλέον, σε ανοικτό χώρο για 1 μήνα περίπου, ενώ αναμιγνύεται και με αλεσμένο άχυρο. Το τελικό αυτό προϊόν περιέχει υγρασία σε ποσοστό 40% κ.β. και έχει ειδικό βάρος $0,4 \text{ t/m}^3$. Στοιχεία σύστασης για το προϊόν αυτό δεν είναι προς το παρόν διαθέσιμα όμως όπως είναι γνωστό, η περιεκτικότητα όλων των compost σε βαρέα μέταλλα, αλλά και σε πλαστικό είναι μεγάλη όταν προέρχονται από επεξεργασία σύμμεικτων Α.Σ.Α. Για τον λόγο αυτό έχει γίνει η παραδοχή ότι μόνο το 50% του προϊόντος αυτού μπορεί να διατεθεί με κάποια έσοδα, ενώ το υπόλοιπο 50% οδηγείται σε ΧΥΤΑ και χρησιμοποιείται είτε ως τελική κάλυψη, είτε ως υλικό επικάλυψης είτε απλά διατίθεται μαζί με άλλα απόβλητα.

Υπόλειμμα της επεξεργασίας σε ποσοστό 24% κ.β. της εισόδου. Το υπόλειμμα αυτό περιλαμβάνει πλαστικά, γυαλί, μέταλλα, μπαταρίες, πέτρες και άλλα ευμεγέθη τμήματα. Το υλικό αυτό μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω ώστε να διαχωριστούν και να πωληθούν τα χρήσιμα ανακυκλώσιμα υλικά (γυαλί, μέταλλα και πλαστικό), ή να οδηγηθεί προς υγειονομική ταφή, παρόλα αυτά όμως οι ποσότητες θα είναι αρκετά μικρές και εκτιμάται ότι δεν θα είναι συμφέρουσα μια τέτοια διαλογή. Σε αυτό περιλαμβάνεται και αδρανές υπόλειμμα υψηλής κοκκομετρικής διαβάθμισης (άμμος) που μπορεί να πωληθεί ως πληρωτικό υλικό σε έργα οδοποιίας. Με δεδομένο ότι η σύσταση αυτού του υπολείμματος εξαρτάται στενά από την συγκεκριμένη τεχνολογία που θα εφαρμοστεί δεν έχουν προβλεφθεί έσοδα από αυτό, αλλά ούτε και έξοδα διάθεσης.

Ποσότητα και σύσταση υγρών αποβλήτων

Μέρος του νερού που περιέχεται στο digestate ανακτάται με τη χρήση της ταινιοφιλτρόπρεσσας και συγκεντρώνεται σε δεξαμενή νερού. Από αυτή την ποσότητα αξιοποιείται κάποιο ποσοστό, ενώ το υπόλοιπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, μετά από μία προεπεξεργασία.

Κατανάλωση νερού

Το ισοζύγιο του νερού έχει ένα έλλειμμα της τάξης των 1.900 τόνων/ έτος ή περίπου 6,5 τόνους ανά ημέρα λειτουργίας. Το έλλειμμα προκύπτει από το γεγονός ότι υπάρχουν σημαντικές απώλειες υγρασίας τόσο στο υπόλειμμα όσο και στο digestate.

Ποσότητα και σύσταση απαερίων

Δεν αναμένεται κάποιο ειδικό πρόβλημα με τα απαέρια της αξιοποίησης του βιοαερίου.

Οσμές

Πρόβλημα οσμών θα υπάρχει σίγουρα στην φάση μετεπεξεργασίας του digestate (για να ωριμάσει) σε σειράδια. Για να αποφευχθεί αυτό θα πρέπει είτε η εγκατάσταση να γίνει μακριά από ευαίσθητες περιοχές είτε η κομποστοποίηση να γίνεται σε κλειστό χώρο με φίλτρα απόσμησης, οπότε θα ανέβει σημαντικά το κόστος.

Συμβατότητα με κατευθύνσεις νομοθεσίας

Το μοναδικό θέμα συμβατότητας με την νομοθεσία τίθεται στο θέμα της ποιότητας του παραγόμενου compost, η οποία είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθεί χωρίς εκτεταμένη μηχανική διαλογή και πολύ σημαντική αύξηση του επενδυτικού και λειτουργικού κόστους.

Επίδραση της Διαλογής στην Πηγή

Προφανώς, το σενάριο 1 ευνοείται από την επιτυχία των προγραμμάτων ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας με διαλογή στην πηγή, διότι αυτά θα ανεβάσουν το ποσοστό του οργανικού στην είσοδο της μονάδας και θα βελτιώσουν την καθαρότητα των προϊόντων.

Αντιθέτως, το σενάριο 1 δεν ευνοεί την ανάπτυξη προγραμμάτων διαλογής οργανικού στην πηγή που θα το εκτρέπουν προς απλή κομποστοποίηση, διότι θα μειωθεί το ενεργειακό περιεχόμενο των εισερχόμενων αποβλήτων.

Η λειτουργία προγραμμάτων διαλογής στην πηγή οργανικού που θα λειτουργούν «επικουρικά», με εκτροπή του συλλεγόμενου οργανικού κλάσματος προς τη μονάδα επεξεργασίας, βελτιώνουν σημαντικά την καθαρότητα των προϊόντων, το ενεργειακό τους περιεχόμενο αλλά και το κόστος προεπεξεργασίας.

Δυνατότητα διαχείρισης άλλων αποβλήτων

Στο σενάριο 1 είναι εφικτή η συνδιαχείριση και άλλων υγρών οργανικών αποβλήτων όπως μη επικίνδυνες βιομηχανικές οργανικές ιλύες, ιλύες βιολογικών καθαρισμών, κτηνοτροφικά απόβλητα κλπ, με θετικά αποτελέσματα ως προς την ανακτώμενη ενέργεια. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να υπάρξουν κάποιες σημαντικές τροποποιήσεις στο σύστημα υποδοχής αποβλήτων.

6.2 ΣΕΝΑΡΙΟ 2

Το Σενάριο 2 περιλαμβάνει βιολογική ξήρανση σύμμεικτων αποβλήτων και μηχανική διαλογή. Βασική σκοπιμότητα του σεναρίου είναι η μείωση του όγκου των αποβλήτων, εφόσον το προϊόν της επεξεργασίας να μην είναι ενεργειακά αξιοποιήσιμο, αλλά ακόμα και αν δεν αξιοποιηθεί (που είναι σχεδόν σίγουρο με τα μεγέθη της μονάδας) έχουμε μία σημαντική μείωση όγκου, ενώ παράλληλα υπάρχει και σταθεροποίηση.

Συνοπτική τεχνική περιγραφή

Τα στάδια επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα:

Τα εισερχόμενα απόβλητα αλέθονται σε σπαστήρα, σε τεμάχια κάτω των 150 mm, τα οποία οδηγούνται σε θαλάμους (τούνελ) μερικής αερόβιας ζύμωσης, με στόχο την βιολογική τους ξήρανση.

Η βασική ιδέα της μεθόδου είναι σταθεροποίηση των αποβλήτων, μέσω της βιολογικής τους ξήρανσης – σταθεροποίησης και εν συνεχεία ο εξευγενισμός / ραφινάρισμα του υλικού. Ο στόχος στη προκείμενη περίπτωση είναι η μείωση του όγκου των αποβλήτων και η απομάκρυνση όσο το δυνατόν υψηλότερων ποσοτήτων νερού στο συντομότερο δυνατό διάστημα με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας. Τα ευκόλως βιοαποδομήσιμα οργανικά υλικά, (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, κ.λ.π., από τα οικιακά υπολείμματα τροφών που περιέχονται στα ΑΣΑ), μετατρέπονται, κατά τη βιοαποδόμησή τους από αναπτυσσόμενους μικροοργανισμούς, σε αέριες οργανικές ενώσεις με παράλληλη ανάπτυξη θερμότητας (λόγω των εξώθερμων βιολογικών αντιδράσεων αποδόμησης). Η αναπτυσσόμενη θερμότητα κατά τη διάρκεια της διεργασίας αξιοποιείται για την απομάκρυνση της υγρασίας από τα ΑΣΑ μέσω εξαναγκασμένου αερισμού.

Οι απώλειες της ζύμωσης είναι υγρασία και προϊόντα αποικοδόμησης. Το εξαμιζόμενο νερό συμπυκνώνεται και ανακυκλώνεται ως ψυκτικό μέσο στην υγροποίηση.

Τα ξηρά απορρίμματα οδηγούνται σε πυκνομετρικό διαχωριστή όπου διαχωρίζεται το ελαφρύ κλάσμα, που αποτελεί ένα σταθεροποιημένο προϊόν από χαρτί, οργανικό, πλαστικά και μικρή ποσότητα ανόργανων υλικών και προσμίξεων και μπορεί να διατεθεί ως καύσιμο.

Κατά το διαχωρισμό στον πυκνομετρικό διαχωριστή, θεωρείται ότι το 70% του χαρτιού, του πλαστικού και του οργανικού αποτελούν ελαφρύ κλάσμα. Ελαφρύ

κλάσμα θεωρείται επίσης και το 80% των «άλλων» αποβλήτων τα οποία συνήθως είναι δέρμα, λάστιχο, κ.λ.π. Όλη η ποσότητα των μετάλλων και του γυαλιού θεωρείται ότι αποτελούν «βαρύ» κλάσμα από το οποίο μπορούν να ανακτηθούν ανακυκλώσιμα υλικά.

Από το βαρύ κλάσμα διαχωρίζονται τα σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα και παραμένει προς διάθεση ένα μίγμα αδρανών υλικών, όπως πέτρες, γυαλιά κλπ. που μπορεί να απορροφηθεί σε κατασκευές. Ακόμη μπορεί να γίνει περαιτέρω διαχωρισμός για την ανάκτηση και γυαλιού. Το ποσοστό ανάκτησης των μετάλλων και του γυαλιού είναι 80%. Η περιεκτικότητα του σταθεροποιημένου προϊόντος, (δυσνητικά καύσιμο υλικό), σε μέταλλα είναι κάτω του 2%, σε οργανικό άνω του 40%, σε χαρτί άνω του 20% και σε πλαστικό άνω του 15%.

Προϊόντα και υπόλειμμα

Συνοπτικά, τα παραγόμενα προϊόντα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 13:

Προϊόντα	Ποσότητα, τον/έτος	Υγρασία, % κ.β.
Σταθεροποιημένο προϊόν	20.000,00	15,5
Μέταλλο	1.000,00	1,0
Γυαλί	1.000,00	1,0
Αλουμίνιο	300,00	1,0

Πίνακας 13: Προϊόντα για το Σενάριο 2

Η σύσταση του σταθεροποιημένου προϊόντος θα είναι περίπου όπως βλέπουμε στον πίνακα 14:

Υλικό	κ.β.
Χαρτί	25,9%
Πλαστικό	17,7%
Fe	1,0%
Al	0,2%
Διάφορα	10,2%
Οργανικό	43,9%
Γυαλί	1,1%

Πίνακας 14: Σύσταση σταθεροποιημένου προϊόντος

Εμπειρίες από την λειτουργία αντίστοιχων μονάδων

Η μέθοδος εφαρμόζεται ήδη, με μεγάλη επιτυχία, σε 5 πόλεις της Γερμανίας και 2 της Ιρλανδίας, ενώ είναι ήδη υπό προετοιμασία άλλες 4 μονάδες στην Ευρώπη. Ιδιαίτερα στην Γερμανία, η μέθοδος έχει υιοθετηθεί από το αντίστοιχο Υπουργείο Περιβάλλοντος ως η πλέον ελπιδοφόρα για την μείωση του όγκου των ΧΥΤΑ. Στα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται:

- § Η μέθοδος είναι πλήρως βιομηχανοποιημένη και δοκιμασμένη αρκετά χρόνια.
- § Το σημαντικά υψηλότερο ποσοστό καθαρότητας προϊόντων μέσω της βελτιστοποίησης των διαχωρισμών κυρίως λόγω των χαμηλών επιπέδων υγρασίας λόγω της ξήρανσης. Υπό την έννοια αυτή, η οποιουδήποτε επιπέδου μηχανική διαλογή ακολουθεί την βιολογική ξήρανση εξασφαλίζει πολύ

μεγαλύτερες αποδόσεις, σε σχέση με την μηχανική διαλογή χωρίς απομάκρυνση υγρασίας.

- § Προσαρμοστικότητα στις αναμενόμενες διαχρονικά διακυμάνσεις της ποιότητας των απορριμμάτων (μείωση οργανικού ποσοστού-αύξηση χαρτιών /πλαστικών).
- § Σχετικά ομοιογενές προϊόν με αξιόλογη δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης.
- § Ελαχιστοποίηση της βιοαποδομησιμότητας του υπολείμματος (ελαχιστοποίηση παραγόμενου βιοαερίου και οργανικού φορτίου των στραγγισμάτων). Η μέθοδος προσφέρει ένα σχετικά αδρανποιημένο και ενεργειακά αξιοποιήσιμο προϊόν που αποτελεί το 35-45% της εισόδου των αποβλήτων (ανάλογα με την μηχανική διαλογή που θα γίνει).
- § Είναι εφικτή η σταδιακή κατασκευή της μονάδας επεξεργασίας σε modules τα οποία λειτουργούν παράλληλα, σε πλήρη αναλογία με την αύξηση του εισερχόμενου τονάζ.

Οικονομικά στοιχεία

Το κόστος επένδυσης είναι της τάξης των 16-18 εκατομμυρίων ευρώ.

Το καθαρό λειτουργικό κόστος της μονάδας επεξεργασίας, χωρίς την διάθεση των υπολειμμάτων, είναι της τάξης των 20-23 ευρώ / τόνο (δεν περιλαμβάνει το κόστος χρηματοδότησης κλπ).

Έσοδα υπάρχουν από την πώληση ανακυκλώσιμων με τις ακόλουθες τιμές:

Τιμή πώλησης μετάλλου: 30 ευρώ / τόνο

Τιμή πώλησης αλουμινίου: 970 ευρώ / τόνο

Τιμή πώλησης γυαλιού: 9 ευρώ / τόνο

Τα συνολικά έσοδα φτάνουν τις 328.00 ευρώ/ έτος.

Περιβαλλοντικά στοιχεία

Δείκτης εκτροπής από την ταφή

Ο δείκτης εκτροπής D δείχνει το ποσοστό των στερεών αποβλήτων που εκτρέπεται από την ταφή και προκύπτει από την σχέση:

$$D = (W - L) / W \%$$

Όπου

W: το σύνολο των στερεών αποβλήτων (50.000 τόνοι/ έτος) και

L: τα απόβλητα που καταλήγουν σε χώρους ταφής

Στο Σενάριο 2, ο δείκτης εκτροπής υπολογίζεται ως εξής:

Σε ΧΥΤΑ καταλήγουν:

$$L = 21.800 \text{ τόνοι σταθεροποιημένου προϊόντος .}$$

$$\text{Επομένως } D = 56,4 \%$$

Δείκτης ανάκτησης υλικών

Ο δείκτης ανάκτησης R προκύπτει από τη σχέση:

$$R = SM / W \%$$

Όπου W: το σύνολο των στερεών αποβλήτων

Και SM: τα δευτερογενή υλικά που ανακτώνται (ανακυκλώσιμα, compost)

Στην περίπτωση μας ανακτώνται τα ανακυκλώσιμα υλικά (2.555 τόνοι). Επομένως R = 5%

Ανάκτηση υλικών και ενέργειας

Η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών μπορεί να μεγαλώσει σημαντικά με επέκταση της μηχανικής διαλογής και αντίστοιχη αύξηση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας της μονάδας. Η ανάκτηση ενέργειας είναι μηδενική στο σενάριο αυτό.

Ποσότητα και σύσταση στερεού υπολείμματος

Τα στερεά «προϊόντα» της τεχνολογίας αυτής είναι:
Το σταθεροποιημένο προϊόν με χαμηλή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα.
Υλικά συσκευασίας τα οποία και πωλούνται (μέταλλα και γυαλί)

Ποσότητα και σύσταση υγρών αποβλήτων

Υγρά απόβλητα παράγονται κατά τη διαδικασία της βιολογικής ζύμωσης σε δύο μορφές: υγρή μορφή (στράγγισμα) και αέρια μορφή (υδρατμοί). Το στράγγισμα ανακυκλώνεται στα «κουτιά» της βιολογικής ξήρανσης (biological drying boxes), ενώ οι υδρατμοί υγροποιούνται και οδηγούνται σε μονάδα επεξεργασίας η οποία περιλαμβάνει δύο στάδια: βιολογική επεξεργασία και καθαρισμό με φίλτρα (ultra-filtration). Το επεξεργασμένο υγρό απόβλητο επανακυκλοφορεί στο σύστημα της ξήρανσης ως ψυκτικό μέσο και εξατμίζεται σε ανοικτό θάλαμο εξάτμισης.

Κατά την ενεργειακή αξιοποίηση νερό στη μονάδα χρησιμοποιείται βοηθητικά για ψύξη, πλύση κ.λ.π. Η ίδια η επεξεργασία δεν παράγει υγρά απόβλητα.

Κατανάλωση νερού

Η κατανάλωση νερού είναι αμελητέα και περιορίζεται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες.

Ποσότητα και σύσταση απαερίων

Ο αέρας κορεσμένος σχεδόν σε υδρατμούς που εξέρχεται από τα «κουτιά» της βιολογικής ξήρανσης επεξεργάζεται όπως προαναφέρθηκε.

Οσμές

Πρόβλημα οσμών δεν αναμένεται.

Συμβατότητα με κατευθύνσεις νομοθεσίας

Το σενάριο 2 είναι απόλυτα συμβατό με τις νομοθετικές κατευθύνσεις και δεν έχει ιδιαίτερη αλληλεπίδραση με τα προγράμματα διαλογής στην πηγή, είτε των συσκευασιών είτε οργανικού κλάσματος.

Πιπλέον, η μέθοδος παραγωγής μπορεί να εφαρμοστεί και ως μέθοδος προεπεξεργασίας αποβλήτων, έτσι ώστε να τηρείται η απαίτηση της ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508, άρθρο 2, σύμφωνα με την οποία το σύνολο των ΧΥΤΑ που θα λειτουργήσουν από το 2003 και έπειτα, δεν θα δέχεται μη επεξεργασμένα απόβλητα.

Επίδραση της Διαλογής στην Πηγή

Δεδομένου ότι το σταθεροποιημένο προϊόν προτίθεται να διατεθεί σε ΧΥΤΑ, οι στόχοι της μονάδας, όπως περιγράφεται στο σενάριο αυτό, είναι η μείωση του όγκου των απορριμμάτων και η διάθεση σε ΧΥΤΑ ενός υλικού με πολύ μειωμένο βιολογικό «φορτίο» που θα οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή στραγγισμάτων και βιοαερίου.

Ουσιαστικά δηλαδή, μία τέτοια μονάδα δεν επηρεάζεται καθόλου από προγράμματα διαλογής στην πηγή, είτε οργανικού είτε υλικών συσκευασίας, εφόσον δεν ενδιαφέρει η τελική σύσταση του προϊόντος της επεξεργασίας. Εξάλλου, τα

προγράμματα ανακύκλωσης θα μειώσουν το κόστος της μηχανικής διαλογής που ακολουθεί μετά τη βιολογική ξήρανση. Μόνη πιθανή αρνητική επίπτωση θα υπάρχει αν τα προγράμματα διαλογής στην πηγή επεκταθούν τόσο πολύ που δεν υπάρχει αρκετή ποσότητα αποβλήτων για επεξεργασία, οπότε η μονάδα «υπολειτουργεί». Μία τέτοια πιθανότητα βέβαια, θεωρείται εξαιρετικά μικρή για τα ελληνικά δεδομένα.

6.3 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΧΥΤΑ

Ο Ανδρεόπουλος (2009) αναλύοντας τις προσπάθειες χωροθέτησης αναφέρει ότι Μια χωροθετική παρέμβαση που κρίνεται αναγκαία, όπως η δημιουργία ΧΥΤΑ σε μια περιοχή, λόγω και της οχλούσας φύσης του εν λόγω έργου σε τοπικό επίπεδο, για να εκπληρώνει το σκοπό της μη εγείροντας κοινωνικές αντιδράσεις θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Να έχει ως άξονα σε τοπικό και ευρύτερο επίπεδο την ανάγκη προστασίας της φύσης
- Να μη χειραγωγεί την πολιτική, την επιστήμη και την έρευνα, ώστε να εξυπηρετούνται στόχοι και συμφέροντα
- Να συμβάλλει στην καταπολέμηση των κοινωνικών ανισοτήτων και της ανόδου του βιοτικού επιπέδου
- Να μην αγνοεί τις προτεραιότητες και τις επιθυμίες του κοινωνικού συνόλου
- Να αξιοποιεί την κάθε φορά κατάλληλη τεχνολογία

Εξετάζοντας όσα αναφέρθηκαν για τη διαδικασία (μελέτες, αποφάσεις) και το χρονικό των γεγονότων της χωροθέτησης ΧΥΤΑ στο νομό και συνδυάζοντάς τα με τους παραπάνω παράγοντες, καταλήγουμε στο ότι η χωροταξική και περιβαλλοντική χωροθέτηση ήταν αποτέλεσμα μιας τρωτής και πιθανόν αποτυχημένης διαδικασίας. Αυτό συμβαίνει τόσο για τεχνικούς όσο και για πολιτικούς λόγους:

Δεν τεκμηριώνεται σε κανένα σημείο των μελετών, της διαδικασίας και της τελικής απόφασης για τη βέλτιστη λύση χωροθέτησης ΧΥΤΑ . Περισσότερο επιλέγεται κατόπιν μη επαρκώς αιτιολογημένης απόρριψης όλων των υπόλοιπων θέσεων. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι δε δημοσιοποιήθηκαν οι λόγοι απόρριψης των θέσεων προς χωροθέτηση ΧΥΤΑ. Από την πολυκριτηριακή ανάλυση των υποψήφιων περιοχών συχνότατα απομονώθηκε ένα χαρακτηριστικό των περιοχών είτε για να επιλεγθούν είτε για να απορριφθούν

Η πολυκριτηριακή ανάλυση και συγκριτική αξιολόγηση των δεδομένων θέσεων είχε εικονικό χαρακτήρα. Πιθανότατα, να είχε μεγαλύτερη αξία μια προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση εφόσον εξέταζε τη διαθεσιμότητα και την καταλληλότητα όλων των θέσεων ξεχωριστά με γνωμοδότηση όλων των αρμόδιων υπηρεσιών εκ των προτέρων. Προφανώς, κατόπιν αυτής της διαδικασίας θα ευσταθούσε και ο ισχυρισμός των συμπερασμάτων της μελέτης ότι πέραν της ιεράρχησης της καταλληλότητας των θέσεων, όλες οι θέσεις κρίνονται ως κατάλληλες για χωροθέτηση ΧΥΤΑ, ανεξαρτήτου προτεραιότητας που λαμβάνει στο σχεδιασμό. Επιπλέον, μόνο τότε η σύγκριση των διαθέσιμων και κατάλληλων υποψήφιων θέσεων θα πρόκρινε την πραγματικά βέλτιστη.

Έστω και καθυστερημένα, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ελλάδα διαθέτει πλέον:

- ∅ Το νομοθετικό πλαίσιο για μία οικολογικά συμβατή και κοινωνικά συναινετική διαχείριση των στερεών αποβλήτων.
- ∅ Τα χρηματοδοτικά μέσα (ανταποδοτικά τέλη που πληρώνουν οι δημότες, εθνικοί και κοινοτικοί πόροι) για την υλοποίηση έργων από τους ΟΤΑ στα πλαίσια της εναλλακτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων σύμφωνα με τα καθοριζόμενα από τη νομοθεσία
- ∅ Τις απαραίτητες υποδομές για τη διαλογή των στερεών αποβλήτων στην πηγή, την ανακύκλωσή τους και την επαναχρησιμοποίησή τους ως χρήσιμων

υλικών (Πρόκειται κυρίως για :α. πιστοποιημένες από το κράτος εταιρείες, και β. υλικές υποδομές για την διεκπεραίωση των συναφών παραγωγικών δραστηριοτήτων, οι οποίες αναπτύσσονται από τις ως άνω εταιρείες σε συνεργασία με τους ΟΤΑ και με επιχειρήσεις).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω ανάλυση επιβεβαιώνει την πρόταση ότι η ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων και γενικά των αποβλήτων, πρέπει να αναπτύσσεται με βάση τα εξής στάδια (με φθίνουσα σειρά προτεραιότητας)

- Πρόληψη παραγωγής αποβλήτων
- Μείωση παραγόμενης ποσότητας ή/και ρυπαντικού φορτίου
- Ανάκτηση υλικών με σκοπό την ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίησή τους
- Ανάκτηση ενέργειας
- Αποτελεσματική επεξεργασία των αποβλήτων μετά την εφαρμογή διαδικασιών ανάκτησης
- Υγειονομική ταφή των υπολειμμάτων που προκύπτουν από τις παραπάνω διεργασίες

Τα κύρια οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή πρακτικών ανάκτησης – ανακύκλωσης – επαναχρησιμοποίησης υλικών είναι τα εξής:

- Μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται για τελική διάθεση, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα:
- Εξοικονόμηση - μείωση απαιτήσεων για κατασκευή και λειτουργία χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων
- Αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης
- Μείωση των παραγόμενων ποσοτήτων στραγγισμάτων και αερίων από τους χώρους τελικής διάθεσης
- Μείωση του κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- Μείωση των οχλήσεων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη μεταφορά των αποβλήτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων
- Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης που δημιουργείται κατά τη διαδικασία παραγωγής νέων προϊόντων
- Εξοικονόμηση πρώτων υλών
- Προστασία του περιβάλλοντος από τη μη απόρριψη αποβλήτων
- Παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας
- Λαμβάνει χώρα διαχωρισμός υλικών (εκτροπή τους από το κύριο ρεύμα των απορριμμάτων) τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα κατά την εφαρμογή μεθόδων επεξεργασίας και αξιοποίησης των απορριμμάτων (π.χ. βιολογική επεξεργασία, καύση με ενεργειακή αξιοποίηση κ.λπ.).

Αν η φύση δεν έκανε ανακύκλωση και παρήγαγε σκουπίδια όπως παράγει ο άνθρωπος, δε θα υπήρχε σήμερα ζωή στον πλανήτη. Όλα ξεκινούν από το μυαλό μας. Εάν καταλάβουμε ότι τα σκουπίδια δεν είναι άχρηστα υλικά, αλλά χρήσιμες πρώτες ύλες για τις κατάλληλες βιομηχανίες, τότε θα συνειδητοποιήσουμε πόσο λάθος είναι η κατάληξη αυτών των υλικών στις χωματερές, με τεράστιο περιβαλλοντικό αλλά και οικονομικό κόστος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Δερματάς Δ., Χρυσόχου Μ., Moon D. 2010 Γεωπεριβαλλοντικός χαρακτηρισμός για την εκτίμηση της α-πόδοσης και βιωσιμότητας της επεξεργασίας σταθερό ποίησης/στερεοποίησης αποβλήτων. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής και Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής 29 Σεπτεμβρίου – 1 Οκτωβρίου 2010, Βόλος
- 2) Ι.Γ.Μ.Ε. 1997. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, Φύλο Μεγαλόπολη, Κλίμακα 1:50000
- 3) Κόλλιας Π. 2004, Απορρίμματα, Αστικά – Βιομηχανικά, Λύχνος ΕΠΕ – Γραφικές Τέχνες, Αθήνα.
- 4) Κορωναίος Χ. 2008, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις για το Διατμηματικό Μ.Π.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 5) Κουλλάπης Γ. 2006, Master Plan For Solid Waste Pollution Control In Light Of The WFD In Cyprus, Workshop on Environment – Measures and River Basin Management Plans, Nicosia
- 6) Λοϊζίδου Μ. 1997, Στερεά Απόβλητα, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 7) Λοϊζίδου Μ. 2006, Στερεά Απόβλητα, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 8) Λοϊζίδου Μ. 2007, Ρύπανση Περιβάλλοντος, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις για το Διατμηματικό Μ.Π.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 9) Μαρνέλλος Γ. 2007, Μέρος Τρίτο – Στερεά Απόβλητα, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων, Κοζάνη.
- 10) Μουσιόπουλος Ν. 2002, Διαχείριση Απορριμμάτων, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- 11) Παληκύρας Α. 2007, Μοντελοποίηση Μηχανισμών Παραγωγής Βιοαερίου από Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ), Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος, Π.Μ.Σ. Θεοφράστειο, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- 12) Παπαδόπουλος Α. 1994, Ανάπτυξη Μεθόδων για την Επεξεργασία Στραγγισμάτων από Χώρους Ταφής Απορριμμάτων, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 13) Στάμελος Κ., Αρχιτεκτονίδου Β., Β.С.С. – HASKONING, Εξέταση των Τεχνολογιών Πρόληψης και Περιορισμού της Ρύπανσης Δραστηριοτήτων του Κλάδου
- 14) Διαχείρισης Αποβλήτων, (Οδηγία 96/61/EC, Παράρτημα Ι, εδάφιο 5.) - υποβολή προτάσεων για εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών.
- 15) Τριανταφυλλόπουλος Α., 2006, Το Σύνδρομο NIMBY στη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Δημοσίευση για το πρόγραμμα Knowledge Network, Δυτική Ελλάδα.
- 16) Τσακίρης Γ. 1995, Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- 17) Φάττα Δ. 1998, Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Εκτίμηση της Ρύπανσης των Υπογείων Υδάτων σε Χώρους Απόρριψης Απορριμμάτων, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα.

- 18) Φελεσκούρα Χ., Παπαϊωάννου Ε., 2004, Σύγχρονες Τεχνολογίες Ανακύκλωσης Απορριμμάτων, Διαχείριση και Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Τ.Ε.Ι., Χαλκίδα.
- 19) Ψαρράς Ι. 2007, Σύστημα Λήψης Αποφάσεων, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις για το Διατμηματικό Μ.Π.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 20) U.S. E.P.A. 2005, Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory.
- 21) Younsi A., Naber N., Fardane B., Srhir M., 2005, Rapport sur l' Epidémiologie, Project SADIN.

Νομοθεσία

- 1) Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Αέρια του Θερμοκηπίου που Αναφέρονται στα Άρθρα 4 και 29, Δημοσίευση στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Δημοσίευση 22.11.2003.
- 2) ΚΥΑ Η.Π. **29407/3508** (ΦΕΚ 1572B, 16-12-2002) (Ενσωμάτωση Οδηγίας 99/31/ΕΚ), Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων
- 3) ΚΥΑ **114218** (ΦΕΚ 1016B/1997), Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων
- 4) Κ.Υ.Α. **14312/1302** (ΦΕΚ 723 Β'/9.6.2000), Συμπλήρωση και εξειδίκευση της υπ' αριθμόν 113944/1944/1997 Κοινής Υπουργικής Απόφασης με θέμα «Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)»
- 5) Κ.Υ.Α **26469/1501/Ε103** (ΦΕΚ 864 Β'/1.7.2003), Τροποποίηση της ΚΥΑ 14312/1302/00 με θέμα «Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)»
- 6) Κ.Υ.Α. **50910/2727** (ΦΕΚ 1909/22.12.2003), (Ενσωμάτωση της Οδηγίας Πλαίσιο 91/156/ΕΟΚ), Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων/ Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης

Δικτυακοί χώροι:

- 1) www.physics4u.gr/energy/biomass.html
- 2) www.livepedia.gr/index.php?title=Λιπίδια
- 3) www.nick.oncrete.gr/static/notes/edafologia/simeiwseis.txt
- 4) www.ecocrete.gr
- 5) www.ecocrete.gr/index.php?option=content&task=view&id=1858
- 6) www.itia.ntua.gr/dk-el/hydroglossica/orologia
- 7) www.cepis.ops-oms.org/muwww/fulltext/repind49/lesson10/leachate.html
- 8) www.myforecast.com/bin/climate.m?city=69815&metric=false
- 9) www.methanetomarkets.org/events/2007/all/Landfill/LF_MX_Ensenada_poster.pdf
- 10) www.eedsa.gr
- 11) <http://msw.cecs.ucf.edu/AndFiles/fig1.html>
- 12) <http://msw.cecs.ucf.edu/AndFiles/fig3.html>
- 13) <http://www.hnms.gr/>

Μελέτες

- 1) Μ.Π.Ε, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ΧΥΤΑ 1ης Περιφέρειας Ηπείρου, Δεκέμβριος 2005, ΕΠΕΜ ΑΕ.,
- 2) ΠΕΣΔΑ, Αναθεώρηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Στερεών Αποβλήτων της Περιφέρειας Ηπείρου, Οκτώβριος 2004, ΕΠΕΜ ΑΕ
- 3) Π.Π.Ε, Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ΧΥΤΑ 1ης Δ.Ε. (Ν. Ιωαννίνων) Περιφέρειας Ηπείρου, Ιούλιος 2003, ΕΠΕΜ ΑΕ
- 4) Π.Π.Ε, Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ΧΥΤΑ 1ης Δ.Ε. (Ν. Ιωαννίνων) Περιφέρειας Ηπείρου, Οκτώβριος 2005, ΕΠΕΜ ΑΕ