

ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ Θ.Ε.ΚΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΧΩΜΑΤΕΡΗΣ
«ΑΣΤΙΜΙΤΣΙ»
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΥΡΥΤΙΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΟΥΝΔΟΥΡΑΚΗ ΕΥΡΥΔΙΚΗ
ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΤΖΑΝΗ ΣΥΛΒΑΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2007

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σοφή χρήση της γης και η σχεδίαση εξωτερικών χώρων προσαρμοσμένων στις απαιτήσεις και ανάγκες του ανθρώπου, σεβόμενες την τοπική κουλτούρα δίνουν το σαφές πλαίσιο της Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Σήμερα καλούμαστε να σχεδιάζουμε όχι μόνο αστικούς υπαίθριους χώρους αλλά να προτείνουμε διαμορφώσεις και αναπλάσεις περιβαλλοντολογικά υποβαθμισμένων περιοχών. Με τον παραπάνω όρο νοούνται όλες εκείνες οι περιοχές που δημιουργούν όχληση αισθητική στον άνθρωπο και παράλληλα έχουν δυσμενείς συνέπειες στο περιβάλλον. Τέτοιες περιοχές είναι οι ανοιχτές ή κλειστές ανεξέλεγκτες χωματερές, τα λατομεία, τα ρέματα κ.τ.λ.

Προκειμένου να επιτευχθεί μία πιο ποιοτική ζωή, κρίνεται αναγκαία η ορθολογική σχεδίαση και επαναχρησιμοποίηση των παραπάνω περιοχών βάσει των αρχών της οικολογικής σχεδίασης, σεβόμενη πάντα την τοπική κουλτούρα και προάγοντας μία αειφόρο ανάπτυξη. Μέσα από την παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρείται η ανάπλαση της χωματερής «ΑΣΤΙΜΙΤΣΙ» στην περιοχή Κορυτιάνης του Νομού Θεσπρωτίας. Δίνονται οι προτεινόμενες λύσεις, μέσα από μία διαδρομή κατανόησης της έννοιας και λειτουργίας των χωματερών γενικότερα, καθώς και επισήμανσης της αναγκαιότητας για αποκατάστασή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αρχιτεκτονική Τοπίου

Ο όρος «προστασία» ή διατήρηση χάνει τη σημασία του αν υπονοεί την απόλυτη μη επέμβαση του ανθρώπου στη φύση. Αντίθετα, γίνεται ένας σπουδαιότατος όρος αν αποτελεί τον οδηγό για την «σοφή χρήση» της γης και του φυσικού περιβάλλοντος. Η σοφή χρήση της γης και η σχεδίαση εξωτερικών χώρων προσαρμοσμένων στις απαιτήσεις και ανάγκες του ανθρώπου, σεβόμενες την τοπική κουλτούρα δίνουν το σαφές πλαίσιο της Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Η αρχή της ορθής χρήσης (για την αρχιτεκτονική τοπίου) παρουσιάζει αναγκαία, πολλά διλημματικά σημεία, διότι πάντοτε υπάρχουν αντικρουόμενες χρήσεις για κάθε δεδομένο κομμάτι γης, μικρό ή μεγάλο. Σε όλες τις περιπτώσεις ανάμιξης του αρχιτέκτονα τοπίου, το ευαίσθητο σημείο είναι η ισόρροπη διατήρηση του παλιού και ανάπτυξη του νέου. Το επιτυχημένο αποτέλεσμα εξαρτάται πρώτα από τη σωστή ισορροπία των επιδιωκόμενων σκοπών. Εδώ δεν υπάρχει μέγιστο ή ελάχιστο αλλά άριστο.

Η ιδέα του άριστου είναι βασική στην αρχιτεκτονική τοπίου γιατί προσφέρει το μέσο της κατανόησης για την περιγραφή του τελικού σκοπού της: τις άριστες σχέσεις μεταξύ ανθρώπων και περιβάλλοντος. Η συνεχής επιδίωξη της αρχιτεκτονικής τοπίου είναι ο καθορισμός, η δημιουργία και η καλύτερη δυνατή συνύπαρξη ανθρώπων και φυσικού περιβάλλοντος, του οποίου αποτελούν μέρος. Τι σημαίνει όμως «άριστες σχέσεις»; Η έκφραση αναφέρεται στις σχέσεις που επιτρέπουν στους ανθρώπους όχι μόνο να βρίσκουν πηγές ικανοποίησης στο περιβάλλον και να τις απολαμβάνουν ανάλογα με τις επιθυμίες τους, αλλά να βρίσκουν τις πηγές αυτές σε άριστο βαθμό με την άριστη δαπάνη ανθρωπίνων και φυσικών πόρων, δηλαδή αειφορική ανάπτυξη. Στην αντίθετη περίπτωση οι πηγές της ικανοποίησης, μέσω της υπέρ χρησιμοποίησης ή της κακής χρησιμοποίησης εξαντλούνται και χάνονται οριστικά. Η αρχιτεκτονική τοπίου στη γενικότερη της έννοια καταντά συνώνυμη με την διατήρηση, εφ' όσον και αυτή ασχολείται με την ορθή χρήση των φυσικών πόρων, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων.

Η αρχιτεκτονική τοπίου επιδιώκει την πραγμάτωση των άριστων σχέσεων μεταξύ ανθρώπων και περιβάλλοντος. Αδιαμφισβήτητα, ενδιαφέρεται για ένα υγιές περιβάλλον, άνετο και ευχάριστο για τον άνθρωπο ενώ δεν προσδίδει μόνο αισθητική αξία σε εξωτερικούς χώρους αλλά συντελεί σε μια ποιοτική ζωή . Σήμερα είναι επιτακτική η ανάγκη ανασχεδιασμού και επαναχρησιμοποίησης περιβαλλοντολογικά υποβαθμισμένων περιοχών, όπως οι χωματερές, καθιστώντας την αρχιτεκτονική τοπίου αρωγό για την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου με το βέλτιστο αισθητικό και λειτουργικό αποτέλεσμα. Πρώτα από όλα όμως καθίσταται αναγκαία η κατανόηση του προβλήματος που δημιουργεί μια χωματερή έτσι ώστε να γίνει αντιληπτή η αναγκαιότητα ανάπλασης της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.ΧΩΜΑΤΕΡΕΣ

2.1 Απορρίμματα και Περιβάλλον

Το περιβάλλον ορίζεται ως «το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες». Επιτακτική μοιάζει να είναι η ανάγκη της σύγχρονης κοινωνίας, με τα τόσα περιβαλλοντικά προβλήματα, για διαχείριση του περιβάλλοντος κατά αειφόρο τρόπο. Δηλαδή κατά τρόπο, ο οποίος θα ικανοποιεί τις ανάγκες των σημερινών γενεών, χωρίς να διακυβεύει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

Δύο από τους παράγοντες, που αποτελούν σημαντική επιβάρυνση για το περιβάλλον, είναι τα απορρίμματα και πώς αυτά μπορούν να διατεθούν με όσον το δυνατόν περισσότερη ασφάλεια για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Όσον αφορά το πρώτο υπάρχουν απορρίμματα που χαρακτηρίζονται επιβλαβή και επικίνδυνα και είναι εκείνα που προκαλούν ανεπιθύμητες ενέργειες στον άνθρωπο και στους ζωντανούς οργανισμούς. Τέτοια απορρίμματα δεν αποικοδομούνται και δεν «προσαρμόζονται» στη φύση, προκαλώντας τον θάνατο. Έτσι όσον αφορά στην ασφάλεια των κατοίκων όσα προκαλούν εκρήξεις, είναι εύφλεκτα δηλαδή, χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα και αυτά που αφορούν στην ανθρώπινη υγεία, τα καρκινογόνα, τα τοξικά (δηλητήρια), ραδιενεργά που προκαλούν τερατογενέσεις και αλλεργίες χαρακτηρίζονται ως επιβλαβή.

Όσον αφορά τη διάθεση (εναπόθεση) των απορριμμάτων, έχει εξελιχθεί να είναι από τα κυριότερα προβλήματα καθώς ολοένα αυξάνεται ο αριθμός των χώρων στους οποίους ανεξέλεγκτα οι άνθρωποι εναποθέτουν τα κάθε είδους απορρίμματα τους, δημιουργώντας σωρούς από αυτά. Σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι η απλή εναπόθεση απορριμμάτων, αποτελεί και την αρχαιότερη και απλούστερη, σε σχέση με τις άλλες, μέθοδο διάθεσης απορριμμάτων. Η τυχαία και πρόχειρη εναπόθεση στο περιβάλλον είναι συνηθισμένη ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα που στερούνται χώρους διαθέσιμους για τα σκουπίδια. Ρέματα, όχθες

ποταμιών και παλιά ορυχεία αποτελούν σήμερα σκουπιδότοπους. Εκεί όμως που το πρόβλημα είναι διογκωμένο είναι στις χωματερές.

2.2 Είδη Χωματερών

Οι χωματερές διακρίνονται στις ανοιχτές, εδώ δηλαδή γίνονται οι ανεξέλεγκτες εναποθέσεις για χρόνια χωρίς καμία υποδομή και στις κλειστές, τις χωματερές που δέχονται έργα υποδομής (ΧΥΤΑ) και για τους οποίους θα γίνει εκτενέστερη αναφορά παρακάτω. Οι χωματερές βρίσκονται συνήθως κοντά στα αστικά κέντρα λόγω του υψηλού κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής και τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας αποτελούν την αιτία πολλών προβλημάτων με επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Τα πλεονεκτήματα της ανεξέλεγκτης ταφής απορριμμάτων (ανοιχτή χωματερή) είναι

- το χαμηλό κόστος διάθεσης,
- είναι σχετικά φθηνή μέθοδος,
- είναι κατάλληλη για μεγάλο ποσοστό και πολλά είδη απορριμμάτων,
- οι συγκεκριμένοι χώροι ταφής των απορριμμάτων μπορούν με κατάλληλες ενέργειες να ξαναχρησιμοποιηθούν
- αποτελεί σημαντική πηγή παραγωγής μεθανίου.

Υπάρχουν όμως πολλά μειονεκτήματα, που τα επισκιάζουν και αυτά είναι:

- το υψηλό κόστος της υλικοτεχνικής δομής σύγχρονων χώρων ενταφιασμού των απορριμμάτων,
- αποτελεί πηγή οπτικής όχλησης αν δεν είναι σωστά σχεδιασμένη,
- το "υψηλό κόστος" της μόλυνσης των υδάτων και του αέρα,
- η ευκολία εφαρμογής της δεν αφήνει περιθώρια επιλογής άλλων μεθόδων διαχείρισης,
- οι χωματερές τις περισσότερες φορές αποδεικνύονται μολυσμένες και ακατάλληλες για μετέπειτα χρήσεις(γεωργία),
- οι χώροι εναπόθεσης απορριμμάτων αποτελούν πηγή θορύβου, σκόνης, οσμών και μικροβίων,
- η ανάκτηση της ενέργειας από ένα τέτοιο χώρο δεν είναι πάντοτε εύκολη

- και είναι πηγή παραγωγής αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο θερμοκηπίου.

Σαφέστατα λοιπόν πρέπει να επικεντρωθούμε στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος και στους κινδύνους της δημόσιας υγείας.

2.2.1 Οι επιδράσεις των απορριμμάτων

Οι επιδράσεις των απορριμμάτων διακρίνονται σε βιογενείς (όταν το αίτιο είναι παθογόνοι μικροοργανισμοί, μύκητες, βακτήρια) και μη βιογενείς (οπτική ρύπανση, βιοαέρια, ανάφλεξη, στραγγίδια). Οι κίνδυνοι που υπάρχουν εξετάζονται από τη σκοπιά της δημόσιας υγείας, της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και της επιδημιολογίας.

2.2.1.1 Βιογενείς

Οι οσμές και οι δυσοσμίες αποτελούν προϊόντα της συσσώρευσης και μαζικής εναπόθεσης και παραμονής των στερεών απορριμμάτων για μακρύ χρονικό διάστημα. Αυξημένη είναι η παραγωγή οσμών στα θερμά κλίματα. Η παραγωγή των οσμών αποτελεί προϊόν της αναερόβιας αποσύνθεσης (χωρίς την παρουσία αέρα και κυρίως οξυγόνου) των οργανικών συστατικών.

Πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, μια στείρα μικροβίων, οργανική ύλη, σε θερμό περιβάλλον, να μετατραπεί σε δυνητικά θανατηφόρα πηγή τοξικών ή παθογόνων οργανισμών. Οι οργανισμοί δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται εξ' αρχής στο υλικό διότι το περιβάλλον είναι καλά εφοδιασμένο με βακτήρια, ιούς, έντομα που αναζητούν το κατάλληλο υπόστρωμα πάνω στο οποίο θα πολλαπλασιάσουν. Για αυτό στη δημόσια υγιεινή ουσιαστικό παράγοντα αποτελεί η αντοχή των διαφόρων μικροοργανισμών όταν βρεθούν στα απορρίμματα. Αρκετοί από αυτούς μπορούν να επιζήσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα οι σαλμονέλες τύφου βρέθηκαν να αντέχουν 4-115 ημέρες ενώ για την αμοιβάδα βρέθηκε ότι διατηρείται στα στερεά υπολείμματα 40-48 μέρες.

Βλέπουμε έτσι ότι τ' απορρίμματα από πλευράς Δημόσιας υγιεινής δεν συνιστούν άμεσο κίνδυνο. Η απλή παρουσία και μόνο των βασικών παθογόνων μικροοργανισμών στα στερεά απορρίμματα δεν είναι αρκετή ώστε να αποτελέσει

σοβαρό κίνδυνο για την υγεία. Η ευθύνη για την μετάδοση των ασθενειών πρέπει να αποδοθεί σε μύγες, κουνούπια και ποντικούς. Στην Ελλάδα και σε όλες τις χώρες με ζεστό καλοκαίρι το πρόβλημα των μυγών είναι ιδιαίτερα οξυμμένο στην περίπτωση της επιφανειακής εναπόθεσης απορριμμάτων. Οι μύγες θέλουν περίπου δύο εβδομάδες ν' αναπτυχθούν σε τέλεια έντομα από τη στιγμή της εναπόθεσης των αυγών τους. Εάν οι μύγες βγουν από το στάδιο της λάρβας είναι πολύ δύσκολο να καταπολεμηθούν.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ανάπτυξης εντόμου, μυγών και τρωκτικών στους χώρους αποθήκευσης και διάθεσης των απορριμμάτων υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας τους. Μια λύση είναι η συμπίεση. Σχετικά υψηλή συμπίεση (πυκνότητα γύρω στα 540kg/m³) μειώνει τις περισσότερες σχισμές και κενά όπου τα έντομα προτιμούν να αφήνουν τα αυγά τους, μειώνει την απαιτούμενη για διάθεση επιφάνεια και μειώνοντας την είσοδο όμβριων υδάτων, αφήνοντας την επιφάνεια στεγνή, χωρίς την απαραίτητη υγρασία και οργανική ουσία που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη της μύγας. Μια δεύτερη προσέγγιση περισσότερο επιθυμητή είναι να καλύπτονται τα απορρίμματα το πολύ σε δύο ημέρες από την απόρριψη έτσι ώστε π. χ. η λάρβα της μύγας να μην έχει την δυνατότητα να αναπτυχθεί σε τέλειο έντομο(απαιτούμενος χρόνος 2-3ημέρες). Μια τρίτη προσέγγιση αφορά στον τεμαχισμό των απορριμμάτων που βέβαια αυξάνει την επιφάνεια και την πυκνότητα τους. Επίσης η ενέργεια που παράγεται ανεβάζει την θερμοκρασία μέσα στη μάζα των απορριμμάτων. Η άνοδος αυτή μπορεί να ξεπεράσει τους 50C ανάλογα με τις συνθήκες και την αρχική θερμοκρασία της μάζας. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη υγειονομική σημασία γιατί τα περισσότερα κοινά παθογόνα και παράσιτα δεν αντέχουν σε τέτοιες θερμοκρασίες.

2.2.1.2Πυρκαγιές

Ιδιαίτερα θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι «ανεξέλεγκτες» χωματερές αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες εστίες κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιών, καταστρεπτικών για τις παρακείμενες περιοχές, όπου συχνά υπάρχει και το στοιχείο του πιθανού εμπρησμού. Σύμφωνα με στοιχεία της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, από το 2000 έως και το 2005 περίπου 18.000 στρέμματα

αγροτοδασικών εκτάσεων κήκαν εξαιτίας πυρκαγιών που ξέσπασαν σε γειτονικές χωματερές. Η αλήθεια είναι, βέβαια, ότι τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται συντονισμένη προσπάθεια της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας με τους ΟΤΑ για τον περιορισμό του κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιών στις χωματερές. Τα στατιστικά στοιχεία της Πυροσβεστικής μάλιστα επιδεικνύουν μείωση του αριθμού των πυρκαγιών που εκδηλώνονται σε χωματερές, όσο και στις γειτονικές τους εκτάσεις. Έτσι, ενώ το 2000 είχαν ξεσπάσει 735 πυρκαγιές από σκουπιδότοπους και είχαν καεί 5.291 στρέμματα, το 2005 προκλήθηκαν 399 πυρκαγιές από σκουπιδότοπους, οι οποίες έκαψαν 554 στρέμματα.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται ο κίνδυνος αυτανάφλεξης και κατ'επέκταση η εκδήλωση πυρκαγιάς.



Εικόνα 1 και 2:Κίνδυνος αυτανάφλεξης

2.2.1.3 Τοξίνες-Βιοαέρια

Δεν υπάρχει όμως κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Σύμφωνα με τα στοιχεία για τις παράνομες και «ανεξέλεγκτες» χωματερές που παραθέτει η Greenpeace, οι περίπου 5.000 χωματερές στην Ελλάδα αποτελούν τη μεγαλύτερη γνωστή πηγή διοξινών στη χώρα. Η Greenpeace εκτιμά ότι 47,7 - 920 γραμμάρια διοξίνης παράγονται κάθε χρόνο από ανεξέλεγκτες φωτιές σε χωματερές στην Ελλάδα. Η ποσότητα αυτή, αν και ακούγεται μικρή, είναι εκατοντάδες χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα διοξίνης που προκάλεσε πριν λίγα χρόνια το διατροφικό σκάνδαλο στο Βέλγιο.

Παράλληλα επισημαίνεται τον άμεσο κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων ή παροικούντων δίπλα σε φλεγόμενες χωματερές, αφού ο αέρας που εισπνέουν περιέχει διοξίνες σε συγκεντρώσεις έως και πέντε φορές μεγαλύτερες από το ανώτατο όριο εκπομπών για εργοστάσια καύσης αποβλήτων και προτείνει άμεσα μέτρα για τη μείωση των πηγών χλωρίου στα απορρίμματα (όπως είναι τα πλαστικά PVC), που αποτελούν την κύρια αιτία έκλυσης διοξινών από τα καιγόμενα σκουπίδια. Χιλιάδες τόνοι πλαστικών PVC καταλήγουν κάθε χρόνο στις χωματερές (με τη μορφή φιαλών νερού, σωλήνων, δαπέδων, καλωδίων, μουσαμάδων, κ.λπ). Επιπλέον, όπως έδειξαν πρόσφατες σχετικές μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το PVC που καταλήγει στις χωματερές, υφίσταται μια φυσιολογική φθορά, που έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση των πρόσθετων που περιέχει στο περιβάλλον. Τα πρόσθετα αυτά είναι τοξικά μέταλλα και διάφοροι πλαστικοποιητές. Κάποια από τα πρόσθετα είναι ενδοκρινικοί αποδιοργανωτές, μπορούν δηλαδή να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο αναπαραγωγικό σύστημα. Η ποσότητα διοξινών που εκτιμάται ότι εκλύεται από τις καιγόμενες χωματερές, είναι 795-15.333 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από το κάτω όριο ημερήσιας απόληψης διοξινών που θεωρεί ως σχετικά ανεκτό η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας! Είναι χαρακτηριστικό ότι στις μόνες γνωστές μετρήσεις που έχουν γίνει για διοξίνες σε χωματερές στην Ελλάδα (και πιο συγκεκριμένα στη χωματερή του Κουρουπιητού), οι συγκεντρώσεις διοξινών στο χώρο της χωματερής ήταν 572 φορές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες που ανιχνεύτηκαν σε απομακρυσμένη γεωργική γη που δεν επηρεάζεται από τη χωματερή. Είναι αναμενόμενο λοιπόν οι χωματερές να λειτουργούν σαν τοξικές «βόμβες» στο περιβάλλον.

2.2.1.4 Στραγγίδια

Τα στραγγίσματά τους περνούν στο έδαφος και τους υδροφόρους ορίζοντες και από εκεί στα ζώα που βόσκουν ή πίνουν νερό από την περιοχή. Όλα τα βασικά είδη διατροφής (γάλα, λάδι, αβγά και κρέας) που παράγονται σε ακτίνα ακόμη και έξι χιλιομέτρων από τις ανεξέλεγκτες χωματερές γίνονται «φορείς» των χημικών αυτών ουσιών (διοξίνες), τις οποίες μεταφέρουν μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα, οι ποσότητες είναι δέκα και δώδεκα φορές πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Στον ανθρώπινο οργανισμό, τα

τοξικά αυτά δηλητήρια λειτουργούν σωρευτικά και μπορούν μακροχρόνια να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες, όπως ο καρκίνος. Ο πιο ύπουλος τρόπος προσβολής της ανθρώπινης υγείας είναι μέσω της τροφικής αλυσίδας. Μελέτες έχουν αποδείξει ότι 80-90% των διοξινών, των κλοφέν και των άλλων επικίνδυνων χημικών ουσιών εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω του φαγητού και του νερού».

2.2.1.5 Βαρέα μέταλλα

Μια άλλη παράμετρος που πρέπει και αυτή να ληφθεί σοβαρά υπόψη για την εξάλειψη των χωματερών είναι η τοξική απειλή από οικιακές συσκευές που, αντί να ανακυκλώνονται, καταλήγουν σε σκουπιδότοπους όπου κάθε χρόνο συσσωρεύονται 200 τόνοι μόλυβδου, 150 κιλά υδραργύρου, 850 κιλά καδμίου, 200 κιλά βηρυλλίου και 25 τόνοι αντιμονίου. Εκτιμάται ότι κάθε χρόνο αποσύρονται 200.000 τόνοι ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τοξικές ουσίες - ύποπτες και για καρκινογενέσεις - που όμως δεν συλλέγονται όταν οι ηλεκτρικές συσκευές καταστρέφονται, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στους σκουπιδότοπους, εγκυμονώντας κινδύνους για το περιβάλλον και τους πολίτες. Από το 2002, έχουν καταλήξει συνολικά στις χωματερές (όπως προκύπτει από έρευνα του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών - Τομέας Υδραυλικής και Περιβαλλοντικής Μηχανικής) πολύ μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών: περίπου 1.204 τόνοι μόλυβδου, 1 τόνος υδραργύρου, 5,6 τόνοι καδμίου, 181 τόνοι αντιμονίου και 1,3 τόνοι βηρυλλίου.

Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι κάθε χρόνο αποσύρονται περίπου 200.000 τόνοι ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Ποσότητα η οποία, όπως τονίζουν οι ερευνητές (Κ. Πούλιος, Χατζηαγγέλου, Παπαχρήστου), είναι τεράστια και η οποία διαρκώς αυξάνεται. Συνεπώς είναι αναγκαία η συλλογή και διαχείριση των επικινδύνων ουσιών που εμπεριέχονται στις εν λόγω συσκευές. Ακόμα κι αν επιτευχθεί ο στόχος της συλλογής επικίνδυνων ουσιών από τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές - κάτι απίθανο, αφού δεν λαμβάνεται κανένα ειδικό μέτρο - η παρουσία των ουσιών αυτών θα μειωθεί μεν κατά 58% από τις χωματερές, ωστόσο περισσότεροι από 79 τόνοι μόλυβδου θα εξακολουθήσουν να παραμένουν στους σκουπιδότοπους. Από τα πορίσματα σχετικής μελέτης που εκπόνησε το

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του ΑΠΘ (Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής) σε νοικοκυριά αλλά και σε καταστήματα ηλεκτρονικών, προκρίπτει ότι μεγάλη μερίδα των συσκευών αυτών καταλήγουν απευθείας στα σκουπίδια! Τέσσερις στις δέκα ηλεκτρικές συσκευές μεγάλου μεγέθους οδηγούνται κατευθείαν στις χωματερές. Περίπου τρεις στις δέκα «δωρίζονται» από τους καταναλωτές σε... άλλους καταναλωτές, δύο στις δέκα απλώς αποθηκεύονται και μόνο μία στις δέκα πωλείται σε εμπόρους μετάλλου. Σε ότι αφορά τις συσκευές τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού - κινητά, υπολογιστές - όπως δείχνει η έρευνα, περίπου 20% εξ αυτών «οδηγούνται» από τους καταναλωτές στα σκουπίδια και, έπειτα, στις χωματερές. Περίπου 40% των συσκευών επαναχρησιμοποιούνται και σε ποσοστό 40% αποθηκεύονται.

Ακόμα πιο απογοητευτική είναι η εικόνα στις μικρές ηλεκτρικές - ηλεκτρονικές συσκευές (ηλεκτρικά σίδερα, πιστολάκια, σκούπες, σταθερά τηλέφωνα, πλυντήρια πιάτων): η συντριπτική πλειονότητά τους - γύρω στο 80% - καταλήγει στις χωματερές. Οι συσκευές εξακολουθούν έως σήμερα να έχουν την ίδια «πορεία» - καταλήγουν στις χωματερές, μετά το τέλος της «ζωής» τους. Ωστόσο, το ενθαρρυντικό είναι, ότι «το σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν είναι πλέον "στα χαρτιά", αλλά υλοποιείται-βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Η εναπόθεση των συσκευών στις χωματερές όμως εγκυμονεί κινδύνους, αφού αρκετές απ' αυτές εμπεριέχουν επικίνδυνα υλικά, όπως οι οθόνες των παλαιών υπολογιστών είναι ιδιαίτερα τοξικές εάν σπάσουν-εμπεριέχουν μόλυβδο, που είναι τοξικός.

2.3. Διαχείριση Απορριμμάτων

Μερικά βασικά ζητήματα στη διάθεση αποβλήτων είναι τα εξής:

- Μόνο μεταξύ 25 και 55 τοις εκατό όλων των αποβλήτων που παράγονται στις μεγάλες πόλεις συλλέγεται από τις δημοτικές αρχές.
- Υπολογίζεται ότι περισσότεροι από πέντε εκατομμύριο άνθρωποι πεθαίνουν κάθε έτος από τις ασθένειες σχετικές με τα ανεπαρκή συστήματα διάθεσης αποβλήτων.
- Η διάθεση στερεών αποβλήτων ήταν μεταξύ των μεγαλύτερων περιβαλλοντικών ανησυχιών της πλειοψηφίας των εθνών σε όλο τον κόσμο.

- Περισσότερο από τα μισά από τα παγκόσμια δημοτικά απόβλητα παράγεται στις αναπτυγμένες χώρες.
- Οι βιομηχανικές χώρες παράγουν περισσότερα από 90 τοις εκατό του παγκόσμιου ετήσιου συνόλου περίπου 325-375 εκατομμύρια τόνων των τοξικών και επιβλαβών αποβλήτων, συνήθως από τις χημικές και πετροχημικές βιομηχανίες.
- Υπάρχουν περισσότεροι από 80.000 τόνοι καύσιμα και εκατοντάδες χιλιάδες τόνων άλλων ραδιενεργών αποβλήτων που συσσωρεύονται τόσο μακριά από την εμπορική παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από την πυρηνική ενέργεια.
- Τα ραδιενεργά καύσιμα μπορεί να πάρουν εκατοντάδες χιλιάδες ετών για να αποσυντεθούν σε μια αβλαβή ουσία. Μέχρι τότε, είναι εξαιρετικά επικίνδυνο και πρέπει να κρατηθεί μακριά από την πιθανή ανθρώπινη επαφή.

Ο όγκος των απορριμμάτων που παράγουμε συνεχώς αυξάνει λόγω της αύξησης του ρυθμού ανάπτυξης αλλά και της αλλαγής στα καταναλωτικά πρότυπα. Ταυτόχρονα, όμως, αυξάνεται και η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης και γίνεται ολοένα και πιο έντονη η απαίτηση των πολιτών, για την ορθή διαχείρισή τους, η οποία αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι της προστασίας του περιβάλλοντος, υπηρετεί τη δημόσια υγιεινή και συμβάλει στην εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας. Τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν τον τομέα διαχειρίσεις των στερεών απορριμμάτων είναι τα εξής:

- Ανεύρεση τρόπων και μεθόδων συλλογής εναπόθεσης επεξεργασίας ή και καταστροφής τους έτσι ώστε να έχουμε ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο της παραγωγής τους
- Επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση διαφόρων υλικών συσκευασίας.

Κατά συνέπεια κάθε σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων, πρέπει να σχεδιάζεται με τρόπο ο οποίος θα εξασφαλίζει, με σειρά προτεραιότητας, τα παρακάτω:

- Την ελαχιστοποίηση της παραγωγής απορριμμάτων, με ενθάρρυνση της μείωσης δημιουργίας,

- Την επαναχρησιμοποίηση των υλικών,
- Την ανακύκλωση των υλικών και
- Την ανάκτηση ενέργειας, σε ειδικές εγκαταστάσεις με παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι εφαρμόζοντας τις παραπάνω αρχές στη διαχείριση των απορριμμάτων, τα τελευταία, όχι μόνο δεν θα αποτελούν επιβάρυνση για το περιβάλλον, αλλά θα μπορούν να θεωρηθούν ως μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας και μάλιστα σε μια εποχή όπου οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται. Έτσι, δίνεται λύση στην εύρεση νέων πηγών ενέργειας, καθώς μπορούν να χρησιμοποιούνται και τα απορρίμματα, σε συνδυασμό με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (αιολική, ηλιακή), για την παραγωγή ενέργειας.

Σκοπός είναι να γίνει κατανοητό ότι «τα σκουπίδια δεν είναι για πέταμα, είναι πρώτη ύλη».

2.3.1 Αλλαγή πορείας

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συγκέντρωση του πληθυσμού σε μεγάλα αστικά κέντρα και η παράλληλη εκβιομηχάνιση, είχαν σαν συνέπεια την αύξηση των παραγόμενων απορριμμάτων και την ανάγκη οργάνωσης της διαδικασίας απόρριψής τους. Έτσι σταδιακά άρχισαν με την παρέμβαση της πολιτείας να διατυπώνονται και να εφαρμόζονται κάποιοι κανόνες διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, ενώ ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας, επιδιώκεται όλο και περισσότερο η ανακύκλωσή τους.

Η παρέμβαση αυτή της πολιτείας ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '60. Κύριο γνώρισμα της περιόδου αυτής είναι η έλλειψη σαφούς επίδρασης της κρατικής και δημοτικής παρέμβασης στην υπάρχουσα κατάσταση της διαχείρισης των αποβλήτων, που θα οδηγούσε στον επανακαθορισμό τους σε μια προσπάθεια βελτίωσης της κατάστασης. Μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '60 η κοινωνία άρχισε να ενδιαφέρεται σοβαρά και να παίρνει υπόψη της τα αποτελέσματα της παρέμβασής της στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, προσπαθώντας να βελτιστοποιήσει τη δράση της. Βασικά αιτία της αλλαγής αυτής είναι η αυξανόμενη ποσότητα των αποβλήτων, η αλλαγή της φυσικής τους

σύνθεσης, με κύριο γνώρισμα την αύξηση του χαρτιού και του πλαστικού και η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον.

Όλα αυτά τα στοιχεία οδήγησαν σε μια ριζική ανατροπή της, ήδη διαταραγμένης από την προηγούμενη περίοδο, οικολογικής ισορροπίας, που εκφράζεται κύρια από την δυσκολία του φυσικού περιβάλλοντος να ανταποκριθεί ικανοποιητικά στο ρόλο του σαν τροφοδότη υλικών (προοπτική εξάντλησης πολλών πρώτων υλών και ενεργειακών πόρων), και αποδέκτη αποβλήτων (αδυναμία αφομοίωσης των τεράστιων ποσοτήτων απορριμμάτων, αυξανόμενο ποσοστό τοξικών και μη αποικοδομήσιμων υλικών).

2.3.2. Αρχές-Συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων

Η διαχείριση των απορριμμάτων βασίζεται σε τρία στοιχεία: στη διατύπωση γενικού σχεδίου, στο ρυθμιστικό σύστημα και σύστημα ελέγχου, και στη διαθεσιμότητα κατάλληλων τεχνικών και εγκαταστάσεων διαχείρισης και διάθεσης, με σκοπό να υλοποιηθεί η επιλεγμένη πορεία για την διαχείριση των απορριμμάτων. Οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες στηρίζεται ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων στη σύγχρονη κοινωνία είναι:

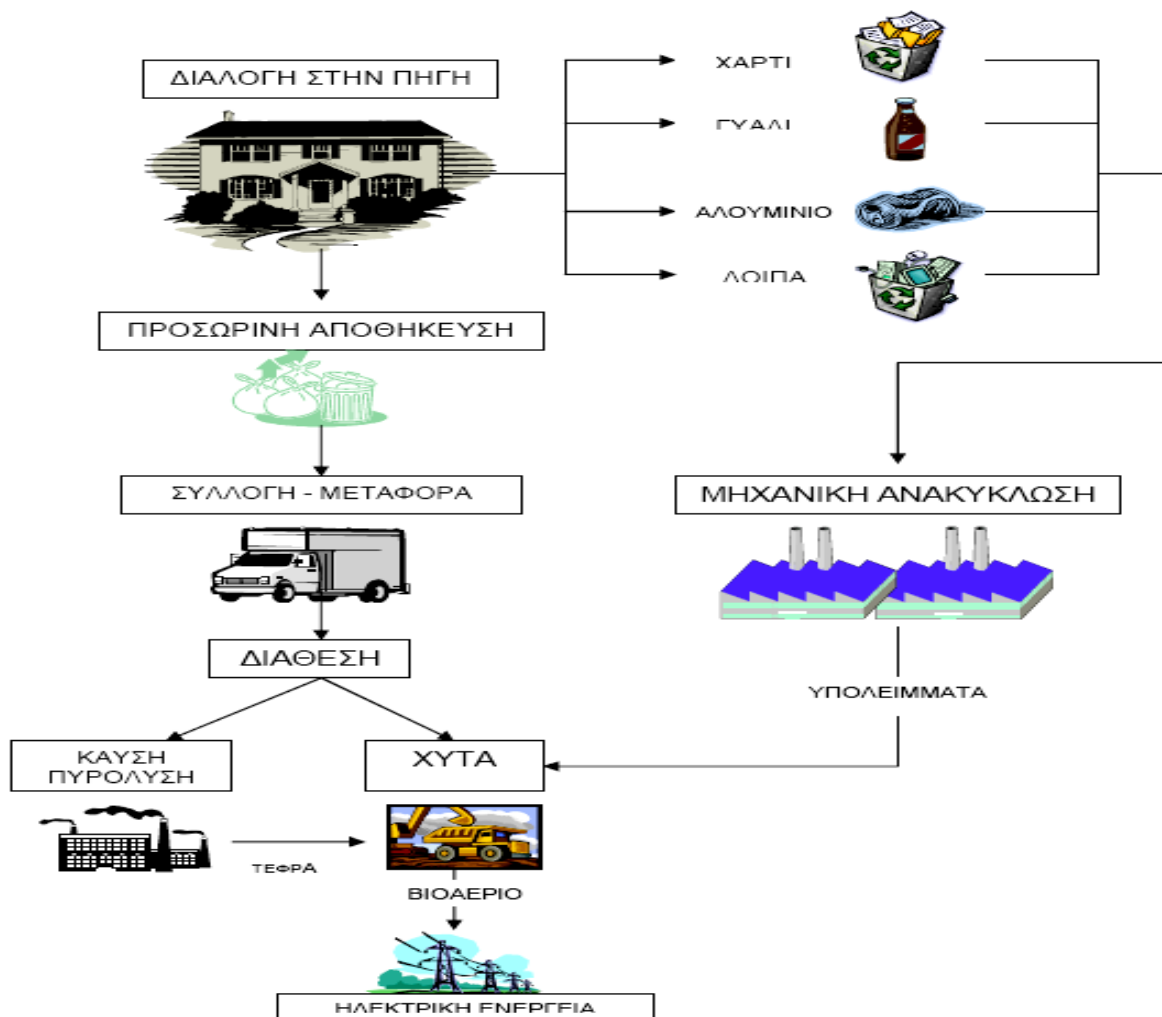
- 1) Μείωση απορριμμάτων στην πηγή τους,
- 2) Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων,
- 3) Ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά,
- 4) Διαχείριση απορριμμάτων και
- 5) Διάθεση των υπολειμμάτων από την χρήση και άλλων αναπόφευκτων απορριμμάτων.

Ένας γενικός κύκλος διαχείρισης μπορεί να περιγραφεί, όπως στο σχήμα1, παρουσιάζοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ των διάφορων επιλογών. Ο κύκλος ξεκινά από την παραγωγή βιομηχανικών, οικιακών, αστικών απορριμμάτων κ.λπ. Ακολουθώντας την παραπάνω ιεραρχία η πρώτη προτεραιότητα είναι να μειωθεί η παραγωγή απορριμμάτων στην πηγή τους και να υλοποιηθεί κατάλληλος διαχωρισμός και τακτικές ανακύκλωσης. Τα αναπόφευκτα απορρίμματα συσκευάζονται, συλλέγονται και μεταφέρονται είτε σε προσωρινές εγκαταστάσεις αποθήκευσης, είτε κατευθείαν στους χώρους ανάκτησης, διαχείρισης και διάθεσης.

Η διαχείριση των απορριμμάτων εξυπηρετεί δύο σκοπούς: την ανάκτηση υλικών από το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων και την μετατροπή των απορριμμάτων σε μια μορφή που επιτρέπει την τελική διάθεσή τους με ασφαλή και σωστό τρόπο. Ακόμα και στο σημείο της τελικής διάθεσης ο αντικειμενικός σκοπός είναι η εξάλειψη της όποιας πιθανότητας μόλυνσης του περιβάλλοντος. Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες, που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη, κατά την αντιμετώπιση των μεγάλων ποσοτήτων στερεών απορριμμάτων που παράγονται είναι:

- 1) η διαχείριση απορριμμάτων και
- 2) η παρεμπόδιση της μόλυνσης.

Η διαχείριση απορριμμάτων είναι μια μέθοδος που ενθαρρύνει την παραγωγή απορριμμάτων από χρήση στην πηγή και κατόπιν προσπαθεί να διαχειριστεί τα απορρίμματα με τρόπους που θα μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κυρίως θάβοντας ή καίγοντας τα. Ακόμα όμως και με αυτές τις μεθόδους, ορισμένες φορές, τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα. Για παράδειγμα ακόμα και οι καλύτερα σχεδιασμένοι κλίβανοι αποτέφρωσης διαχέουν στον αέρα κάποιες τοξικές ουσίες και αφήνουν τοξικά υπολείμματα που πρέπει να καταστραφούν. Το βασικό πρόβλημα είναι ότι τα μοντέρνα οικονομικά συστήματα ανταμείβουν αυτούς που παράγουν απορρίμματα και όχι αυτούς που προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν τις πηγές πιο συνετά.



Σχήμα 1. Διαχείριση των απορριμμάτων

Η παρεμπόδιση της μόλυνσης είναι μια μέθοδος που αντιμετωπίζει τα στερεά απορρίμματα ως πηγές και θεωρεί ότι πρέπει να ανακυκλώνουμε, να επαναχρησιμοποιούμε ή να μην χρησιμοποιούμε από την αρχή αυτά τα προϊόντα.

Η προσέγγιση της παρεμπόδισης έχει την παρακάτω ιεραρχία:

- Μείωση των απορριμμάτων και της μόλυνσης εμποδίζοντας τη δημιουργία της
- Επαναχρησιμοποίηση όσο περισσότερων πραγμάτων γίνεται
- Ανακύκλωση και κομποστοποίηση όσο περισσότερων απορριμμάτων γίνεται
- Αποτέφρωση ή επεξεργασία απορριμμάτων που δεν μπορούν να

ανακυκλωθούν ή να κομποστοποιηθούν

- Θάψιμο των υπολοίπων σε υψηλού τεχνικού επιπέδου ΧΥΤΑ

Η μείωση των απορριμμάτων και η παρεμπόδιση της μόλυνσης εξοικονομεί περισσότερη ενέργεια από ότι η ανακύκλωση και μειώνουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

Τρόποι που μειώνονται τα απορρίμματα είναι οι ακόλουθοι:

- Χρησιμοποίηση λιγότερων υλικών ανά προϊόν
- Επανασχεδιασμός βιομηχανικών διεργασιών ώστε να χρησιμοποιούνται
- λιγότερες πηγές και να παράγονται λιγότερα απορρίμματα
- Κατασκευή προϊόντων που διαρκούν περισσότερο, είναι εύκολο να επισκευαστούν και να ανακυκλωθούν. Πολλές ευρωπαϊκές αυτοκινητοβιομηχανίες σχεδιάζουν αυτοκίνητα και προσπαθούν να χρησιμοποιούν ανακυκλώσιμα ανταλλακτικά.
- Μείωση των περιττών συσκευασιών. Στις ΗΠΑ οι συσκευασίες αντιστοιχούν στο 50% του παραγόμενου χαρτιού, στο 90% του γυαλιού, στο 11% του αλουμινίου και στο 3% όλης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Οι συσκευασίες αντιστοιχούν στο 50% κ.ό. και στο 30% κ.β. των αστικών στερεών απορριμμάτων.

Το 1991 η Γερμανία θέσπισε τον πιο σκληρό νόμο που αφορά τις συσκευασίες με σκοπό να μειώσει τα απορρίμματα που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ ή αποτεφρώνονται. Ο σκοπός ήταν μέχρι το 1995 να ανακυκλώνεται ή να επαναχρησιμοποιείται το 65% των συσκευασιών, περιλαμβανομένων 90% μετάλλων και 80% χαρτιού και πλαστικού. Η επαναχρησιμοποίηση αυξάνει τις προμήθειες των πηγών και μειώνει την ενέργεια που χρησιμοποιείται και τη μόλυνση περισσότερο από την ανακύκλωση. Παράδειγμα επαναχρησιμοποίησης είναι το μπουκάλι αναψυκτικών που ξαναγεμίζεται, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί 50 φορές ή και παραπάνω. Η συλλογή και το γέμισμα γίνεται σε τοπικές εγκαταστάσεις μειώνοντας έτσι το ενεργειακό κόστος και το κόστος μεταφοράς και δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας. Μελέτες που έχουν γίνει από εταιρείες αναψυκτικών του Καναδά, δείχνουν ότι τα μπουκάλια των αναψυκτικών του 0,5lt κοστίζουν 1/3 λιγότερο όταν χρησιμοποιούνται μπουκάλια που ξαναγεμίζονται. Η Δανία ήταν η πρωτοπόρος χώρα που απαγόρευσε τα κουτιά που δεν μπορούν να

ξαναχρησιμοποιηθούν. Το Εκουαδόρ για να ενισχύσει τη χρήση μπουκαλιών που ξαναγεμίζονται έχει επιβάλει χρηματική επιβάρυνση που είναι 50% υψηλότερη από το κόστος του ποτού. Στη Φινλανδία το 95% των μπουκαλιών των αναψυκτικών, μπυρών και κρασιών γεμίζονται ξανά, ενώ στη Γερμανία το ποσοστό αυτό είναι 73%.

Σε κάθε σημείο αυτών των σταδίων τα απορρίμματα μπορεί να αλλάξουν σύνθεση, μορφή, συγκέντρωση, κυριότητα, τοποθεσία και έλεγχο. Η Περιβαλλοντική Αποτίμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί ο κύκλος διαχείρισης και για να καθοριστεί η δύναμη των επλεγμένων στοιχείων του κύκλου διαχείρισης. Εδώ εστιάζουμε περισσότερο στα ακόλουθα στάδια του κύκλου διαχείρισης

- Προσωρινή αποθήκευση,
- Συλλογή,
- Μεταφορά απορριμμάτων στην εγκατάσταση διαχείρισης
- Υποδοχή, αποδοχή και αποθήκευση
- Επεξεργασία απορριμμάτων ώστε να μετατραπούν σε κατάλληλη μορφή για ασφαλή διάθεση
- Μεταφορά επεξεργασμένων απορριμμάτων στον τελικό χώρο διάθεσης

Το καθένα από τα παραπάνω στάδια έχει τα δικά του τεχνικά χαρακτηριστικά αλλά και το δικό του επίπεδο κοινωνικής οργάνωσης.

Η προσωρινή αποθήκευση είναι η φάση όπου ο κάτοχος των απορριμμάτων τα αποθέτει σε κάποια κοινόχρηστη θέση, που εξυπηρετεί συνήθως περισσότερα νοικοκυριά, περιορισμένου όμως αριθμού, απ' όπου θα συλλεχθούν από το απορριμματοφόρο του δήμου (ή κοινότητας ή κάποιου άλλου διαδημοτικού φορέα συλλογής). Πρόκειται λοιπόν για μια διαδικασία που περιορίζεται σε ατομικό επίπεδο μια και ενεργείται από ένα ή λίγα νοικοκυριά σε συνεννόηση μεταξύ τους. Και εδώ όμως υπάρχουν μεγάλα περιθώρια για μια ουσιαστική παρέμβαση του δήμου ή της κοινότητας στα πλαίσια ενός συνολικότερου σχεδιασμού της διαχείρισης των απορριμμάτων της περιοχής του. Η παρέμβαση αυτή αφορά το είδος των δοχείων και την προσωρινή αποθήκευση των σκουπιδιών και τα σημεία όπου αυτά θα τοποθετηθούν.

Η συλλογή είναι μια πιο σύνθετη από κάθε άποψη εργασία που ενεργείται με τη βοήθεια εξειδικευμένου προσωπικού και μηχανικών μέσων (κύρια

απορριματοφόρων οχημάτων) στη βάση ενός συγκεκριμένου προγράμματος που στοχεύει στην αποκομιδή των σκουπιδιών δηλ. στη μετακίνησή τους από τις θέσεις προσωρινής αποθήκευσης στα οχήματα συλλογής και μεταφοράς. Εδώ η κοινωνική παρέμβαση ανεβαίνει καθαρά στο επίπεδο του δήμου.

Η **μεταφορά** εξασφαλίζει την μετακίνηση των απορριμμάτων στο χώρο της τελικής τους διάθεσης. Χρησιμοποιούνται τα ίδια οχήματα της συλλογής, που αφού συμπληρώσουν το καθορισμένο πρόγραμμα αποκομιδής των απορριμμάτων του τομέα τους, κατευθύνονται στο χώρο απόρριψης. Κατά συνέπεια και εδώ η κοινωνική παρέμβαση ασκείται βασικά σε επίπεδο δήμου ή κοινότητας. Υπεισέρχεται όμως και το στοιχείο της διαδημοτικής συνεργασίας, κύρια στον καθορισμό των δρομολογίων των οχημάτων αλλά και της τεχνικής τους κατάστασης, μιας και τα απορριματοφόρα οδεύοντας προς το χώρο της τελικής διάθεσης των σκουπιδιών περνούν κατ' ανάγκη μέσα από άλλους δήμους και κοινότητες.

Η **διάθεση** αποτελεί την τελευταία και πιο ευαίσθητη φάση της διαχείρισης των απορριμμάτων και αποσκοπεί στην οριστική απαλλαγή από αυτά σε ειδικές ανοιχτές ή κλειστές εγκαταστάσεις.

2.3.3. Είδη απορριμμάτων

Τα απορρίμματα που πρόκειται να συλλεχθούν, να μεταφερθούν και να διατεθούν είναι:

- Τα κατάλοιπα κάθε φύσης που περιλαμβάνουν κυρίως οικιακά απορρίμματα, στάχτες, κατάλοιπα γυαλιών, φύλλα, σκόνες, χαρτιά και άλλα που τοποθετούνται μμέσα σε πλαστικές ή χάρτινες σακούλες ή δοχεία.
- Απορρίμματα από βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις, γραφεία, κτίρια διοίκησης, αυλές και κήπους, τοποθετημένα σε δοχεία ή σάκους στις ίδιες συνθήκες με τα οικιακά.
- Κοπριές, αφυδατωμένες ιλύς, προϊόντα από τους καθαρισμούς των δημόσιων οδών, των δημόσιων πάρκων, των νεκροταφείων και βοηθητικών κτιρίων, συγκεντρωμένων σε μμεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.

- Τα προϊόντα καθαρισμού και τα κατάλοιπα, χώρων εκθέσεων, αγορών, χώρων δημόσιων εορτών, θέσεων συγκέντρωσης ζώων, συγκεντρωμένων και τοποθετούμενων σε μεγάλα κοντέινερ για την εκκένωσή τους.
- Τα απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία, φυλακές και όλα τα δημόσια κτίρια, συγκεντρωμένα σε δοχεία συλλογής σε κατάλληλους χώρους και
- Ογκώδη αντικείμενα εγκαταλελειμμένα σε δημόσιους χώρους ή τοποθετημένα σε καθορισμένες θέσεις, καθώς και τα πτώματα μικρών ζώων.

Στον ορισμό των οικιακών απορριμμάτων δεν περιλαμβάνονται:

- Τα αδρανή και τα κατάλοιπα των δημοσίων έργων και ιδιαίτερα
- Οι βιομηχανικές στάχτες και σκουριές, τα ανατομικά και μολυσματικά απορρίμματα των νοσοκομείων και κλινικών και τα απορρίμματα σφαγείων και
- Ογκώδη απορρίμματα πολύ μεγάλου βάρους ή διαστάσεων ή τέτοιας φύσης, που δεν μπορούν να φορτωθούν σε συνήθη μεταφορικά μέσα.



Εικόνα 3:χαρτοκιβώτια και πλαστικές σακούλες



Εικόνα 4:διάφορα είδη απορριμμάτων

2.3.4 Σύνθεση απορριμμάτων

Η σύνθεση των απορριμμάτων αποτελεί μια από τις πλέον βασικές παραμέτρους για το σχεδιασμό της διάθεσής τους και επηρεάζεται από πολυάριθμους παράγοντες όπως:

- Ο χαρακτήρας του πολεοδομικού συγκροτήματος, πολεοδομική ζώνη, βιομηχανική κλπ.
- Το κλίμα και η εποχή. Το καλοκαίρι περιέχονται πολλά φρούτα και φρέσκα λαχανικά και το χειμώνα στάχτες.
- Ο τύπος της κατοικίας, η στάθμη ζωής, τα υλικά συσκευασίας.

Οι δειγματοληψίες σχεδιάζονται με στατιστικά παραδεκτές μεθόδους και στηρίζονται σε στατιστικά στοιχεία σχετικά με την απασχόληση, τη μόρφωση και γενικά το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της περιοχής. Ένα αντιπροσωπευτικό γενικό δείγμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 1% της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων. Οι στατιστικές περιοχές πρέπει να είναι όσο το δυνατό ομοιογενείς. Οι αναλύσεις των απορριμμάτων αφορούν:

- Στην εξακρίβωση των υλικών,
- Στις φυσικές και χημικές παραμέτρους,
- Στο μέγεθος των απορριμμάτων

Σύμφωνα με την πρώτη κατηγορία τα απορρίμματα διαχωρίζονται σε: Χαρτί-χαρτόνι, μέταλλα, γυαλί, πλαστικά, ύφασμα, ξύλο, δέρμα, λάστιχο, αδρανή, ζυμώσιμα και υπόλοιπα. Στην κατηγορία των φυσικών και χημικών παραμέτρων ανήκει ο προσδιορισμός της υγρασίας, του ξηρού βάρους, των πτητικών, της τέφρας, του οργανικού και ανόργανου άνθρακα, του ολικού αζώτου, του αμμωνιακού αζώτου, του ολικού άνθρακα, του υδρογόνου και της θερμογόνου δύναμης. Επίσης, προσδιορίζεται η αναλογία C/N, ο φώσφορος, το θείο, το χλώριο, το φθόριο, το κάλιο, το νάτριο, το χρώμιο, το νικέλιο, ο χαλκός, το κάδμιο, ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος, το ολικό υπόλειμμα καύσης και τα ολικά καύσιμα.

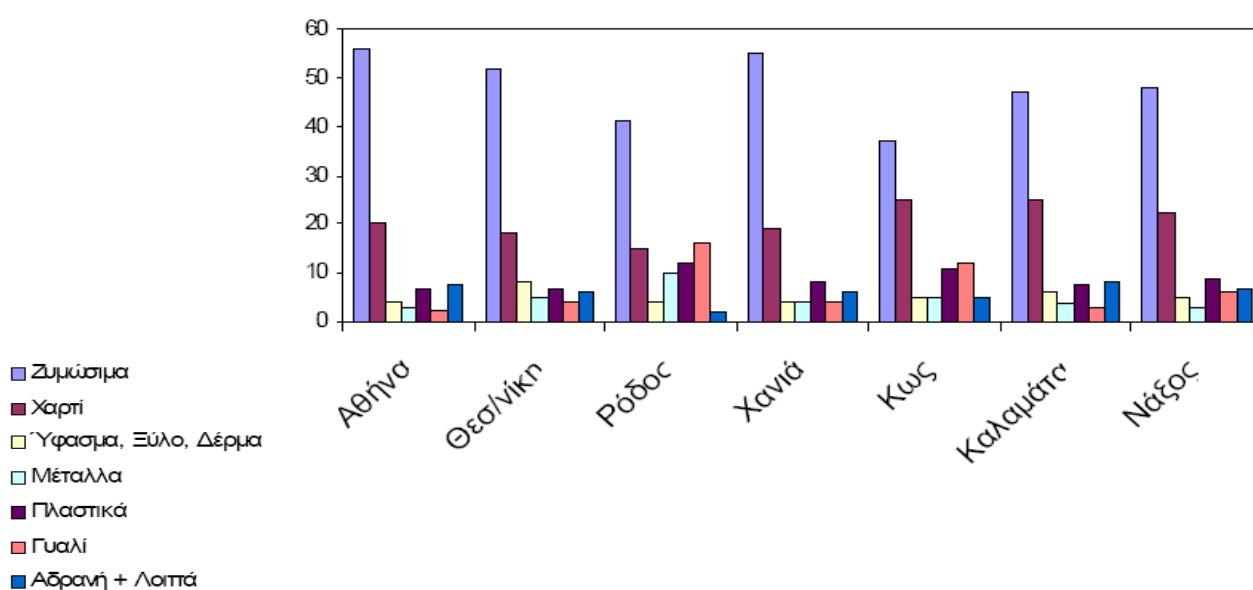
Σύμφωνα με το μέγεθος τους, τα απορρίμματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Κατηγορία I: απορρίμματα μεγέθους 0-40mm,
2. Κατηγορία II: απορρίμματα μεγέθους 40-120mm και
3. Κατηγορία III: απορρίμματα μεγαλύτερα από 120mm

	Αθήνα	Θεσ/νίκη	Ρόδος	Χανιά	Κως	Καλαμάτα	Νάξος
Ζυμώσιμα	56	52	41	55	37	47	48
Χαρτί	20	18	15	19	25	25	22
Ύφασμα, Ξύλο, Δέρμα	4	8	4	4	5	6	5
Μέταλλα	3	5	10	4	5	3,5	3
Πλαστικά	7	7	12	8	11	7,5	9
Γυαλί	2,5	4	16	4	12	3	6
Αδρανή + Λοιπά	7,5	6	2	6	5	8	7

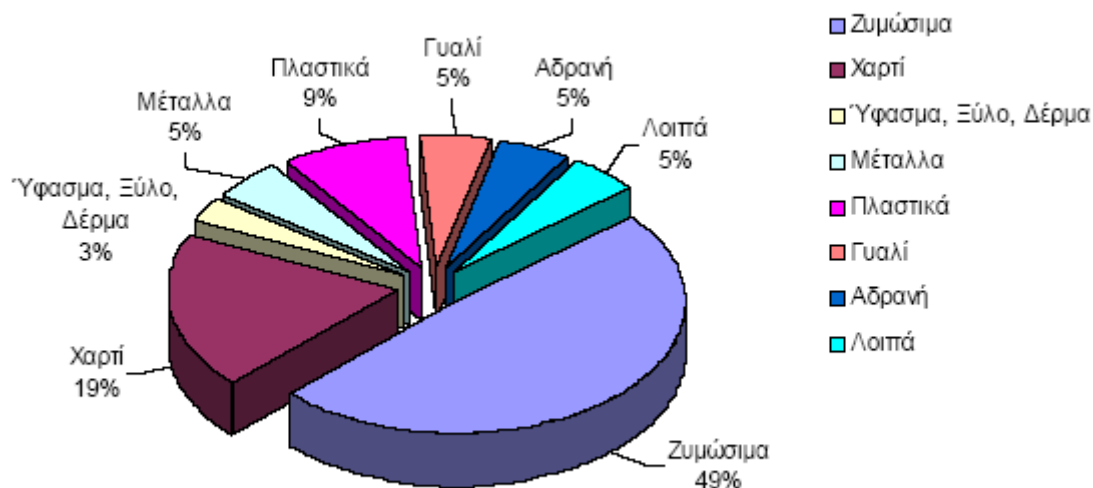
Πίνακας 1: Σύνθεση οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα (% κ.β.)

Στον **Πίνακα 1** δίνεται η σύνθεση των οικιακών απορριμμάτων από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Βασικά χαρακτηριστικά της σύνθεσης των ελληνικών οικιακών απορριμμάτων είναι το υψηλό ποσοστό σε ζυμώσιμα υλικά και πλαστικά. Οι διακυμάνσεις για τις κατηγορίες των υλικών χαρτί, πλαστικά, μέταλλα, γυαλί, ύφασμα- ξύλο - δέρμα, αδρανή και υπόλοιπα δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Αντιθέτως τα ζυμώσιμα υλικά, παρουσιάζουν αυξήσεις κατά τη θερινή περίοδο. Κατά την ταξινόμηση ανά μέγεθος, η κατηγορία II (40-120 mm) δεν παρουσιάζει μεγάλη διαφορά από την κατηγορία III (0-40 mm), ενώ η κατηγορία I (>120 mm) έχει το μεγαλύτερο ποσοστό.



Γράφημα 1: Σύνθεση οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα, (% κ.β.)

Η μέση τιμή σύνθεσης των ελληνικών απορριμμάτων φαίνεται στο Γράφημα 2.



Γράφημα 2: Μέση τιμή σύνθεσης Ελληνικών απορριμμάτων.

Η μέση σύνθεση των απορριμμάτων διαφέρει σημαντικά από χώρα σε χώρα, εξαρτωμένη από μμεγάλη ποικιλία παραγόντων (βιοτικό επίπεδο, διατροφή, πρόγραμμα ανακύκλωσης υλικών, κλπ). Μερικές τυπικές αναλύσεις για τα οικιακά απορρίμματα και τα παρεμφερή στη Δυτική Ευρώπη, τις ΗΠΑ και τη Μέση Ανατολή παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

	Δυτική Ευρώπη	ΗΠΑ	Μέση Ανατολή
Οργανικά	21,3	22,6	60,0
Χαρτί	27,4	45,6	25,3
Υφάσματα	3,5	4,5	1,4
Πλαστικά	3,1	2,6	5,8
Γυαλί	9,5	6,2	1,0
Μέταλλα	8,5	9,1	2,8
Σκόνη, Αδρανή	19,8	7,6	2,3
Διάφορα	6,8	1,8	1,4

Πίνακας 2: Σύνθεση οικιακών απορριμμάτων σε άλλες χώρες (% κ.β)

2.3.5 Περιβαλλοντική νομοθεσία

2.3.5.1 Ευρωπαϊκή πολιτική

Η προστασία του περιβάλλοντος έχει καθοριστική σημασία για την ποιότητα ζωής των σημερινών και των μελλοντικών γενεών. Εντούτοις, σημαντική πρόκληση αποτελεί ο συνδυασμός της προστασίας του περιβάλλοντος με τη συνεχιζόμενη οικονομική μεγέθυνση, κατά μακροπρόθεσμα αειφόρο τρόπο. Η περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης βασίζεται στην πεποίθηση ότι η ύπαρξη υψηλών περιβαλλοντικών προτύπων τονώνει την καινοτομία και τις εμπορικές ευκαιρίες.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει γενικά αναλάβει να διασφαλίσει ότι:

- οι νόμοι όχι μόνο θεσπίζονται αλλά και εφαρμόζονται στην πράξη,
- στις πολιτικές της ΕΕ (π.χ. γεωργία, ανάπτυξη, ενέργεια, αλιεία, βιομηχανία, εσωτερική αγορά, μεταφορές) συνεκτιμάται ο αντίκτυπος που αυτές θα έχουν στο περιβάλλον,
- οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές συμμετέχουν ενεργά στην εξεύρεση λύσεων για τα οικολογικά προβλήματα,
- οι πολίτες έχουν στη διάθεσή τους τις απαραίτητες πληροφορίες ώστε να κάνουν φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές,
- αυξάνεται η ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία που έχει η ορθολογική χρησιμοποίηση των γαιών για την προστασία των φυσικών ενδιαιτημάτων και τοπίων και για την ελαχιστοποίηση της αστικής ρύπανσης.

Η Κοινότητα δίνει προτεραιότητα στους ακόλουθους τομείς δράσης:

- Αειφόρος διαχείριση των φυσικών πόρων: εδάφη, ύδατα, φυσικές και παράκτιες ζώνες,
- Ολοκληρωμένη καταπολέμηση της ρύπανσης και προληπτική δράση όσον αφορά τα απόβλητα,
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές,
- Βελτίωση της διαχείρισης της κινητικότητας, με την ανάπτυξη αποτελεσματικών και καθαρών τρόπων μεταφοράς,
- Επεξεργασία ενός συνεκτικού συνόλου μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος,

- Βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας, ιδίως σε θέματα διαχείρισης των βιομηχανικών κινδύνων, της πυρηνικής ασφάλειας και της ακτινοπροστασίας.

Η Περιβαλλοντική Στρατηγική της Κοινότητας στηρίζεται στην αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει". Ο ρυπαίνων μπορεί να κληθεί να πληρώσει είτε κάνοντας τις απαραίτητες επενδύσεις ώστε να συμμορφωθεί με αυστηρότερα πρότυπα, είτε καθιερώνοντας ένα σύστημα ανάκτησης, ανακύκλωσης ή διάθεσης των προϊόντων μετά τη χρήση τους. Η πληρωμή μπορεί επίσης να έχει τη μορφή φόρου επιβαλλόμενου στις επιχειρήσεις ή στους καταναλωτές που χρησιμοποιούν μη οικολογικά προϊόντα (π.χ. ορισμένους τύπους συσκευασιών). Ακρογωνιαίος λίθος της δράσης της ΕΕ στον τομέα του περιβάλλοντος είναι το *έκτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον*, το οποίο φέρει τον τίτλο "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας". Το συγκεκριμένο πρόγραμμα καλύπτει την περίοδο από την 1η Ιανουαρίου 2001 έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2010 και έχει τις εξής προτεραιότητες: αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος και της θέρμανσης του πλανήτη, προστασία των φυσικών ενδιαιτημάτων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας, αντιμετώπιση των προβλημάτων που συνδέονται με το περιβάλλον και την υγεία και διατήρηση των φυσικών πόρων και διαχείριση των αποβλήτων.

Το πρόγραμμα "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας" βασίζεται σε πέντε παλαιότερα προγράμματα δράσης και σε 30 χρόνια καθιέρωσης προτύπων.

Η ΕΕ διαθέτει ένα ολοκληρωμένο σύστημα περιβαλλοντικών ελέγχων για την αντιμετώπιση πάσης φύσεως ζητημάτων - π.χ. θόρυβος, απόβλητα συσκευασιών, κίνδυνοι που απειλούν τη διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων, καυσαέρια αυτοκινήτων, χημικά προϊόντα, βιομηχανικά ατυχήματα. Το υψηλό επίπεδο προστασίας που εξασφαλίζουν αυτοί οι έλεγχοι είναι σε γενικές γραμμές το ίδιο σε όλη την ΕΕ, αλλά η πολιτική είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να συνεκτιμά τις κατά τόπους συνθήκες, προσαρμόζεται δε συνεχώς στα πλέον πρόσφατα δεδομένα.

Όσον αφορά τις κλιματικές αλλαγές ο επιδιωκόμενος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε επίπεδο που δεν θα προκαλεί τεχνητές μεταβολές του κλίματος στη γη. Ο βραχυπρόθεσμος στόχος που επιδιώκει η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι να επιτευχθούν οι αντικειμενικοί στόχοι του

πρωτοκόλλου του Κιότο, με άλλα λόγια δηλαδή από σήμερα μέχρι το χρονικό ορίζοντα του 2008 - 2012 να μειωθούν κατά 8% οι εκπομπές αερίων τύπου θερμοκηπίου σε συνάρτηση με τα επίπεδα του 1990. Περισσότερο μακροπρόθεσμα, από σήμερα μέχρι το έτος 2020, θα πρέπει οι εκπομπές αυτές να μειωθούν κατά ποσοστό 20 έως 40%, με την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής διεθνούς συμφωνίας. Σε σχέση με τη διαχείριση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων, ο επιδιωκόμενος στόχος είναι να καταβληθεί μέριμνα, ούτως ώστε η κατανάλωση των ανανεώσιμων και των μη ανανεώσιμων πόρων να μην υπερβαίνει τα όρια που είναι σε θέση να αντέξει το περιβάλλον, διαχωρίζοντας την οικονομική ανάπτυξη από τη χρήση των πόρων, αλλά και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των πόρων αυτών και μειώνοντας την παραγωγή αποβλήτων. Σε ότι αφορά τα απόβλητα, επιδιώκεται ο ειδικός στόχος της μείωσης της τελικής τους ποσότητας κατά ποσοστό 20% μέχρι το χρονικό ορίζοντα του 2010 και κατά ποσοστό 50% από σήμερα μέχρι το έτος 2050.

Οι εφαρμοστέες δράσεις είναι οι εξής:

- η επεξεργασία της στρατηγικής για τη βιώσιμη διαχείριση των πόρων, με
- καθορισμό των συγκεκριμένων προτεραιοτήτων και τη μείωση της κατανάλωσης
- η φορολόγηση της χρήσης των πόρων
- η κατάργηση των επιδοτήσεων που προωθούν την υπέρμετρη εκμετάλλευση των πόρων
- η ενσωμάτωση της βασικής αρχής της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης πολιτικής των προϊόντων, των συστημάτων απονομής του οικολογικού σήματος, των συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης και ούτω καθ' εξής
- η επεξεργασία της στρατηγικής για την ανακύκλωση των αποβλήτων
- η βελτίωση των υφιστάμενων συστημάτων διαχείρισης των αποβλήτων και η πραγματοποίηση επενδύσεων για την ποσοτική και ποιοτική πρόληψη της δημιουργίας τους
- η ενσωμάτωση της προληπτικής πολιτικής αποφυγής των αποβλήτων στο

- πλαίσιο της ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντων και στην κοινοτική στρατηγική που αφορά τις χημικές ουσίες.

Το πρόγραμμα "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας" εμπνέεται από το *πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον*, το οποίο κάλυψε τη χρονική περίοδο 1992-2000. Στόχος του προγράμματος δράσεως για το περιβάλλον με τίτλο "Προς μια βιώσιμη ανάπτυξη" είναι ο μετασχηματισμός του αναπτυξιακού μοντέλου της Κοινότητας, ούτως ώστε να προαχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη. Το πρόγραμμα εξακολουθεί να αντιμετωπίζει τα περιβαλλοντικά προβλήματα (όπως η κλιματική μεταβολή, η ρύπανση των υδάτων, η διαχείριση των αποβλήτων) αλλά αποβλέπει επίσης στη διαμόρφωση νέων σχέσεων μεταξύ των συντελεστών που παρεμβαίνουν στον τομέα του περιβάλλοντος.

Το πρόγραμμα εδραιώνει την υιοθέτηση μιας νέας προσέγγισης της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, με βάση τις ακόλουθες αρχές:

- θέσπιση μιας συνολικής και ενεργητικής προσέγγισης που απευθύνεται στους συντελεστές και στις δραστηριότητες που επηρεάζουν τους φυσικούς πόρους ή θίγουν το περιβάλλον,
- βούληση ανατροπής των τάσεων και πρακτικών που ζημιώνουν το περιβάλλον, τόσο της τρέχουσας όσο και των μελλοντικών γενεών,
- προώθηση της αλλαγής συμπεριφορών στην κοινωνία με την συστράτευση όλων των εμπλεκόμενων συντελεστών (δημοσίων αρχών, πολιτών, καταναλωτών, επιχειρήσεων ...),
- καθιέρωση της κατανομής ευθυνών,
- χρήση νέων περιβαλλοντικών μέσων.

Για κάθε έναν από τους τομείς που διαλαμβάνει το πρόγραμμα, το τελευταίο ορίζει τους μακροπρόθεσμους σκοπούς, προσδιορίζει τους στόχους για το έτος 2000 και προβλέπει ένα σύνολο διατάξεων για την επίτευξη των καθοριζόμενων στόχων. Οι τελευταίοι δεν έχουν νομική αξία αλλά αποτελούν σημείο αναφοράς για την εδραίωση μιας βιώσιμης ανάπτυξης.

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό κοινοτικό μέτρο, το οποίο αποσκοπεί να προσδιορίσει τη δομή του μελλοντικού κοινοτικού συστήματος περιβαλλοντικής ευθύνης και να θέσει σε εφαρμογή την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει", είναι η *Λευκή Βίβλος* της 9ης Φεβρουαρίου 2000 για την περιβαλλοντική ευθύνη. Η περιβαλλοντική ευθύνη

αποσκοπεί στην καθιέρωση της καταβολής ενός χρηματικού ποσού από το πρόσωπο το οποίο έχει προκαλέσει ζημιές στο περιβάλλον προς αποκατάσταση των ζημιών που έχουν προκληθεί. Για να εφαρμοστεί η αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης, πρέπει να μπορούν να εντοπιστούν οι ρυπαίνοντες, να μπορούν να ποσοτικοποιηθούν οι ζημιές και να αποδειχθεί η σχέση μεταξύ ρυπαίνοντα και ζημιών. Εξάλλου, η αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης δεν μπορεί να εφαρμοστεί όταν πρόκειται για γενικευμένη και διάχυτη ρύπανση (μεταβολές του κλίματος). Οι ρυπαίνοντες οφείλουν να επωμιστούν τις ζημιές που προκάλεσαν ρυπαίνοντας. Η εφαρμογή της εν λόγω μεθόδου θα παροτρύνει τα διάφορα μέρη να λάβουν περισσότερα μέτρα πρόληψης και θα μειώσει την ρύπανση.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τα στερεά απορρίμματα και τη διαχείρισή τους, η Κοινοτική στρατηγική καθορίζεται με μια σειρά Οδηγιών, οι πιο βασικές από τις οποίες είναι :

- Η Οδηγία 75/442/ΕΟΚ, για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων,
- Η Οδηγία 2000/76/ΕΚ, για την αποτέφρωση των αποβλήτων και
- Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ, για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, και φαίνονται αναλυτικότερα παρακάτω.

Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί της διαχείρισης στερεών απόβλητων

Τα μέτρα εφαρμόζονται σε κάθε ουσία ή αντικείμενο των οποίων ο κάτοχος απαλλάσσεται ή έχει την υποχρέωση να απαλλαγεί δυνάμει των εθνικών διατάξεων των κρατών μελών. Τα κράτη μέλη οφείλουν να απαγορεύουν την εγκατάλειψη, την απόρριψη και την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων-οφείλουν να προάγουν την πρόληψη της δημιουργίας, την ανακύκλωση και τη μεταποίηση των αποβλήτων, προκειμένου αυτά να επαναχρησιμοποιηθούν. Ενημερώνουν την Επιτροπή για κάθε σχέδιο κανονιστικών διατάξεων στις οποίες μπορεί να υπεισέλθει η χρήση προϊόντων, πηγή τεχνικών δυσκολιών και υπερβολικού κόστους διαθέσεως και που μπορεί να ενθαρρύνει την μείωση ποσοτήτων ορισμένων αποβλήτων, την επεξεργασία αποβλήτων με σκοπό την ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση, την εκμετάλλευση ποσοτήτων ενεργείας από

ορισμένα απόβλητα, τη χρήση φυσικών πόρων που μπορούν να αντικατασταθούν από υλικά ανακτήσεως.

Τα μέτρα προβλέπουν συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών για τη δημιουργία ολοκληρωμένου και καταλλήλου δικτύου εγκαταστάσεων διαθέσεως των αποβλήτων (λαμβάνομένων υπόψη των καλύτερων διαθέσιμων τεχνολογιών) που θα επιτρέψει στην Κοινότητα να καταστεί αυτάρκης όσον αφορά στη διάθεση των αποβλήτων της, και στα κράτη μέλη να τείνουν το καθένα χωριστά προς τον στόχο αυτόν. Το δίκτυο αυτό πρέπει να επιτρέπει τη διάθεση των αποβλήτων σε μία από τις πλησιέστερες εγκαταστάσεις που εγγυώνται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος.

Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι κάθε κάτοχος αποβλήτων τα διαθέτει σε ιδιωτικό ή δημόσιο φορέα αποκομιδής ή σε επιχείρηση τελικής διάθεσης, ή εξασφαλίζει ο ίδιος την τελική διάθεση, τηρουμένων των διατάξεων των μέτρων. Οι επιχειρήσεις ή οι εγκαταστάσεις που εξασφαλίζουν την επεξεργασία, αποθήκευση ή απόθεση στερεών αποβλήτων για λογαριασμό τρίτων, οφείλουν να λάβουν άδεια από την αρμόδια αρχή όσον αφορά ιδίως στον τύπο και στην ποσότητα των προς επεξεργασία αποβλήτων, στις γενικές τεχνικές προδιαγραφές, στις ληπτές προφυλάξεις. Οι αρμόδιες αρχές μπορούν, σε περιοδική βάση, να ελέγχουν την τήρηση

των εν λόγω προϋποθέσεων χορηγήσεως αδειας. Η ίδια εποπτεία της αρμόδιας αρχής ασκείται στις επιχειρήσεις μεταφοράς, αποκομιδής, αποθηκεύσεως, αποθέσεως ή επεξεργασίας των ιδίων στερεών αποβλήτων, καθώς και σε εκείνες που ασκούν τις εν λόγω δραστηριότητες για λογαριασμό τρίτων. Η οδηγία προσθέτει την υποχρέωση κατοχής αδειας για τα κέντρα αξιοποίησης και για τις επιχειρήσεις που διαθέτουν οι ίδιες τα δικά τους απόβλητα. Η δαπάνη για τη διάθεση των αποβλήτων βαρύνει τον κάτοχο ο οποίος παραδίδει στερεά απόβλητα σε φορέα αποκομιδής ή σε επιχείρηση και/ή τους προηγούμενους κατόχους ή τον παραγωγό του προϊόντος που παράγει απόβλητα σύμφωνα με την αρχή του "Ο ρυπαίνων πληρώνει". Οι αρμόδιες αρχές που ορίζουν τα κράτη μέλη για την εφαρμογή των μέτρων συντάσσουν ένα ή περισσότερα σχέδια διαχείρισης των αποβλήτων όπου αναφέρονται οι τύποι, οι ποσότητες και η προέλευση των αποβλήτων προς αξιοποίηση ή προς διάθεση, οι γενικές τεχνικές προδιαγραφές,

όλες οι ειδικές διατάξεις που αφορούν ειδικά απόβλητα, οι κατάλληλοι χώροι και εγκαταστάσεις για τη διάθεση.

Οδηγία 2000/76/εκ περί της αποτέφρωσης των αποβλήτων

Η Οδηγία 2000/76/ΕΚ, που αφορά στην αποτέφρωση των αποβλήτων εξεδόθη από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο.

Ο σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η πρόληψη ή ο περιορισμός, όσο είναι εφικτός, των αρνητικών επιδράσεων της αποτέφρωσης και της συναποτέφρωσης αποβλήτων στο περιβάλλον, ειδικότερα δε, της ρύπανσης δια των εκπομπών στον ατμοσφαιρικό αέρα, το έδαφος και τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, καθώς και των συνακόλουθων κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με την επιβολή αυστηρών συνθηκών λειτουργίας και τεχνικών απαιτήσεων και τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπών για τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων εντός της Κοινότητας, καθώς επίσης με την τήρηση των απαιτήσεων της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ.

Η παρούσα Οδηγία καλύπτει τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης και δίνονται οι απαιτούμενοι ορισμοί των παρακάτω εννοιών :

- Απόβλητα,
- Επικίνδυνα απόβλητα,
- Μεικτά αστικά απόβλητα,
- Μονάδα αποτέφρωσης,
- Μονάδα συναποτέφρωσης,
- Υφιστάμενη μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης,
- Ονομαστική δυναμικότητα,
- Εκπομπές,
- Οριακές τιμές εκπομπών,
- Διοξίνες και φουράνια,
- Φορέας εκμετάλλευσης,
- Άδεια και
- Υπολείμματα.

Επίσης, στην Οδηγία καθορίζονται:

- Οι απαιτούμενες λεπτομέρειες για τη διαδικασία υποβολής αίτησης και την χορήγηση αδειας, για την κατασκευή μονάδας αποτέφρωσης απορριμμάτων (άρθρο4).
- Οι απαραίτητες προφυλάξεις κατά την παράδοση και την παραλαβή των αποβλήτων, για την πρόληψη ή τον περιορισμό των αρνητικών επιδράσεων στο περιβάλλον. (άρθρο 5),
- Οι συνθήκες λειτουργίας. Οι μονάδες αποτέφρωσης λειτουργούν κατά τρόπο που διασφαλίζει βαθμό αποτέφρωσης τέτοιο ώστε οι ατμοσφαιρικές εκπομπές τους να μην προκαλούν σημαντική ατμοσφαιρική ρύπανση στην επιφάνεια του εδάφους. (άρθρο 6),
- Οι οριακές τιμές ατμοσφαιρικών ρύπων. Τα καυσαέρια των μονάδων δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται στο παράρτημα V (άρθρο 7),
- Η διαδικασία απόρριψης των υδάτων που προέρχονται από τον καθαρισμό των καυσαερίων, οι οριακές τιμές των οποίων δίνονται στο παράρτημα IV (άρθρο 8),
- Η διαχείριση των υπολειμμάτων (άρθρο 9),
- Η διαδικασία ελέγχου και παρακολούθησης της εγκατάστασης (άρθρο10),
- Οι μετρήσεις ατμοσφαιρικών ρύπων που απαιτούνται (άρθρο11),
- Οι τρόποι πρόσβασης στην πληροφόρηση και συμμετοχή του κοινού (άρθρο 12),
- Η αντιμετώπιση ασυνήθων συνθηκών λειτουργίας (άρθρο 13),
- Οι περιπτώσεις επανεξέτασης (άρθρο 14),
- Η διαδικασία υποβολής εκθέσεων (άρθρο 15),
- Οι τρόποι μελλοντικής αναπροσαρμογής της Οδηγίας (άρθρο 16),
- Η σύσταση κανονιστικής επιτροπής (άρθρο 17),
- Οι παλαιότερες οδηγίες που καταργούνται (άρθρο 18),
- Οι κυρώσεις (άρθρο 19),
- Οι μεταβατικές διατάξεις (άρθρο 20),
- Ο τρόπος υλοποίησης της Οδηγίας (άρθρο 21),
- Η έναρξη ισχύος (άρθρο 22) και

- Οι αποδέκτες της Οδηγίας (άρθρο 23).

Οδηγία 1999/31/εκ περί της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων

Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ, που αφορά στην υγειονομική ταφή των αποβλήτων εξεδόθη από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, αφού ελήφθησαν υπόψη όλες οι παλαιότερες Οδηγίες και τα σχετικά ψηφίσματα, καθώς και οι ανάγκες που οδήγησαν στη θέσπισή της.

Ο στόχος της παρούσας οδηγίας είναι, ο καθορισμός μέτρων, διαδικασιών και κατευθύνσεων για την κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ειδικότερα δε της ρύπανσης των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων, του εδάφους και της ατμόσφαιρας και των επιπτώσεων σε όλο το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και οποιουδήποτε κινδύνου προκύπτει για την υγεία του ανθρώπου από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής. Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ ολοκληρώνεται με τρία παραρτήματα, το περιεχόμενο των οποίων φαίνεται περιληπτικά παρακάτω:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι :

Το Παράρτημα Ι αφορά στις γενικές απαιτήσεις για όλες τις κατηγορίες χώρων ταφής. Εδώ καθορίζονται οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για :

1. Τον καθορισμό της θέσης του χώρου ταφής,
2. Τον έλεγχο των υδάτων και τη διαχείριση των στραγγισμάτων,
3. Την προστασία του εδάφους και των υδάτων,
4. Έλεγχος των αερίων,
5. Την ελαχιστοποίηση των οχλήσεων και των κινδύνων,
6. Την εξασφάλιση της σταθερότητας της μάζας των απορριμμάτων,
7. Την παρεμπόδιση των παράνομων αποθέσεων στο χώρο ταφής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ :

Το Παράρτημα ΙΙ αφορά στα κριτήρια και τις διαδικασίες αποδοχής των αποβλήτων

στους χώρους υγειονομικής ταφής. Εδώ διατυπώνονται οι γενικές αρχές αποδοχής

αποβλήτων στις διάφορες κατηγορίες χώρων ταφής, στις οποίες πρέπει να βασιζεται η μελλοντική διαδικασία κατάταξης των αποβλήτων, καθώς και οι κατευθυντήριες γραμμές

για τις προκαταρκτικές διαδικασίες αποδοχής αποβλήτων και τις σχετικές διαδικασίες δειγματοληψίας. Το Παράρτημα αυτό συμπληρώνεται με την απόφαση του Συμβουλίου της 19ης Δεκεμβρίου 2002 (2003/33/ΕΚ).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ :

Με αυτό το Παράρτημα καθορίζονται οι στοιχειώδεις διαδικασίες παρακολούθησης των χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους πρέπει να γίνεται τακτικός έλεγχος των μετεωρολογικών στοιχείων, των υδάτων, των στραγγισμάτων καθώς και των εκπεμπόμενων αερίων.

2.3.5.2 Ελληνική νομοθεσία

Κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένο να ενσωματώνουν στην εθνική τους νομοθεσία, τις Οδηγίες που εκδίδει το Ευρωπαϊκό συμβούλιο. Έτσι, και η Ελληνική νομοθεσία που αφορά στο περιβάλλον και την προστασία του, έχει συμμορφωθεί με τα μέτρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι Ελληνικοί νόμοι που αφορούν στη διαχείριση, την επεξεργασία και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων, είναι οι εξής:

- ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β/1986), που αφορά στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ,
- ΚΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993), που καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων,
- ΚΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358/Β/1996), που αφορά στα μέτρα για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων,
- ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997), περί της κατάρτισης πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων και
- ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997), όπου καθορίζεται ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β/1986)

Η Υπουργική αυτή Απόφαση αφορά στα στερεά αποβλήτα. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- ο Οι τρόποι ώστε να διασφαλισθεί ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η δημόσια υγεία και δεν δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον,
- ο Οι υπόχρεοι φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων (μαζί με τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματά τους),
- ο Ο σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων, που αποσκοπεί στη μελέτη και τον καθορισμό των μεθόδων διαχείρισης που πρέπει να εφαρμοσθούν,
- ο Η εκπόνηση και εφαρμογή του σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει την κατάρτιση προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων που πραγματοποιούνται και εξειδικεύονται στα πλαίσια του περιφερειακού σχεδιασμού,
- ο Ο τρόπος χορήγησης άδειας για διαχείριση στερεών αποβλήτων,
- ο Η έκδοση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων και τέλος
- ο Οι ποινικές και διοικητικές κυρώσεις που αφορούν όσους δεν τηρούν τις ισχύουσες διατάξεις.

ΚΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993)

Αφορά τον καθορισμό μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- ο Ότι οι εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων στις οποίες αναφέρεται η απόφαση είναι αυτές που η άδεια λειτουργίας τους χορηγήθηκε μετά την 1η Δεκεμβρίου 1990,
- ο Οι οριακές τιμές εκπομπών,
- ο Τα μέτρα και οι διαδικασίες τήρησης των οριακών τιμών εκπομπών,
- ο Οι απαιτούμενες μετρήσεις εκπομπών,
- ο Η αντιμετώπιση σε περιπτώσεις υπέρβασης των οριακών τιμών ή βλάβες,

- ο Ποιες είναι οι περιπτώσεις που μπορούν να υπάρξουν παρεκκλίσεις από τις διατάξεις του νόμου,
- ο Η διαδικασία ελέγχου των εγκαταστάσεων και τέλος
- ο Οι κυρώσεις στους παραβάτες των διατάξεων αυτής της απόφασης.

ΚΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358/Β/1996)

Αφορά τα μέτρα και τους όρους για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και την αντικατάσταση της υπ' αριθμόν 49541/1424/1986 Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ). Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- ο Το πεδίο εφαρμογής της απόφασης,
- ο Τα μέτρα διαχείρισης που προβλέπονται ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα, η υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον,
- ο Οι υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των υπόχρεων φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων,
- ο Οι γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων,
- ο Το πλαίσιο των τεχνικών προδιαγραφών και των γενικών προγραμμάτων διαχείρισης,
- ο Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων,
- ο Τα μέτρα και οι προϋποθέσεις για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων,
- ο Ο τρόπος εξυγίανσης και αποκατάστασης του χώρου μετά τον τερματισμό της λειτουργίας του,
- ο Ο τρόπος αποκατάστασης των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης ή αξιοποίησης,
- ο Οι υποχρεώσεις του κατόχου,
- ο Ποιοι είναι και πώς πρέπει να γίνονται οι έλεγχοι
- ο Ποιοι είναι υποχρεωμένοι να καταβάλουν δαπάνη διαχείρισης και τέλος
- ο Οι κυρώσεις για τους παραβάτες των διατάξεων αυτής της απόφασης

Επίσης περιλαμβάνονται και τα παρακάτω παραρτήματα:

ΠΙΑ: Κατηγορίες αποβλήτων,

ΠΙΒ: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων,

ΠΙΙΑ: Εργασίες Διάθεσης, Π ΙΙΒ: Εργασίες Αξιοποίησης,

ΠΙΠΑ:Στοιχεία για αδειοδότηση εγκαταστάσεων διάθεσης επαναξιοποίησης αποβλήτων.

ΚΥΑ 114218/97 & ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997)

Αφορά την κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων και τον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων προς εφαρμογή 2 της υπ' αριθμόν 69728/824/1996 ΚΥΑ. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- ο Πεδίο εφαρμογής της παρούσας απόφασης,
- ο Το πλαίσιο των τεχνικών προδιαγραφών διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΠΙ) και
- ο Το γενικό πρόγραμμα διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΠΙΙ)

Ο πίνακας Ι (ΠΙ) περιέχει:

- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές συλλογής-προσωρινής αποθήκευσης-μεταφοράς στερεών αποβλήτων,
- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές μεταφόρτωσης,
- ο Τους όρους και τα κριτήρια καταλληλότητας επιλογής θέσεων εγκατάστασης,
- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές για τα συστήματα διαλογής στην πηγή,
- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές για ΧΥΤΑ,
- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης,
- ο Τις τεχνικές προδιαγραφές διαχείρισης λυμάτων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Ο πίνακας ΙΙ (ΠΙΙ) περιέχει:

- ο Τις μορφές εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων και γενικά προγράμματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων
- ο Γενικά προγράμματα ανακύκλωσης
- ο Την διαδικασία ενημέρωσης, επιμόρφωσης και εκπαίδευσης του επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού για την παρακολούθηση λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ
- ο Πρόγραμμα καθαρισμού και αναβάθμισης τουριστικών ακτών

- ο Προγράμματα καθαρισμού ευαίσθητων περιοχών και τέλος
- ο Γενικά προγράμματα διαχείρισης απορριμμάτων που προέρχονται από γεωργική χρήση.

Όσον αφορά τον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων καθορίζονται:

- ο Από ποιους μπορεί να εφαρμοστεί (πεδίο εφαρμογής) η παρούσα απόφαση,
- ο Οι γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων,
- ο Ο σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (θέσπιση γενικών όρων καταλληλότητας και κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης και επιλογής των χώρων εγκαταστάσεων διάθεσης και αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων),
- ο Τα περιεχόμενα Μελέτης Προέγκρισης Χωροθέτησης,
- ο Το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) και τέλος
- ο Ο τρόπος με τον οποίο θα γίνεται η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα Δ.Α. και κοινωνική αποδοχή των εγκαταστάσεων.

2.3.6 Μεθοδοι Διαχείρισης

Οι σημαντικότερες μέθοδοι διάθεσης των στερεών απορριμμάτων είναι οι εξής:

- ~ Ανακύκλωση(διαχωρισμός με στόχο την ανάκτηση χρήσιμων υλικών όπως χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο)
- ~ Θερμική επεξεργασία με καύση ή πυρόλυση(καύση)
- ~ Ανακύκλωση(διαχωρισμός με στόχο την ανάκτηση χρήσιμων υλικών όπως χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο)

Υπάρχουν και δευτερεύουσες όπως είναι το πέταμα των σκουπιδιών στον Ωκεανό.

Τα πλεονεκτήματα είναι ανέξοδη, βολική και πηγή θρεπτικών ουσιών, καταφυγίου και αναπαραγωγής. Παρόλα αυτά υπάρχουν και σημαντικά μειονεκτήματα όπως είναι η επιβάρυνση του Ωκεανού η καταστροφή των πηγών τροφίμων η αφαλάτωση και η καταστροφή του πλαγκτόντος

Καθεμιά από τις παραπάνω μεθόδους διαφέρει ως προς τις :

1. Τις επιπτώσεις προς το περιβάλλον
2. Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας
3. Την ανάκτηση και εξοικονόμηση ενέργειας
4. Την ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων
5. Την ανάκτηση χρήσιμων υλικών

Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου διαχειρίσεις των απορριμμάτων εξαρτάται από τη σύσταση τους, έτσι γίνεται εξακρίβωση του περιεχομένου τους λαμβάνοντας ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα(1 % του συνολικού όγκου) το οποίο και αναλύεται, όπως έχει ήδη προαναφερθεί.

2.3.5.1 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση αντιμετωπίζεται πλέον σαν την πιο ορθολογική λύση στο πρόβλημα της διάθεσης των απορριμμάτων λόγω της συνεχής αύξησης του όγκου των απορριμμάτων, σε συνδυασμό με τη δυσχέρεια ανεύρεσης χώρων υγειονομικής ταφής. Η ανακύκλωση, σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους αξιοποίησης αποσκοπεί στο να μειώσει το συνολικό όγκο των προς τελική διάθεση κατά συνέπεια και το κόστος διάθεσης τους, να περιορίσει τις χωματερές αλλά και παράλληλα να οδηγήσει στην αξιοποίηση πρώτων υλών και ενέργειας, ένας εξίσου σημαντικός λόγος τη στιγμή μάλιστα που καταναλίσκονται αλόγιστα οι φυσικοί πόροι του πλανήτη.

Ονομάζουμε ανακύκλωση την επαναφορά των χρήσιμων υλικών στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Είναι μια διαδικασία, μια αποτελεσματική μέθοδος για τη διαχείριση απορριμμάτων, η οποία μπορεί και πρέπει να θεωρείται ως μια διέξοδος στο τεράστιο πρόβλημα αυτό. Απορρίμματα στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο συλλέγονται, διαλογίζονται και επαναφέρονται στα αρχικά τους υλικά για την επαναχρησιμοποίησή τους. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ανακύκλωση και αποτελεί σύγχρονη απαίτηση και αναπόσπαστο συστατικό της διαχείρισης των απορριμμάτων. Περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που έχουν σκοπό την ανάκτηση αυτών των υλικών και την προώθηση τους για την παραγωγή νέων προϊόντων. Είναι μια αλυσίδα ενεργειών που στοχεύουν:

- Στη φόρτιση το περιβάλλοντος με μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων , εφ' όσον ένα μέρος του βάρους των οικιακών απορριμμάτων αποτελεί ανακυκλώσιμα υλικά .
- Στην εξοικονόμηση ενέργειας, πρώτων υλών και συναλλάγματος. Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή ενός προϊόντος από πρώτη ύλη είναι πολλαπλάσια από ότι όταν αυτό παράγεται από παλιό υλικό π.χ στο γυαλί γίνεται οικονομία ενέργειας 30% ενώ στο αλουμίνιο μπορεί να

Μερικά οργανικά βιοαποικοδομήσιμα απορρίμματα μπορούν να θεωρηθούν ως «καθαρά υλικά» αφού μπορούν να ανακυκλωθούν, περιορίζοντας την χρήση των πρώτων υλών παραγωγής τους. Το χαρτί, τα χαρτόνια, οι χάρτινες σακούλες, οι χάρτινες συσκευασίες, οι εφημερίδες και τα περιοδικά, μπορούν να διαχωριστούν, να επεξεργαστούν κατάλληλα και ξαναγίνουν χαρτί. Αυτό ονομάζουμε ανακύκλωση χαρτιού. Το ίδιο μπορεί να γίνει με τα τεμάχια από ξύλο, ξύλινες συσκευασίες ή πριονίδια. Τα απορρίμματα αυτά μπορούν να διαχωριστούν ξεχωριστά για την παραγωγή άλλων προϊόντων από ξύλο. Η ανακύκλωση του γυαλιού, του αλουμινίου, των υφασμάτων και του πλαστικού είναι εξίσου σημαντικά.

Όλα τα πιο πάνω υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συσκευασία διαφόρων προϊόντων. Συσκευασία θεωρείται κάθε προϊόν, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά με σκοπό την προστασία, τη διακίνηση, τη διάθεση και την παρουσίασή τους από τον παραγωγό μέχρι τον χρήστη ή τον καταναλωτή. Ως συσκευασία θεωρούνται όλα τα είδη μιας ή πολλαπλής χρήσης που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό.

Σκοπός της συσκευασίας είναι:

- Η προστασία του προϊόντος από απώλειες, αλλοιώσεις και επιμολύνσεις
- Η άνεση και η ασφαλής μεταφορά του προϊόντος
- Η καλή εμφάνιση, το χαμηλό κόστος και η ευκολία στη χρήση του προϊόντος

Τα πιο πάνω βιοαποικοδομήσιμα απορρίμματα και πολλά άλλα μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Δυστυχώς όμως, τα οργανικά **απορρίμματα** που δεν αξιοποιούνται κατάλληλα και μολύνουν το περιβάλλον αλλά και τον ίδιο τον άνθρωπο είναι πολύ περισσότερα.

2.3.5.1.1 Ωφέλειες από την ανακύκλωση

Η μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται προς διάθεση, είτε για ταφή πρόκειται, είτε για καύση, συνεπάγεται και ταυτόχρονη μείωση της

ρύπανσης του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα αυξάνει η διάρκεια ζωής των χωματερών, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό τα τελευταία χρόνια δεδομένης της δυσκολίας ανεύρεσης χώρων για τέτοια χρήση. Ακόμη η εφαρμογή προγραμμάτων ανακύκλωσης δίνει τη δυνατότητα να απομακρύνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό επικίνδυνα και τοξικά υλικά από τα απορρίμματα πριν την τελική διάθεση τους. Η χρήση ανακυκλωμένων (δευτερογενών) υλικών σε αντικατάσταση πρωτογενών έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, αλλά και μείωση της ρύπανσης κατά την παραγωγική διαδικασία των νέων προϊόντων. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ωφέλειες που προκύπτουν αν αντικατασταθούν οι πρώτες ύλες με δευτερογενή υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση.

	Χαρτί	Γυαλί	Χαλκός	Αλουμίνιο
Ενέργεια (%)	23 - 74	4 - 32	47 - 74	90 - 97
Αέρια ρύπανση (%)	73 - 74	6 - 22	85 - 86	95
Ρύπανση νερών (%)	35	-	76	97
Χρήση νερού (%)	58 - 60	50	40	-

Πιν.3 Ωφέλειες από αντικατάσταση πρώτων υλών από υλικά ανακύκλωσης

2.3.6.Καύση

2.3.6.1. Γενικά

Η καύση των απορριμμάτων αποτελεί μία σημαντική εναλλακτική περίπτωση διαχείρισης απορριμμάτων, η οποία δεν έχει τύχει ακόμη καμιάς εφαρμογής στην Ελλάδα. Με τον όρο "Καύση Απορριμμάτων" δεν εννοείται βέβαια η ανεξέλεγκτη καύση διαφόρων ειδών απορριμμάτων σε ανεξέλεγκτες χωματερές ή υπαίθριους χώρους. Εννοείται η θερμική καταστροφή των καταλλήλων προς καύση απορριμμάτων σε ειδικές εγκαταστάσεις με ταυτόχρονη εκμετάλλευση της παραγομένης θερμότητας. Σε πολλές Ευρωπαϊκές Χώρες, και όχι μόνο, η καύση αποτελεί βασική μέθοδο επεξεργασίας απορριμμάτων και μάλιστα κερδίζει ολοένα και περισσότερους υποστηρικτές. Το γεγονός αυτό είναι φανερό στον Πίνακα 4, ο

οποίος παρουσιάζει τις ετήσιες ποσότητες απορριμμάτων που διατέθηκαν με τη μέθοδο της αποτέφρωσης. Επίσης, στον Πίνακα 5, φαίνεται ο αριθμός των εργοστασίων αποτέφρωσης που βρίσκονται σε λειτουργία σε διάφορες Ευρωπαϊκές Χώρες, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat).

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Ε.Ε	86.40	86.92	90.70	92.52	95.02	97.49	99.37	101.92
Βέλγιο	171.00	161.00	167.00	158.00	157.00	163.00	-	-
Δανία	294.11	307.75	315.06	312.38	314.67	351.97	397.07	389.32
Γερμανία	-	105.91	110.7	112.42	125.46	133.47	131.24	-
Ελλάδα	-	-	-	-	-	-	-	-
Ισπανία	-	-	-	75.48	61.26	43.39	37.09	-
Γαλλία	184.44	176.13	175.41	172.34	173.55	174.39	175.65	-
Ολλανδία	138.55	171.04	218.79	198.41	203.04	190.37	199.04	200.37
Αυστρία	53.61	53.51	55.16	54.49	56.42	59.36	-	-
UK	44.62	36.00	30.00	36.61	41.00	41.91	43.00	-
Νορβηγία	86.12	82.53	85.19	85.52	93.16	91.35	151.62	175.05
Σλοβακία	28.00	28.00	30.00	34.00	32.00	39.00	25.00	29.00
Η.Π.Α.	123.00	124.00	125.00	116.00	114.00	-	-	-
Ιαπωνία	108.00	-	96.00	90.00	86.00	-	-	-

Πίνακας 4: Ετήσιες ποσότητες απορριμμάτων που αποτεφρώθηκαν

ΧΩΡΑ	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΥΣΗΣ
Βέλγιο	9
Δανία	68
Γερμανία	154
Ελλάδα	-
Ισπανία	13
Γαλλία	305
Ολλανδία	14
Αυστρία	9
Ιταλία	164
Νορβηγία	9
Σλοβακία	92

Πίνακας 5: Εργοστάσια καύσης στην Ευρώπη

2.3.6.2.Ενεργειακό περιεχόμενο απορριμμάτων

Γενικά, τα απορρίμματα από την πλευρά της δυνατότητας καύσης τους μπορούν να καταταγούν σε δύο κατηγορίες: αυτά που μπορούν να καούν όπως τα ζυμώσιμα υλικά, πλαστικό, χαρτί, ξύλο, ελαστικά, δέρμα, υφάσματα, κ.α., και αυτά που δεν καίγονται όπως το γυαλί, τα μέταλλα, τα αδρανή, κ.α. Η περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε υγρασία και τέφρα, καθώς και σε καύσιμη ύλη, εξαρτώνται από τη σύσταση των απορριμμάτων, το είδος δηλαδή των διαφόρων υλικών που περιέχονται σε αυτά. Η στοιχειακή ανάλυση των οικιακών απορριμμάτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.

ΥΛΙΚΑ	C	H	O	N	Cl	S	H ₂ O	Τέφρα
Εφημερίδες	36,62	4,66	31,76	0,11	0,11	0,19	25,00	1,55
Βιβλία Περιοδικά	32,93	4,64	32,85	0,11	0,13	0,21	16,00	13,13
Υπόλοιπα Χαρτιά	32,41	4,51	29,91	0,31	0,61	0,19	23,00	9,06
Πλαστικά	56,43	7,79	8,05	0,85	3,00	0,29	15,00	8,59

ΥΛΙΚΑ	C	H	O	N	Cl	S	H ₂ O	Τέφρα
Ελαστικά , Δέρμα	43,09	5,37	11,57	1,34	4,97	1,17	10,00	22,49
Ξύλο	41,20	5,03	34,55	0,24	0,09	0,07	16,00	2,82
Υφάσματα	37,23	5,02	27,11	3,11	0,27	0,28	25,00	1,98
Υπολείμματα Κήπων	23,29	2,93	17,54	0,89	0,13	0,15	45,00	10,07
Υπολείμματα Κουζίνας	17,93	2,55	12,85	1,13	0,38	0,06	60,00	5,10
Μέταλλα	4,31	0,60	3,94	0,05	0,07	0,01	5,00	85,97
Γυαλί , Κεραμικά	0,50	0,07	0,35	0,03	0,01	0,00	2,00	97,04

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Στοιχεία ανάλυσης διαφόρων συστατικών των απορριμμάτων

Η συμμετοχή του χαρτιού - χαρτονιού σε βαρέα μέταλλα είναι σχετικά χαμηλή . Οι τοξικές ουσίες προέρχονται από τα πρόσθετα , τα βοηθητικά υλικά και τα πιγμέντα . Τα πρόσθετα υλικά είναι ορυκτά (καολίνες - πηλός , κλπ .) ή συνθετικά

(διοξειδίο του τιτανίου , υδροξείδιο του αλουμινίου , κλπ). Επίσης χαμηλή είναι και η τιμή του υδραργύρου ο οποίος προέρχεται από τα βοηθητικά υλικά . Το χαρτί - χαρτόνι αποτελεί την κύρια πηγή για το φθόριο και το θείο . Υπολογίζεται ότι το 50% του φθορίου και το 24% του θείου προέρχεται από την ομάδα αυτή των υλικών. Τα πλαστικά αποτελούν τη βασική πηγή για το χλώριο, το κάδμιο, θείο, μόλυβδο, φθόριο και υδράργυρο, τα οποία βρίσκονται στους σταθεροποιητές και τα πιγμέντα. Το κάδμιο, όταν χρησιμοποιείται ως μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων η υγειονομική ταφή, δεν υπάρχει μμεγάλο πρόβλημα στα στραγγίσματα, σε αντίθεση με την καύση όπου π .χ. τα πιγμέντα διασπώνται σε θερμοκρασία 600 °C.

Στην κατηγορία των ζυμώσιμων (λαχανικά, φρούτα, τροφές) υπάρχουν κυρίως τα βαρέα μέταλλα Cu, Pb, Zn, Cd, Hg. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί όταν αναμιγνύονται τα οικιακά, τα κλαδιά και τα φύλλα που προέρχονται από κήπους. Οι μεγαλύτερες ποσότητες Zn (25 %), F (30 %), και S (19 %) βρίσκονται στα απορρίμματα αυτής της κατηγορίας. Ο βαθμός εκπομπής των επικίνδυνων ουσιών εξαρτάται από τις συνθήκες καύσης και την κινητικότητα των αερίων. Οι συνθήκες αυτές μμπορούν να προσδιορισθούν εκτός από την σύνθεση των απορριμμάτων, από τη θερμοκρασία και τη λειτουργία της μονάδος. Σε σύγκριση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχουν τα απορρίμματα στην Ελλάδα με τα απορρίμματα άλλων χωρών, στα Ελληνικά απορρίμματα παρουσιάζονται χαμηλές τιμές του Pb, Zn και Cu σε αντίθεση με τις υψηλές τιμές στο Cd. Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε μέταλλα των διαφόρων συστατικών των απορριμμάτων

Υλικό	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Na	Pb	Zn
Χαρτί	2	100	2000	0,1	75	1550	125	375
Πλαστικά	14	525	3875	0,4	100	1475	800	975
Ζυμώσιμα	4	575	7025	2	300	3575	900	750
Σκόνες	3	27	12050	0,3	625	2500	550	1125

Πίνακας 7: Περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε μέταλλα.

Η καύση και γενικότερα η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων, συνδέεται με το ποσό της θερμότητας που μπορεί να εκλυθεί κατά την καύση τους. Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση της μονάδας μάζας ενός υλικού εκφράζεται ως η θερμογόνος δύναμη του υλικού αυτού. Ανάλογα με τη φυσική κατάσταση των υδρατμών που παράγονται κατά την καύση, η θερμογόνος δύναμη αναφέρεται ως ανώτερη (οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε υγρό) και σε κατώτερη (οι υδρατμοί παραμένουν στην αέρια φάση). Η θερμογόνος δύναμη ενός υλικού εξαρτάται από την περιεκτικότητά του στα βασικά καύσιμα στοιχεία , που είναι ο άνθρακας και το υδρογόνο και σε μικρότερο ποσοστό το θείο.

Σημαντικές παραμέτρους για τη δυνατότητα καύσης ενός υλικού , αποτελούν η περιεκτικότητά του σε υγρασία και τέφρα. Η υγρασία (στην ουσία το νερό) που περιέχεται στα απορρίμματα αποτελεί εμπόδιο για την εύκολη καύση τους επειδή απαιτεί σημαντικό ποσό ενέργειας για να απομακρυνθεί ώστε να μπορέσουν τα απορρίμματα να καούν και να αποδώσουν το θερμικό φορτίο που περιέχουν . Από την άλλη , η τέφρα αποτελείται από ανόργανα συστατικά που περιέχονται στα απορρίμματα (μέταλλα, γυαλί, και άλλα αδρανή όπως χώμα) τα οποία δε μπορούν να καούν , και επιπρόσθετα θα πρέπει να απομακρυνθούν από το χώρο στον οποίο γίνεται η καύση των απορριμμάτων .

Η θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση :

$$A\Theta\Delta=80,8C+344(H-O/8)+25S$$

Όπου ΑΘΔ: η ανώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)

C : η περιεκτικότητα % σε άνθρακα,

H : η περιεκτικότητα % σε υδρογόνο,

O : η περιεκτικότητα σε οξυγόνο,

S : η περιεκτικότητα σε θείο.

Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη υπολογίζεται αφαιρώντας από την ανώτερη θερμογόνο δύναμη τη λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης των υδρατμών

$$K\Theta\Delta= A\Theta\Delta-580(H+W)$$

Όπου ΚΘΔ: η κατώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)

H : η περιεκτικότητα % σε υδρογόνο και

W : η περιεκτικότητα % σε υγρασία.

Η θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων, μπορεί επομένως να εκτιμηθεί με βάση τη μέση σύσταση των απορριμμάτων και τη μέση θερμογόνο δύναμη της κάθε κατηγορίας.

Έτσι, ο Πίνακας 8 δίνει στοιχεία σχετικά με το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων της Ελλάδας.

Υλικά	Περιεκτικότητα, % κ .β .	Κατώτερη Κ.Θ.Δ. kcal/kg	Ενέργεια στα 100 kg, kcal	Συμμετοχή στην ενέργεια, %
Χαρτί	20.0	3.960	79.300	32.3
Πλαστικά	8.5	7.700	65.450	26.7
Ζυμώσιμα	49.0	1.100	53.900	22.0
Γυαλί	4.5	33	748	-
Μέταλλα	4.5	165	742	-
Δέρμα, Ξύλο, Υφασμα	3.0	4.400	13.200	5.4
Αδρανή	5.0	30	150	-
Υπόλοιπα	5.5	5.770	31.735	12.9

Πίνακας 8: Θερμογόνος δύναμη και ενεργειακά στοιχεία στα Ελληνικά οικιακά απορρίμματα.

Τα απορρίμματα καίγονται όταν η περιεκτικότητά τους σε νερό δεν ξεπερνά το 50%, η περιεκτικότητα σε τέφρα το 60% και η καύσιμη ύλη να είναι τουλάχιστον 25%, δηλαδή όταν η κατώτερη θερμογόνος δύναμή τους είναι 3.350 kJ/kg.

2.3.6.3 Διαδικασία καύσης απορριμμάτων

Καύση είναι η διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνεται οξείδωση των απορριμμάτων σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία οξυγόνου. Κατά τη διαδικασία αυτή τα απορρίμματα αποσυντίθενται θερμικά με παρουσία περίσσειας αέρα. Τη διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων επηρεάζουν οι ακόλουθοι παράμετροι :

- η ομοιογένεια,
- το μέγεθος των κόκκων ή τεμαχίων καθώς και η κατανομή τους,
- η ειδική επιφάνειά τους,

- η θερμική τους αγωγιμότητα,
- η θερμοκρασία ανάφλεξης,
- η δυνατότητα αποθήκευσης,
- το ειδικό βάρος,
- η θερμογόνος δύναμη της καύσιμης ύλης,
- η ποσοτική σύνθεση της καύσιμης ύλης , τέφρα και νερό,
- η περιεκτικότητα σε πτητικά,
- η περιεκτικότητα σε επικίνδυνες ουσίες και
- το σημείο τήξης της τέφρας

Η ειδική επιφάνεια και η αγωγιμότητα επηρεάζουν την ταχύτητα της θερμικής διαδικασίας. Η επίδραση αυτών των παραμέτρων είναι δύσκολο να προσδιορισθεί, λόγω της ανομοιογένειας του υλικού. Η θερμοκρασία ανάφλεξης επηρεάζει την ικανότητα αντίδρασης και αυξάνεται από την περιεκτικότητα σε πτητικά. Η θερμοκρασία ανάφλεξης υπολογίζεται στους 400°C. Η πυκνότητα των απορριμμάτων εξαρτάται από την υγρασία τους και κυμαίνεται στην περιοχή 150 - 350 kg/m³. Η περιεκτικότητα σε τέφρα των οικιακών απορριμμάτων κυμαίνεται στην περιοχή 26-33 % κ.β. Η υγρασία των απορριμμάτων είναι 25 - 50 % κ.β. Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 5, η θερμογόνος δύναμη ξεπερνά τις 2400 kcal/kg.

Η καύση ακολουθεί τέσσερις φάσεις:

- Τη φάση ξήρανσης με εξάτμιση νερού
- Τη φάση αξιοποίησης των οργανικών ουσιών
- Τη φάση αεριοποίησης και καύσης του ανθρακικού καταλοίπου
- Τη φάση της αποτέφρωσης, όπου οξειδώνονται πλήρως τα αέρια που προήλθαν από τις προηγούμενες φάσεις.

Ωστόσο πριν από την καύση πρέπει να προηγηθούν ορισμένες προεπεξεργασίες όπως :

- Ομογενοποίηση των απορριμμάτων. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη και πραγματοποιείται μέσα στο φούρνο, μέσω κινητών προωθούμενων εσχάρων ή μέσω θραύσης των απορριμμάτων .
- Ενδεχομένη διαλογή. Αφαίρεση του σιδήρου μέσω μαγνητών, καθώς και άλλων αξιόλογων υλικών .
- Λιπασματοποίηση. Μπορεί να γίνει συνδυασμός μιας εγκατάστασης

Λιπασματοποίησης και ενός αποτεφρωτήρα.

Η καύση μπορεί να ακολουθηθεί από μεταγενέστερες επεξεργασίες όπως :

- Η εξουδετέρωση μέσω καύσης, ορισμένων πτητικών οργανικών ουσιών πριν την έξοδό τους στην ατμόσφαιρα. Αυτή γίνεται σε ένα δεύτερο θάλαμο στο επάνω μέρος του φούρνου εξοπλισμένου με καυστήρα , μετά από έγχυση αέρα,
- Η ψύξη με νερό των πυρακτωμένων σταχτών που βγαίνουν από το φούρνο, που απαιτεί ακολούθως καθαρισμό του χρησιμοποιηθέντος νερού (καθίζηση),
- Η αποκονίωση και ο καθαρισμός των αερίων της καύσης,
- Η ανάκτηση της θερμότητας, για την παραγωγή θερμού νερού ή ατμού.

Η ξήρανση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται με την έκθεσή τους σε θερμοκρασία 100 °C περίπου. Η απαιτούμενη για την ξήρανση θερμότητα εξαρτάται από τη σύνθεση των απορριμμάτων και φυσικά από την περιεκτικότητα σε υγρασία. Η θερμική διάσπαση των οργανικών ενώσεων επιτυγχάνεται στους 250 - 900 °C. Κατά την θερμική διάσπαση απομακρύνονται τα πτητικά υλικά. Η εξαερίωση περιλαμβάνει την μετατροπή των ανθρακούχων υλικών σε, κάτω από υψηλές θερμοκρασίες σε αέριο καύσιμο υλικό. Η θερμοκρασία σε αυτή την ζώνη είναι 800 - 1150 °C και σε κα μια περίπτωση δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 1150 °C. Όταν γίνεται υπέρβαση της θερμοκρασίας αυτής δημιουργείται πρόβλημα από την τήξη της τέφρας και το κόλλημα των εσχάρων . Η κύρια καύση περιλαμβάνει την πλήρη οξείδωση των αποβλήτων σε νερό , διοξείδιο του άνθρακα , οξείδια του θείου και του αζώτου. Μια βασική παράμετρος στην αποτέφρωση είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης που για τα απορρίμματα συνήθως κυμαίνεται γύρω στους 400 °C. Προκειμένου να επιτευχθεί πλήρης καύση των στερεών αποβλήτων είναι απαραίτητες οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

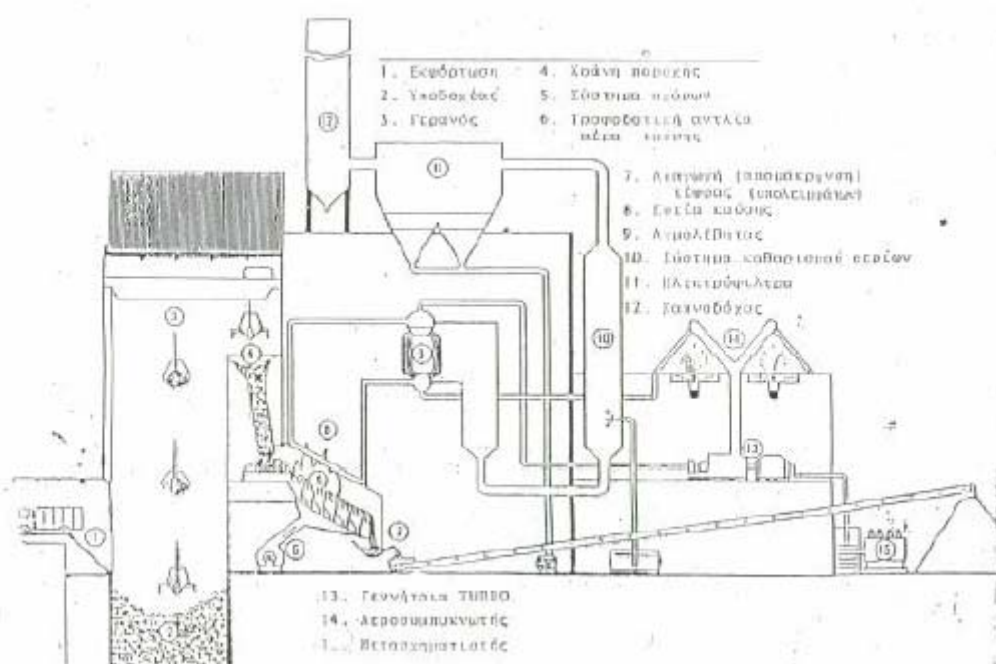
1. αρκετό καύσιμο υλικό και οξειδωτικό μέσο (O₂) στην εστία καύσης
2. εφικτή (από τα συγκεκριμένα κάθε φορά μέσα) θερμοκρασία ανάφλεξης
3. σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)
4. συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση
5. συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης (άκαυστα υλικά)
6. διατήρηση κατάλληλης θερμοκρασίας στον κλίβανο
7. τυρβώδης ροή των αερίων
8. επαρκής χρόνος παραμονής των αποβλήτων στην περιοχή καύσης

9. δημιουργία τύρβης και ανακίνηση των απορριμμάτων

2.3.6.4 Τα Προϊόντα της Καύσης

Τα προϊόντα της διαδικασίας αποτέφρωσης είναι τα ακόλουθα :

- απαέρια (ατμοί νερού, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο και οξείδια του αζώτου, οξείδια του θείου, μεταλλικά και μη μεταλλικά οξείδια και οξέα) που μετά τον καθαρισμό τους(με καταιονισμό νερού) είναι κατάλληλα για διάθεση στην ατμόσφαιρα,
- ανόργανη τέφρα από την οποία με περαιτέρω επεξεργασία μπορεί να γίνει ανάκτηση υλικών. Το σκραπ που είναι δυνατόν να ανακτηθεί είναι περίπου το 2,5% της ποσότητας των τροφοδοτούμενων απορριμμάτων. Η τελικά προκύπτουσα τέφρα χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό για δομικές χρήσεις, όπως για παράδειγμα στην οδοποιία, τοιμεντοβιομηχανία, είτε οδεύει προς υγειονομική ταφή,
- υγρό απόβλητο αποτέλεσμα των διαδικασιών σβέσης της τέφρας και ψύξης των αερίων και
- θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού ή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 1. Μονάδα καύσης οικιακών απορριμμάτων.

Η θερμοκρασία στο χώρο καύσης είναι συνήθως μεταξύ 300-1200 OC. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες αποφεύγονται γιατί προκαλείται μερική τήξη της στάχτης που επικολλάται πάνω στα τοιχώματα και δημιουργούν προβλήματα σκωρίας. Η διαφορετική σύνθεση των απορριμμάτων από εποχή σε εποχή ή ακόμη και από περιοχή σε περιοχή ως και η ποσότητα τους μέσα στο θάλαμο καύσης έχουν σαν αποτέλεσμα τον διαφορετικό χρόνο παραμονής τους. Για να γίνει πλήρης καύση, τα απορρίμματα πρέπει να παραμείνουν στο θάλαμο καύσης από μία μέχρι 3 ώρες και 30 λεπτά. Επειδή πολλές από τις οργανικές ενώσεις που περιέχουν τα απορρίμματα είναι οργανικά ασταθείς, ελευθερώνονται πολλά επιβλαβή αέρια. Τα αιωρούμενα σωματίδια θεωρούνται πολύ επικίνδυνα διότι μπορεί να μεταφέρουν οργανικές ουσίες επικίνδυνες για τον άνθρωπο, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα. Η συνήθης τιμή εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων είναι 15LP/t. Η εκπομπή μπορεί να αντιμετωπισθεί μειώνοντας την ταχύτητα του αέρα κατά την είσοδό του ή με ανάμιξη των απορριμμάτων, αλλά αυτό πιθανώς να δημιουργήσει προβλήματα στην καύση.

2.3.6.5 Πλεονεκτήματα καύσης

Η καύση αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους διάθεσης αστικών αποβλήτων εδώ και πολλά χρόνια, ενώ έχει εφαρμοστεί σε πολλές χώρες και αυτό λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων της, τα οποία απαριθμούνται παρακάτω :

- Με την καύση των οικιακών απορριμμάτων επιτυγχάνεται μείωση του αρχικού όγκου τους κατά 70-80% και του αρχικού βάρους κατά 40% επιτυγχάνοντας σε ικανοποιητικό βαθμό έναν από τους βασικούς στόχους όλων των μεθόδων ανάκτησης υλικών ή ενέργειας από τα απορρίμματα, την ελαχιστοποίηση δηλαδή των απορριμμάτων που οδηγούνται προς ταφή. Αυτό οδηγεί στο να θεωρείται η καύση ως η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος σε ορισμένες πυκνοκατοικημένες (αλλά χωρίς προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης) περιοχές του εξωτερικού όπου είναι δύσκολο να ευρεθεί χώρος υγειονομικής ταφής ακόμα και μακριά από κατοικημένες περιοχές.

Πέρα απ' αυτό η καύση, με ορισμένες παραλλαγές ως προς την προαναφερθείσα είναι η **μόνη ενδεδειγμένη και υποχρεωτική μέθοδος ασφαλούς διάθεσης του**

πλέον μολυσματικού μέρους των αστικών απορριμμάτων, των μολυσματικών δηλαδή νοσοκομειακών απορριμμάτων τα οποία σύμφωνα και με την ισχύουσα νομοθεσία πρέπει να συλλέγονται και να διατίθενται χωριστά από τα υπόλοιπα αστικά απορρίμματα.

- Η παραγωγή ενέργειας (από την ανάκτηση της θερμότητας των παραγόμενων καυσαερίων) είναι επίσης ένα από τα πολύ θετικά στοιχεία της μεθόδου προς την κατεύθυνση επίλυσης των ενεργειακών προβλημάτων του πλανήτη.

2.3.6.6 Μειονεκτήματα καύσης

Ωστόσο, η μέθοδος της καύσης των απορριμμάτων, παρουσιάζει και αρκετά μειονεκτήματα, τα οποία είναι ιδιαίτερα σημαντικά, όπως :

- Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των εγκαταστάσεων καύσης και το οποίο περιορίζει σημαντικά της δυνατότητες εφαρμογής της, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των ρυπαντών εξαρτώνται βέβαια από τη σύσταση των οικιακών απορριμμάτων που ποικίλει από χώρα σε χώρα. Κατά μέσο όρο όμως και σε ότι αφορά το HCl και τα αιωρούμενα σωματίδια, αυτά βρίσκονται σε αισθητά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τις ποσότητες που εκλύονται από την καύση θερμικά ισοδύναμης ποσότητας άνθρακα. Το υδροχλώριο οφείλεται στην παρουσία του PVC στα απορρίμματα και εκτός από τα προβλήματα ρύπανσης, δημιουργεί και διάβρωση της εγκατάστασης. Επίσης, από την καύση του PVC εκλύεται και η διοξίνη που είναι τοξικότατη ουσία. Η σκόνη, αν και βρίσκεται σε μικρότερη αρχική συγκέντρωση στα καυσαέρια, χαρακτηρίζεται από περιεκτικότητα μεγάλου ποσοστού βαρέων μετάλλων και είναι δύσκολο να συγκρατηθεί αποτελεσματικά, λόγω του μεγέθους των σωματιδίων. Τα οξείδια του αζώτου και του θείου βρίσκονται συνήθως σε συγκεντρώσεις ίσες ή μικρότερες από τις αντίστοιχες των συμβατικών καυσίμων. Πρέπει επίσης να τονισθεί ότι η υψηλή τοξικότητα της υπάμενης τέφρας αναγνωρίζεται πλέον σήμερα ακόμα και από τους πιο ένθερμους υποστηρικτές της καύσης, ενώ τα υπολείμματα της καύσης

στην πράξη αντιμετωπίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα από τους διαχειριστές των χώρων ταφής όπου καταλήγουν.

Για την κατασκευή λοιπόν μιας σύγχρονης εγκατάστασης καύσης που να περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέσα, για τον περιορισμό σε ανεκτά επίπεδα όλων αυτών των αέριων ρυπογόνων εκπομπών, μέσα στα αυστηρότατα πλαίσια που καθορίζονται από την Οδηγία 2000/76/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκύπτουν τεράστιες δαπάνες εγκατάστασης και λειτουργίας.

- Η μέση περιεκτικότητα των Ελληνικών αστικών απορριμμάτων σε υγρασία κυμαίνεται από 55% και τους θερινούς μήνες φτάνει στο 65%, ενώ σε στερεές καύσιμες ύλες μετά βίας φτάνει το 30%. Το μεγάλο αυτό ποσοστό υγρασίας και η μικρή θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων αυτών (1000-1200 kcal/kg), απαιτούν την καύση μεγάλων αναλογικά ποσοτήτων πετρελαίου για να επιτευχθεί η καύση των απορριμμάτων, με αποτέλεσμα να καθιστούν τη μέθοδο ασύμφορη τουλάχιστο για την ανάκτηση ενέργειας.
- Μια μονάδα καύσης, όσο καλά κι αν κατάφερνε να προσαρμοστεί στις ελληνικές συνθήκες, πέρα από το σημαντικό υλικό κόστος λειτουργίας, θα είχε και προβλήματα από την πολύ έντονη εποχιακή διακύμανση της φυσικής σύνθεσης των απορριμμάτων.
- Επίσης, είναι απαραίτητη η ύπαρξη έκτασης γης κοντά στο χώρο των εγκαταστάσεων καύσης για την υγειονομική ταφή της τέφρας με, ανάλογα της τοξικότητάς της, μέτρα ασφαλούς διάθεσης. Ο χώρος αυτός θα πρέπει να μπορεί να δέχεται και ολόκληρη την ποσότητα των απορριμμάτων σε περίπτωση βλάβης της εγκατάστασης.
- Οι πιθανότητες βλάβης της εγκατάστασης καύσης είναι αρκετά μεγάλες εξαιτίας του χαρακτήρα του καυσίμου (διαβρωτικό, ογκώδες κλπ), γεγονός που συνεπάγεται πρόσθετη οικονομικά επιβάρυνση για τη συντήρηση και τις επισκευές της.

2.3.6.7Η ευρωπαϊκή εμπειρία. Το εργοστάσιο καύσης των Βρυξελλών

Το εργοστάσιο εξυπηρετεί το δήμο των Βρυξελλών και τους υπόλοιπους 18 γειτονικούς δήμους που αποτελούν όλοι μαζί την πόλη των Βρυξελλών. Η δυναμικότητα της μονάδας είναι 70 τόνοι / ώρα και η ετήσια ποσότητα απορριμμάτων που καίγονται φτάνει τους 450.000 τόνους. Η μονάδα άρχισε να κατασκευάζεται στο τέλος του 1982 και η τμηματική του λειτουργία (λειτουργία 1ου φούρνου) άρχισε την 1η Ιουλίου 1985. Σε πλήρη δυναμικότητα η εγκατάσταση άρχισε να λειτουργεί την 1η Ιανουαρίου 1986. Πρόκειται για μια μονάδα που ανακτά ενέργεια μετατρέποντας τη θερμότητα σε ηλεκτρική ενέργεια 200.000.000 kWh / έτος, από απορρίμματα με θερμογόνο δύναμη 2.000 Kcal / kg. Η συνολική παραγωγή ατμού είναι 940.000 τόνοι / έτος, με θερμοκρασία 400°C, που αντιστοιχεί με 200.000.000 kWh ηλιακής ενέργειας, που όμως δεν πραγματοποιείται στο σύνολό της για λόγους ανεξάρτητους της μονάδας καύσης. Η όλη εγκατάσταση αποτελείται από τρεις φούρνους δυναμικότητας 23 τον / ώρα ο καθένας, που λειτουργούν παράλληλα στο τμήμα από την κοινή τάφρο υποδοχής μέχρι την κοινή καπνοδόχο, ενώ υπάρχει πρόβλεψη για την μελλοντική προσθήκη ενός ακόμη φούρνου.

Όσον αφορά τα εκπεμπόμενα αέρια, του εργοστασίου, αυτά περιέχουν :

- Ιπτάμενη τέφρα : μέγιστη τιμή 50 mg/Nm³,
- Μονοξείδιο του άνθρακα : μέγιστη τιμή 0,1% και
- Οξυγόνο : πάνω από 7%

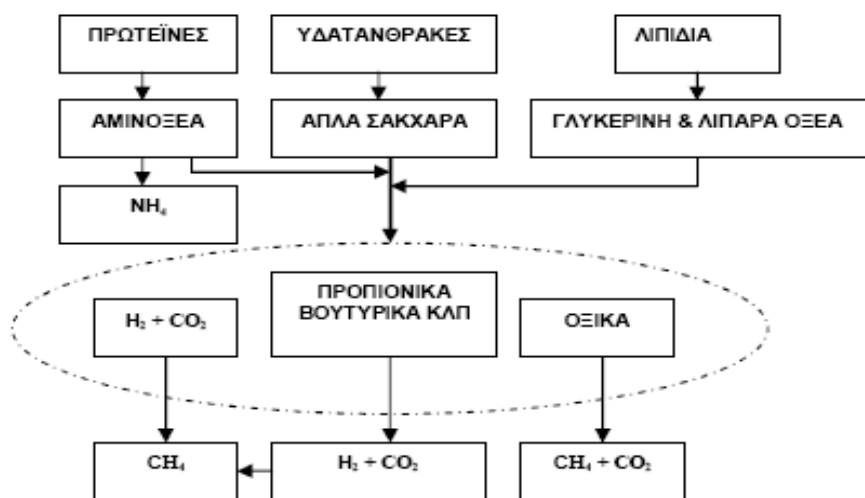
Ο θόρυβος που παράγεται, μετρημένος σε απόσταση 50m από τις εγκαταστάσεις του εργοστασίου, είναι 50dBa. Τέλος, η μονάδα βρίσκεται μέσα στον οικιστικό ιστό των Βρυξελλών, δίπλα στο κανάλι Willebroek, από το οποίο και υδροδοτείται. Η μονάδα λειτουργεί σε 24ωρη βάση (3 βάρδιες) και απασχολεί προσωπικό 50 ατόμων. Δηλώθηκε ότι το κόστος λειτουργίας φτάνει περίπου τα 20-25 €/τόνο.

2.4.Υγειονομική Ταφή Απορριμμάτων

2.4.1Αναερόβια Χώνευση

Το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων, αμέσως μετά τη διάθεσή του και αφού οι συνθήκες γίνουν αναερόβιες, αρχίζει να αποδομείται από ένα πλήθος βακτηρίων και να μετατρέπεται τελικώς σε διοξείδιο του άνθρακα(CO₂) και μεθάνιο(CH₄). Εντούτοις, οι μικροβιακές διεργασίες, που μετατρέπουν τον οργανικό άνθρακα

των απορριμμάτων, είναι μάλλον πολύπλοκες. Στο διάγραμμα που ακολουθεί, γίνεται μια παρουσίαση της συνολικής διεργασίας.



Διάγραμμα 2: Υπόστρωμα και βασικές βακτηριακές ομάδες που περιλαμβάνονται στο οικοσύστημα παραγωγής μεθανίου

Στο διάγραμμα αυτό, φαίνεται ότι η αναερόβια αποδόμηση, μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο τα στερεά και σύνθετα δυσδιάλυτα οργανικά υλικά, υδρολύονται και ζυμώνονται από κατάλληλα βακτήρια σε οργανικά οξέα, αλκοόλες, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Στο δεύτερο στάδιο, μια ομάδα οξεοπαραγωγών βακτηρίων, μετατρέπει τα προϊόντα του πρώτου σταδίου σε οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Μια τελευταία ομάδα βακτηρίων, τα μεθανοπαραγωγά, τροφοδοτείται από τα οξέα των οξυγενών που στη συνέχεια μεταβολίζει σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, δηλαδή βιοαέριο. Αυτό συμβαίνει, είτε μέσω των «οξύφυλων» βακτηρίων που μετατρέπουν το οξικό οξύ σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, είτε μέσω των «υδρογονόφιλων» βακτηρίων που μετατρέπουν το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα σε μεθάνιο επίσης.

Η ύπαρξη λοιπόν, οργανικών στερεών και νερού αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία ενός μικροβιακού οικοσυστήματος με διάφορες ομάδες μικροβίων συμβιωτικά δεμένες μεταξύ τους με τροφική αλυσίδα που αρχίζει στο οργανικό στερεό και καταλήγει σε βιοαέριο. Αυτό ακριβώς, αποτελεί την καύσιμη ύλη που εκμεταλλευόμαστε στην ενεργειακή αξιοποίηση στερεών οργανικών αποβλήτων, όπως τα απορρίμματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.ΧΥΤΑ

3.1Γενικά

Η υγειονομική ταφή είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπίεζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας. Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση αδρανούς υλικού πάχους 0,60 m περίπου και μετά στρώμα χώματος κατάλληλο για δενδροφύτευση, ώστε να αποκατασταθεί τελικά το τοπίο.

Οι χώροι υγειονομικής ταφής δεν πρέπει να συγχέονται με τους χώρους ανεξέλεγκτης απόρριψης, φαινόμενο ιδιαίτερα συχνό στη χώρα μας, οι οποίοι αποτελούν εστίες ρύπανσης του περιβάλλοντος και πηγές ανάφλεξης. Αντίθετα η υγειονομική ταφή είναι όχι απλώς μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης αλλά επίσης ένας άριστος τρόπος για την αξιοποίηση ακρήστων χώρων και για την περιβαλλοντική τους αποκατάσταση. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής προϋποθέτει την εφαρμογή μιας σειράς επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών αρχών. Οι ποσότητες των απορριμμάτων που καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και ο αριθμός των χώρων που υπάρχουν σε αυτές δίνονται στους Πίνακες 9 και 10, αντίστοιχα.

	1997	1998	1999	2000	2001
Δανία	65,21	67,42	67,94	66,60	54,59
Γερμανία	215,58	199,02	179,83	165,06	147,99
Ελλάδα	337,57	353,79	369,32	384,29	393,86
Γαλλία	248,92	249,27	244,92	240,70	235,27
Ιταλία	369,60	360,47	376,99	378,91	345,74
Αυστρία	186,67	183,64	192,14	182,41	-
Πορτογαλία	273,86	316,38	361,51	334,37	-
Φιλανδία	281,35	294,13	280,25	305,53	301,09

Πίνακας 9: Ποσότητες απορριμμάτων που καταλήγουν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (kg/άτομο ανά έτος).

ΧΩΡΑ	ΧΥΤΑ
Δανία	146
Γερμανία	2926
Ελλάδα	-
Γαλλία	452
Ιταλία	789
Αυστρία	-
Πορτογαλία	120
Φιλανδία	359
Ην. Βασίλειο	-

Πίνακας 11: Αριθμός Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων στην Ευρώπη.

Οι διεργασίες στους χώρους της Υγειονομικής Ταφής είναι

- η γήρανση,
- η αποσάθρωση
- και η δημιουργία στραγγισμάτων.

Η γήρανση είναι το σύνολο των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στο εναποτιθέμενο υλικό που σε κανονικές συνθήκες υγρασίας δεν επηρεάζονται από παράγοντες που προέρχονται από την επιφάνεια. Πρόκειται κυρίως για αναερόβια διεργασία κατά την οποία η οργανική ύλη μετατρέπεται με την βιολογική αποσύνθεση σε χούμο. Παράλληλα συμβαίνει και ισχυρή ορυκτοποίηση με μετατροπή των υδροξειδίων των μετάλλων σε σουλφίδια, ανθρακικά, πυριτικά και φωσφορικά άλατα.

Η αποσάθρωση δρα αντίστροφα. Διαβρώνει το υλικό και σχηματίζει πολλές ευδιάλυτες ουσίες. Υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ αποσάθρωσης και γήρανσης. Η φυσική αποσάθρωση που οφείλεται στο οξυγόνο και το CO₂, επιδρά με μείωση του pH, διάλυση στερεών λόγω ανθρακικού οξέος και οξείδωση. Η βιολογική αποσάθρωση οδηγεί σε οξείδωση των οργανικών ουσιών προς CO₂ και των οργανικών αζωτούχων σε οργανικές ενώσεις που περιέχουν και θείο.

Τα στραγγίσματα αφορούν όλες τις ευδιάλυτες ουσίες που σχηματίστηκαν κατά τη γήρανση και τα διαλυτά προϊόντα της γήρανσης και της αποσάθρωσης. Οι

ποσότητες τους εξαρτώνται από τη διεισδυτικότητα του νερού και εδνοείται η δημιουργία τους από μεγάλου ύψους στρώματα απορριμμάτων.

Η αλληλοεπίδραση των φυσικοχημικών και βιολογικών φαινομένων που εξελίσσονται στη μάζα των απορριμμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του χώρου διάθεσης.

3.2 Επιλογή περιοχής για την κατασκευή χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

Η εξεύρεση χώρων για τη διάθεση των απορριμμάτων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Αυτό οφείλεται στο σχετικά μικρό διαθέσιμο χώρο της κάθε περιοχής, στην κακή διάθεση των απορριμμάτων μέχρι σήμερα (ανεξέλεγκτη απόρριψη), στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των κατοίκων και στο ότι δεν υπάρχει σωστός σχεδιασμός για αυτό το τόσο σοβαρό θέμα. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη της εποχής μας να επιλεγούν οι χώροι διάθεσης των απορριμμάτων με αντικειμενικά και σωστά κριτήρια.

Ο προσδιορισμός του χώρου πρέπει να συνοδεύεται από στοιχεία που θα αποδεικνύουν ότι πράγματι δεν υπάρχει καταλληλότερος χώρος. Η συλλογή, η κωδικοποίηση και η αξιολόγηση των στοιχείων είναι από τα πλέον βασικά πράγματα για την εξεύρεση και προεπιλογή των χώρων διάθεσης. Από την ορθή συλλογή και την αξιοπιστία των στοιχείων εξαρτάται και η σωστή ή καλύτερη τελική απόφαση της επιλογής του χώρου.

Παρακάτω περιγράφεται μια μεθοδολογία εξεύρεσης και επιλογής των χώρων διάθεσης αρκετά ευέλικτη, όπου το βάρος κάθε κριτηρίου και οι απαιτήσεις ποιότητας του χώρου διάθεσης μπορούν και επιβάλλονται, να επανεκτιμώνται και να αξιολογούνται από τους εκάστοτε υπεύθυνους φορείς. Αυτή περιλαμβάνει τις παρακάτω δράσεις:

- Ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης,
- Μελέτη χαρτών, σχεδίων και σχετικών μελετών,
- Μελέτη κριτηρίων και
- Αξιολόγηση κριτηρίων.

1. Ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης.

Σε πρώτη φάση, αναλύονται:

- α) Τα δημογραφικά στοιχεία των Δήμων και Κοινοτήτων. Τον υπάρχοντα πληθυσμό τους, την τυχόν αύξηση κατά τους θερινούς μήνες και τη μελλοντική πρόγνωση τους.
- β) Οι ποσότητες και η σύνθεση των απορριμμάτων (Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν μετρήσεις ή αναλύσεις, γίνονται εκτιμήσεις) .
- γ) Το υπάρχον σύστημα συλλογής- μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων

2. Μελέτη χαρτών, σχεδίων και σχετικών μελετών.

Στη συνέχεια γίνεται μελέτη:

1. Του γενικού χάρτη της προς εξέταση περιοχής,
2. Των σχετικών αεροφωτογραφιών,
- 3 Του τοπογραφικού χάρτη
4. Του γεωλογικού χάρτη
5. Των υδρογεωλογικών μελετών της περιοχής και
6. Του ρυθμιστικού σχεδίου και του σχεδίου ανάπτυξης της περιοχής.

Μετά τη συλλογή και αξιολόγηση των παραπάνω στοιχείων εντοπίζονται οι χώροι που κρίνονται κατ' αρχήν κατάλληλοι για τη διάθεση των απορριμμάτων. Ιδιαίτερα πρέπει να προσεχθούν και τα παρακάτω. Για την ελαχιστοποίηση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας η έκταση δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 5 στρεμμάτων. Ιδανικά εδάφη για Υγειονομική Ταφή είναι τα αργιλώδη ηφαιστειογενή και μεταμορφωμένα.

3. Μελέτη κριτηρίων.

Τα κριτήρια χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Γενικά
- Χωροταξικά
- Έργα υποδομής
- Προστασία του Περιβάλλοντος
- Κλιματολογικές συνθήκες
- Σύστημα συλλογής-μεταφοράς

3.2.1 Κριτήρια επιλογής Χ.Υ.Τ.Α.

Η επιλογή Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων όπως είδαμε γίνεται βάσει κριτηρίων περιβαλλοντικών, χωροταξικών, ύπαρξης έργων υποδομής, γεωλογικών, υδρογεωλογικών και κλιματολογικών.

Στόχος της επιλογής των Χ. Υ. Τ.Α. είναι να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για τη Δημόσια Υγεία και το περιβάλλον, να κατορθωθεί η μέγιστη δυνατή οικονομικότητα του έργου και να επιτευχθεί η κοινωνική αποδοχή με την επιτυχή αποκατάσταση και ανάπλαση τους, ώστε η τελική μορφή να συντελέσει στην αναβάθμιση του Τοπίου.

Τα **περιβαλλοντικά κριτήρια** αποτελούν κριτήρια που εξετάζουν τις επιπτώσεις στα ζώα και τα φυτά που ζουν εκεί κατά την εγκατάσταση και λειτουργία των Χ.Υ.Τ.Α. Παράλληλα διερευνώνται οι συνέπειες από το θόρυβο, τις οσμές, την ατμοσφαιρική ρύπανση και αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Γι' αυτό, αποκλείονται ως ΧΥΤΑ περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους όπως βιότοποι, σημεία που γειτνιάζουν με αρχαιολογικούς χώρους, λεκάνες απορροής και γενικώς ευαίσθητα οικοσυστήματα και γεωλογικοί σχηματισμοί.

Στα **χωροταξικά κριτήρια** εντάσσονται τα κριτήρια που αφορούν την απόσταση από κατοικημένες περιοχές, από γεωργικές εκτάσεις, από βιοτεχνικές και βιομηχανικές μονάδες. Γενικά επιδιώκεται η ανεύρεση χώρων ήδη υποβαθμισμένων από λατομικές και βιομηχανικές δραστηριότητες που βρίσκονται σε αρκετή απόσταση από κατοικημένες περιοχές. Επιθυμητή είναι η ύπαρξη έργων υποδομής δηλαδή, η ύπαρξη οδικού δικτύου, η παροχή νερού (ύδρευση), και η σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τα **γεωλογικά, υδρογεωλογικά και κλιματολογικά** στοιχεία της περιοχής δίνουν τη δυνατότητα διερεύνησης και εξαγωγής συμπερασμάτων σχετικά με τους κινδύνους που αφορούν την ρύπανση των υπόγειων νερών και εδαφών. Τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής και ιδιαίτερα το ύψος των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του χρόνου συντελούν στον υπολογισμό της ποσότητας των στραγγισμάτων. Επίσης η διεύθυνση και η ένταση των ανέμων προσδιορίζουν την μετακίνηση των αέριων ρύπων (οσμές κ.λ.π) στις γύρω περιοχές.

Λαμβάνονται ακόμη υπόψη τα **κριτήρια Αισθητικής του Τοπίου** της περιοχής, ώστε να αποφεύγεται η οπτική ρύπανση του χώρου αλλά και να επιτυγχάνεται η

όλη διεργασία με τρόπο που να αποκρύπτετε από δρόμους, οικισμούς, χώρους αναψυχής, κλπ.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η επιλογή χώρων κατάλληλων για να χρησιμοποιηθούν σαν Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων αποτελεί ένα εξαιρετικά δύσκολο και πολυδιάστατο πρόβλημα. Στις μέρες μας γίνεται εξαιρετικά πολύπλοκη η διαδικασία αυτή λόγω της περιορισμένης διαθέσιμης γης, κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα, της αντίδρασης των πολιτών και πολλές φορές της μη ορθής επιλογής και σχεδίασης των χώρων αυτών.

Αναλυτικότερα, τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή του χώρου είναι τα εξής:

1. Γενικά

- Επιφάνεια χώρου
- Όγκος χώρου
- Ιδιοκτησιακό καθεστώς
- Υλικό βάσης, καθημερινής και τελικής επικάλυψης

2. Χωροταξικά

- Κατοικημένες περιοχές
- Περιοχές ιδιαίτερου κάλλους και προστασίας (αρχαιολογικοί χώροι, βιότοποι)
- Τουριστικές περιοχές και χώροι αναψυχής
- Περιοχές με ειδικές καλλιέργειες
- Ευαίσθητες βιομηχανίες-βιοτεχνίες (φαρμάκων-τροφίμων κ.λ.π.)
- Αεροδρόμια
- Προσπέλαση στο οδικό δίκτυο

3. Έργα υποδομής

- Παροχή νερού
- Σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο
- Τηλεφωνική σύνδεση

4. Προστασία του περιβάλλοντος

- Αλλοίωση της εικόνας του φυσικού τοπίου
- Επιπτώσεις στα ζώα και τα φυτά

- Αισθητική κατάσταση
- Μη διαπερατότητα του εδάφους
- Επιφανειακά νερά
- Υπόγεια νερά
- Ατμοσφαιρική ρύπανση
- Οσμές
- Θόρυβος

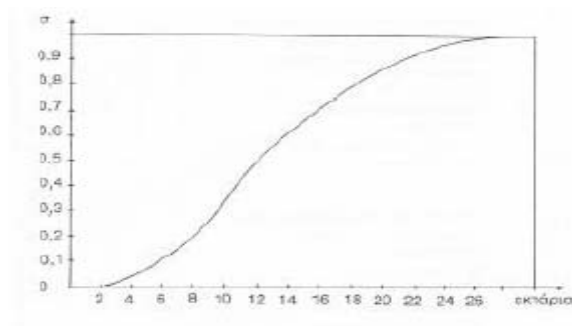
5. Κλιματολογικές συνθήκες

- Άνεμοι
- Βροχοπτώσεις -Ομίχλη
- Θερμοκρασιακές αναστροφές

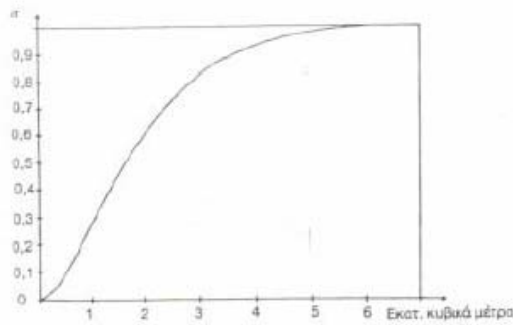
6. Σύστημα συλλογής - μεταφοράς

3.2. 2Αξιολόγηση κριτηρίων.

Όλα τα κριτήρια αναγράφονται στην μήτρα αξιολόγησης κριτηρίων που φαίνεται στον πίνακα 11. Στην στήλη (3) αναγράφεται ο συντελεστής αξίας κάθε κριτηρίου (Bκ). Βαθμολογούνται ανάλογα με την σημασία τους. Το σύνολό τους δεν ξεπερνά το 100. Για κάθε προεκλεγέντα χώρο δίνεται από την ομάδα αξιολόγησης ο συντελεστής εκπλήρωσης (6). Ο συντελεστής εκπλήρωσης (6) είναι από 0-1 και φυσικά δίνεται ανάλογα με την εκπλήρωση των όρων κάθε τόπου. Στις Εικόνες 2 και 3 υπάρχουν παραδείγματα εξεύρεσης του συντελεστή εκπλήρωσης, όσον αφορά την επιφάνεια και τον όγκο του χώρου αντίστοιχα.



Εικόνα 2: Συντελεστής επιφάνειας χώρου



Εικόνα 3 : Συντελεστής όγκου χώρου.

Ο ομοιογενής προσδιορισμός του συντελεστή εκπλήρωσης για όλους τους χώρους αποτελεί προϋπόθεση για την σύγκριση των χώρων. Ο εκάστοτε συντελεστής αξίας του κριτηρίου (Bκ) πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή εκπλήρωσης (6) και μας δίνει τη βαθμολόγηση της ομάδας κριτηρίων. Ανάλογα γίνεται με το συντελεστή αξίας του επιμέρους κριτηρίου (Bεκ). Το σύνολο της βαθμολόγησης είναι και το μέτρο καταλληλότητας του συγκεκριμένου χώρου. Έτσι σχηματίζεται ένας πίνακας όπου αναγράφονται όλοι οι χώροι της περιφέρειας και γίνεται επιλογή από αυτών ή αυτούς που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο βαθμό.

Κωδ. Αριθμός	Ομάδα Κριτηρίων	Bκ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	BΕκ		ΜΕ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.1	ΓΕΝΙΚΑ		Επιφάνεια χώρου			
1.2			Όγκος			
1.3			Ιδιοκτησιακό καθεστώς			
1.4			Υλικό βάσης, καθημερινής και τελικής επικάλυψης			
2.1	ΧΑΡΟΤΑΞΙΚΑ		Κατοικημένες περιοχές			
2.2			Περιοχές ιδιαίτερου κάλλους και προστασίας (αρχ. χώροι, βιότοποι, κλπ.)			
2.3			Τουριστικές περιοχές και χώροι αναψυχής			
2.4			Περιοχές με ειδικές καλλιέργειες			
2.5			Ευαίσθητες βιομηχανίες -βιοτεχνίες (φαρμάκων -τροφίμων κλπ.)			
2.6			Αεροδρόμια			
2.7			Προσπέλαση στο οδικό δίκτυο			
3.1	ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ		Παροχή νερού			
3.2			Σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο			
3.3			Τηλεφωνική σύνδεση			
4.1	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		Αλλοίωση της εικόνας του φυσικού τοπίου			
4.2			Επιπτώσεις στα ζώα και τα φυτά			
4.3			Αισθητική κατάσταση			
4.4			Μη διαπερατότητα του εδάφους			
4.5			Επιφανειακά νερά			
4.6			Υπόγεια νερά -στραγγίσματα			
4.7			Ατμοσφαιρική ρύπανση			
4.8			Οσμές			
4.9			Θόρυβος			
5.1	ΚΛΙΜΑ		Άνεμοι			
5.2		A	Βροχοπτώσεις – ομίχλη			
5.3			Θερμοκρασιακές αναστροφές			
6.1	ΣΥΛΛΟΓΗ		Σχέση με τη συλλογή - μεταφορά			

Πίνακας 11: Μήτρα αξιολόγησης κριτηρίων

Η κατανομή των συντελεστών αξίας γίνεται από ομάδα ειδικών.

Α) Συντελεστής σε περιοχές ιδιαίτερου κάλλους.

Στην περίπτωση όπου η περιοχή ιδιαίτερου κάλλους βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 10km από τον εκλεγέντα χώρο, ο συντελεστής είναι ίσος με 1,0, για απόσταση μικρότερη των 6km είναι 0,5, ενώ για απόσταση μικρότερη των 3km ο συντελεστής γίνεται 0,0.

Β) Συντελεστής ιδιοκτησιακού καθεστώτος. Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σε σχέση με το ιδιοκτησιακό καθεστώς της περιοχής μπορούμε να συμβουλευτούμε τον παρακάτω πίνακα:

Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Συντελεστής σ
Τοπική Αυτοδιοίκηση	1,0
Δημόσιο	0,9
Εκκλησία	0,6
Ιδιωτική Περιοχή	0,3

Πίνακας 12: Συντελεστής ιδιοκτησιακού καθεστώτος.

Γ) Συντελεστής υλικού επικάλυψης.

Ο συντελεστής του υλικού επικάλυψης προκύπτει από το γινόμενο δυο συντελεστών σ1 και σ2 ως εξής:

$$\sigma = \sigma_1 * \sigma_2$$

όπου σ1 είναι ο συντελεστής για το είδος του υλικού επικάλυψης και σ2 ο συντελεστής για την τοποθεσία του υλικού επικάλυψης. Οι τιμές του συντελεστή σ1 ανάλογα με το είδος του υλικού, αλλά και τον τρόπο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ		
	Μόνωση	Καθημερινή Επικάλυψη	Τελική Επικάλυψη
Αργιλώδης Πηλός	0,8-1,0	0,2	1,0
Γύψος	0,2	0,4	0,3
Αμμώδες Υλικό	0,0-0,1	0,5	0,3
Μπάζα	0,0	0,8	0,0

Πίνακας 13: Συντελεστής είδους του υλικού επικάλυψης.

Ο συντελεστής σε συνάρτηση με την απόσταση από όπου προέρχεται το υλικό επικάλυψης φαίνεται στον πίνακα 14.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ σ_2
0 km (στην περιοχή του χώρου επικάλυψης)	1,0
<2km	0,8
<4km	0,5
<5km	0,0

Πίνακας 14: Συντελεστής για την τοποθεσία του υλικού επικάλυψης

Δ) Συντελεστής υπογείων νερών - στραγγισμάτων.

Ο συντελεστής για τα υπόγεια νερά και τα στραγγίσματα προκύπτει από το γινόμενο του συντελεστή επικινδυνότητας E και του ετήσιου συντελεστή βροχοπτώσης - ομίχλης στην περιοχή K . Ο συντελεστής επικινδυνότητας E , έχει τιμή 1,0 για μηδενική επικινδυνότητα, ενώ όσο ο κίνδυνος αυξάνεται η τιμή του συντελεστή πλησιάζει στο μηδέν. Οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής K σε σχέση με τα επίπεδα βροχοπτώσης φαίνονται στον Πίνακα 15.

Επίπεδο Βροχοπτώσης	Συντελεστής K
>1100 mm	0,80
900-1100 mm	0,85
800-900 mm	0,90
700-800 mm	0,95
<700 mm	1,00

Πίνακας 15: Συντελεστής Βροχοπτώσης.

Γεωλογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια για την επιλογή των χώρων υγειονομικής ταφής. Οι γεωλογικοί και υδρογεωλογικοί παράγοντες είναι καθοριστικής σημασίας για την επιλογή των χώρων διάθεσης. Τα στοιχεία που πρέπει να μελετηθούν είναι η γεωλογική δομή της περιοχής, η κλίση, το πάχος των στρωμάτων, οι διακλάσεις και τα ρήγματα. Η λιθολογική σύσταση του χώρου σε σχέση με την τεκτονική δομή προσδιορίζουν τη συμπεριφορά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αποτελούν τα κριτήρια καταλληλότητας των χώρων.

Τα πετρώματα με τη μεγαλύτερη προσβολή (χημική αποσάθρωση) είναι κυρίως τα ανθρακικά και οι ασβεστόλιθοι. Η ικανότητα που έχουν τα πετρώματα να επιτρέπουν τη διείσδυση και κυκλοφορία του νερού εξαρτάται από το πορώδες, το

βαθμό διάρρηξης, την κλίση, τη στρώση και τη σχιστότητα των πετρωμάτων. Η υδροπερατότητα υπολογίζεται από το συντελεστή διαπερατότητας K (cm/sec). Τα υδροπερατά πετρώματα διακρίνονται σε ισότροπα και ανισότροπα. Ισότροπα είναι τα πετρώματα στα οποία ο συντελεστής K είναι ο ίδιος σε όλες τις διευθύνσεις στο χώρο. Προκειμένου να αποφανθούμε για την καταλληλότητα ενός χώρου μελετάμε και τη λιθολογία και τα κατατάσσουμε ανάλογα με το συντελεστή υδροπερατότητας, ο οποίος για διάφορες κατηγορίες υλικών φαίνεται στον Πίνακα 16. Για να διαπεράσουν τα στραγγίσματα ένα στρώμα πάχους 1 m με $K= 10^{-6}$ cm/sec χρειάζονται 3 χρόνια και 2 μήνες, ενώ αν το στρώμα έχει $K= 10^{-7}$ cm/sec απαιτούνται 30 χρόνια.

ΥΛΙΚΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K (cm/sec)
Μίγμα αμμοχάλικου, χαλίκι διαβαθμισμένο	10^{-2}
Διαβαθμισμένο χαλίκι Διαβαθμισμένη άμμος, αμμοχάλικο	10^{-3}
Ιλώδη χαλίκια, αργιλώδης λευκή άμμος, ανόργανος ιλύς, πολύ λεπτόκοκκος άμμος, μίγμα ιλύος & αμμοχάλικου, ιλώδης άμμος	$10^{-3}-10^{-6}$
Ανόργανος ιλύς, μαρμαριγιακά ιλώδη εδάφη, οργανική ιλύς, άργιλος χαμηλής πλαστικότητας	$10^{-4}-10^{-6}$
Οργανική άργιλος υψηλής πλαστικότητας, τύρφη, ανόργανος άργιλος υψηλής πλ. , παχείς άργιλοι, χαλικώδης αμμώδης & ιλώδης άργιλος, αργιλώδης άμμος αργιλικά χαλίκια, μίγμα αργίλου και αμμοχάλικου	$10^{-6}-10^{-8}$

Πίνακας 16: Συντελεστής υδροπερατότητας διαφόρων υλικών.

3.2.3 Έργα που έπονται

Μετά την επιλογή της κατάλληλης θέσης για την εγκατάσταση του Χ.Υ.Τ.Α. ακολουθεί η εξής διαδικασία:

- Περιφράξη τον χώρου και περιφερειακή φύτευση του με υψηλή κυρίως βλάστηση για τη μείωση της αισθητικής ρύπανσης και τον έλεγχο κίνησης ανθρώπων και ζώων.
- Στεγανοποίηση τον πυθμένα του Χ.Υ. Τ.Α. για την προστασία των υπόγειων νερών και των εδαφών από τα στραγγίσματα. Η μόνωση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μεμβρανών (πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου και PVC).
- Κατασκευή συστήματος συλλογής στραγγισμάτων για την προστασία των υπόγειων νερών και των εδαφών.

- Εγκατάσταση συστήματος συλλογής βιο αερίου για τη συλλογή και απομάκρυνση του από το χώρο διάθεσης απορριμμάτων
 - Έργα υποδομής όπως οδικό δίκτυο, ειδικά αυτοκίνητα (βυτιοφόρα) για την κατάσβεση πυρκαγιών σε περίπτωση ανάφλεξης των απορριμμάτων.

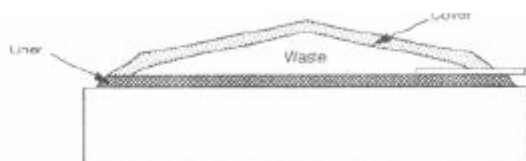
3.3 Μέθοδοι υγειονομικής ταφής

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

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

3.3.1 Επιφανειακή μέθοδος

Εφαρμόζεται όταν είναι δύσκολη η εκσκαφή του εδάφους για τη διάνοιξη τάφρων. Τα απορρίμματα ξεφορτώνονται και διαστρώνονται σε στενές λωρίδες στην επιφάνεια του εδάφους σχηματίζονται στρώσεις βάθους περίπου 50 - 80 cm Κάθε στρώση συμπίεζεται καθώς προχωρεί η διαδικασία πλήρωσης του χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας μέχρις ότου το πάχος των συμπιεσμένων απορριμμάτων φθάσει τα 2,50 - 3 μέτρα.



Εικόνα 4 : Επιφανειακή μέθοδος πλήρωσης.

Στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα καλύπτονται με στρώση κατάλληλου αδρανούς υλικού, πάχους περίπου 15 - 30 cm το οποίο επίσης πρέπει να συμπεσθεί. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται από εκσκαφές στο γύρω χώρο, ή μεταφέρεται με φορτηγά από αλλού. Συνήθως, πριν αρχίσει η λειτουργία της χωματερής, κατασκευάζεται ένα ανάχωμα στη μία πλευρά του χώρου, για να

διευκολυνθεί και η συμπίεση των απορριμμάτων. Το πλάτος του χώρου στον οποίο εναποτίθενται και διαστρώνονται τα απορρίμματα κυμαίνεται από 3 - 8 μέτρα. Το μήκος του χώρου που χρησιμοποιείται κάθε μέρα υπολογίζεται έτσι ώστε στο τέλος της ημέρας το βάθος των απορριμμάτων να φθάσει τα 2,50 - 3 cm.

Τα συμπιεσμένα απορρίμματα μαζί με το υλικό επικάλυψης μιας μέρας αποτελούν ένα κύτταρο που αποτελεί βασικό δομικό στοιχείο κοινό σε όλες τις μεθόδους υγειονομικής ταφής. Κάθε στρώση απορριμμάτων αποτελείται από πολλά κύτταρα τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο. Οι στρώσεις τοποθετούνται διαδοχικά η μία πάνω στην άλλη μέχρι τα απορρίμματα φθάσουν το τελικό ύψος που προβλέπεται από τον αρχικό σχεδιασμό του χώρου.

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

3.3.2 Η μέθοδος των διαδοχικών τάφρων

Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται όταν στο χώρο υπάρχει υλικό επικάλυψης σε αρκετό βάθος και όταν ο υδροφόρος ορίζοντας είναι πολύ χαμηλός. Τα απορρίμματα αποτίθενται σε άφρους μήκους 30 - 120 m, βάθους 1 -2 m και πλάτους 5 -8 m.



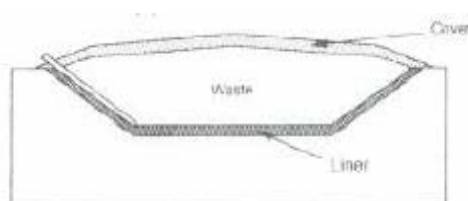
Εικόνα 5 : Μέθοδος διαδοχικών τάφρων

Στην αρχή της διαδικασίας γίνεται εκσκαφή ενός τμήματος της τάφρου και το χώμα αποτίθεται σε σωρό, στο πίσω μέρος της πρώτης τάφρου. Τα απορρίμματα κατόπιν αποτίθενται στην τάφρο, διαστρώνονται σε λεπτές στρώσεις πάχους 50 - 80 cm και συμπιέζονται. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί το

επιθυμητό ύψος. Το μήκος της τάφρου που χρησιμοποιείται κάθε μέρα πρέπει να υπολογίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα να έχουν φθάσει το επιθυμητό ύψος, το μήκος επίσης πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να αποφεύγονται καθυστερήσεις των απορριματοφόρων που έρχονται να ξεφορτώσουν. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται με την εκσκαφή της διπλανής τάφρου ή συνεχίζοντας την εκσκαφή της τάφρου που ήδη χρησιμοποιείται.

3.3.3 Μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους

Σε περιοχές που υπάρχουν φυσικές ή τεχνητές κοιλοότητες του εδάφους (χαράδρες, ρεματιές, ορυχεία, λατομεία), μπορούν κάλλιστα αυτές να χρησιμοποιηθούν για υγειονομική ταφή απορριμμάτων. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την διάσπρωση και συμπίεση των απορριμμάτων στις διάφορες κοιλοότητες εξαρτώνται από τη γεωμετρία του χώρου, τα χαρακτηριστικά του υλικού επικάλυψης, την υδρολογία και γεωλογία της περιοχής και την δυνατότητα πρόσβασης.



Εικόνα 6 : Μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους.

Σε χαράδρες που ο πυθμένας είναι κάπως επίπεδος η πρώτη στρώση μπορεί να τοποθετηθεί όπως στη μέθοδο των διαδοχικών τάφρων που αναφέρθηκε παραπάνω. Όταν συμπληρωθεί η πρώτη στρώση, το γέμισμα συνεχίζεται ξεκινώντας από τα σημεία που βρίσκονται προς την κορυφή της χαράδρας και καταλήγοντας προς το στόμιο. Τα απορρίμματα αποτίθενται στον πυθμένα της χαράδρας και συμπιέζονται προς τις πλευρές της, μέθοδος που εξασφαλίζει υψηλή συμπίεση.

Τα ορυχεία και τα λατομεία βρίσκονται συνήθως χαμηλότερα από την επιφάνεια του γύρω εδάφους και γι' αυτό είναι αναγκαίο να ληφθεί μέριμνα για τον έλεγχο των επιφανειακών υδάτων. Και στα ορυχεία και τα λατομεία ο τρόπος πλήρωσης είναι παρόμοιος με αυτόν στις χαράδρες. Σημαντική σε αυτές τις περιπτώσεις είναι

η εξασφάλιση υλικού επικάλυψης τόσο για τις ενδιάμεσες στρώσεις όσο και για την τελική επιφάνεια.

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

Μια μέθοδος, *παραλλαγή των παραπάνω μεθόδων*, που εφαρμόζεται συχνά στη χώρα μας είναι η ταφή των απορριμμάτων σε χώρους της μορφής της πλατιάς μισογάγγειας που διαμορφώνεται από την πλαγιά κάποιου εδαφικού όγκου (βουνό, λόφος) και τις εκατέρωθεν πλαγιάς δύο γειτονικών ρευμάτων. Συνήθως η εδαφική λεκάνη διαμορφώνεται έτσι ώστε να είναι ανοιχτή κατά το 1/3-1/4 της περιμέτρου της. Κατά κανόνα η κατά μήκος κλίση της εδαφικής λεκάνης (κλίση μισογάγγειας) είναι σημαντική. Στην περίπτωση αυτή η ταφή των απορριμμάτων πρέπει να αρχίσει από τη χαμηλότερη πλευρά της λεκάνης και να προχωράει προς το εσωτερικό της με την παρακάτω τεχνική: Το πρώτο ταμπάνι (πλάτωμα) θα αρχίσει κατ' ευθείαν από το χαμηλότερο σημείο του δρόμου προσπέλασης: θα διαμορφωθεί με συμπιεσμένα μπάζα ή χώμα μια μικρή επιφάνεια για τους ελιγμούς των απορριμματοφόρων. Τα επόμενα ταμπάνια από στρώσεις απορριμμάτων θα κινούνται παράλληλα προς την ανοιχτή πλευρά του χώρου και προς το εσωτερικό του. Είναι φανερό ότι τα ταμπάνια θα "σβήνουν" προς τα ανάντη (θα ακουμπάνε στην πλαγιά του υψώματος). Το πλάτος τους δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 50 μέτρα, και το ύψος τους τα 2,5 μ. Το υλικό επικάλυψης των ταμπανιών πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 0,20 μ. ενώ η επικάλυψη των μετωπικών πρανών τουλάχιστον 0,60 μ. Η κλίση του μετώπου εργασίας πρέπει να είναι μικρή και να μην υπερβαίνει το 1/3. Ως υλικό επικάλυψης χρησιμοποιείται το υλικό (χώμα, άμμος κ.λ.π.) που θα βγει από την διαμόρφωση του χώρου διάθεσης, καθώς και υλικό από εκσκαφές στην γύρω περιοχή ή μπάζα. Η εγκάρσια ρύση της επιφάνειας του κάθε ταμπανιού θα πρέπει να δίνεται προς τα ανάντη

(δηλ. προς το ύψωμα) έτσι ώστε τα νερά της βροχής να μην κυλούν προς το μετωπικό πρανές του ταμπανιού και να μην εισδύουν στα απορρίμματα.

Όταν το ταμπάνι πάρει τις πιο σημαντικές καθιζήσεις (περίπου σε μισό μήνα), η επιφάνειά του να παραμένει περίπου οριζόντια, με μικρή ρύση προς τα ανάντη. Επίσης πρέπει να δίνεται μια κατά μήκος ρύση της επιφάνειας του ταμπανιού προς τον πλευρικό δρόμο προσπέλασης, απ όπου θα απάγονται τα νερά με τη βοήθεια μικρής τάφρου.

Η πιο πάνω διάταξη των εργασιών, πέρα από το ότι είναι λειτουργική για τη δεδομένη μορφολογία του χώρου, προσφέρεται επίσης για την εύκολη εκμετάλλευση των γαιωδών υλικών, που έχει επιφανειακά ο χώρος, ως υλικών επικάλυψης (και μάλιστα με τη χρήση του ίδιου μηχανήματος που εκτελεί την υγειονομική ταφή), με αποτέλεσμα να επιμηκύνεται και ο χρόνος λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Ανάμεσα στο ίχνος του μετωπικού πρανούς του ενός ταμπανιού και στη στέψη του προηγούμενου (υποκειμένου) θα πρέπει να μεσολαβεί μια βαθμίδα πλάτους 6 μ. περίπου για την κίνηση και τους ελιγμούς των απορριματοφόρων (εσωτερικό δίκτυο κυκλοφορίας) που πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση. Η διάταξη των διαδοχικών στρώσεων των απορριμμάτων καθώς και το εσωτερικό δίκτυο κυκλοφορίας των απορριματοφόρων πρέπει να προβλεφθούν από την αρχή σε τοπογραφικό διάγραμμα του χώρου.

3.4 Έργα υποδομής σε ΧΥΤΑ.

Μετά την επιλογή του χώρου διάθεσης πρέπει να γίνει ένας αναλυτικός σχεδιασμός που θα περιλαμβάνει το σύνολο των έργων υποδομής που πρέπει να γίνουν για την προετοιμασία του χώρου, ένα πλήρες πρόγραμμα λειτουργίας του ΧΥΤΑ καθώς και τις αναγκαίες εργασίες για την αποκατάσταση του χώρου μετά το τέλος λειτουργίας του. Ο σωστός σχεδιασμός των έργων υποδομής που απαιτούνται σε ένα χώρο διάθεσης είναι σημαντικός γιατί έχει σχέση τόσο με το κόστος, πάγιο και λειτουργικό, όσο κυρίως με την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του ΧΥΤΑ. Τα σημαντικότερα έργα υποδομής που πρέπει να γίνουν σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής αναφέρονται παρακάτω.

- Διαμόρφωση του χώρου,

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

3.4.1 Στεγανοποίηση ΧΥΤΑ

Απαραίτητο στοιχείο της σωστής λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ, είναι η αποφυγή ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα από τα στραγγίσματα καθώς και η ανάσχεση της εισροής των παραγόμενων αερίων στο υπέδαφος. Ένα σύστημα μόνωσης μιας εγκατάστασης αποτελείται από τρία μέρη:

- α) τη μόνωση της βάσης,
- β) τη μόνωση της επιφάνειας και
- γ) τη μόνωση των ενδεχομένων τοιχιών.

Η μόνωση πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

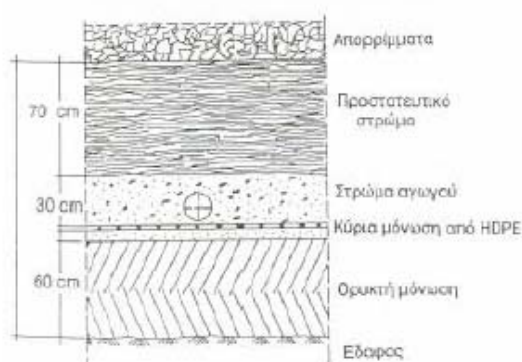
- Να κρατά στεγανό το χώρο από τις βροχοπτώσεις και τα επιφανειακά νερά.
- Να αντέχει σε θερμοκρασίες τουλάχιστον 70°C.
- Να στεγανοποιεί από τα παραγόμενα αέρια.

- Να αντέχει στις τυχόν καθιζήσεις και διαβρώσεις.
- Να αντέχει στους μικροοργανισμούς.
- Να τοποθετείται απλά.
- Να μπορεί να ελεγχθεί τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία.
- Να μπορεί εύκολα να επιδιορθωθεί και τέλος
- Να μην κοστίζει υπερβολικά.

Αν από την υδρογεωλογική μελέτη έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη μη υδροπερατών στρωμάτων στο χώρο διάθεσης , θα πρέπει να γίνει αναμόχλευση του εδάφους μέχρι βάθους 30 εκ. και μετά να επακολουθήσει συμπίεση σύμφωνα με τους κανόνες της εδαφομηχανικής και να δοθούν οι τελικές κλίσεις (1-2%) για την απορροή των στραγγισμάτων. Σε περίπτωση που στο χώρο διάθεσης υπάρχουν υδροπερατά πετρώματα, θα πρέπει απαραίτητα να γίνει στεγανοποίηση. Υπάρχουν δύο μέθοδοι στεγανοποίησης , η φυσική (με ορυκτά υλικά) και η τεχνητή (με πλαστικά φύλλα).

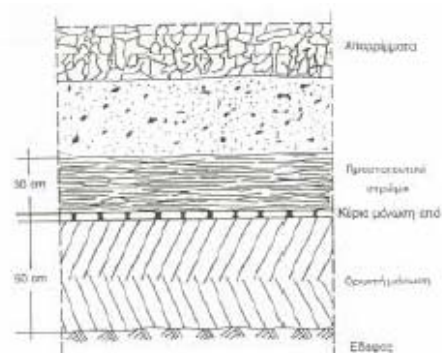
Σήμερα χρησιμοποιούνται επίσης τα εξής συστήματα:

- Συνδυασμός μόνωσης πλαστικών και ορυκτών χωρίς σύστημα συλλογής (εικ.7Α).
- Συνδυασμός μόνωσης πλαστικών και ορυκτών με σύστημα συλλογής (εικ.7Β).
- Συνδυασμός μόνωσης τριπλός (εικ.7Γ) .
- Διπλό σύστημα μόνωσης με διπλούς αγωγούς (εικ.7Δ).

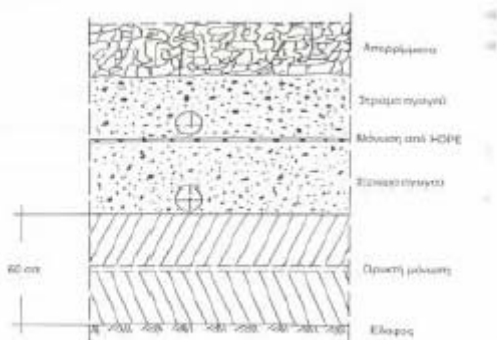
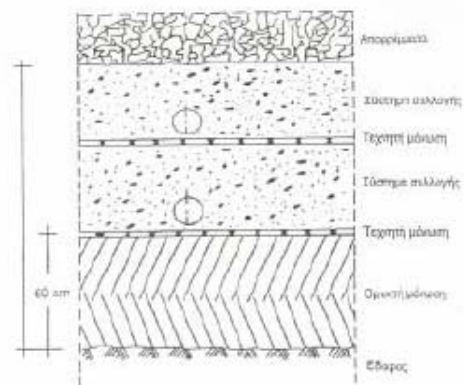


Εικόνα7Α: Συνδυασμός τεχνητής μόνωσης και μόνωσης με ορυκτά.

Εικόνα 7Β: Συνδυασμός τεχνητής μόνωσης και μόνωσης με ορυκτά, με ενδιάμεσο σύστημα συλλογής στραγγισμάτων.



Εικόνα 7Γ: Συνδυασμός διπλής τεχνητής μόνωσης και μόνωσης με ορυκτά.



Εικόνα 7Δ : Διπλό σύστημα μόνωσης με διπλούς αγωγούς.

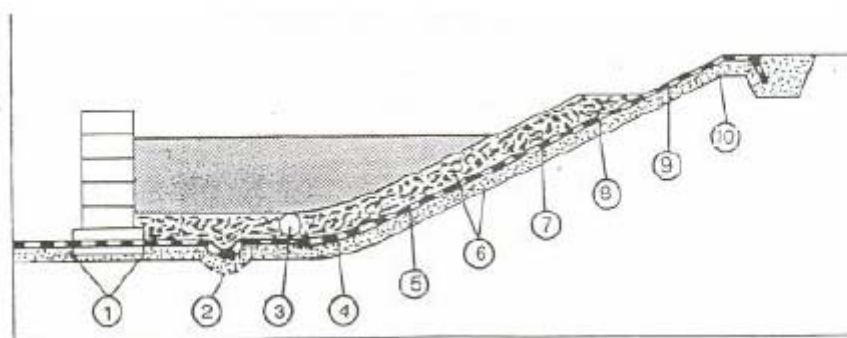
3.4.1.1 Φυσική μέθοδος στεγανοποίησης

Η μόνωση της βάσης του χώρου διάθεσης με ορυκτά είναι αρκετά διαδεδομένη αρκεί η ν περατότητα (K) να κυμαίνεται από 10^{-8} - 10^{-10} m/s. Η μόνωση με ορυκτά υλικά κατασκευάζεται από άργιλο ή μπετονίτη, ή συνδυασμό ενός, δύο ή τριών στρώσεων από άργιλο, μπετονίτη, ιπτάμενη τέφρα, θηραϊκή γη ή υδρύαλο ή άσφαλο. Για την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού πρέπει το έδαφος να είναι καλά συμπιεσμένο. Το στρώμα της μόνωσης κυμαίνεται από 20-70cm. Τα βασικά στοιχεία τα οποία εξετάζονται εκτός από την περατότητα είναι: το μέγεθος των κόκκων του υλικού μόνωσης, η περατότητά του σε νερό και η πλαστικοποίησή του. Τελευταίες έρευνες έδειξαν ότι τα οξέα και οι βάσεις μπορούν να αποδυναμώσουν ή ακόμη και να καταστρέψουν τη δομή του πηλού. Στα πρανή των χώρων διάθεσης των απορριμμάτων ισχύει ότι και στη βάση. Σ' αυτή την περίπτωση όμως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στις καθιζήσεις, ενώ θα πρέπει να δοθούν και οι κατάλληλες κλίσεις για την απορροή των στραγγισμάτων. Επίσης, η τελική στεγανή επιφάνεια θα πρέπει να προφυλαχθεί από ξήρανση, διάβρωση και από

τον παγετό. Για το λόγο αυτό αναγκαίο είναι πολλές φορές η στεγανοποίηση να κατασκευάζεται τμηματικά, σύμφωνα με την εξέλιξη του ΧΥΤΑ.

3.4.1.2 Τεχνητή μέθοδος στεγανοποίησης

Είναι η μέθοδος χρησιμοποίησης συνθετικών μεμβρανών (liners) από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), από πολυαιθυλένιο χαμηλής ή υψηλής πυκνότητας (LDDE, HDPE), ή από πολυπροπυλένιο. Πριν αρχίσουν οι εργασίες στεγανοποίησης, θα πρέπει η επιφάνεια του εδάφους να είναι λεία και καλά συμπεσμένη και να έχουν δοθεί οι κατάλληλες κλίσεις. Για να μην τρυπήσει η μεμβράνη από αιχμηρά αντικείμενα που υπάρχουν στα απορρίμματα ή έχουν απομείνει στην επιφάνεια του εδάφους, τοποθετούνται στρώσεις, λεπτόκοκκων υλικών, συνήθως άμμου και στις δύο πλευρές της μεμβράνης. Η μόνωση πρέπει να αντέχει στις μηχανικές και χημικές επιδράσεις. Οι χημικές ουσίες που μπορούν ως επί το πλείστον να επηρεάσουν τα πλαστικά φύλλα είναι το τριχλωροαιθυλένιο, το τετραχλωροαιθυλένιο, το χλωροφόρμιο, η τοξύλη, ο τετραχλωράνθρακας, η ξυλόλη, το χλωροβενζόλιο. Τα αδύνατα σημεία της τεχνητής μόνωσης, στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή φαίνονται στην εικόνα 7E και είναι:



Εικόνα 7E: Αδύνατα σημεία τεχνητής μόνωσης.

- Κίνδυνος στην ένωση των φύλλων, στα φρεάτια των στραγγισμάτων και των αερίων (κακή κατασκευή) (σημείο 1),
- Υπερβολικό τέντωμα από κακή διαμόρφωση του εδάφους (σημείο 2),
- Κίνδυνος από κακή τοποθέτηση των συστημάτων συλλογής (σημείο 3),
- Δύσκολη συγκόλληση στην κλίση (σημείο 4),

- Σημείο μέγιστης πίεσης των απορριμμάτων (σημείο 5),
- Κίνδυνος από κακή τοποθέτηση του στρώματος κάλυψης (σημείο 6),
- Ενδεχόμενη απομάκρυνση του στρώματος φίλτρου των συστημάτων συλλογής των στραγγισμάτων (σημείο 7),
- Κίνδυνος από τις διακυμάνσεις τις θερμοκρασίας (σημείο 8),
- Κίνδυνος από ενδεχόμενο τράβηγμα των φύλλων (σημείο 9).

Οι συνθετικές μεμβράνες διατίθενται σε ρολά πλάτους 8-10 μέτρων περίπου και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στη συγκόλλησή τους. Τα συνθετικά υλικά εξασφαλίζουν καλύτερη στεγάνωση από το στρώμα αργίλου, αλλά είναι πιο ακριβά και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην τρυπήσουν ή να μην ξεκολλήσουν στις ενώσεις, γιατί τότε η διέλευση των στραγγισμάτων δεν μπορεί να ανασχεθεί.

Πολλές φορές, για εξασφάλιση καλύτερων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιείται συνδυασμός των δύο μεθόδων. Τοποθετείται δηλαδή στρώμα αργίλου και από πάνω η συνθετική μεμβράνη. Επίσης, πολλές φορές χρησιμοποιούνται διάφορα τεχνητά εδαφικά μείγματα, όπως π.χ. μίγμα αργίλου- άμμου και γυαλιού .Η περιεκτικότητα του μίγματος σε άργιλο είναι περίπου 20% και σε υδρύαλο 3-10%. Με την παροχή της υδρύαλου σχηματίζεται διάλυμα, ζελατινώδες το οποίο φράσσει τους πόρους του εδάφους. Η περατότητα K κυμαίνεται από 1×10^{-9} μέχρι 5×10^{-11} m/s. Η μόνωση μπορεί επίσης να επιτευχθεί και με άσφαλτο, η οποία όμως είναι αρκετά ευαίσθητη σε οργανικούς διαλύτες. Όσον αφορά τη μόνωση των τοιχίων, αυτή μπορεί να κατασκευαστεί με μίγμα μπετονίτη- τοιμέντου ή με πλαστικά φύλλα και σε ειδικές περιπτώσεις με συνδυασμό και των δύο. Η περατότητα (K) στο μίγμα μπετονίτη τοιμέντου κυμαίνεται από 10-8-10-9 m/sec.

3.5.Σύνθεση και ποσοτικός προσδιορισμός στραγγισμάτων

Αν λάβουμε υπόψη μας τη σύνθεση των απορριμμάτων, η μέση τιμή υγρασίας είναι γύρω στο 49%. Για το υπολογισμό της ποσότητας του παραγόμενου νερού από την αναερόβια διεργασία αποδόμησης των απορριμμάτων χωρίζουμε τα υλικά σε δύο κατηγορίες.

- α) υλικά εύκολης αποδόμησης (20 χρόνια)
- β) υλικά μέσης αποδόμησης (40 χρόνια)

Στην πρώτη κατηγορία (πίνακας 17 υπάγονται ζυμώσιμα υλικά ενώ στη δεύτερη το χαρτί.

Υλικά	% σε βάρος	Υγρασία %		Αναγώμενη ξηρά ύλη % (βάρος)
		Ολική	Μεμονωμένη	
Ζυμώσιμα	57	48	35,53	21,47
Χαρτί	20	48	12,47	7,53

Πίνακας 17 : Χαρακτηριστικά υλικών εύκολης και μέσης αποδόμησης.

Τα ζυμώσιμα υλικά αποδομούνται 100% ενώ το χαρτί της πρώτης κατηγορίας κατά 60% δηλ. στο σύνολο 21,47% και 4,52% αντίστοιχα, με βάση τον πίνακα 18, ο οποίος μας παρουσιάζει την περιεκτικότητα σε ποσοστά % βάρους των C, H, O, και N του χαρτιού και των ζυμώσιμων υλικών. Η συμμετοχή των μεμονωμένων στοιχείων (% βάρους), στο σύνολο φαίνεται στον Πίνακα 19.

Στοιχεία Υλικό	C	H	O	N
Χαρτί	45,41	6,11	42,11	0,30
Ζυμώσιμα	41,75	5,75	27,50	2,80

Πίνακας 18 : Στοιχεία ανά υλικό στα απορρίμματα.

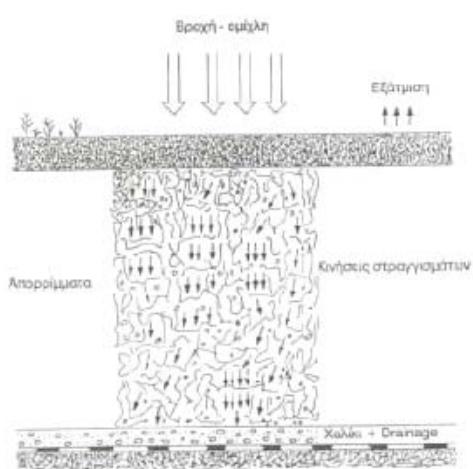
Στοιχεία Υλικό	C	H	O	N
Χαρτί	2,05	0,27	1,90	0,01
Ζυμώσιμα	8,96	1,23	5,90	0,60
Σύνολο	11,01	1,50	7,80	0,61

Πίνακας 19 : Συμμετοχή στοιχείων των διαφόρων υλικών.

Το παραγόμενο νερό για την πρώτη και δεύτερη κατηγορία υπολογίζεται σε 5,94% και 3,42% αντίστοιχα. Συγκεκριμένα το παραγόμενο νερό από την βιολογική αποδόμηση ενός m³ απορριμμάτων για μεν την πρώτη κατηγορία ανέρχεται σε 29,7-35,64 lt ενώ για τη δεύτερη κατηγορία σε 17,10 -20,52 lt. Οι πολύπλοκες αλληλοεπιδράσεις μεταξύ υδατικού ισοζυγίου και βιολογικής αποσύνθεσης στα απορρίμματα έχουν σαν συνέπεια την εμφάνιση μεγάλων διακυμάνσεων στην

ποιοτική και ποσοτική σύσταση των στραγγισμάτων. Παρόλα αυτά είναι δυνατή η συλλογή αρκετών στοιχείων που επιτρέπουν μια εκτίμηση ποσοτική και ποιοτική της σύνθεσης των στραγγισμάτων σε μια εγκατάσταση Υγειονομικής Ταφής.

Η παραγωγή των στραγγισμάτων επηρεάζεται κυρίως από τις κλιματολογικές συνθήκες, τη μορφολογία της περιοχής και τον τρόπο λειτουργίας του χώρου διάθεσης των απορριμμάτων. Η ετερογενής δε σύνθεση των απορριμμάτων και η ταξινόμηση τους κατά μέγεθος τα κάνει να προσομοιάζουν σε μείγμα από χονδρή άμμο, χαλίκια και βότσαλα αναμεμειγμένα με οργανικές ουσίες. Η δομή αυτή σε συνάρτηση με τον εκάστοτε τρόπο λειτουργίας δυσκολεύει τη χρήση μαθηματικών μοντέλων για την περιγραφή της διακίνησης των στραγγισμάτων. Τη συμπεριφορά των στραγγισμάτων μπορούμε να την απεικονίσουμε με το σχήμα της εικόνα 8.



Εικόνα 8 : Σχηματική παράσταση των στραγγισμάτων μιας ελεγχόμενης απόθεσης.

Οι οργανικές ουσίες αποτελούν τη σημαντικότερη επιβάρυνση των στραγγισμάτων αυτών και είναι το κυριότερο κριτήριο για την εκτίμηση

της ποιότητά τους. Οι σπουδαιότεροι παράμετροι για την παραπάνω εκτίμηση είναι το BOD5, COD, TOC και εξαρτώνται από την ηλικία της εγκατάστασης, το είδος της εφαρμοσμένης συμπίεσης και φυσικά τη σύνθεση των απορριμμάτων (πίνακας 20).

Παράμετροι (mg/l)	Αρχική φάση	Ζύμωση μεθανίου
pH ¹	6,1	8,0
CSB	22.000	3.000
BSB ₅	13.000	180
SO ₄	1.745 ²	884 ²
Fe	925	15
Ca	1.300	30
Mg	600	250
Mn	24	0,65
Zn	5,6	0,64
NH ₄ -N	741	
Org.N	593	
Cl	2.119	
ges.P	5,7	

K	1.085	
Na	1.343	
HCO ₃	8.063	
As	0,126	
Pb	0,087	
Cd	0,0052	
Cr	0,275	
Co	0,05	
Cu	0,65	
Ni	0,166	
Hg	0,0002-0,061 ³	
F	0,6 ³	

Πίνακας 20 : Σύνθεση στραγγισμάτων.

Τα ανόργανα στοιχεία των στραγγισμάτων χωρίζονται ανάλογα με την διαχρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεων τους σε τρεις κατηγορίες:

α) παράμετροι με διαχρονική εξέλιξη συγκέντρωσης (Fe, Ca, mg, Mn, Zn),

β) παράμετροι με μακροπρόθεσμα ελαφρά αυξανόμενη συγκέντρωση (Cl, N₄⁺, K, Na),

γ) παράμετροι με τυχαίες διακυμάνσεις συγκεντρώσεων (NO, P και βαρέα μέταλλα Pb, Ni, As, Cu, Cd, Cr, Co). Συγκριτικά με τα λύματα, τα στραγγίσματα έχουν υψηλές τιμές σε Cl, K, Na, Mn & Mg. Η ποσότητα του νερού το οποίο εισέρχεται στο χώρο εξαρτάται από την ένταση των βροχοπτώσεων, την τοπογραφία, τις κλίσεις, το έδαφος και τις καλλιέργειες. Βασικός παράγοντας για τον προσδιορισμό των παραγόμενων στραγγισμάτων, είναι η εξατμισοδιαπνοή. Η εξατμισοδιαπνοή, προσδιορίζεται ως μία φυσική διαδικασία, η οποία εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την υγρασία και το έλλειμμα κορεσμού στον αέρα καθώς

επίσης την πίεση του αέρα και το συντελεστή αεροδυναμικής. Για τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής πρέπει να γίνει ο διαχωρισμός όταν βρίσκεται σε λειτουργία ο χώρος και μετά τη διάρκεια λειτουργία του δηλ. την τελική επικάλυψή του.

3.5.1 Σύστημα συλλογής στραγγισμάτων

Έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι η μόνωση της βάσης χωρίς συλλογή και απομάκρυνση των στραγγισμάτων απ' αυτήν, τελικά βλάπτει περισσότερο απ' ότι ωφελεί. Ένα σύστημα συλλογής και αποστράγγισης είναι λοιπόν απαραίτητο και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα σημεία της κατασκευής ενός ΧΥΤΑ, καθώς η διάρκεια ζωής της μόνωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτό. Το σύστημα συλλογής και αποστράγγισης πρέπει να εξασφαλίζει μακροχρόνια τη συλλογή της συνολικής ποσότητας των στραγγισμάτων και να αποκλείει την πρόσμιξή τους με τα βρόχινα νερά.

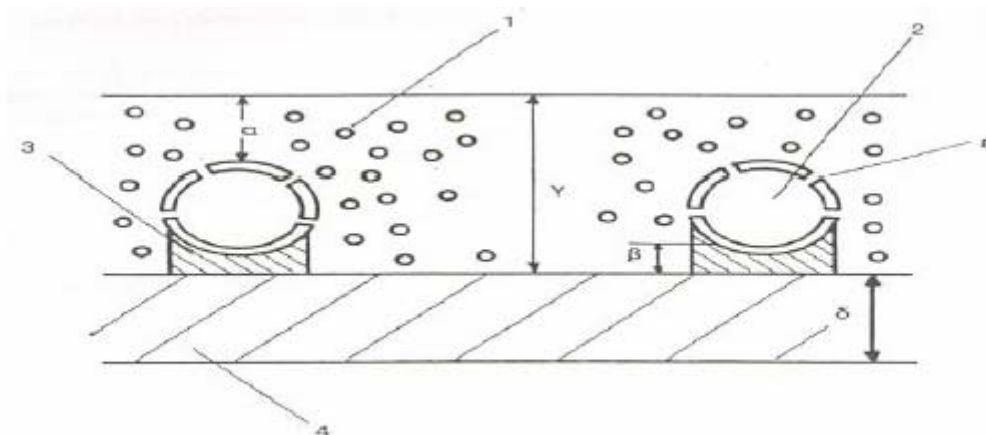
Η επιλογή του συστήματος συλλογής των στραγγισμάτων γίνεται σε συσχετισμό με τις παρακάτω απαιτήσεις:

- ~ να μη προκληθούν βλάβες, παραμορφώσεις ή μετατοπίσεις στο μονωτικό σύστημα κατά την τοποθέτηση του,
- ~ οι αγωγοί να είναι υδραυλικά αποδοτικοί και να αντέχουν σε χημικές, βιομηχανικές και φυσικές καταπονήσεις, τόσο κατά τη φάση λειτουργίας, όσο και της μετέπειτα φροντίδας του ΧΥΤΑ (50 χρόνια, 40°C, πυκνότητα αποβλήτων: 1,5 Mg/m³),
- ~ να υπάρχει ελεύθερη ροή των στραγγισμάτων προς τη δεξαμενή συλλογής τους και να καθαρίζονται σχετικά εύκολα,
- ~ το υδραυλικό ύψος των στραγγισμάτων να μη ξεπερνά τα 30 cm πάνω από τη γεωμεμβράνη.

Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος γίνεται με βάση τις παραγόμενες ποσότητες στραγγισμάτων, τα οποία πρέπει να συλλεχθούν και να απομακρυνθούν και κατόπιν να επεξεργαστούν, σύμφωνα με τη διαθέσιμη τεχνική.

Οι σωλήνες στραγγισμάτων διακρίνονται σε:

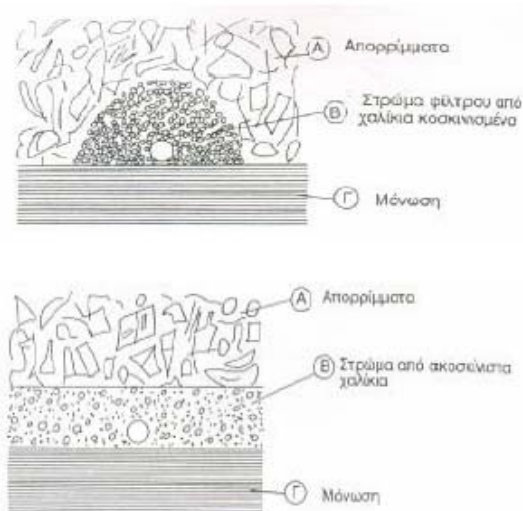
- σωλήνες απορρόφησης (διάτρητοι) με μέγιστη απόσταση μεταξύ τους 15-20m, και ελάχιστη διάμετρο $\Phi=100\text{mm}$ και
- σωλήνες συλλογής με ελάχιστη διάμετρο $\Phi=300\text{mm}$ και μέγιστο μήκος 300m.



Εικόνα 9: Σωλήνες αποστράγγισης.

1. Χαλίκια $\Phi=16\text{mm}$
2. Τοιμεντοσωλήνες αποστράγγισης $\Phi=300\text{mm}$
3. Στήριξη από μπετόν
4. Στρώμα πηλού:
 - A = 30 cm
 - B = 10 cm
 - Γ = 70 cm
 - Δ = 30 cm
 - E = οπή (13 οπές / μέτρο μήκους)

Οι σωλήνες απορρόφησης περιβάλλονται με στρώμα φίλτρου από χαλίκι 0,5m. Η κλίση των σωλήνων αυτών πρέπει να είναι ανάλογη με την κλίση βάσης, δηλαδή η μικρότερη επιτρεπόμενη τιμή να είναι 0,5% ή καλύτερα 1%.

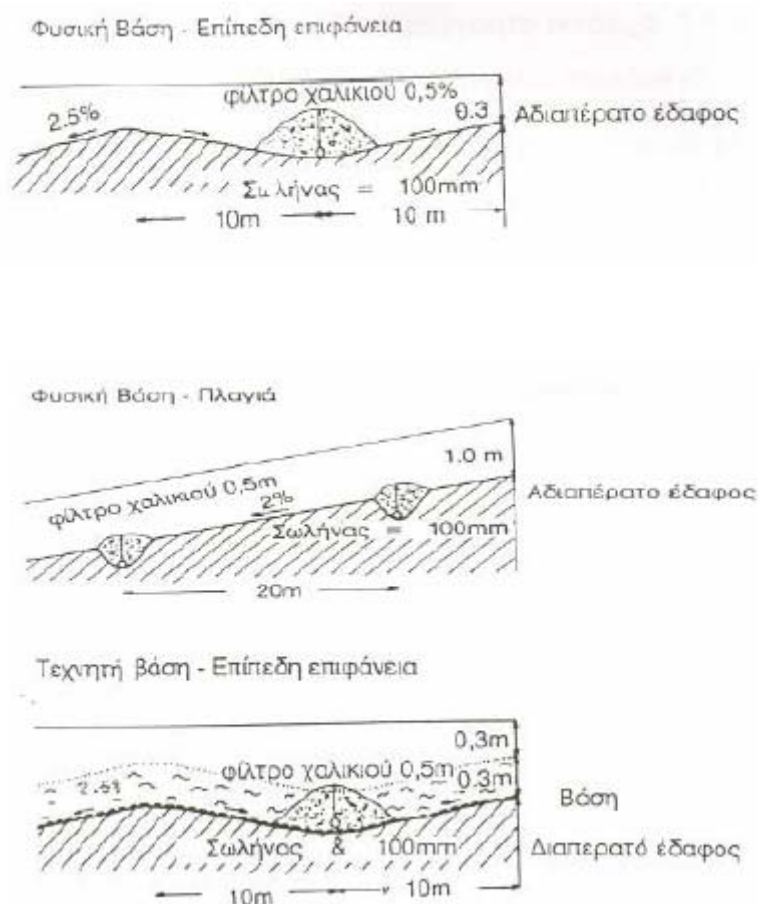


Εικόνα 10 : Τοποθέτηση σωλήνων αποστράγγισης

Η διάταξη των σωλήνων είναι ακτινική , ή σε σχήμα σπονδυλικής στήλης ή πιο σπάνια περιφερειακή. Οι σωλήνες πρέπει να τοποθετούνται βαθιά, αν είναι δυνατόν αμέσως πάνω από την μόνωση της βάσης. Για να είναι ευκολότερος ο καθαρισμός τους (πλύσιμο) πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προεξέχουν από το κύριο σώμα των απορριμμάτων, για να είναι ευπρόσιτο το πάνω άκρο τους. Η δεύτερη διάταξη επιτρέπει το εύκολο καθάρισμα των αγωγών και ανεξαρτησία του συστήματος από βλάβες μεμονωμένων σωλήνων, ιδίως όταν κοντά στο φρεάτιο οι σωλήνες έχουν φίλτρο από στρώμα χαλικιού.

Η περιφερειακή διάταξη είναι κατάλληλη για μικρές επιφάνειες με μεγάλες κλίσεις. Οι σωλήνες πρέπει να είναι χημικά ανθεκτικοί, μηχανικά σταθεροί, όχι ευαίσθητοι σε καθιζήσεις και υδραυλικά αποδοτικοί. Σνηθίζονται οι πήλινοι, οι αμιαντοτσιμέντου και οι πλαστικοί σωλήνες (PVC, HDPE). Συνιστάται σε κάθε περίπτωση μια προσεκτική στατική μελέτη για κάθε είδος σωλήνα, πριν από την εγκατάσταση, λόγω ισχυρών καθιζήσεων του σώματος της ελεγχόμενης απόθεσης. Το στρώμα φίλτρου (από κοσκινισμένο ή ακοσκινιστο χαλίκι) που περικλείει τους σωλήνες, εμποδίζει τις στερεές ουσίες να φράξουν τους σωλήνες και λειτουργεί συγχρόνως σαν αγωγός. Το φίλτρο δηλαδή πρέπει να προσαρμόζεται στο είδος απορριμμάτων για να αποκλείεται ο κίνδυνος διείδυσης των απορριμμάτων στο στρώμα του φίλτρου και των χαλικιών του φίλτρου στους σωλήνες. Επίσης και το

στρώμα προστασίας πρέπει να έχει αρκετή διαπερατότητα για να ενεργεί σαν επιφανειακό φίλτρο.



Εικόνα 11 : Τομή συστημάτων αποστράγγισης χώρων διάθεσης.

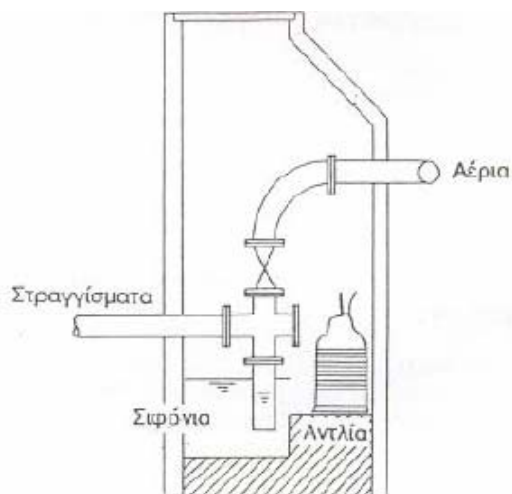
Στην εικόνα 11 παρουσιάζονται σε τομή το σύστημα αποστράγγισης του χώρου διάθεσης σε φυσική βάση για την κατηγορία της επίπεδης επιφάνειας, της πλαγιάς, καθώς επίσης και στην περίπτωση που έχει κατασκευασθεί τεχνητή βάση. Πάνω στο στρώμα του πηλού έχουν εγκατασταθεί οι σωλήνες συλλογής στραγγισμάτων. Σ' ένα σωστό δίκτυο αγωγών και συλλεκτήρων πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης για τον καθαρισμό και έλεγχό τους. Ο καθαρισμός των αγωγών μπορεί να γίνει με ξέπλυμα με νερό τουλάχιστον μια φορά τον χρόνο.

Σύμφωνα με τα γερμανικά πρότυπα DIN 16961 και DIN 8074/75 οι αγωγοί από HDPE πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις:

- η διάμετρος τους να είναι $\Phi=300$, για τον καθαρισμό και τον έλεγχό τους,
- το HDPE να επιδεικνύει υψηλή αντοχή στα στραγγίσματα,
- να εξασφαλίζεται υψηλή σταθερότητα του HDPE,

- οι απαιτούμενες οπές να καλύπτουν τα 2/3 της επιφάνεια του σωλήνα με διάμετρο 12 mm και η επιφάνεια εισόδου των στραγγισμάτων είναι μεγαλύτερη ή ίση των 100 cm² και
- η σύνδεση τους να είναι απλή.

Η καλύτερη επιλογή για την επικάλυψη των αγωγών από HDPE είναι άμμος ή κάποιο υλικό μικρής περατότητας και μετέπειτα ένα στρώμα φίλτρου από χαλίκια 16-32 mm. Οι σωλήνες συλλογής στραγγισμάτων καταλήγουν στα φρεάτια περισυλλογής (εικόνα 12), που πολλές φορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως φρεάτια αερίων.



Εικόνα 12 : Φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων και αερίων.

Το φρεάτιο τύπου τηλεσκοπίου αποτελείται από την βάση στήριξης, τον κυρίως αγωγό, τον ειδικό δακτύλιο, ο οποίος μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με την καθίζηση και το επάνω τμήμα

του αγωγού. Το φρεάτιο συλλογής ή ελέγχου μπορεί να κατασκευασθεί τόσο από τοιμέντο όσο και από HDPE και συνήθως έχει διάμετρο 2.3m.

3.6. Τα αέρια που παράγονται στους ΧΥΤΑ

Η διαδικασία αποδομήσεως των απορριμμάτων γίνεται κάτω από αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η σύνθεση των απορριμμάτων και η τεχνική με την οποία εναποτίθενται τα απορρίμματα. Η μικροβιολογική διεργασία, η εισροή του αέρα στα απορρίμματα και ο αέρας στους πορώδεις χώρους των απορριμμάτων είναι τα κύρια αίτια δημιουργίας των αερίων. Κατά την αερόβια διαδικασία της αποδομήσεως των οργανικών ουσιών παράγεται CO₂, νερό και ενέργεια. Υπολογίζεται ότι η παραγωγή του CO₂ κατά την αποδόμηση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα ανέρχεται σε 20,8 Vol % . Από την αποδόμηση των αμινοξέων εκτός του CO₂ παράγεται και NH₃. Η αποδόμηση των οργανικών ουσιών σε αναερόβιες συνθήκες γίνεται σε δύο στάδια:

α) την όξινη ζύμωση (μετατροπή των κυπαρινών, λιπών και πρωτεϊνών σε οξέα, μέσω ενζυματικών υδρολύσεων) και

β) τη ζύμωση μεθανίου (παραγωγή μεθανίου)

Η σύνθεση και η περιεκτικότητα του παραγόμενου βιοαερίου στους Χ.Υ.Τ.Α., παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύσταση βιοαερίου	I % κ.ο.	II % κ.ο.	III % κ.ο.
CH ₄	65	50-45	25
CO ₂	35	45-35	20
N ₂	-	4-16	45
O ₂	-	1-4	10

Πίνακας 21 : Τυπική σύσταση του βιοαερίου:

I) κατά τη φυσική διαφυγή του αερίου από το Χ.Υ.Τ.Α.,

II) με χρήση ενός τυπικού συστήματος απαγωγής και ύπαρξη καλής στεγάνωσης της επιφάνειας και

III) με υπερβολική άντληση και ανεπαρκή στεγάνωση της επιφάνειας του Χ.Υ.Τ.Α.

Εκτός από το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα, που αποτελούν τα βασικά συστατικά του βιοαερίου, στο τελευταίο υπάρχουν και άλλες ουσίες σε μικρότερες συγκεντρώσεις, καθώς και τοξικές ουσίες που βρίσκονται σε ίχνη. Οι τυπικοί και οι οργανικοί ρυπαντές που βρίσκονται στο βιοαέριο φαίνονται στους πίνακες 22 και

23, αντίστοιχα.

Τυπικοί ρυπαντές	Μέση τιμή	
	I mg/m ³	II mg/m ³
Σ S	200	150
Σ Cl	100	50
Σ F	20	10
CFC	50	25
HAHC	5-1000	5-50
Cd	0-1	0-0,5
Hg	0-1	0-0,5
Σ Met.	0-5	0-3

Πίνακας 22: Τυπικοί ρυπαντές που περιλαμβάνει το βιοαέριο:

I) κατά τη φυσική διαφυγή του αερίου από το Χ.Υ.Τ.Α.,

II) με χρήση ενός τυπικού συστήματος απαγωγής και ύπαρξη καλής στεγάνωσης της επιφάνειας του Χ.Υ.Τ.Α.

Ρυπαντές		Ομάδα	WPC*	Τυπική Συγκέντρωση*	Μέγιστη Συγκέντρωση*
Χλωροφθορομεθάνιο	CH ₂ ClF	A2		10	
Χλωροδιφθορομεθάνιο	CH ₂ ClF ₂		1.800	5	
Διχλωροφθορομεθάνιο (R 21)	CHCl ₂ F		45	5	
Διχλωροφθορομεθάνιο (R12)	CHCl ₂ F		5.000	50	50
Τριχλωροφθορομεθάνιο	CHCl ₃ F		5.600	10	
Τριχλωροφθοροαιθάνιο (R113)	C ₂ Cl ₃ F		3.800	2	
Χλωροαιθυλένιο (VC)	C ₂ H ₃ Cl	A1		10	200
Διχλωρομεθάνιο	CH ₂ Cl ₂	B	360	20	1.000
1,1-Διχλωροαιθυλένιο	C ₂ H ₂ Cl ₂	B	8		2
1,2-Διχλωροαιθυλένιο	C ₂ H ₂ Cl ₂		790	30	700
1,1,1-Τριχλωροαιθυλένιο	C ₂ HCl ₃		1.080	2	400
Τριχλωροαιθυλένιο (Tri)	C ₂ HCl ₃		270	10	190
Τετραχλωροαιθυλένιο (Per)	C ₂ Cl ₄	B	345	10	180
Βενζόλιο	C ₆ H ₆	A1		5	500
Τολουένιο	C ₇ H ₈		380	100	1.700
Ξυλένιο	C ₈ H ₁₀		440	50	
Υδρογονάνθρακες	C _n H _{2n+2}			300	
Αιθανόλη	CH ₂ CHO	B	90	20	
Φορμαλδεΐδη	CH ₂ O	B	0,6		
Σουλφίδιο του υδρογόνου	H ₂ S		15	100	20.000
Άθροισμα οργανικών ενώσεων mercaptane	RSH		1	2	200

* mg/m³

Πίνακας 23: Ορισμένοι οργανικοί ρυπαντές (VOCs) που συνήθως περιλαμβάνει το βιοαέριο.

Ομάδα A1: Καρκινογόνα για τον άνθρωπο

Ομάδα A2: Καρκινογόνα από πειράματα με ζώα

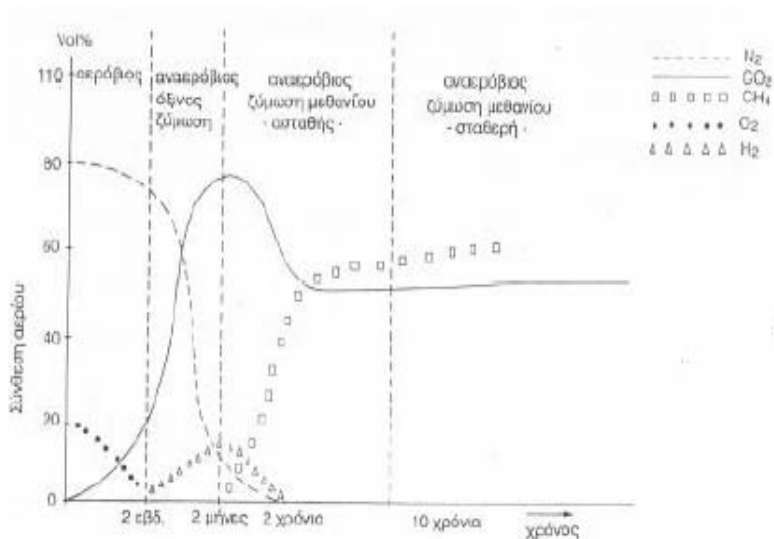
Ομάδα B: Ύποπτα ως καρκινογόνα

Μετά την εναπόθεση των απορριμμάτων αρχίζει η παραγωγή του CO₂ που σιγά-σιγά μειώνεται με μια σύγχρονη αύξηση της παραγωγής του μεθανίου. Μείωση παρατηρείται τόσο στο οξυγόνο που βρίσκεται στον πορώδη χώρο των απορριμμάτων όσο και στο άζωτο.



Εικόνα 5 και 6: Έκλυση επικίνδυνων αερίων

Κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις της παραγωγής αερίων τόσο στην ποσότητα όσο και στην ποιότητα.



Εικόνα 13 : Σύσταση αερίων στους χώρους διάθεσης απορριμμάτων.

Οι ποσότητες των παραγόμενων αερίων εξαρτώνται από τις μικροβιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την αποδόμηση των απορριμμάτων, από τη σύνθεσή τους και από μια σειρά άλλων παραγόντων, οι οποίοι μπορεί να είναι εσωτερικοί ή εξωτερικοί.

Οι παράγοντες αυτοί φαίνονται παρακάτω:

I) Εξωτερικοί παράγοντες:

1. Αέρας - θερμοκρασία,

2. Ατμοσφαιρική πίεση,
3. Επικάλυψη,
4. Βροχοπτώσεις,
5. Τοπογραφία,
6. Υδρογεωλογία,
7. Σύνθεση απορριμμάτων.

II) Εσωτερικοί παράγοντες:

1. Θερμοκρασία,
2. Εισροή αέρα,
3. Υγρασία,
4. Οξειδοαναγωγή,
5. PH,
6. Θρεπτικές ουσίες,
7. Τοξικές ουσίες.

Όπως είναι φυσικό, υπάρχει μια έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων. Για παράδειγμα, η εξωτερική θερμοκρασία καθορίζει τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του χώρου διάθεσης, ενώ η εισροή αέρα είναι συνάρτηση της ατμοσφαιρικής πίεσης που επικρατεί και της επικάλυψης του χώρου. Επίσης, η υγρασία εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και την υδρογεωλογία του χώρου, ενώ η σύνθεση των απορριμμάτων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τις θρεπτικές και τοξικές ουσίες που περιέχονται σε αυτά.

Το βιοαέριο, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε μεθάνιο, έχει σημαντικό ενεργειακό περιεχόμενο. Πράγματι, η κατώτερη θερμογόνος ικανότητα του μεθανίου ανέρχεται σε 35,9 MJoules/m³, το δε ενεργειακό του ισοδύναμο ανέρχεται σε 9,94 KWh/m³ περίπου. Έτσι, 1m³ βιοαερίου, με περιεκτικότητα σε μεθάνιο ίση με 70%, είναι ισοδύναμο με 0,66 lt καυσίμου ντίζελ, ή 0,25m³ αερίου προπανίου, ή 0,2m³ αερίου βουτανίου ή 0,85 kg λιγνίτη.

Αν λάβουμε υπόψη μας ότι:

- α) από 1 Kg απορρίμματα μπορούν να παραχθούν περίπου 100 lt CH₄
- β) από "το παραγόμενο μεθάνιο περίπου το 40% μπορεί να συλλεγεί, γιατί το υπόλοιπο χάνεται στο έδαφος και την ατμόσφαιρα και

γ) κάθε άτομο παράγει περίπου 1 Kg απορρίμματα την ημέρα μπορούμε να υπολογίσουμε την παραγωγή μεθανίου σε 100 It/κάτ. & ημέρα. Έτσι σε μια πόλη με περίπου 100.000 κατοίκους η θεωρητική παραγωγή μεθανίου είναι 10.000 m³. Με ανάκτηση μεθανίου 40% η παραγωγή μπορεί να υπολογισθεί σε 4.000 It/ημ. Τα αέρια που προέρχονται από τους χώρους διάθεσης απορριμμάτων μπορούν να θεωρηθούν άριστης ποιότητας αν η σύνθεσή τους είναι η εξής: CH₄ πάνω από 60 Vol%, CO₂ λιγότερα από 50 vol% ενώ τα υπόλοιπα αέρια να μην ξεπερνούν το 1 vol%. Σε περίπτωση που η αναλογία O₂/N₂ είναι διαφορετική από εκείνη του αέρα, παρουσιάζεται το φαινόμενο διεισδύσεως του O₂ στο χώρο διάθεσης που έχει σαν αποτέλεσμα την οξείδωση του μεθανίου, αρνητικό παράγοντα για τη χρησιμοποίησή του.

3.6.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις βιοαερίου

- Εκτός από τους κινδύνους που εγκυμονούν για τη δημόσια υγεία οι Χ.Υ.Τ.Α., λόγω των αερίων εκπομπών βιοαερίου, ένας ιδιαίτερα σημαντικός κίνδυνος που σχετίζεται με την παραγωγή βιοαερίου, αφορά την πιθανότητα έκρηξης και αυτανάφλεξής του. Συγκεκριμένα, συγκεντρώσεις μεθανίου, σε ποσοστά 5-15% κ.ο. με τον ατμοσφαιρικό αέρα, προκαλούν εύφλεκτο μίγμα. Σε συγκεντρώσεις μεθανίου πάνω από 15%, το οξυγόνο είναι ανεπαρκές για την πρόκληση εκρήξεων, αλλά οι κίνδυνοι παραμένουν ακόμα υψηλοί.
- Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική αρνητική επίπτωση, με παγκόσμια διάσταση, είναι η συμμετοχή του βιοαερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι το μεθάνιο ανήκει στα αέρια που έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Μάλιστα, το μεθάνιο εμφανίζει την ιδιότητα αυτή αυξημένα κατά 20-25%, συγκρινόμενο με το διοξείδιο του άνθρακα. Έτσι το μεθάνιο σήμερα, είναι υπεύθυνο για την αύξηση της θερμοκρασίας της γης, την τελευταία δεκαετία κατά 20%, ή διαφορετικά, για την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0,1 οC. Βέβαια, οι εκπομπές μεθανίου στην ατμόσφαιρα, οφείλονται κατά 75% στα φυσικά οικοσυστήματα, ενώ μόλις 4% των συνολικών εκπομπών μεθανίου οφείλονται στο βιοαέριο των Χ.Υ.Τ.Α.

Το βιοαέριο όμως έχει και κάποια θετικά στοιχεία αν διαχειριστεί σωστά.

- Θερμότητα και ηλεκτρισμός από βιοαέριο μπορούν να θεωρηθούν ως φιλικές προς το περιβάλλον και εφικτές οικονομικά μορφές ουδέτερης ως προς το CO₂ ενέργειας.
- Μπορεί επίσης να προκύψει βελτίωση του εδάφους από την επεξεργασία βιοαερίου, όταν η υγρή κοπριά, μετά από κατεργασία ή το κοπρόχωμα χρησιμοποιούνται ως λίπασμα. Κοπρόχωμα που παράγεται ως τμήμα της επεξεργασίας βιοαερίου αποτελεί καλής ποιότητας λίπασμα. Τα φυτά βιοαερίου μπορούν να γίνουν κέντρα για την διαχείριση γεωργικής κοπριάς σε αγροτικές περιοχές.
- Επίσης, τα φυτά βιοαερίου πρόκειται να διαδραματίσουν ρόλο στην ανακύκλωση προϊόντων οργανικών αποβλήτων από νοικοκυριά σε πόλεις.

Επομένως, ενώ η παραγωγή βιοαερίου υπό ελεγχόμενες συνθήκες από οργανικά κατάλοιπα πρόκειται να αυξηθεί, η συλλογή και χρήση αερίου χωματερής για την παραγωγή ενέργειας παραμένει απλώς δευτέρα επιλογή. Η παραγωγή αερίου χωματερής αναμένεται να γίνει λιγότερο σημαντική στο μέλλον, παρά το γεγονός ότι η εκπομπή αερίων θα εξακολουθήσει επί άνω των 10 ετών μετά το κλείσιμο των τοποθεσιών απόρριψης.

Η παραγωγή θερμότητας, κυρίως από στερεά βιομάζα, σε ορισμένα κράτη μέλη αντιμετωπίζει τον ανταγωνισμό του φυσικού αερίου. Καταβάλλονται προσπάθειες ώστε να εισαχθούν στην αγορά κατάλληλα στερεά καύσιμα ως ξέσματα και σβώλοι, ώστε να διευκολυνθεί η χρήση τους και διανομή τους για κεντρική θέρμανση σε πολυκατοικίες κ.λπ. Μόνον 2% του δυναμικού κοπριάς από ζώα χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαερίου στην Ευρώπη.

Υπάρχει μεγάλο χάσμα μεταξύ των διαθέσιμων τεχνολογιών και της υπάρχουσας αγοράς. Απαιτείται αμοιβαίος εμπλουτισμός μεταξύ των διαφόρων πολιτικών στην ΕΕ, περιλαμβανομένων εκστρατειών πληροφόρησης που απευθύνονται στους κύριους παράγοντες. Ο στόχος των 15 Mtoe που καθορίζεται στην Λευκή Βίβλο για το βιοαέριο είναι ρεαλιστικός, μόνον εφόσον θεσπιστούν ενεργές πολιτικές. Τα στοιχεία των χωματερών από το 1997 έως το 1998 παρουσιάζουν αύξηση 20% στην παραγωγή ηλεκτρισμού και 27% στην παραγωγή θερμότητας, ενώ η πρωτογενής ενέργεια αυξήθηκε κατά 60%. Τα στοιχεία που αφορούν τόνους κατεργασμένων

αποβλήτων επίσης παρέχουν χρήσιμο μέτρο προόδου στον τομέα του βιοαερίου. Πρόσφατη πολιτική της ΕΕ για τα απόβλητα θα δημιουργήσει ισχυρότερη συνεισφορά του βιοαερίου στον χώρο της βιομάζας και πιθανή μείωση των χωματερών πριν από το έτος 2005.

Χώρες όπως η Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο έχουν δημιουργήσει σημαντική παραγωγή βιοαερίου και πολιτικές ανάκτησης παραγωγής από χωματερές. Περίπου οκτώ κράτη μέλη παρουσιάζουν σημαντικές αυξήσεις της παραγωγής ενέργειας από χωματερές

3.7.Εκτίμηση παραγωγής βιοαερίου και στραγγισμάτων σε ΧΥΤΑ

Η αποτελεσματική και περιβαλλοντικά ασφαλής λειτουργία ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής, προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος συλλογής και επεξεργασίας του βιοαερίου και των στραγγισμάτων που παράγονται. Για το σωστό σχεδιασμό αυτών των συστημάτων είναι απαραίτητο να εκπονηθεί προηγουμένως σχετική μελέτη, για να εκτιμηθεί η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου και στραγγισμάτων.

Σήμερα, στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για τον υπολογισμό της ποσότητας στραγγισμάτων. Για παράδειγμα οι Fennetal και Luetal ανέπτυξαν τη Μέθοδο Υδατικού Ισοζυγίου (Water Balance Method). Οι Perrier και Gibson ανέπτυξαν την Υδρολογική Προσομοίωση στις Εγκαταστάσεις Στερεών Αποβλήτων (Hydrologic Simulation on Solid Waste Disposal Sites). Οι Shroeder et al ανέπτυξαν την Υδρολογική Αποτίμηση των ΧΥΤΑ (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance). Ένα σοβαρό μειονέκτημα για τις περισσότερες από τις ήδη υπάρχουσες μεθόδους είναι η έλλειψη λεπτομερούς εισόδου πληροφοριών και η πολυπλοκότητα των υπολογισμών.

Η ανάπτυξη μιας απλής σχετικά μεθόδου για τον υπολογισμό της ποσότητας του βιοαερίου και των στραγγισμάτων που παράγονται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής, έχει από Μηχανικούς Περιβάλλοντος του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης. Η μέθοδος στηρίζεται στον υπολογισμό ενός υδατικού ισοζυγίου σε μια στρώση ενός ΧΥΤΑ και υπολογίζει:

- Την παραγωγή βιοαερίου συναρτήσει του χρόνου,
- Την απαιτούμενη ποσότητα ύδατος για την παραγωγή βιοαερίου,

- Την ποσότητα ύδατος που διαφεύγει με το βιοαέριο,
- Την ποσότητα ύδατος που περιέχεται στο απόβλητο,
- Το ξηρό βάρος αποβλήτου,
- Την υδροχωρητικότητα του αποβλήτου στο πεδίο και
- Την ποσότητα διασταλαγμάτων.

3.7.1 Σύστημα συλλογής βιοαερίου

Δεδομένων των ιδιοτήτων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του βιοαερίου, η σύγχρονη τεχνολογία της υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων, προβλέπει ότι το βιοαέριο, θα πρέπει να συλλέγεται με τα κατάλληλα συστήματα και ακολούθως να καίγεται, ώστε να διατεθεί ασφαλώς στην ατμόσφαιρα. Η ελεγχόμενη συλλογή του βιοαερίου, καταρχάς, ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που ενέχονται από την ανεξέλεγκτη εκπομπή-διαφυγή του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα και αφετέρου, η καύση του βιοαερίου μετατρέπει το μεθάνιο σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο συμβάλλει λιγότερο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η δε καύση του βιοαερίου (σε ορισμένες ποσότητες και άνω), μπορεί να συνδυαστεί με την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου του μεθανίου και να καταλήξει έτσι, στην παραγωγή ενέργειας.

Πρωταρχικός στόχος των συστημάτων συλλογής των αερίων είναι η μείωση των εκπομπών επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες βρίσκονται στο βιοαέριο. Για την επίτευξη αυτού του στόχου πρέπει το σύστημα να εξασφαλίζει:

- α) Μεγάλο βαθμό συλλογής του αερίου,
- β) Μεγάλη διάρκεια λειτουργίας,
- γ) Αντοχή στις συνθήκες λειτουργίας (καθιζήσεις κλπ),
- δ) Αποφυγή της δημιουργίας εκρηκτικού μίγματος αέρα / αερίου και
- ε) Καλή δυνατότητα ρύθμισης των συλλεκτών .

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τους

- συλλέκτες,
- τους αγωγούς μεταφοράς,
- το σύστημα αφύγρανσης,
- το σύστημα παρακολούθησης και ρύθμισης.

Οι συλλέκτες των αερίων διακρίνονται κυρίως σε κάθετους και οριζόντιους. Κρίσιμο σημείο της λειτουργικότητας των συστημάτων αερίων αποτελούν οι αγωγοί μεταφοράς των αερίων. Επειδή υπάρχουν καθιζήσεις, στα σημεία αυτά παρουσιάζονται παραμορφώσεις, όπου συγκεντρώνεται το νερό, με αποτέλεσμα να βουλώνουν οι αγωγοί και να μην μπορεί να περάσει το αέριο. Ως υλικό κατασκευής των αγωγών χρησιμοποιείται συνήθως το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HPDE) γιατί έχει πολύ καλή αντοχή. Μετά την τοποθέτηση των αγωγών πρέπει να γίνεται έλεγχος υπό πίεση. Η αποφυγή έκρηξης μπορεί να γίνει με έλεγχο (μέτρηση) του οξυγόνου ή της περιεκτικότητας του μεθανίου. Οι αγωγοί στα κρίσιμα τους μέρη είναι ατσάλινοι. Η διάμετρος του αγωγού είναι έτσι υπολογισμένη ώστε η ταχύτητα του αερίου να μην υπερβαίνει τα 10 m/s.

Πολλές φορές δημιουργούνται βλάβες στους αγωγούς που δεν μπορούν να προβλεφθούν, όπως π.χ. από υψηλή θερμοκρασία στο εσωτερικό του χώρου ή από χημικά ή από τις πιέσεις. Μπορούν να γίνουν βέβαια θεωρητικοί υπολογισμοί, αλλά στη πράξη είναι αδύνατο να υπολογίσει κανείς τις συνθήκες πίεσης, λόγω της ανομοιογένειας των απορριμμάτων. Γι ' αυτό το λόγο εκτιμάται ότι στο μέλλον οι αγωγοί θα έχουν πίεση 10 bar.

Για την αντιμετώπιση της διάβρωσης που προξενείτε από τα σχηματιζόμενα οξέα του υδρόθειου, του φθορίου και του χλωρίου, κατά την επαφή τους με την υγρασία του αερίου, πρέπει τα τελευταία να απομακρύνονται με νερό και η θερμοκρασία να είναι πάνω από το σημείο δρόσου. Οι αντλίες αερίου δεν πρέπει να αφήνουν να εισέρχεται αέρας, στα συστήματα του αερίου, καθώς επίσης σε καμιά περίπτωση τα λάδια ψύξης να έρχονται σε επαφή με το αέριο. Η διάβρωση μπορεί να προσβάλλει τους κινητήρες, τους λέβητες, τους εναλλάκτες κλπ. Οι αλογονούχες οργανικές ενώσεις σχηματίζουν πχ. HCl και CO₂. Και τα δύο έχουν επιπτώσεις και στους καυστήρες το μεν πρώτο διάβρωσης το δε δεύτερο υψηλής θερμοκρασίας.

Στα συστήματα συλλογής των αερίων υπάρχει ο κίνδυνος έκρηξης:

- κατά την έξοδο του αερίου (φρεάτια κλπ.),
- όταν εισέρχεται αέρας στο χώρο διάθεσης από ενδεχόμενη καθίζηση ή οποιοδήποτε άλλο λόγο,
- από βλάβη των αγωγών με αποτέλεσμα το αέριο να εξέρχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα και

- από οτιδήποτε θα δημιουργούσε την αναλογία έκρηξης του αέρα/αερίου.

Για την αποφυγή ατυχημάτων πρέπει να υπάρχει σύστημα ελέγχου έτσι ώστε να σταματά η λειτουργία της εγκατάστασης πριν φθάσει το όριο έκρηξης. Επίσης πρέπει να υπάρχει στην εγκατάσταση σύστημα μέτρησης του οξυγόνου. Αφού συλλεχθεί το παραγόμενο αέριο, περνάει στη φάση της εξαερίωσης, η οποία μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

1. με φρεάτια,
2. με οριζόντιους,
3. με κάθετους αγωγούς,
4. μέσω του συστήματος συλλογής των στραγγισμάτων ή
5. με βιοφίλτρα.

Η εξαερίωση με φρεάτια είναι από τις πλέον εφαρμοσμένες μεθόδους. Η σωστή συλλογή του αερίου γίνεται όταν υπάρχει αρκετά καλή μόνωση της επιφάνειας των χώρων διάθεσης με την ατμόσφαιρα. Διαφορετικά η ποιότητα του αερίου είναι κακή και πολλές φορές το μίγμα αερίων δεν καίγεται. Τα φρεάτια είναι κατασκευασμένα από τοιμεντοσωλήνες ή HDPE οι οποίοι έχουν κατά διαστήματα τρύπες. Για την καλύτερη ασφάλεια τους (σπάσιμο των σωλήνων) γεμίζονται με χαλίκι. Η διάμετρος τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,80m. Στο επάνω μέρος των φρεατίων τοποθετούνται βιοφίλτρα για τον καθαρισμό των αερίων, ή σύστημα συλλογής και επεξεργασίας των αερίων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ατμού ή ηλεκτρικής ενέργειας. Στους κάθετους αγωγούς ή φρεάτια, μπορούν να δημιουργηθούν προβλήματα από συγκέντρωση νερών, με αποτέλεσμα να μη γίνεται σωστό το φιλτράρισμα ή να εμποδίζεται η διέλευση του αερίου. Στα φρεάτια αυτό το πρόβλημα λύνεται με διπλούς αγωγούς. Συνήθως σ' αυτού του είδους τα φρεάτια το νερό μπορεί να απομακρυνθεί με αντλία.

Στην περίπτωση όπου η εξαερίωση γίνεται με οριζόντιους αγωγούς, αυτοί τοποθετούνται σε διαφορετικά ύψη μέσα στο χώρο διάθεσης των απορριμμάτων, περιβάλλονται από χαλίκι και καταλήγουν στον κεντρικό σταθμό των αντλιών. Οι αγωγοί είναι από πλαστικό. Το κόστος του συστήματος συλλογής των αερίων δεν είναι ακριβό. Η λειτουργία του χώρου διάθεσης δεν εμποδίζεται παρά μόνο κατά

την τοποθέτησή τους ενώ υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής τους λόγω των κατολισθήσεων.

Στην τρίτη περίπτωση, το αέριο αντλείται μέσω των σωληνώσεων που είναι κάθετοι και τοποθετούνται σε όλο το χώρο των απορριμμάτων. Αυτό το ακριβό σύστημα εξαερίωσης είναι από τα πλέον αποτελεσματικά. Το αέριο είναι καλής ποιότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ενέργειας και ως καύσιμη ύλη. Σε ειδικές περιπτώσεις όπου η εγκατάσταση δεν έχει μεγάλο ύψος, μπορούν οι σωληνώσεις των στραγγισμάτων να χρησιμεύσουν συγχρόνως και για απαερίωση. Η εισροή εξωτερικού αέρα στους σωλήνες παρεμποδίζεται από ένα σιφώνιο, το οποίο συνδέει τους σωλήνες συλλογής με τα φρεάτια. Δεν υπάρχουν αρκετές εμπειρίες με το σύστημα αυτό, η δραστηκότητα όμως κοντά στην επιφάνεια εγκατάστασης υγειονομικής ταφής, πρέπει να αναμένεται ότι δε θα είναι αρκετή.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος είναι τα

- ελάχιστα έξοδα,
- η μη παρεμπόδιση της λειτουργίας της υγειονομικής ταφής
- και ότι δεν χρειάζονται αγωγοί και εγκαταστάσεις συλλογής στην επιφάνεια.

Για την εξαερίωση των χώρων διάθεσης με βιοφίλτρα κατασκευάζονται κατά μήκος του υλικού επικάλυψης ανοίγματα και σκεπάζονται με βελτιωτικό εδάφους (compost), το οποίο επενεργεί σαν αποσμητικό φίλτρο. Το προτεινόμενο αυτό σύστημα, είναι χαμηλό σε κόστος και δεν εμποδίζει τη λειτουργία του χώρου διάθεσης. Τα φίλτρα συνήθως, έχουν ύψος 40cm και μήκος 2 m.

3.8.Διαστασιολόγηση των ΧΥΤΑ

Ως διαστασιολόγηση ενός ΧΥΤΑ νοούμε τον καθορισμό βασικών ποσοτικών παραμέτρων του και ιδιαίτερα :

- Της έκτασής του και του απορριμματικού του ανάγλυφου
- Της διάρκειας λειτουργίας του
- Των απαιτήσεων σε κινητό εξοπλισμό διάθεσης των απορριμμάτων
- Των απαιτήσεων σε προσωπικό

Προκειμένου να καθοριστούν οι πιο πάνω παράμετροι απαιτείται να είναι προηγούμενα γνωστοί οι ΟΤΑ που θα εξυπηρετηθούν και οι άλλοι, ενδεχόμενα, παραγωγοί απορριμμάτων αποδεκτών σε ΧΥΤΑ οικιακών απορριμμάτων, καθώς και η θέση του προς διαστασιολόγηση ΧΥΤΑ. Η γνώση της ακριβούς θέσης του ΧΥΤΑ καθιστά δυνατό τον προσδιορισμό του απορριμματικού του ανάγλυφου. Το σημείο Α λαμβάνεται κατά την έξοδο της μισογάγγειας στην κατάντη περιοχή. Μετά τον καθορισμό του ανάγλυφου προσδιορίζεται ο όγκος του, έστω $V_{αν}$. Εκτιμούμε ότι το 20% του όγκου καταλαμβάνεται από το υλικό επικάλυψης και τελικής αποκατάστασης. Ο ενεργός όγκος κατά συνέπεια που διατίθεται για τα απορρίμματα είναι $V_{απ}=0,8V_{αν}$. Εάν N είναι ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός, T η διάρκεια ζωής του ΧΥΤΑ σε έτη και Q η ετήσια παραγωγή απορριμμάτων σε τόνους ανά κάτοικο, τότε ο ΧΥΤΑ θα υποδεχθεί συνολικά $\Phi=N \times Q \times T$ τόνους απορριμμάτων. Σε ένα ΧΥΤΑ που εργάζεται με την μέθοδο της παραδοσιακής υγειονομικής ταφής εκτιμάται ότι σε 1 m³ χώρου «καθαρών» απορριμμάτων (δηλ. χωρίς το υλικό επικάλυψης) αντιστοιχούν 0,750 τόνοι διατεθέντων απορριμμάτων. Κατά συνέπεια, ισχύει η σχέση:

$$N \times Q \times T = 0,75 \times 0,80 V_{αν} \quad \text{ή} \quad V_{αν} = 1,67 \times N \times Q \times T$$

Εάν θέσουμε:

$$Q = 0,3 \text{ Τον/κατ. έτος}$$

$$N = 150.000 \text{ άτομα}$$

$$T = 20 \text{ έτη}$$

ο όγκος του απορριμματικού ανάγλυφου προκύπτει ίσος με:

$$V = 1,67 \times 150.000 \times 0,3 \times 20 = 1.500.000 \text{ m}^3$$

Εάν συμβολίσουμε με $V_{υπ}$ τον όγκο που προκύπτει από τους πιο πάνω υπολογισμούς και $V_{αν}$ τον όγκο που προκύπτει από την ογκομέτρηση του εδαφικού ανάγλυφου, θα πρέπει $V_{υπ} \approx V_{αν}$

Εάν $V_{αν} \gg V_{υπ}$ σημαίνει ότι πρέπει να μειώσουμε τον όγκο του απορριμματικού ανάγλυφου. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μειώνοντας την επιφάνεια που θα καταληφθεί από τα απορρίμματα είτε αμβλύνοντας τις κλίσεις του είτε και τα δύο.

Εάν $V_{αν} \ll V_{υπ}$, εργαζόμαστε αντίστροφα.

Οι πολλές (και κοπώδεις) δοκιμές για την επίτευξη του βέλτιστου απορριμματικού ανάγλυφου περιορίζονται αισθητά, εάν εξασφαλίσουμε μια πρώτη προσέγγιση της

έκτασης που θα καταλάβει, με τον εμπειρικό τύπο:

$$E = 0,5 N$$

όπου: E = το εμβαδόν (σε κάτοψη) του απορριμματικού ανάγλυφου σε στρέμματα

N = ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός σε χιλιάδες κατοίκους

Ο τύπος επιτυγχάνει καλή προσέγγιση για $N > 40$ χιλ., που αποτελεί και το σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων των ΧΥΤΑ.

3.9.Είδος των μηχανημάτων

Το είδος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τη διάθεση των απορριμμάτων εξαρτάται:

(α) Από το μέγεθος του ΧΥΤΑ, δηλαδή τη μέση ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων που προσκομίζονται στον ΧΥΤΑ, π.χ. για ποσότητα (120-150 τόνων δεν συνίσταται η χρήση συμπιεστή απορριμμάτων).

(β) Από τη στενότητα διαθέσιμων (και με την κοινωνική έννοια του όρου) χώρων για υγειονομική ταφή. Στενότητα τέτοιων χώρων οδηγεί στην πιθανή χρήση συμπιεστή.

(γ) Από το καθεστώς διαθεσιμότητας του υλικού επικάλυψης εφόσον αυτό κρίνεται απαραίτητο. Αν υπάρχει δυνατότητα χωματοληψίας από τον ΧΥΤΑ ένας ερπυστριοφόρος φορτωτής είναι προτιμότερος του προωθητήρα. Για παντελή έλλειψη υλικού επικάλυψης ίσως φανεί προτιμότερος ένας συμπιεστής.

(δ) Από τον τρόπο Υ.Τ. που μπορεί να επιβληθεί για διαφορετικούς από τους πιο πάνω λόγους.

(ε) Από άλλους παράγοντες υποκειμενικού χαρακτήρα (διάθεση χρημάτων, αξιοποίηση μηχανήματος για άλλους λόγους πλην Υ.Τ., δυνατότητα ή μη τεχνικής υποστήριξης του μηχανήματος).

3.10.Λειτουργία ενός ΧΥΤΑ

Οι βασικότερες δράσεις σε ένα ΧΥΤΑ που συνθέτουν τον κορμό των λειτουργικών του χαρακτηριστικών είναι οι παρακάτω:

3.10.1Απόθεση

Είναι η ενέργεια κατά την οποία τα απορρίμματα μετατίθενται από το μέσο μεταφοράς σε κάποιο σημείο του ΧΥΤΑ τελικό ή ενδιάμεσο (ενδιάμεση απόθεση).

Τελικό θεωρείται το σημείο, όταν επιλαμβάνονται πλέον τα μηχανήματα διάθεσης του ΧΥΤΑ (απ' ευθείας απόρριψη). Ενδιάμεσο, θεωρείται το σημείο, όταν μεσολαβούν και οχήματα ή άλλος εξοπλισμός εσωτερικής μεταφόρτωσης ή μετακίνησης προκειμένου να τεθούν τα απορρίμματα στη διάθεση των μηχανημάτων (εσωτερική μεταφόρτωση με μεγάλα ανοιχτά φορτηγά, εσωτερικοί ελκυστήρες για μεμονωμένα containers ή συρμούς, containers από ΣΜΑ). Το ενδιάμεσο σημείο άλλοτε επιβάλλεται για λόγους τεχνικούς (σιδηροδρομική μεταφορά, συρμοί containers) και άλλοτε αποτελεί επιλογή του διαχειριστή του ΧΥΤΑ (ανοιχτά φορτηγά, μεμονωμένα containers), τόσο για λειτουργική διευκόλυνση του ΧΥΤΑ, όσο και για εξυπηρέτηση των οχημάτων μεταφοράς. Στην περίπτωση της υγειονομικής ταφής με αναμόχλευση και με δεματισμένα απορρίμματα, το επίπεδο απόθεσης είναι υποχρεωτικά η επιφάνεια της διαμορφωμένης, ήδη, στρώσης απορριμμάτων.

Αυτός ο τρόπος είναι προτιμότερος καθώς εξασφαλίζει σταθερότερη επιφάνεια κυκλοφορίας, καλύτερο έλεγχο των επιφανειακών στραγγισμάτων και ευχέρεια διπλασιασμού του λειτουργικού μετώπου απόρριψης με το ίδιο γεωμετρικό μήκος σε περίπτωση αιχμής, βλάβης κ.λπ. Ωστόσο προκαλεί διάσπαση της λειτουργίας του ΧΥΤΑ σε δυο επίπεδα (το διαμορφωμένο για τα απορρίμματα και το υπό διαμόρφωση για το υλικό επικάλυψης).

Σε περιπτώσεις υγειονομικής ταφής με συμπίεση (επί του πρανούς, με κίνηση από κάτω προς τα πάνω) και παραδοσιακής Υ.Τ. προτιμάται ως επίπεδο απόθεσης η επιφάνεια της υπό διαμόρφωση στρώσης, καθώς έτσι έχουμε λειτουργία σε ένα μόνο επίπεδο (της υπό διαμόρφωσης στρώσης), άρα καλύτερη αξιοποίηση προσωπικού και μηχανημάτων και ανεξαρτητοποίηση από κυκλοφοριακά εμπόδια της υποκείμενης στρώσης (σωροί μπαζών, λάκκοι, λιμνάζοντα νερά). Γενικά επιδιώκεται η δυνατότητα για εφεδρική απόρριψη και στο πόδι του πρανούς.

Όσον αφορά τα οχήματα απόθεσης μπορεί να είναι τα ίδια τα μέσα συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων των ΟΤΑ, τα οχήματα μακρινής μεταφοράς των σταθμών μεταφόρτωσης, τα οχήματα του ΧΥΤΑ, εσωτερικοί ελκυστήρες (υπηρεσίας), γερανοί μεταφοράς containers (σε τροχιές ή μη), περονοφόρα μηχανήματα τακτοποίησης δεματισμένων απορριμμάτων. Το σημείο απόθεσης

ενδιαφέρει τόσο κατά μήκος του φρυδιού (ή πόδα) του μετώπικου πρηνούς (άξονας των x , τετμημένη), όσο και η απόστασή του από αυτό (τεταγμένη). Η τετμημένη ενδιαφέρει για την ορθολογική ενσωμάτωση του απορριπτόμενου φορτίου στη λειτουργική εικόνα του μετώπου απόρριψης τη στιγμή της απόθεσης π.χ. να μην απορρίπτεται σε τμήμα του μετώπου όπου γίνεται τη στιγμή εκείνη επικάλυψη ή καταστροφή, ή απόθεση ειδικών απορριμμάτων (κλαδιά, ογκώδη κ.λπ.) και να μην απορρίπτεται επίσης σε μεγάλες αποστάσεις από τα μηχανήματα διάθεσης. Η τεταγμένη ενδιαφέρει σε σχέση με το έργο προώθησης (επιδίωξη η ελαχιστοποίησή του) του φορτίου στο πρηνές (οικονομικό στοιχείο) και με το χρόνο απασχόλησης των μηχανημάτων διάθεσης (λειτουργικό στοιχείο για τη χωματερή και σημαντικό οικονομικό στοιχείο για τη συλλογή και μεταφορά λόγω αναμονής των οχημάτων). Η τεταγμένη εξαρτάται και από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οχήματος απόθεσης όπως η ύπαρξη ή όχι συστήματος ανατροπής, η ύπαρξη δύο ή τριών αξόνων. Σ' αυτή την περίπτωση επιδιώκεται ένας ανακαθορισμός της τεταγμένης.

Επιδιώκεται γενικά η ελαχιστοποίηση του μέσου χρόνου απόθεσης. Αυτό σημαίνει βελτιστοποίηση του ατομικού χρόνου απόθεσης στο σωστό σημείο. Εάν τα διαθέσιμα σημεία απόρριψης περιορίζονται η επιδίωξη για βελτιστοποίηση του μέσου χρόνου απόθεσης οδηγεί στην ανάγκη για προσαύξηση του ατομικού χρόνου απόθεσης. Αλλιώς οδηγούμαστε σε μεγάλο χρόνο αναμονής των απορριμματοφόρων στον ΧΥΤΑ. Εάν ο χρόνος αυτός αναμονής τείνει σε κάποιο όριο (π.χ. 20 λεπτά) είναι δυνατόν, κατά την κρίση του επιτόπου υπεύθυνου τεχνικού να γίνει μεθοδεύμενη υπέρβαση του μετώπου εργασίας, σύμφωνα με το καθημερινό πλάνο λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Ο χρόνος απόθεσης επηρεάζεται και από τα παρακάτω:

- Από την ύπαρξη ή μη μηχανικού συστήματος εκκένωσης του οχήματος (με ανατροπή, με εξώθηση, με περιστροφή). Χειρωνακτική εκκένωση συνεπάγεται την καθοδήγηση του οχήματος σε ειδική περιοχή (τετμημένη) του μετώπου εργασίας.
- Από ατυχή περιστατικά, όπως ανατροπή του οχήματος κατά την εκκένωση, «κόλλημα» στο μέτωπο απόρριψης, σύγκρουση, βλάβη κ.λπ. και

- Από υποκειμενικού χαρακτήρα στοιχεία όπως διάθεση του οδηγού για καθυστέρηση, αναζήτηση εμπορευσίμων υλικών από τα σκουπίδια, εριστική διάθεση με άλλους οδηγούς ή το προσωπικό της χωματερής.

3.10.2.Προώθηση

Προώθηση είναι η ενέργεια κατά την οποία το φορτίο, μετά την απόθεσή του, μετατοπίζεται στο σημείο της τελικής του παραμονής και διάθεσης. Είναι φανερό ότι η διαδικασία της προώθησης διαφέρει από αυτήν της εσωτερικής μεταφόρτωσης. Η ενέργεια της προώθησης μπορεί να γίνεται ενιαία (δηλ. ταυτόχρονα και σε συνάρτηση) με τη διασπορά, το θρυμματισμό, τη διάσθρωση και τη συμπίεση, μπορεί και ξεχωριστά ανάλογα με τον τρόπο Υ.Τ. Έτσι στην παραδοσιακή Υ.Τ. έχουμε μόνο προώθηση ή πρώτα διάσθρωση και θρυμματισμό (με το μηχάνημα της προώθησης) και στη συνέχεια την προώθηση. Στην Υ.Τ. με συμπίεση όπου λειτουργούν αυτοκινούμενοι συμπιεστές που υποστηρίζονται με προωθητήρες, η κυρίως προώθηση είναι τελείως αυτόνομη πράξη και ενεργείται με άλλο μηχάνημα (προωθητήρας). Όπου λειτουργούν μόνο συμπιεστές, εκτελείται πρώτα η κυρίως προώθηση και στη συνέχεια ενιαία η μερική προώθηση - διάσθρωση - θρυμματισμός - συμπίεση. Στην Υ.Τ. δεματιασμένων απορριμμάτων η προώθηση εκτελείται με προωθητήρα, φορτωτή ή καλύτερα, περονοφόρο όχημα. Με την έγκαιρη προώθηση απελευθερώνεται μεγάλη επιφάνεια του μετώπου απόρριψης, που μειώνει το χρόνο και την τεταγμένη απόθεσης. Ακόμη μπορεί να επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο χειρισμό της λεπίδας μια εξομάλυνση της επιφάνειας κυκλοφορίας στο μέτωπο εργασίας.

3.10.3.Διασπορά - Θρυμματισμός

Είναι η ενέργεια κατά την οποία το φορτίο απόρριψης από κώνο ή κώνους μετατρέπεται με μηχανικό μέσο σε επίπεδες στρώσεις μικρού πάχους (διασπορά) και ταυτόχρονα τεμαχίζεται κάτω από το βάρος του μηχανήματος και τη δυναμική δράση των τροχών του (θρυμματισμός). Εφαρμόζεται συνήθως στην Υ.Τ. με συμπίεση, όταν αυτή γίνεται πάνω στο πρανές, με τη χρήση ερπυστριοφόρου μηχανήματος. Σκοπός της λειτουργίας αυτής είναι η ογκομετρική ομογενοποίηση των απορριμμάτων για τον περιορισμό του όγκου τους όταν διαστρωθούν και την

αποφυγή τοπικών εσωτερικών φωλιών αλλά και επιφανειακών κοιλοτήτων, την αύξηση της ειδικής τους επιφάνειας ώστε να είναι πιο αποτελεσματική η όποια αερόβια δράση στην αντίστοιχη (πάνω) ζώνη.

Στην παραδοσιακή Υ.Τ. η ενέργειά αυτή συνήθως παραλείπεται για λόγους προστασίας από φθορές του μηχανήματος διάθεσης και ταχύτερης διάθεσης καθόσον μετά από αυτή πρέπει να ακολουθήσει και η διαδικασία της προώθησης. Στην Υ.Τ. με συμπίεση η διασπορά-θρυμματισμός δεν υπάρχει σαν ανεξάρτητη λειτουργία αλλά ενσωματώνεται στην ενιαία διαδικασία της διάστρωσης-θρυμματισμού-συμπίεσης. Θρυμματισμένα απορρίμματα μεταφέρονται και απορρίπτονται στις χωματερές και μέσω αντίστοιχης τεχνολογίας σταθμών μεταφόρτωσης. Ειδική περίπτωση αποτελεί ο θρυμματισμός σε μύλους μέσα ή κοντά στον ΧΥΤΑ για την αποφυγή της επικάλυψής τους.

3.10.4. Διάστρωση - Θρυμματισμός - Συμπίεση

Είναι η συνδυασμένη ενέργεια κατά την οποία τα απορρίμματα με τη δράση του κάδου ή λεπίδας και των τροχών του μηχανήματος διάθεσης, διαστρώνονται, θρυμματίζονται και συμπιέζονται ταυτόχρονα, διευθετούμενα στην οριστική τους θέση. Η τεχνική της ενέργειας αυτής συνίσταται στην διαμόρφωση λεπτών και επάλληλων στρώσεων απορριμμάτων πάχους, πριν συμπιεστούν, 40-60 εκ. και συμπιεσμένων 10-20 εκ. Ειδικότερα, η διάστρωση επιτυγχάνεται με την χρήση του κάδου πολλαπλής χρήσης της λεπίδας προώθησης του μηχανήματος, ο θρυμματισμός επιτυγχάνεται περισσότερο με τις ειδικές προεξοχές των οδοντωτών τροχών του μηχανήματος και λιγότερο με το βάρος του και η συμπίεση επιτυγχάνεται περισσότερο με το βάρος του μηχανήματος αλλά και με την ευνοϊκή συνδρομή των οδόντων.

Με την έννοια, διάστρωση εννοούμε και τη διευθέτηση των απορριμμάτων κατά στρώσεις (ταμπάνια), ύψους συνήθως 2,5-3,0 μ. που αποτελούνται από τις αλληπάλληλες επιμέρους στρώσεις συμπίεσης. Στην παραδοσιακή Υ.Τ. η διάστρωση έχει αποκλειστικά την έννοια αυτή, χωρίς φυσικά να εκτελούνται οι επιμέρους στρώσεις συμπίεσης. Σημαντική ακόμη, είναι η φυσική, διαχρονική, μηχανική συμπίεση, σαν κατ' όγκο αρχικά διατεθέντων απορριμμάτων (μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του ΧΥΤΑ) καθώς και η απομείωση του όγκου λόγω

βιολογικών διεργασιών κυρίως στην παραδοσιακή Υ.Τ. Η φυσική συμπίεση επέρχεται λόγω βάρους υπερκείμενων στρώσεων και οχημάτων κυκλοφορίας και λιγότερο από τα μηχανήματα διάθεσης.

3.10.5.Επικάλυψη

Είναι η ενέργεια κατά την οποία τα διαστρωμένα (και ενδεχόμενα Θρυμματισμένα ή/και τεχνητά συμπιεσμένα) απορρίμματα απομονώνονται από τον περιβάλλοντα χώρο με τη χρήση κατάλληλου υλικού. Συνήθως καλύπτεται η επιφάνεια κυκλοφορίας της εκτελούμενης στρώσης και τα πλευρικά της πρηνή ενώ το μετωπικό πρηνές δεν επικαλύπτεται επειδή λόγω του ότι παραμένει πάντα σε λειτουργία, ενώ συνεχώς ανανεώνεται, άρα δεν μένουν εκτεθειμένα παλιά απορρίμματα και απαιτεί μεγάλες ποσότητες υλικού επικάλυψης στο τέλος του ημερήσιου προγράμματος λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Οι πιο πάνω λόγοι ενισχύονται στην περίπτωση Υ.Τ. με συμπίεση.

Στόχοι της επικάλυψης είναι ο περιορισμός διασποράς ελαφρών αντικειμένων, η δυνατή (παραδοσιακή Υ.Τ.) ή ευχερής (Υ.Τ. με συμπίεση) κυκλοφορία των οχημάτων μεταφοράς, ο περιορισμός της επαφής ανθρώπων και πανίδας με απορρίμματα, το αισθητικό αποτέλεσμα, η δημιουργία εσωτερικών κυψελίδων και ο περιορισμός της παραγωγής στραγγισμάτων χάρη στη μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή και εξατμισοδιαπνοή.

Οι παραπάνω στόχοι επιτυγχάνονται με την καταβολή βέβαια κάποιου κόστους όπως είναι η αύξηση της σκόνης, ο περιορισμός της αερόβιας δράσης στην άνω στρώση των απορριμμάτων, το ιδιαίτερα υψηλό κόστος κτήσης (αν δεν προσκομίζεται δωρεάν ή δεν προσφέρεται σε κοντινή θέση), το σημαντικό κόστος λειτουργίας και η πλήρης εξάρτηση της λειτουργίας του ΧΥΤΑ από την ύπαρξη του υλικού. Το ισοζύγιο των πιο πάνω θετικών και αρνητικών δράσεων πρέπει κάθε φορά να αναζητείται.

Πάντως σε περίπτωση Υ.Τ. με συμπίεση, τα θετικά εξασφαλίζονται σε σημαντικό βαθμό και χωρίς το υλικό επικάλυψης. Το ίδιο ισχύει (σε λιγότερο όμως βαθμό) αν τα απορρίμματα είναι ήδη θρυμματισμένα. Σε περίπτωση παραδοσιακής Υ.Τ. η επικάλυψη είναι απαραίτητη. Για τους πιο πάνω λόγους η νομοθεσία στο

εξωτερικό δεν επιβάλλει την επικάλυψη των θρυμματισμένων - συμπιεσμένων απορριμμάτων και συνήθως αυτή δεν εφαρμόζεται.

1) Το υλικό επικάλυψης

Το υλικό επικάλυψης συνήθως είναι:

- Υλικά εκοκαφής, που προέρχονται από δανειοληψία, από προσπέλαση ιδιωτικών, από έργα αρχικής διαμόρφωσης του ΧΥΤΑ ή από εκοκαφή κατά τη διάρκεια εκμετάλλευσης του ΧΥΤΑ.
- Σκωρίες από μονάδες καύσης απορριμμάτων, η χρήση των οποίων όμως αντενδεικνύεται λόγω σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων, επιλεγμένα υλικά κατεδαφίσεων.
- Οργανικό υλικό ζυμωμένο από μονάδες κομποστοποίησης. Η χρήση αφυδατωμένης και χωνεμένης λάσπης από κέντρα επεξεργασίας λυμάτων δεν συνιστάται για λόγους κακής μηχανικής συμπεριφοράς τους.
- Συνθετικό αφρώδες υλικό, το οποίο είναι κατασκευασμένο ώστε να εξαλείφει ή περιορίζει τα μειονεκτήματα της επικάλυψης και να διατηρεί τα κύρια πλεονεκτήματά της και τον περιορισμό των στραγγισμάτων μέσω της αυξημένης εξάτμισης.

Όσον αφορά τα μηχανήματα επικάλυψης αυτά μπορεί να είναι συμπεστές, οι οποίοι όμως κατά τη βροχερή περίοδο παρουσιάζουν προβλήματα με τους οδοντωτούς τροχούς, όταν υπάρχει υλικό επικάλυψης, προωθητήρες γαιών με την κλασική λεπίδα ή φορτωτές με κάδους πολλαπλής χρήσης και ειδικά πολύτροχα οχήματα διασποράς του αφρώδους συνθετικού υλικού. Η συχνότητα επικάλυψης μπορεί να είναι καθημερινή πλην του μετωπικού πρανούς, δύο περίπου φορές την εβδομάδα ή και κατά αραιά χρονικά διαστήματα όταν χρησιμοποιούνται συμπεστές απορριμμάτων, ή προσκομίζονται δεματισμένα απορρίμματα ή όταν χρησιμοποιούνται δεματοποιητές.

3.11.Μέθοδοι επεξεργασίας των στραγγισμάτων

Για την επεξεργασία και τον καθαρισμό των στραγγισμάτων μπορούν να εφαρμοσθούν

οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τα υγρά απόβλητα όπως:

- Βιολογικές μέθοδοι.
- Χημικές μέθοδοι.
- Επεξεργασία με μεμβράνες.
- Θερμική επεξεργασία.

3.11.1. Βιολογική επεξεργασία

Η βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Η αποδόμηση των οργανικών ενώσεων επιτυγχάνεται με την βοήθεια των μικροοργανισμών. Η ορυκτοποίηση των οργανικών ουσιών μπορεί να γίνει με την παροχή οξυγόνου (αερόβια διαδικασία) ή χωρίς οξυγόνο (αναερόβια διαδικασία). Προτιμότερο είναι να διατηρηθεί κατά το δυνατό η όξινη ζύμωση των στραγγισμάτων ώστε, η επεξεργασία τους να περιοριστεί στη φάση της μεθανογένεσης. Ως επί το πλείστον εφαρμόζεται η μέθοδος της ενεργού ιλύος ή των βιόφιλτρων. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα επεξεργασίας των στραγγισμάτων μαζί με τα λύματα. Πάντοτε βέβαια με την προϋπόθεση ότι δεν περιέχονται μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών. Σε μερικές χώρες όπως π.χ στην Γερμανία πριν διατεθούν στον βιολογικό καθαρισμό των λυμάτων πρέπει να υποστούν μια προεπεξεργασία. Αξιοσημείωτο είναι ότι πολλές εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αντιμετωπίζουν προβλήματα αποδόμησης του αζώτου.

3.11.2. Συνδυασμός Χημικής-Φυσικής και Βιολογικής επεξεργασίας

Η εγκατάσταση αποτελείται από μια μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και μια μονάδα χημικής και φυσικής επεξεργασίας. Η χημική και φυσική επεξεργασία αποτελείται από τη μονάδα προσρόφησης με ενεργό άνθρακα, τις μονάδες επίπλευσης / καθίζησης με άλατα σιδήρου και πολυμερή, τη μονάδα εξουδετέρωσης με ασβέστη και τη δεξαμενή καθίζησης.

3.11.3. Προσρόφηση με Ενεργό Άνθρακα

Η προσρόφηση σε φίλτρα ενεργού άνθρακα αποτελεί συνήθως μέρος της επεξεργασίας των στραγγισμάτων. Την οικονομικότητα της μονάδος μπορεί να εξασφαλίσει η αναγέννηση του ενεργού άνθρακα. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του ενεργού άνθρακα μειώνουν τόσο το COD όσο και τις οργανικές αλογονούχες

ενώσεις. Σε περίπτωση που δεν μπορούν να αναγεννηθούν τα φίλτρα από ενεργό άνθρακα τότε πρέπει να διατεθούν με την μέθοδο της Υγειονομικής Ταφής ή να καούν στις μονάδες καύσης. Αλλά και κατά την αναγέννησή τους τουλάχιστον το 20% του ενεργού άνθρακα χάνεται.

3.4.10.4. Κροκίδωση - Καθίζηση

Αποτελεί μέρος των μονάδων βιολογικού καθαρισμού με ενεργό άνθρακα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται χλωριούχος σίδηρος και θειικό οξύ. Η ιλύς από την επεξεργασία των στραγγισμάτων φθάνει περίπου το 3,5% ανά m³.

3.11.5. Καταλυτική οξείδωση

Οι επιβλαβείς ουσίες, οι οποίες βρίσκονται στα στραγγίσματα, μεταφέρονται στον αέρα μέσω ειδικών συστημάτων (κολώνες) με αντίθετου ρεύματος απαερίωση. Τα αέρια πρέπει ακολούθως να καθαριστούν με προσρόφηση από ενεργό άνθρακα.

3.11.6. Ξήρανση και εξάτμιση

Πρόκειται για μία αρκετά δαπανηρή μέθοδο και χρησιμοποιείται, όταν η περιεκτικότητα σε άλατα είναι πάρα πολύ μεγάλη. Κατά την εξάτμιση παρουσιάζονται τα εξής προβλήματα:

- σχηματίζεται κρούστα,
- οι πτητικές ουσίες πρέπει να υποστούν μια επεξεργασία,
- σχηματίζεται αφρός και
- απαιτείται πολύ καλή ποιότητα των υλικών λόγω της διάβρωσης

3.11.7. Καθαρισμός με αντίστροφη όσμωση

Το διαλυτικό μέσο διεισδύει μέσω της ημιπερατής μεμβράνης στο διάλυμα. Το φαινόμενο αυτό διαρκεί έως ότου η περιεκτικότητα και των δύο μερών είναι ίδια ή όταν η υδροστατική πίεση του διαλύματος φθάσει την οσμωτική πίεση. Η πίεση για τη λειτουργία της εγκατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 3-90 bar. Η αρχική περιεκτικότητα των αλάτων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50 g/l. Το μεγάλο πρόβλημα στην αντίστροφη όσμωση είναι ότι τελικά μένει 15-25% του όγκου των στραγγισμάτων το οποίο έχει 4-10 φορές μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άλατα και το οποίο τελικά πρέπει να διατεθεί. Η διάθεση του μπορεί να γίνει με την μέθοδο της στερεοποίησης-σταθεροποίησης.

3.11.8. Καύση

Η καύση είναι μια μέθοδος αρκετά δαπανηρή και συνηθίζεται όταν υπάρχει μονάδα καύσης στην περιοχή.

3.11.9. Προεπεξεργασία και επαναφορά των στραγγισμάτων

Αποτελεί μια απλή και καλή για την Ελλάδα μέθοδο. Τα στραγγίσματα υφίστανται μια προεπεξεργασία, με βιόφιλτρα συνήθως, απομακρύνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και στη συνέχεια επανέρχονται στην επιφάνεια του χώρου διάθεσης.

Η μέθοδος αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς εξασφαλίζει:

- την επιτάχυνση της βιοαποδόμησης στα απορρίμματα
- και αύξηση της παραγωγής βιοαερίου,
- την εξισορρόπηση των διακυμάνσεων των χημικών και βιολογικών συγκεντρώσεων των στραγγισμάτων,
- τη δυνατότητα προσθήκης θρεπτικών ουσιών και μικροοργανισμών
- και αύξηση της υγρασίας στο απορριμματικό ανάγλυφο,
- τη μείωση του όγκου των προς επεξεργασία στραγγισμάτων
- και κυρίως το χαμηλό κόστος.

Η επανακυκλοφορία των στραγγισμάτων είναι μια μέθοδος που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και γι' αυτό τον λόγο έχουν γίνει αρκετές σχετικές μελέτες. Η μελέτη που εκπονήθηκε από το Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ ασχολείται με το πρόβλημα του ρυθμού της βιολογικής αποδόμησης των οικιακών απορριμμάτων σε χώρους ελεγχόμενης απόθεσης και συνεπώς της διαχρονικής εξέλιξης της ποιότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων. Έγιναν πειραματικές μετρήσεις με τη βοήθεια μικρών πειραματικών λυσιμέτρων, τα οποία πληρώθηκαν με απορρίμματα που ελήφθησαν από τον ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων και λειτούργησαν επί τρία έτη. Τα αντικείμενα που ερευνήθηκαν ήταν ο ρυθμός αποδόμησης των απορριμμάτων, η μεταβολή της ποιότητας των στραγγισμάτων με το χρόνο, καθώς επίσης η επίδραση της επανακυκλοφορίας των παραγόμενων στραγγισμάτων δια μέσου του σώματος των απορριμμάτων και του τεμαχισμού των απορριμμάτων και τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά. Είναι σαφές ότι η επανακυκλοφορία εκλαμβάνει τον ΧΥΤΑ σαν "αναερόβιο φίλτρο" κατείσδυσης

για την επεξεργασία των στραγγισμάτων, όμως δεν δίνει δυνατότητες ελέγχου της ποιότητας των στραγγισμάτων.

3.12.Μέθοδοι επεξεργασίας βιοαερίου

Οι μέθοδοι επεξεργασίας του συλλεγόμενου βιοαερίου είναι:

3.12.1.Επεξεργασία για θέρμανση:

Το παραγόμενο βιοαέριο καίγεται σε καυστήρες, παράγοντας έτσι ατμό. Επειδή είναι επιβαρυνμένο με ίχνη ουσιών, πρέπει οπωσδήποτε να υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να απομακρυνθούν οι βλαβερές ουσίες. Αυτή η επεξεργασία κρίνεται απαραίτητη γιατί η οξείδωση αυτών των ουσιών στην εστία καύσης μπορεί να δημιουργήσει αέρια τα οποία θα διαβρώσουν την εγκατάσταση. Η γνώση της ποσότητας και σύνθεσής τους αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για κάθε τεχνική και οικονομική εξέταση χρήσης του βιοαερίου. Χαρακτηριστικά αναφέρονται το χλώριο και το φθόριο τα οποία δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 200 mg/m³ και 35 mg/m³ αντίστοιχα. Βέβαια οι ουσίες αυτές μπορούν να απομακρυνθούν είτε με φίλτρα, είτε με πλήρη συστήματα καθαρισμού. Το αέριο συλλέγεται στα φρεάτια και μεταφέρεται με αγωγούς. Στα φρεάτια ελέγχεται το μεθάνιο, το οξυγόνο και η θερμογόνο δύναμη. Η απορρόφηση επιτυγχάνεται με συμπιεστές αγωγών.

Η διανομή του αερίου μπορεί να γίνει είτε με σωλήνες PE ή μεταλλικούς αγωγούς. Για μικρές ποσότητες το δίκτυο λειτουργεί σε πίεση 100 mbar. Κατά διαστήματα υπάρχουν διαχωριστές νερού. Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης ισχύει ότι και για το φυσικό αέριο. Υπάρχει μόνο μια διαφορά στα μπεκ του καυστήρα. Στην εγκατάσταση του Haldenrain η οποία λειτουργεί από το 1983 δεν παρουσιάστηκε μέχρι σήμερα κανένα ιδιαίτερο πρόβλημα. Ανά Nm³ υπολογίζονται 5,5 Kwh. Η τιμή πώλησης του αερίου είναι 15% φθηνότερη του πετρελαίου θέρμανσης και ο χρόνος απόσβεσης ήταν 3 χρόνια.

3.12.2.Επεξεργασία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο συνήθως ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: Η συνολική παροχή του βιοαερίου περνά από ένα φίλτρο

όπου απομακρύνεται το υδρόθειο. Στη συνέχεια το αέριο διέρχεται μέσα από ένα κυκλώνα, ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία που περιέχει και να οδηγηθεί με ασφάλεια στη μηχανή εσωτερικής καύσης. Η υπόλοιπη ποσότητα του βιοαερίου οδηγείται για καύση στο δαυλό. Επειδή, η πίεση του αερίου στην είσοδο πρέπει να είναι σταθερή, συνήθως υπάρχει ένας εφεδρικός φυγοκεντρικός ανεμιστήρας. Το καύσιμο ελέγχεται ηλεκτρονικά, ως προς τη σύνθεσή του και στη συνέχεια αναμειγνύεται με τον αέρα καύσης. Η μίξη με τον αέρα γίνεται μέσω ακροφυσίων ενώ η ανάφλεξη γίνεται ηλεκτρονικά.

3.12.3.Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας:

Στην περίπτωση αυτή γίνεται ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια ποσότητα καυσίμου με σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από την ανεξάρτητη παραγωγή καθεμιάς από τις ανωτέρω μορφές ενέργειας. Ο μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης της συγκεκριμένης εφαρμογής σημαίνει κατανάλωση μικρότερης ποσότητας καυσίμων για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας με προφανή οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

3.12.4.Χρήση του βιοαερίου σε συμπιεστές απορριμμάτων:

Το βιοαέριο λόγω της υψηλής θερμογόνου δύναμης του, περίπου 5 Kwh/m³, αποτελεί μια πηγή ενέργειας. Μετά από μια επεξεργασία μπορεί το μεθάνιο να φθάσει σε βαθμό καθαρότητας 95-98 % και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη στους συμπιεστές των απορριμμάτων. Για το σκοπό αυτό είναι αναγκαία τρία συστήματα:

α) Εγκατάσταση καθαρισμού και συμπιεστής υψηλής πίεσης.

β) Αποθήκευση του καυσίμου

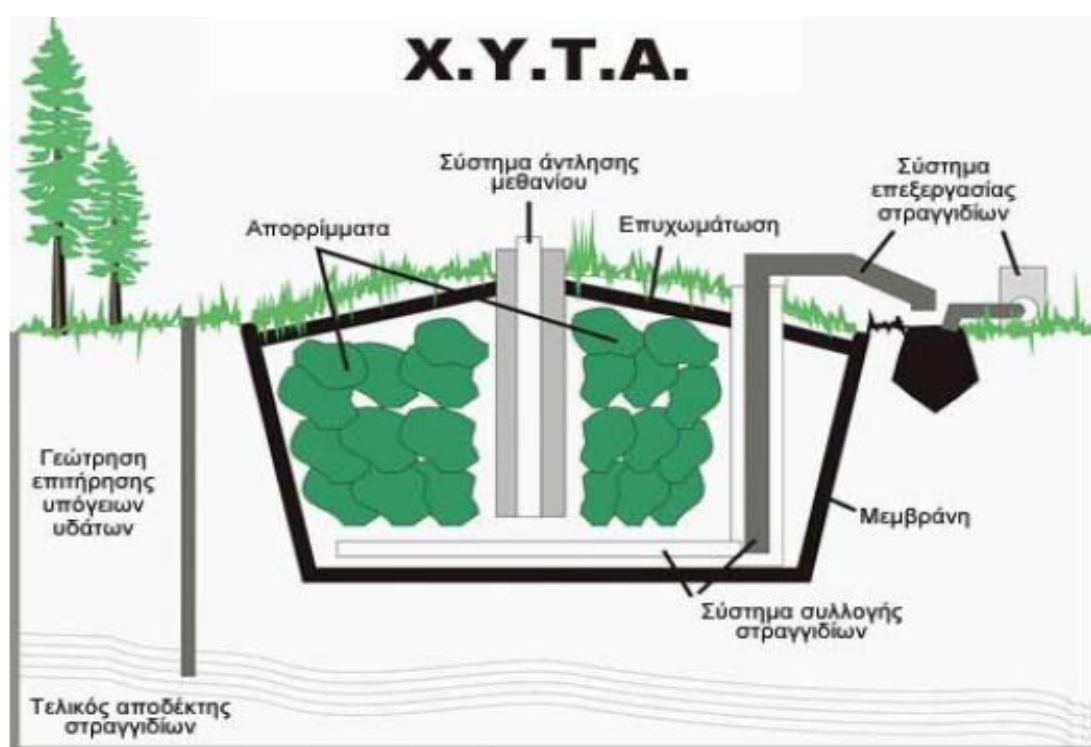
γ) Ειδικά σχεδιασμένος κινητήρας του συμπιεστή, ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τόσο αέριο όσο και πετρέλαιο.

Ο συμπιεστής μπορεί να λειτουργήσει τόσο με πετρέλαιο, όσο και με μεθάνιο και πετρέλαιο. Για να λειτουργήσει με μεθάνιο πρέπει λόγω της εξάρτησης του αριθμού στροφών, να χρησιμοποιηθεί για την ανάφλεξη 10-20 % Diesel. Σύμφωνα με τον Fister υπάρχουν δύο είδη κινητήρων, ανάλογα με την λειτουργία τους (δίχρονος-

τετράχρονος) και το είδος ανάφλεξης. Στην περίπτωση των κινητήρων αερίου η ανάφλεξη επιτυγχάνεται με το μπουζί. Η εταιρεία Hanomag A.G. ανέπτυξε ένα τέτοιο σύστημα για συμπιεστές, του οποίου τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά.

3.13.Σύστημα παρακολούθησης ΧΥΤΑ (monitoring system)

Ένα σοβαρότατο θέμα που άπτεται της περιβαλλοντικά ασφαλούς συμπεριφοράς ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων είναι αυτό της επιτήρησης του, τόσο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, όσο και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αποκατάστασης. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218/17-11-1997, η οποία αφορά τις προδιαγραφές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, στα πλαίσια του ελέγχου, της επιτήρησης και της παρακολούθησης ενός ΧΥΤΑ, πρέπει να εκτελείται ένα ελάχιστο πρόγραμμα μετρήσεων συγκεκριμένων παραμέτρων με σκοπό τον έλεγχο των διαδικασιών μέσα στη χωματερή και τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των συστημάτων που θα έχουν εγκατασταθεί για την προστασία της ευρύτερης περιοχής από πιθανή ρύπανση.



Εικόνα 14. Χ.Υ.Τ.Α.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι εάν από το ξεκίνημα της λειτουργίας ενός οργανωμένου ΧΥΤΑ , εφαρμοστεί σωστά ο έλεγχος και η παρακολούθηση του χώρου, τότε είναι βέβαιο ότι και μετά τις εργασίες αποκατάστασης του χώρου, το σύστημα παρακολούθησης θα λειτουργεί κατά βέλτιστο τρόπο.

Τα συστήματα ελέγχου και καταγραφής (Σ.Ε.Κ.) περιλαμβάνουν μία ποικιλία εργαστηριακού εξοπλισμού αλλά και εξοπλισμού πεδίου, των οποίων ο στόχος είναι η συλλογή πολλαπλών δεδομένων, η επεξεργασία τους και μέσω αυτής η πρόβλεψη και συνεπώς η αποφυγή γένεσης περιβαλλοντικών προβλημάτων από τους ΧΥΤΑ. Ειδικότερα τα Σ.Ε.Κ. που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ρύπανσης των υδροφόρων στρωμάτων μπορούν να περιλαμβάνουν

- σταθμούς συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων,
- μοντέλα υπολογισμού του υδατικού ισοζυγίου,
- γεωτρήσεις ελέγχου -δειγματοληψίας
- και απαραίτητα χημικό εργαστήριο για τη διεξαγωγή μίας σειράς αναλύσεων των χημικών παραμέτρων.

Η μεθοδολογία κατασκευής ενός Σ.Ε.Κ. για τους υπόγειους υδροφόρους επηρεάζεται από το είδος του χώρου διάθεσης (με ή χωρίς στεγανοποίηση πυθμένα) από το είδος της στεγάνωσης αν υπάρχει (αργλική ή συνθετικά υλικά) από τη γεωλογία-υδρογεωλογία του χώρου, και από το είδος της διαχείρισης διασταλλαζόντων που εφαρμόζεται (επανακυκλοφορία - σταθμός βιολογικού καθαρισμού). Είναι όμως πάντα βασική αρχή να καθορίζεται το υδατικό ισοζύγιο και να καταγράφονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου που πιθανόν να αναπτύσσεται ανάντη του χώρου και να επηρεάζεται από αυτόν. Λόγω της πολυπλοκότητας του θέματος αλλά και των διάφορων τοπικών γεωλογικών συνθηκών δεν μπορεί να υπάρξει μια κοινή μεθοδολογία κατασκευής αλλά είναι δεδομένη και επιβάλλεται προσαρμογή σε μια κοινή μεθοδολογία έρευνας η οποία θα προτείνει το εκάστοτε καλύτερο σύστημα και θα καταγράψει τα διάφορα δεδομένα ώστε να είναι εύκολη και αξιόπιστη η μετέπειτα συλλογή και επεξεργασία τους.

3.13.1. Οι παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται

Οι παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται για να υπάρχει ολοκληρωμένη καταγραφή της εξέλιξης των φυσικοχημικών και μηχανικών διεργασιών που συντελούνται σε έναν οργανωμένο χώρο, είναι οι εξής:

- α. Οι καθιζήσεις στα διάφορα σημεία του χώρου,
- β. Η γένεση και σύνθεση του βιοαερίου,
- γ. Η γένεση και σύσταση των στραγγισμάτων και
- δ. Η σύσταση και η ποιότητα των υπόγειων υδάτων

Η Οδηγία των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων σχετικά με την υγειονομική ταφή, ορίζει στο Άρθρο 13 ότι: "Μετά την οριστική παύση λειτουργίας χώρου υγειονομικής ταφής, ο φορέας λειτουργίας του είναι υπεύθυνος για την συντήρηση, την παρακολούθηση και τον συστηματικό έλεγχο του, κατά την φάση επιτήρησης, επί 10 έτη" Σύμφωνα με την Οδηγία του Συμβουλίου της Ε.Ε. «Για την ταφή των αποβλήτων», και την υπάρχουσα Ελληνική Νομοθεσία, (ΚΥΑ 114218), το πρόγραμμα παρακολούθησης (monitoring system) σ'ένα χώρο διάθεσης απορριμμάτων, πρέπει να περιλαμβάνει τη συστηματική καταγραφή των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη συνέχεια στους παρακάτω Πίνακες.

Μια πρώτη ομάδα στοιχείων είναι τα μετεωρολογικά δεδομένα. Αυτά μπορεί να καταγράφονται επί τόπου ή από τον πληρέστερο σταθμό με αντιπροσωπευτικά στοιχεία για το χώρο.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων	Καθημερινά, προστίθεται στις μηνιαίες τιμές
Θερμοκρασία (max, min, 14.00h ΩΚΕ)	Μηνιαίος μέσος όρος
Διεύθυνση και ένταση κυριαρχούντος ανέμου	Καθημερινά
Εξάτμιση	Καθημερινά, προστίθεται στις μηνιαίες τιμές
Ατμοσφαιρική υγρασία (ώρα 14.00 ΩΚΕ)	Μηνιαίος μέσος όρος

Μια δεύτερη ομάδα παραμέτρων που πρέπει να παρακολουθείται είναι οι παράμετροι που συνδέονται με την καθίζηση. Σχεδιάζεται πρόγραμμα μετρήσεων των καθιζήσεων (ολικών ή / και διαφορικών) και λαμβάνονται μέτρα κατά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα καθιζήσεων και

να αποφευχθούν τυχόν παραμορφώσεις στο υλικό επικάλυψης, στα στεγανωτικά συστήματα, στο σώμα του ΧΥΤΑ και στους αγωγούς βιοαερίου. Η εξέλιξη των καθιζήσεων συνδέεται με την μεταβολή των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού και με την βιοαποικοδόμηση των απορριμμάτων, ενώ χρονικά εκτείνεται περίπου μία δεκαετία μετά την απόθεση. Σε έναν οργανωμένο ΧΥΤΑ το πρόγραμμα παρακολούθησης στις διάφορες θέσεις θα πρέπει να διατηρηθεί επί 10 χρόνια μετά το "κλείσιμο" του συγκεκριμένου ταμπακιού όπου βρίσκεται το σημείο παρακολούθησης. Η ολοκλήρωση των καθιζήσεων ανοίγει την δυνατότητα για την κατασκευή και εγκατάσταση ευπαθών (σε μετακινήσεις) τεχνικών έργων επηρεάζοντας σημαντικά τον σχεδιασμό τους.

Μια τρίτη ομάδα παραμέτρων που πρέπει να μετρούνται αφορά τα δείγματα στραγγισμάτων και απορρεόντων επιφανειακών υδάτων σε αντιπροσωπευτικά σημεία (δείγματα αντιπροσωπευτικά της μέσης σύνθεσης, δειγματοληψία κατά ISO 5667- 2, 1991). Η παρακολούθηση της στάθμης και της σύστασης των στραγγιδίων στα διάφορα φρεάτια παρέχει πληροφορίες για τους ρυθμούς βιοαποικοδόμησης καθορίζοντας την ασκούμενη πολιτική διαχείρισης των στραγγισμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις, τυχόν ανύψωση της στάθμης των στραγγιδίων σε φρεάτια βιοαερίου, υπαγορεύει αντλήσεις για την βελτίωση απόδοσης των φρεάτων αυτών. Πιο συγκεκριμένα, η δειγματοληψία και η μέτρηση (ποιοτική και ποσοτική) των στραγγισμάτων από τον χώρο ταφής και η παρακολούθηση των επιφανειακών υδάτων πρέπει να γίνεται σε τρία τουλάχιστον σημεία, ένα ανάντι και δύο κατάντι του χώρου ταφής. Οι παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται , φαίνονται στον Πίνακα :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	Φάση λειτουργίας	Φάση μεταφροντίδας
Όγκος στραγγισμάτων	Μηνιαίως	Ανά εξάμηνο
Σύνθεση στραγγισμάτων	Ανά τρίμηνο	Ανά εξάμηνο
Όγκος και σύνθεση επιφανειακών υδάτων	Ανά τρίμηνο	Ανά εξάμηνο

3.14. Πλεονεκτήματα Υγειονομικής ταφής

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής σε σχέση με τις άλλες μεθόδους διάθεσης τα οποία την επέβαλαν σαν την πιο διαδεδομένη μέθοδο διεθνώς, είναι τα ακόλουθα:

1. Είναι μία μέθοδος τεχνικά απλή και αποτελεσματική ενώ η εφαρμογή της δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Ο σχετικός μηχανολογικός εξοπλισμός είναι οικείος σ' όλον τον πληθυσμό, ανθεκτικός, με ευχέρεια επισκευής και προμήθειας ανταλλακτικών.
2. Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του χώρου υγειονομικής ταφής από τις δημοτικές αρχές και το κοινό γίνεται χωρίς ιδιαίτερες δυσκολία.
3. Η υγειονομική ταφή έχει σχετικά χαμηλό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος.
4. Η υγειονομική ταφή είναι εξαιρετικά λειτουργική μέθοδος δεδομένου ότι:
 - Ο χώρος διάθεσης μπορεί να δεχθεί για άμεση διάθεση ετερογενή απορρίμματα.
 - Ευνοείται από τα εδαφομορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της χώρας μας (π.χ. ορεινοί όγκοι, άρα εύκολη απόκρυψη), τα πληθυσμιακά και χωροταξικά δεδομένα.
 - Η λειτουργία του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) δεν επηρεάζεται από τις έντονες εποχιακές διακυμάνσεις της ποσότητας και σύστασης των απορριμμάτων. Αυξημένες ποσότητες απορριμμάτων μπορεί να τις δεχθεί με μια απλή προσθήκη ενός ακόμη μηχανήματος (ενεργοποίηση εφεδρικού, προσωρινή μίσθωση).
 - Δεν απαιτεί άλλη εγκατάσταση διάθεσης στερεών αποβλήτων πράγμα που συμβαίνει με τις άλλες μέθοδες που απαιτούν συμπληρωματικά και ένα μικρό ΧΥΤΑ για την διάθεση των στερεών τους αποβλήτων.
5. Η υγειονομική ταφή μπορεί να συμβάλει στην αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή στην αποκατάσταση άλλων, που έχουν πληγεί από την ανθρώπινη

δραστηριότητα ν(π.χ. λατομική δραστηριότητα), διαμορφώνοντας χώρο πράσινου, αθλητικών δραστηριοτήτων, εγκαταστάσεις θερμοκηπίων κλπ.

Απέναντι στα τόσα σοβαρά πλεονεκτήματα, η υγειονομική ταφή εμφανίζει στην χώρα μας το ουσιώδες, καθοριστικό για την ώρα, μειονέκτημα, ότι έχει ταυτιστεί στην συνείδηση των δημοτικών αρχών και του κοινού με την ανεξέλεγκτη διάθεση και για το λόγο αυτό δεν έχει κοινωνική αποδοχή. Ένα δεύτερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η απαίτηση σημαντικών εκτάσεων σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους διάθεσης πράγμα ανέφικτο σε περιοχές π.χ. έντονα τουριστικές ή άλλες με μεγάλη οικοπεδική ή γεωργική αξία. Ένα τελευταίο αρνητικό της είναι η αυξημένη επιμέλεια που απαιτεί για την αντιμετώπιση των εκπομπών δηλ. του βιοαερίου και των στραγγισμάτων που όμως βρίσκεται σαφώς μέσα στις δυνατότητες του εγχώριου έμπυχου δυναμικού μας και της προσιτής τεχνολογίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΩΜΑΤΕΡΩΝ ΚΑΙ Χ.Υ.Τ.Α.

4.1. Σχεδιασμός μελλοντικής αποκατάστασης ΧΥΤΑ- χωματερών

Το σχέδιο αποκατάστασης ενός ΧΥΤΑ-χωματερής καταστρώνεται με βάση τα επόμενα κριτήρια:

- την ομαλή επανένταξη του χώρου στο φυσικό του περιβάλλον
- την άρση των όποιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- την απόδοση του χώρου σε νέες ανθρωπογενείς δραστηριότητες

Τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν είναι

- η ομαλή και σχεδιασμένη εκτόνωση του βιοαερίου, μετά το πέρας της λειτουργίας του ΧΥΤΑ- χωματερής
- καθώς και η ομαλή συλλογή των στραγγισμάτων.

Η τελική στρώση του χώρου θα είναι από χώμα (μεταβλητού πάχους), γόνιμο, με μηχανική σύσταση κατάλληλη για φυτεύσεις. Οι φυτεύσεις πρέπει να γίνουν με φυτά και δένδρα που ταιριάζουν στον χαρακτήρα της ευρύτερης περιοχής. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τη χρήση ιθαγενών ειδών και ειδών που δεσπόζουν στην ευρύτερη περιοχή που προσαρμόζονται εύκολα στις υπάρχουσες συνθήκες. Η επιτυχία της αποκατάστασης είναι καθοριστικής σημασίας για την κοινωνική επίδραση της λειτουργίας του ΧΥΤΑ- χωματερής.

Ουσιαστικό στοιχείο της διαδικασίας αποκατάστασης είναι ότι αυτή θα γίνει τμηματικά. Κάθε κότταρο που πληρώνεται θα αποκαθίσταται άμεσα και με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί η πλήρης αποκατάσταση του ΧΥΤΑ, αμέσως μετά το πέρας της λειτουργίας του. Σε κάθε περίπτωση, το πρόγραμμα monitoring του ΧΥΤΑ, πρέπει να συνεχίζεται ακόμα και μετά το πέρας της λειτουργίας του ΧΥΤΑ, σε όσα σημεία προβλέπεται κάτι τέτοιο. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και με τις χωματερές. Στη συνέχεια καταγράφονται ορισμένες λεπτομέρειες για την αποκατάσταση ενός χώρου.

4.2. Το σχέδιο αποκατάστασης

Ο σχεδιασμός της αποκατάστασης είναι ένα σύνθετο έργο που απαιτεί την απασχόληση ενός μεγάλου φάσματος ειδικοτήτων και εξειδικευμένων επιστημόνων ώστε να είναι επιτυχής. Θεωρείται σημαντικό το σχέδιο αποκατάστασης να συνδυάζει τις περιβαλλοντικές και τις ευρύτερες ανάγκες της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να δίνει μεγάλη σημασία στο κόστος κατασκευής των έργων που το σχέδιο προτείνει. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι κατά το στάδιο σχεδιασμού και εφαρμογής μιας επιτυχούς επανένταξης της χωματερής, απαιτείται στενή συνεργασία του πολιτικού μηχανικού, του αρχιτέκτονα τοπίου, του βιολόγου και του μηχανικού περιβάλλοντος. Αν και τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την διαδικασία αυτή αλληλοκαλύπτονται, είναι χρήσιμο να διαιρούνται σε θέματα τεχνικά, σχεδιασμού ανάγλυφου και βλάστησης.

Σαν γενικοί αντικειμενικοί στόχοι ανάκτησης του ΧΥΤΑ-χωματερής αναφέρονται:

- η αποκατάσταση ενός υγιούς και γόνιμου ανάγλυφου, πολλές φορές ξεπερνώντας και το αρχικό αντίστοιχο επίπεδο του χώρου,
- η δημιουργία ενός ευέλικτου σχήματος νέων χρήσεων γης,
- ένα ανάγλυφο οπτικά αποδεκτό και ταιριάζει στο ευρύτερο ανάγλυφο χωρίς προβλήματα,
- η δημιουργία ενός κατάλληλου περιβάλλοντος για την χλωρίδα και πανίδα στο νέο ισορροπημένο οικοσύστημα,
- η οικονομικότερη επαναφορά από την νέα χρήση.

Τα περιεχόμενα του σχεδίου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις νέες χρήσεις του χώρου, λαμβάνοντας φυσικά υπ' όψει τις αναμενόμενες διεργασίες που γίνονται μέσα στη μάζα των απορριμμάτων, τις καθιζήσεις, την παραγωγή βιοαερίου και στραγγισμάτων.

Η μελέτη αποκατάστασης πρέπει να προσεγγίζεται σε δύο επίπεδα:

- **Το πρώτο** περιλαμβάνει την ανάλυση και σύνθεση του χώρου και παρουσιάζει τις ευκαιρίες και τα εμπόδια που παρουσιάζονται. Η ανάλυση περιλαμβάνει την συλλογή και τεκμηρίωση των πληροφοριών σε σχέση με την αποστράγγιση, την τοπογραφία και τις κλίσεις, την υπάρχουσα

βλάστηση και τις χρήσεις γης. Η σύνθεση αυτών των παραγόντων έχει σαν αποτέλεσμα την τεκμηρίωση των ευκαιριών, των δυνατοτήτων και εμποδίων για τον χώρο και την γύρω περιοχή.

- **Το δεύτερο** περιλαμβάνει την μορφοποίηση των επιθυμητών δραστηριοτήτων. Η συμμετοχή των ΟΤΑ στο στάδιο αυτό είναι σημαντική. Η απάντηση που δίνει το σχέδιο αποκατάστασης δεν είναι απλά να "κρύψει" τα απορρίμματα αλλά να το κάνει δημιουργώντας αισθητικά ευχάριστες νέες καταστάσεις, με στόχο να αναβαθμιστεί οπτικά το τοπίο, να καλλωπιστεί η περίμετρος του χώρου, να βελτιωθεί η ασφάλειά του και να αναπτυχθούν οι σχέσεις με τον ΟΤΑ που φιλοξενεί το χώρο

4.2.1 Σχέδιο αποκατάστασης και Αρχιτεκτονική Τοπίου

Τα έργα της Αρχιτεκτονικής Τοπίου αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις τόσο κατά τη λειτουργία όσο και μετά τη λήξη των εργασιών των Χ.Υ.Τ.Α. Αναβαθμίζουν αισθητικά, δίδοντας νέα όψη και νέες χρήσεις και καθιστούν τους χώρους αυτούς λειτουργικούς και χρήσιμους στους κατοίκους των περιοχών προσφέροντας αναψυχή, άθληση, ξεκούραση, ηρεμία και άλλα.

Δημιουργούνται συνήθως πάρκα και γήπεδα γκολφ, ποδοσφαίρου και άλλα, μετατρέποντας τους υποβαθμισμένους χώρους σε χώρους πράσινου. Πράγματι, η Αρχιτεκτονική Τοπίου καθιστά τους χώρους αυτούς, "αγνώριστους", εξαιρετικά ελκυστικούς για το κοινό και δημιουργεί φυσικά τοπία με βλάστηση και ήπιες δραστηριότητες με αποτέλεσμα την ανάδειξη του περιβάλλοντος και την ποιοτική αναβάθμιση της ζωής των κατοίκων από πλευράς οπτικής, μορφής ανάγλυφου, βοτανικής σύνθεσης (συγγένεια φυτικών ειδών), αισθητικής και περιβαλλοντικών ποιοτήτων (οικολογικός χαρακτήρας). Έτσι, δημιουργούνται χώροι που ικανοποιούν τον επισκέπτη από σημεία εντός και εκτός του χώρου.

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, συνοπτικά ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

- Ανάλυση του τοπίου της περιοχής όπου βρίσκεται ο υπό ανάπλαση χώρος. Περιλαμβάνει την πλήρη αναγνώριση και καταγραφή των βιοκλιματικών, αισθητικών, εδαφολογικών, βιοτικών και λοιπών αβιοτικών στοιχείων που τον

χαρακτηρίζουν. Συντάσσονται χάρτες εδαφολογικοί και φυτοκάλυψης, γίνεται τοπογραφική αποτύπωση, κλπ.

- Σύνταξη σχεδίου Αρχιτεκτονικής Τοπίου του χώρου. Περιλαμβάνει τις λειτουργίες ενεργού και παθητικής αναψυχής. Γίνεται χάραξη συνδεσμολογίας των λειτουργιών με κατάλληλους διαδρόμους κυκλοφορίας για πεζούς, ποδήλατα και οχήματα για ώρα ανάγκης.

- Σχέδιο φύτευσης. Προτείνει δύο κυρίως τρόπους αναβλάστησης των τμημάτων ή απαιτούν ανάπτυξη μαλακού τοπίου:

α) με ανθρωπογενείς παρεμβάσεις δηλαδή, συμβατικούς τρόπους φύτευσης και τεχνικές υδροσποράς

β) με μεθόδους υποβοήθησης του φυσικού κατά επιλεγμένα τμήματα εποικισμού. Είναι επιθυμητό ο εποικισμός να γίνεται από ενδημικά φυτικά είδη όλων των βαθμιδών (από το στάδιο του φυσικού χλοοτάπητα, μέχρι την κατάληψη του χώρου από θάμνους και δέντρα). Σκοπός είναι η ομαλή εξέλιξη ανάπτυξης και ωρίμανσης του τοπίου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι και κατά τη διαδικασία του φυσικού εποικισμού, απαιτείται η περιορισμένη ανθρώπινη παρέμβαση. Ο στόχος είναι να γίνεται όσο το δυνατόν φυτοκάλυψη με επιλεγμένα φυτικά είδη. Πολλά από τα φυτά που εποικίζουν το χώρο φυσικά και δεν είναι επιθυμητά, μπορούν να αφαιρούνται και πολλά άλλα να φυτεύονται από τον άνθρωπο για καλύτερο αποτέλεσμα.

- Σύνταξη καταλόγων προσαρμοσίμων φυτών κατά τμήμα φύτευσης. Γίνεται σε συνδυασμό με τις χρήσεις που προτείνονται εντός και περιμετρικά του χώρου.

Αυτό έχει σαν σκοπό, αφενός την αισθητική και οικολογική ένταξη του έργου στο περιβάλλον και αφετέρου την σταθεροποίηση του τεχνητού εδαφικού υποστρώματος όπως πλατώματα, πρανή, επιφάνειες με ιδιαίτερα απότομες κλίσεις, κλπ.

- Σχέδιο άρδευσης. Συντάσσεται λεπτομερές δίκτυο αυτόματης άρδευσης, με δυνατότητες χρήσεων για πυρόσβεση. Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και ορθή χρήση του τοπίου. Έμφαση πρέπει να δίνεται σε θέματα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης για την ορθολογική χρήση του χώρου. Πρέπει να τηρούνται κάποιοι κανόνες λειτουργίας από το κοινό και τον Υπεύθυνο Φορέα διαφύλαξης του Τοπίου.

Ειδικότερα το Σχέδιο Ανάπλασης περιλαμβάνει:

- Χάραξη δρόμων υπηρεσιών και συντήρησης
- Αποτελούν αντικείμενο ειδικού σχεδιασμού. Δημιουργούνται αισθητικοί ή οπτικοί διάδρομοι και δίκτυο κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων, κλπ. Ανεξάρτητα από το παραπάνω δίκτυο δρόμων που διατρέχει το χώρο, προτείνεται και δημιουργία ενός συστήματος άτυπων μονοπατιών. Το δίκτυο αυτό ενοποιεί κάποιες επιφάνειες ξέφωτων ή βλάστησης και δημιουργεί ευκαιρίες προσπέλασης προς τα διάφορα σημεία του τοπίου, για εκείνους που επιζητούν περισσότερη επαφή με τη φύση.
- Αντιδιαβρωτική φύτευση Υπάρχει ανάγκη φύτευσης ειδών που εμποδίζουν τη διάβρωση του εδάφους. Γι' αυτό το σκοπό, προτιμάται η εφαρμογή νέας μικρού κόστους τεχνολογίας στις μεγάλες κλίσεις, πχ. υδροσποράς
- Δημιουργία ελκυστικών οπτικών συνόλων Δίνεται μεγάλη σημασία στην εποχικότητα του φυτικού υλικού που επιλέγεται, με στόχο την εναλλαγή της εικόνας του τοπίου στις διαδοχικές ανθοφορίες, στην εναλλαγή των εποχών κ.λ.π.).
- Ζώνες στοιχειώδους ενεργού και παθητικής αναψυχής Σχεδιάζονται χώροι καθιστικών, περιπάτου, εκπαίδευσης, κλπ., χωροθετημένοι ανεξάρτητα από τα στοιχεία ενεργού αναψυχής που προβλέπει η μελέτη των εγκαταστάσεων άθλησης, για να μην ενοχλεί η μία τη ν άλλη.
- Χώροι φυσικού εποικισμού(αυτοφυή φυτικά είδη) Στο σχέδιο προβλέπονται χώροι, οι οποίοι προορίζονται να αποτελέσουν, επιφάνειες για αποκατάσταση της φυσικής βλάστησης με εποικισμό.
- Εντοπισμός θέσεων πανοραμικής θέας και οπτικής απόλαυσης Κατά μήκος των διαδρόμων κινήσεως, τονίζονται τα σημεία που προσφέρουν ευκαιρίες αισθητικής απόλαυσης εντός και εκτός του χώρου όπως πανοραμική Θέα, περιορισμένη Θέα, εποπτεία του ευρύτερου χώρου από τα υψηλότερα σημεία, κλπ.
- Ηχομονωτική φύτευση Επιδιώκεται η δημιουργία ηχομονωτικής φύτευσης προς την πλευρά κυρίων αρτηριών ή εθνικών οδών κυρίως με κωνοφόρα και αειθαλή είδη.

Το τελικό αποτέλεσμα του σχεδιασμού πρέπει να αποτελεί υπόδειγμα αισθητικής στην περιοχή. Αυτό ενισχύεται ακόμα περισσότερο από το γεγονός ότι εκτός από

την αισθητική του τοπίου, ο επισκέπτης συνειδητοποιεί και τον μεγάλο βαθμό λειτουργικότητας του χώρου. Ο συνδυασμός της αισθητικής του τοπίου και των υπηρεσιών που προσφέρει (άθληση, αναψυχή, περίπατος, κλπ.), δημιουργεί καλή ψυχολογία στον επισκέπτη ή τον κάτοικο της περιοχής και έτσι γίνεται το τοπίο περισσότερο ελκυστικό.

Τα έργα τεχνικής ανάπλασης των χωματερών, λατομείων και άλλων υποβαθμισμένων χώρων, από τη φύση τους αποτελούν αντικείμενο περιβαλλοντικής μελέτης και προβληματισμού. Η επιτυχία τους μπορεί να συμβάλλει στην βελτίωση της μεθόδου για το μέλλον. Κάθε μία εφαρμογή τεχνικής ανάπλασης από μόνη της γίνεται και μέθοδος προς παραδειγματισμό.

4.2. Διαμόρφωση ανάγλυφου

Οι σύγχρονες θεωρίες στον σχεδιασμό του ανάγλυφου συμπεριλαμβάνουν την εκτίμηση της ισορροπίας της φυσικής οικολογίας και του νέου οικοσυστήματος που θα εγκατασταθεί στο χώρο, με την υποστήριξη όλων των απαραίτητων τεχνικών έργων που θα κατασκευαστούν. Στον σχεδιασμό καθορίζονται οι τελικές υψομετρικές καμπύλες του χώρου, παίρνοντας υπόψη την υφισταμένη κατάσταση της ευρύτερης περιοχής στον χώρο διάθεσης και τις προτεινόμενες τελικές του χρήσεις. Σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη στον καθορισμό των τελικών ισοϋψών είναι οι μακροχρόνιες καθιζήσεις (ενιαίες και διαφορικές).

Για τον καθορισμό της τελικής μορφής που θα πάρει ο χώρος δεν είναι πάντοτε απαραίτητο αυτός να αποκαθίσταται στις αρχικές υψομετρικές γραμμές, είτε γιατί η ανύψωση του τελικού επιπέδου καθίσταται αισθητικά επιθυμητή, ή γιατί δεν υφίστανται αρχεία για τα αρχικά επίπεδα της περιοχής. Το τελικό ανάγλυφο που προτείνεται στην αδειοδότηση, στον σχεδιασμό του χώρου διάθεσης και στα σχέδια αποκατάστασης θα καθορίσει σημαντικά τον τρόπο λειτουργίας της χωματερής και την επιτυχημένη υλοποίηση της αποκατάστασης.

Οι δύο κύριοι όροι για την τελική διαμόρφωση είναι

- ότι ο χώρος θα εναρμονίζεται με το γειτονικό περιβάλλον
- και ότι θα διευκολύνει την φυσική απορροή των όμβριων νερών.

Το δεύτερο έχει υποτιμηθεί πολλές φορές στο παρελθόν. Έτσι μπορεί να σχεδιαστεί το αποστραγγιστικό σύστημα πρώτα και μετά να ταιριάζει η τελική τοπογραφία σ'

αυτό, παρά το αντίθετο, που πολλές φορές είναι αδύνατο. Η γνώση της τοπογραφίας και του συστήματος φυσικής παροχέτευσης των όμβριων αποτελούν σημαντικό τμήμα ενός τέτοιου σχεδιασμού. Για την αποφυγή προβλημάτων ρύπανσης πιθανών υπόγειων υδροφορέων, η απλή απάντηση είναι να "χτιστεί" η χωματερή υψηλότερα από τον περιβάλλοντα χώρο, υπολογίζοντας έτσι και την μελλοντική καθίζηση.



Εικόνα 15. Διαμόρφωση σωστού ανάγλυφου

4.3.Νέες χρήσεις του χώρου

Στην μελέτη αποκατάστασης θα επιλεγούν οι χρήσεις που προτείνονται για τον νέο δημιουργηθέντα χώρο, λαμβάνοντας υπ' όψει τις χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής και τις προτάσεις του ρυθμιστικού σχεδίου. Επίσης ρόλο παίζουν και το οδικό δίκτυο και τον κυκλοφοριακό φόρτο της περιοχής. Η αξιολόγηση αυτών των χρήσεων γης σε συνδυασμό με τις επιθυμητές δραστηριότητες, τις ευκαιρίες, τις δυνατότητες και τα εμπόδια καθορίζουν το γενικό σχέδιο χρήσεων.

Η βασική αντίληψη αυτού του σχεδίου περιλαμβάνει :

- Εξυπηρέτηση όσων χρήσεων γης είναι δυνατές κάτω από ένα περιβαλλοντικά ασφαλές και αισθητικά αναβαθμισμένο τρόπο,
- Ενοποίηση των διαφορετικών χρήσεων γης μέσα στην βασική νέα χρήση,
- Παροχή δυνατοτήτων στο κοινό για ανοιχτούς χώρους, πράσινο κ.λ.π. ,
- Μετασχηματισμό του τι είναι επιθυμητό σε αισθητικά ευχάριστη πραγματικότητα.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι παλαιοί χώροι διάθεσης απορριμμάτων μπορούν να επανενταχθούν στο περιβάλλον με διάφορα είδη βλάστησης και να αποδοθούν για χρήσεις κοινής ωφέλειας. Πλεονέκτημα αποτελεί η σωστή επιλογή μετέπειτα χρήσης μίας χωματερής ή ενός Χ.Υ.Τ.Α. Συνήθως έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα:

- στην αποκατάσταση σε γεωργική γη
- στη δημιουργία γηπέδων
- στη δημιουργία ενδιαιτημάτων άγριας ζωής
- στη δημιουργία ανοιχτών χώρων για αναψυχή (πικ-νικ) & παιχνίδι
- στη δημιουργία δασών
- στη δημιουργία περιαστικών πάρκων

Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται βασίζεται στην θεώρηση της επανεγκατάστασης της βλάστησης στο "εδαφικό" στρώμα επικάλυψης των απορριμμάτων ως φαινόμενου πρωτογενούς φυτικής διαδοχής. Συνολικά, τα θέματα και ερωτήματα που εντάσσονται στο πλαίσιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας και που πρέπει να απαντηθούν είναι:

1. ποιες οι διαδικασίες φυσικής διαδοχής της βλάστησης στις επιφάνειες των χωματερών,
2. πως μπορεί να επιταχυνθεί ο ρυθμός της φυσικής διαδοχής,
3. ποια τα κριτήρια επιλογής φυτικών ειδών για εισαγωγή στην επιφάνεια της χωματερής,
4. ποιες τεχνικές πρέπει να εφαρμοστούν τόσο στα σπέρματα ή άλλα βλασθητικά όργανα των φυτών, όσο και στο χώμα επίστρωσης της χωματερής, ώστε να ευδοκιμήσουν τα φυτά,
5. ποια τα κριτήρια επιλογής του χώματος και πως καθορίζεται η καταλληλότητα του ως υλικού επίστρωσης,
6. ποια τα γεωμορφολογικά στοιχεία που επηρεάζουν την επιλογή και την καταλληλότητα του χώματος επίστρωσης της χωματερής,
7. πως καθορίζεται και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την επιλογή και την καταλληλότητα του χώματος επίστρωσης της χωματερής,
8. πως καθορίζεται και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το πάχος του χώματος επίστρωσης,

9. πώς συσχετίζεται αυτό με την εξέλιξη της διαδοχής και ποιες είναι οι σχέσεις πάχους επίστρωσης-διαμόρφωσης της επιφάνειας του ΧΥΤΑ.

Στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη σ' ένα τέτοιο σχεδιασμό είναι το οικοσύστημα της ευρύτερης περιοχής και ο τρόπος με τον οποίο το οικοσύστημα αυτό επιδρά στον χώρο της πρώην χωματερής. Με δεδομένα ότι, συνήθως, στα πρώτα 50cm του εδάφους πραγματοποιείται το μέγιστο των εδαφοβιολογικών διαδικασιών, ότι το στρώμα αυτό υποστηρίζει την θρέψη των φυτών, καθώς επίσης, ότι το βάθος από 1-5μ είναι πολύ σημαντικό για τη συγκράτηση του νερού και την αποστράγγιση του, η προφανής απουσία οργανωμένης δομής του εδαφικού στρώματος επηρεάζει σημαντικά τις διαδικασίες θρέψης των φυτών.

4.4.Είδη φυτεύσεων

Είδη φυτεύσεων που μπορεί να εγκατασταθούν σ' ένα χώρο στον οποίο έχουν προηγηθεί έργα αποκατάστασης είναι φυτά εδαφοκάλυψης, δένδρα ή θάμνοι. Χρησιμοποιώντας αυτά ιθαγενή είδη αποφεύγεται η αλλοίωση της τοπικής εικόνας και επιτυγχάνεται ουσιαστικότερη και πιο επιτυχημένη επανένταξη του χώρου στο περιβάλλον. Επίσης εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο η βεβαιότητα ότι τα επιλεχθέντα είδη είναι κατ' αρχήν προσαρμοσμένα στις ευρύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Συχνά όμως, εξ' αιτίας της ιδιομορφίας των χώρων ταφής απορριμμάτων, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και κάποια ξενικά είδη για τις πρώτες τουλάχιστον φυτεύσεις. Στην συνέχεια αυτά θα πρέπει να αντικατασταθούν από είδη εγχώριας χλωρίδας.

4.5Τελική κάλυψη

Από τους πρωταρχικούς στόχους των έργων αποκατάστασης είναι ο έλεγχος και η ελαχιστοποίηση της ποσότητας των εισερχόμενων όμβριων στο ΧΥΤΑ. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κάλυψης χαμηλής περατότητας στην επιφάνεια του χώρου για την αύξηση της επιφανειακής απορροής. Πρέπει να σημειωθεί ότι η παρεμπόδιση της εισόδου νερού στη μάζα των απορριμμάτων μειώνει τις διεργασίες αποσύνθεσής τους και κατά συνέπεια τους ρυθμούς βιοσταθεροποίησης του ΧΥΤΑ.

4.5.1.Κατασκευή της κάλυψης

Η κάλυψη της χωματερής πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικά που έχουν περατότητα $1 \cdot 10^{-6} \text{cm/sec}$ ή και λιγότερο. Η επιφάνεια πρέπει να είναι θολωτή για να ενθαρρύνεται η επιφανειακή απορροή, να καλύπτεται με χώματα το συντομότερο δυνατό μετά την τοποθέτηση της στα οποία να γίνονται κατάλληλοι φυτεύσεις με τρόπο ώστε να παρεμποδίζεται η εισροή υδάτων ευνοώντας την απώλεια νερού μέσω εξατμοσσοδιαπνοής.

Η πρακτική εμπειρία δείχνει ότι είναι δυνατή η κατασκευή αδιαπέραστων στρώσεων με μπεντονίτη σε μίγμα με άμμο στην επιφάνεια μιας χωματερής. Το πάχος της κάλυψης εξαρτάται από την ποιότητα των υλικών που θα την αποτελέσουν. Πάχος περίπου 0,3m για φυσικά υλικά είναι αποτελεσματικό και κατάλληλο για τις περισσότερες χρήσεις. Η επιτυχία της κάλυψης εξαρτάται σημαντικά από τον τρόπο ταφής. Ανόμοιες καθιζήσεις αποτελούν την αιτία ζημιών και αστοχιών της κάλυψης, για τον λόγο αυτό όπου εμφανίζονται τέτοιας μορφής καθιζήσεις κρίνεται σκόπιμο όπως τα έργα αποκατάστασης καθυστερήσουν. Στην περίπτωση αυτή, και μέχρι να τοποθετηθεί η οριστική, μπορεί να τοποθετηθεί μια προσωρινή κάλυψη για την παρεμπόδιση της εισόδου νερών στον χώρο.



Εικόνα 16. Κάλυψη για ελαχιστοποίηση της εισόδου νερού

Η κάλυψη προστατεύεται από τις δυο πλευρές με την δημιουργία προστατευτικών ζωνών. Όταν αυτή αποτελείται από συνθετικά υλικά, η ζώνη πρέπει να έχει πάχος 0,5m και να αποτελείται από αδρανή υλικά ώστε αυτά να μην αντιδρούν με τα

απορρίμματα ή την τελική κάλυψη. Η κάλυψη δεν πρέπει να τοποθετείται κατά την διάρκεια βροχερών ημερών, πρέπει να περιέχει υγρασία ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική συμπίεση, ενώ μέγιστη συμπίεση επιτυγχάνεται όταν η τοποθέτηση γίνεται σε στρώσεις 0,3m που κατόπιν ισοπεδώνονται.



1

Εικόνα 17. Τελική κάλυψη με κατάλληλα μηχανήματα

4.5.2. Προστασία της κάλυψης

Για να παραμένει η κάλυψη αποτελεσματική, πρέπει να προστατεύεται από τις κινήσεις μηχανημάτων στην επιφάνεια του χώρου, από ξήρανση και ρηγματώσεις, από την διείσδυση των ριζικών συστημάτων, από την διάβρωση κλπ. Το πάχος της προστατευτικής στρώσης πάνω από την τελική κάλυψη εξαρτάται από τις σχεδιαζόμενες χρήσεις. Ενώ οι ρίζες των περισσότερων φυτών βρίσκονται μέσα στα πρώτα 300mm του χώματος, εντούτοις είναι ικανά να προκαλέσουν ξήρανση στα χώματα μέχρις βάθους 700mm. Έτσι, το βάθος του χώματος για την προστασία της κάλυψης επιβάλλεται να είναι τουλάχιστον 1m. Τέλος, η κάλυψη δεν διαβρώνεται όταν η επιφάνεια του χώρου είναι ήδη φυτεμένη.

4.6. Αποστραγγιστικό σύστημα

Ο σχεδιασμός του συστήματος αποστράγγισης εμφανίζει διάφορες λειτουργίες:

- Στα αρχικά στάδια της ανάκτησης πρέπει να προστατεύει τις γυμνές επιφάνειες του νέου ανάγλυφου από εκτεταμένη διάβρωση και αυτός ο αρχικός σχεδιασμός πρέπει να είναι ικανός να προσαρμοστεί σε ένα μόνιμο σύστημα που θα αντιμετωπίζει την μειωμένη απορροή από το πλήρως φυτεμένο σκηνικό.
- Οι απότομες κλίσεις πρέπει να προστατεύονται από την διήθηση και την συσσώρευση του νερού των πόρων.
- Η αποστράγγιση εξαρτάται από την ποσότητα και την ένταση των βροχοπτώσεων, τη διαπερατότητα των χωμάτων, την ύπαρξη ή όχι περατής τελικής στρώσης, την ύπαρξη ή όχι βλάστησης, τον τύπο της βλάστησης και τις κλίσεις των διαμορφωμένων πρανών.
- Οι κλίσεις των τελικών πρανών αποτελούν πολύ σημαντικό παράγοντα για την αποστράγγιση του αποκαταστημένου χώρου. Λιμνάζοντα νερά μπορεί να παρουσιαστούν όταν η περατότητα των επιφανειακών χωμάτων είναι περιορισμένη ή όταν η ένταση των βροχοπτώσεων ξεπερνάει τον συντελεστή περατότητας των χωμάτων. Τα προβλήματα αποστράγγισης μπορούν να ξεπεραστούν όταν το τελικό σχήμα του χώρου πάρει την μορφή θόλου, οπότε τα όμβρια να εκτρέπονται μέσω περιφερειακών τάφρων, σημαντικό δε στοιχείο σχεδιασμού αποτελεί ο επαρκής υπολογισμός του συστήματος αποστράγγισης. Οι τελικές κλίσεις του 1:30 έχουν αποδειχθεί ικανές να εμποδίζουν την λίμναση των υδάτων και τα προβλήματα αποστράγγισης που δημιουργούνται από τις διαφορικές καθιζήσεις. Απότομες κλίσεις πρέπει να αποφεύγονται.
- Οι κεντρικές τάφροι του συστήματος αποστράγγισης μπορεί να έχουν κλίσεις περί το 1:50. Όλες οι τάφροι πρέπει να κατασκευάζονται κατά μήκος των πρανών όπου είναι δυνατόν και στο πλέον απότομο πρανές, αποστάσεις 50m μεταξύ των τάφρων είναι ενδεικτικά. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην διαμόρφωση των κεντρικών τάφρων. Αυτοί μπορεί να έχουν 0,6m πλάτος στην βάση με 45ο κλίσεις πρανών και 0,6m βάθος. Τα πρανή των τάφρων μπορεί να είναι επιρρεπή στην διάβρωση.

Μια κατάρρευση των πρανών οδηγεί σε μπλοκάρισμα, για τον λόγο δε αυτό το επίχωμα πάνω στο οποίο κατασκευάζεται η τάφρος πρέπει να συμπιεστεί καλά πριν τις εκσκαφές και την κατασκευή του οριστικού προφίλ των τάφρων.



Εικόνα 18. Αποστραγγιστικό σύστημα με αδρανή υλικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5.ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

5.1Επανάταξη στο περιβάλλον των ακατάλληλων χώρων απόθεσης («Ανεξέλεγκτες χωματερές»)

Παρατηρείται **στασιμότητα** στο ζήτημα αυτό. Ο περιορισμός των 3.500 λειτουργουσών ανεξέλεγκτων χωματερών σε 1450 δεν έγινε με την επανάταξη των υπόλοιπων στο φυσικό περιβάλλον αλλά με την απλή διακοπή της λειτουργίας τους. Όσον αφορά στην οργάνωση των υπαρχόντων κατάλληλων χώρων ταφής απορριμμάτων **δεν υπάρχει καμία ουσιαστική πρόοδος**. Οι χώροι ταφής που συνεχίζουν τη λειτουργία τους (1450), δέχθηκαν , περιορισμένες μόνο, παρεμβάσεις.

5.2.Κατασκευή νέων ΧΥΤΑ

- Στην Αττική και Θεσσαλονίκη από πλευράς εξυπηρετούμενου πληθυσμού, έναντι του 100% (στόχος για το 1999) **καλύπτεται σήμερα (2003) το 93% και το 71% αντίστοιχα**. Από πλευράς όμως αριθμού υποδομών λειτουργεί ένας μόνο ΧΥΤΑ σε κάθε νομό, γεγονός που δημιουργεί σοβαρά λειτουργικά και οικονομικά προβλήματα.
- Στην υπόλοιπη Ελλάδα ο τεθείς για το 1999 στόχος καλύφθηκε, με έτος αναφοράς το 2003, **μόλις κατά 38,75%** για την ηπειρωτική Ελλάδα και **26,9%** για τη νησιώτικη.

5.3Αποκατάσταση κορεσμένων χώρων απόθεσης απορριμμάτων

Σημαντική πρόοδος ως προς το δυναμικό των κορεσμένων χώρων απόθεσης (Σχιστού, Α. Λιοσίων, Θεσ/κης, Ηράκλειου), **μικρή , όμως ,** σε σχέση με την επιφάνειά των χώρων και **ελάχιστη** σε σχέση με τον αριθμό τους.

5.4Διαλογή στην Πηγή

Ελάχιστη πρόοδος τόσο ως προς τα δύο ρεύματα (4 μόνο ΚΔΑΥ, από τα οποία τα 3σε λειτουργία) όσο και ως προς τη χωριστική ΔσΠ. Η ευαισθητοποίηση του

κοινού υποτυπώδης. Αναμένεται, όμως, στα επόμενα 2-3 χρόνια σταδιακή δραστηριοποίηση με τη λειτουργία των Συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.

5.6 Μηχανική διαλογή- Βιοσταθεροποίηση

Μικρά ακόμη αποτελέσματα

5.7 Καύση

Η μέθοδος δεν εφαρμόστηκε για τα ΑΣΑ αφού με τις μεταγενέστερες κοινοτικές και εθνικές προβλέψεις **η προτεραιότητα δίνεται στην ανακύκλωση**. Βρίσκεται όμως σε λειτουργία ο αποτεφρωτήρας παθογόνων απορριμμάτων στην Αττική, δυναμικότητας 30 τον/ημ (δέχεται μόλις 3,5 τόνους).

5.8. Ελληνικοί Χ.Υ.Τ.Α.

5.8. 1.ΧΥΤΑ Α.ΛΙΟΣΙΩΝ

Ο ΧΥΤΑ των Α. Λιοσίων λειτουργεί από το 1973 και βρίσκεται 18km έξω από την Αθήνα. Είναι η κόρια χωματερή της Ελλάδας και εκτείνεται σε μια ημιάνυδρη περιοχή 692 στρεμμάτων. Ο ΧΥΤΑ λειτουργεί υπό τη διεύθυνση του Ενιαίου Συνδέσμου Δήμων & Κοινοτήτων του Ν. Αττικής (ΕΣΔΚΝΑ) και χωρίζεται σε τέσσερα μέρη, ανάλογα με την παλαιότητά τους. Αυτά είναι:

- Ο παλιός ΧΔΑ (Χώρος Διάθεσης Απορριμμάτων),
- Ο ΧΔΑ,
- Ο ΧΥΤΑ I, που ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1998 και
- Ο ΧΥΤΑ II, που βρίσκεται σε φάση υλοποίησης.

Ο ΧΥΤΑ Α.Λιοσίων περιλαμβάνει:

- Σύστημα συλλογής βιοαερίου,
- Σταθμό συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και
- Εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων (στον ΧΥΤΑ II).

Στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων καταλήγουν τα απορρίμματα που παράγονται από το 95% των κατοίκων της Ηπειρωτικής Αττικής, Σαλαμίνας και Αίγινας. Το φορτίο αυτό ανήλθε για το 2003 συνολικά σε 2.000.000 τόνους περίπου. Σε αυτό το, κατά προσέγγιση, φορτίο περιλαμβάνονται τα οικιακά απορρίμματα, τα εμπορικά και

άλλα εξομοιούμενα προς τα οικιακά, τα απορρίμματα πρασίνου, τα ογκώδη απορρίμματα. Στο ΧΥΤΑ κατέληξαν επίσης, χρησιμοποιούμενα κυρίως προς επικάλυψη των απορριμμάτων, και περίπου 2.900.000 τόνοι αδρανών υλικών (χώματα εκσκαφών κυρίως) καθώς και περίπου 100.000 τόνοι ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων. Το ημερήσιο μεταφερόμενο φορτίο, λοιπόν, ανέρχεται σε 6.500 τόνους περίπου κατά το εργάσιμο πενθήμερο με δραστική μείωση το Σάββατο και ακόμη περισσότερο την Κυριακή.

5.8. 1.1.Σύστημα συλλογής βιοαερίου

Το βιοαέριο, από το παλαιότερο σχετικά τμήμα (ΧΔΑ και ΧΔΑ παλαιός) αντλείται μέσω συστήματος 243 κατακόρυφων φρεατίων και οριζοντίου δικτύου σωληνώσεων συνολικού μήκους 25.000 μέτρων περίπου. Το βιοαέριο που αντλείται σήμερα έχει μία μέση περιεκτικότητα σε καύσιμο (μεθάνιο) 52% περίπου και κάθε μονάδα γεννήτριας καταναλώνει περίπου 700m³/h βιοαέριο σε πλήρη ισχύ.

Υπενθυμίζεται ότι τα υπό αναερόβιες συνθήκες (σε συνθήκες ΧΥΤΑ) βιοαποικοδομούμενα οικιακά απορρίμματα μπορούν να «παράγουν» βιοαέριο επί 30 περίπου χρόνια με μέγιστη παραγωγή περίπου στην πενταετία από την έναρξη της μεθανογένεσης η οποία τοποθετείται εγγύτατα χρονικά στην περίοδο της κάλυψης με χώμα των απορριμμάτων.

5.8. 1.2.Σταθμός συμπαραγωγής

Ο σταθμός συμπαραγωγής των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους με καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως (13,8MW ηλεκτρικής ενέργειας) και η κατασκευή του κόστισε 6,6 δισ. δρχ., αποτελείται δε από 11 αεριοκίνητα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z), ισχύος 1.255kW έκαστο. Οι παραγόμενες ποσότητες ενέργειας είναι 200-220.000 KWH/ημέρα (πριν να συνδεθεί το νέο σχετικά τμήμα «ΧΥΤΑ Ι») ενώ δεν αξιοποιείται ακόμη η θερμική ενέργεια. Υπάρχει δυνατότητα παραγωγής 180.000KWH/d θερμικής ενέργειας με επέκταση έως 390.000 KWH/d.

5.8.2.ΧΥΤΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ο ΧΥΤΑ Θεσσαλονίκης χρησιμοποιείται για να καλύψει της ανάγκες διάθεσης των απορριμμάτων της πόλης, που έχει 1.400.000 κατοίκους, από το 1985 και βρίσκεται 30 km έξω από το κέντρο της πόλης, στη θέση Καλαμάκι - Ταγαράδες. Η συνολική

αποτιθέμενη ποσότητα απορριμμάτων είναι περίπου 400.000 τόνοι το χρόνο. Ο Σύνδεσμος Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) Μείζονος Θεσ/νίκης διαχειρίζεται τον ΧΥΤΑ. Δεν υπάρχει εγκατάσταση επανακυκλοφορίας στραγγισμάτων στη χωματερή. Το 1990, έγιναν μετρήσεις για το βιοαέριο, όπως επίσης και το 1992-1993 και βρέθηκε ότι η % κ.ο. σύσταση μεθανίου ήταν περίπου 50% και 36-52% αντίστοιχα.

Σήμερα υπάρχει εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργεί από τον Αύγουστο του 1997. Η κατασκευή της μονάδας που υλοποιήθηκε από τον Σύνδεσμο Ο.Τ.Α. Μείζονος Θεσσαλονίκης αξιοποιώντας τις δυνατότητες του Νόμου 2244/1994 «περί αξιοποίησης των ήπιων μορφών ενέργειας από την Τοπική Αυτοδιοίκηση», стоίχισε περίπου 170 εκατομμύρια δραχμές, υλοποιήθηκε σε συνεργασία με το ΥΠΕΧΩΔΕ και τη ΔΕΗ και η χρηματοδότησή της εντάχθηκε στο Ταμείο Συνοχής της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο των οδηγιών για την αξιοποίηση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Η μονάδα παράγει ισχύ 240KW. Το ρεύμα που παράγεται διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο διανομής της ΔΕΗ, με δυνατότητα ηλεκτροδότησης γειτονικών κοινοτήτων, ενώ τα έσοδα από αυτή την πρωτότυπη παραγωγική επένδυση ανέρχονται στα περίπου 35-40 εκατομμύρια δραχμές ετησίως.

Σήμερα στο χώρο ταφής απορριμμάτων υφίσταται δίκτυο πενήντα τεσσάρων φρεατίων βιοαερίου. Από αυτά δεκαέξι φρεάτια είναι συνδεδεμένα με αντλητικό συγκρότημα και έτσι το αντλούμενο βιοαέριο τροφοδοτείται στην μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενώ αυτό που υπολείπεται καίγεται στο δαυλό. Όσον αφορά τον περαιτέρω προγραμματισμό του Συνδέσμου Ο.Τ.Α. στον τομέα αυτό υπάρχει προοπτική εγκατάστασης και άλλων δύο μονάδων μεγαλύτερης όμως ισχύος αφού όπως φαίνεται μέχρι σήμερα η αναγκαία παροχή βιοαερίου για την λειτουργία μονάδα υφίσταται και παράλληλα από τέτοιου είδους επενδύσεις προκόπουν περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

5.9.Ευρωπαϊκά παραδείγματα

Στα Ευρωπαϊκά παραδείγματα εντάσσεται και το Σχέδιο ανάκτησης αερίων από χωματερές όπως είναι αυτό που πραγματοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο(Δυτικό Γιορκσάϊρ) στην χωματερή Μίντλετον μπρούμ. Το Δημοτικό Συμβούλιο του

Leeds και η τοπική επιχείρηση LAWDC, **Διαχείριση Αποβλήτων του Δυτικού Yorkshire** στην οποία είναι μέτοχος το Συμβούλιο, διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ενός έργου για την εκμετάλλευση του βιοαερίου που εκλύεται στη χωματερή του Middleton Broom. Η χωματερή αυτή, των 2 εκατ. m³, που βρίσκεται κοντά στο Leeds ανήκει στην ιδιοκτησία του Συμβουλίου, ενώ η Επιχείρηση Διαχείρισης Αποβλήτων του Δυτικού Yorkshire έχει δικαίωμα χρήσης. Το 1989, η Επιχείρηση υπέγραψε σύμβαση με την BROOM Energy Ltd, θυγατρική της Combined Landfill Projects Ltd, βάσει της οποίας επιτρέπεται στη δεύτερη, να εκμεταλλεύεται τα εκλυόμενα βιοαέρια για ενεργειακούς σκοπούς.

Το έργο ανάκτησης ενέργειας που προέκυψε και το οποίο ξεκίνησε τη λειτουργία του τον Ιανουάριο του 1993, χρησιμοποιεί δοκιμασμένες εφαρμογές συλλογής εκλυόμενου βιοαερίου και τεχνολογία εκμετάλλευσης. Το βιοαέριο, ένα μίγμα κυρίως μεθανίου και CO₂, που παράγεται από την αποσύνθεση οργανικών απορριμμάτων στη χωματερή, ανακτάται μέσω φρεατίων που ανοίγονται μέσα στα απόβλητα. Στη συνέχεια, διοχετεύονται, μέσω ενός αγωγού από πολυαιθυλένιο, σε έναν σταθμό ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 1,2 MW, ο οποίος κατασκευάστηκε σε χώρο που ανήκει στην ιδιοκτησία του Συμβουλίου του Leeds, σε απόσταση 1,5 χλμ. Εκεί, καθαρίζεται και χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για την κίνηση δύο 12-κύλινδρων κινητήρων ανάφλεξης που κινούν στη συνέχεια γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτός ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής παράγει ηλεκτρικό ρεύμα που είναι αρκετό για την κάλυψη των αναγκών 700 σπιτιών και το οποίο πωλείται βάσει των όρων της σύμβασης NFFO 1991, στη **Yorkshire Electricity Plc.** την τοπική Περιφερειακή Επιχείρηση Ηλεκτρισμού.

Το **συνολικό κόστος** του σχεδίου ανάκτησης ενέργειας ήταν περίπου **1,3 εκατ. ECU** (τιμές 1991). Στο κόστος αυτό περιλαμβάνονταν η αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος εξαγωγής βιοαερίων και ο αγωγός αερίου μέχρι τις εγκαταστάσεις του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Η αρχική εφαρμογή του σχεδιασμού έγινε στα μέσα του 1990. Το κυριότερο ζήτημα που τέθηκε, ήταν η παρουσία κατοικιών κοντά στη χωματερή, γεγονός το οποίο σήμαινε ότι ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής δεν θα μπορούσε να βρίσκεται μέσα ή δίπλα στον ίδιο χώρο. Ωστόσο, αφού εντοπίστηκε μια πιθανή τοποθεσία, η υπεύθυνη για το σχεδιασμό αρχή θεώρησε ότι ήταν πιθανό να δημιουργηθούν

προβλήματα λόγω της έλλειψης χώρων στάθμευσης για το προσωπικό συντήρησης. Για το λόγο αυτό επλέχθηκε μια εναλλακτική τοποθεσία και η πρόταση σχεδιασμού τροποποιήθηκε. Μόλις η διαδικασία αυτή ολοκληρώθηκε, έγινε εκ νέου αίτηση για άδεια, η οποία χορηγήθηκε χωρίς δυσκολία. Το θέμα του θορύβου που προκαλείται από το εργοστάσιο, αντιμετωπίστηκε με τη στέγαση των ηλεκτρογεννητριών αλλά και του βοηθητικού εξοπλισμού σε κτίρια με ειδικό σχεδιασμό ηχομόνωσης. Άμεσα, ολοκληρώθηκε επίσης και η διαδικασία όσον αφορά στις εργασίες διόδου και τις εκμισθώσεις για τον αγωγό που μεταφέρει το βιοαέριο από τη χωματερή στο εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής.

Παρόλο που στα αρχικά στάδια του έργου εμφανίστηκαν ορισμένα τεχνικά προβλήματα, αυτά λύθηκαν με άμεσες διορθωτικές ενέργειες, με αποτέλεσμα σήμερα, το έργο να είναι σε θέση να λειτουργεί σε ποσοστό διαθεσιμότητας πάνω από 90%, Εκτός από την ενέργεια που παράγει, αποφέρει και οικονομικά οφέλη στους εμπλεκόμενους οργανισμούς και επηρέασε θετικά την τοπική οικονομία γενικότερα π.χ. μέσω της δημιουργίας θέσεων απασχόλησης στο εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής. Επιπλέον, η εκμετάλλευση του εκλυόμενου από τη βιοαερίου για ενεργειακούς σκοπούς, συμπληρώνει τα υπόλοιπα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος που εφαρμόζονται στη χωματερή του **Middleton Broom**.

5.9. Παραδείγματα ανάπλασης χωματερών

5.9.1 Ανάπλαση χωματερών Θέρμης και Δερβενίου (Θεσσαλονίκη)

Ο σύνδεσμος ΟΤΑ μείζονος Θεσσαλονίκης, ως φορέας διαχείρισης των χώρων υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων αξιοποιώντας σχετική μελέτη του οργανισμού ρυθμιστικού σχεδίου Θεσσαλονίκης υλοποίησε το έργο ανάπλασης των χωματερών Θέρμης και Δερβενίου. Η ανενεργός χωματερή της Θέρμης χρησιμοποιήθηκε για μία δεκαετία περίπου ως χώρος υποδοχής των αστικών απορριμμάτων του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Εγκαταλείφθηκε πριν πολλά χρόνια χωρίς να είχαν γίνει τα απαραίτητα έργα για την αποκατάστασή της. Υπενθυμίζεται ότι παλιότερα η περιοχή αποτελούσε χώρο αναψυχής με καθώς βρίσκεται δίπλα σε χείμαρρο συνεχούς ροής.

Ο χώρος της Θέρμης καλύπτει συνολικά έκταση 190 περίπου στρεμμάτων και αποτελείται από αγροτεμάχιο της κτηματικής περιφέρειας του Πανοράματος, την

παρόχθια ζώνη και το τμήμα εκτός του αγροτεμαχίου που εκτείνεται προς βορρά εμβαδού 80 περίπου στρεμμάτων. Το πρόγραμμα αποκατάστασης της ανενεργής χωματερής Θέρμης είχε προϋπολογισμό ενός δισεκατομμυρίου περίπου και το έργο χρηματοδοτήθηκε από το ευρωπαϊκό ταμείο συνοχής. Στόχος ήταν η δημιουργία ενός πολυδύναμου πάρκου αναψυχής, που θα δεχόταν, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των αρμοδίων, περίπου δύο χιλιάδες επισκέπτες ημερησίως και η λειτουργία του θα περιλάμβανε τρεις βασικές ενότητες:

- Περιβαλλοντική εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση.
- Σωματική άσκηση-αναψυχή σε ελεύθερο χώρο και απόλαυση του φυσικού περιβάλλοντος.
- Κάλυψη ευρύτερων πολιτιστικών αναγκών και πραγματοποίηση εκδηλώσεων.

Ως χώρος άθλησης - παιχνιδιού και εκπαίδευσης απευθύνεται σε όλες τις ηλικίες με ιδιαίτερη έμφαση στη σχολική μέσα από δραστηριότητες που θα έχουν ως στόχο τη δημιουργία περιβαλλοντικής συνείδησης. Το έργο της ανάπλασης της παλιάς χωματερής της Θέρμης - Πανοράματος εντασσόταν στον Ολοκληρωμένο Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης των Απορριμμάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, αλλά και στον Νομαρχιακό Σχεδιασμό της Θεσσαλονίκης που ψηφίστηκε τον Φεβρουάριο του 2000.



Εικόνα 19. Γήπεδα πάνω στην χωματερή Θέρμης

Ο χώρος βρίσκεται 1,2 χλμ. από τη Θέρμη και 3 χλμ. από το Πανόραμα, έχει συνολική έκταση 80 στρεμμάτων και συνορεύει (νότια) με την κοιτή του ρέματος "Πλατανόρεμα". Στην είσοδο του πάρκου υπάρχει το κτίριο διοίκησης και ο χώρος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, ενώ έχει προβλεφθεί και λειτουργεί πάρκινγκ για τα αυτοκίνητα των επισκεπτών. Στο χώρο έχει φυτευτεί χλοοτάπητας και συντηρούνται 18.000 είδη φυτών (θάμνοι και δέντρα). Έχουν ήδη κατασκευαστεί και λειτουργούν δύο γήπεδα τένις, ένα γήπεδο μπάσκετ, γήπεδο ποδοσφαίρου διαστάσεων 40 επί 90 μέτρων, μία παιδική χαρά, τρία ξύλινα κιόσκια, πολλά παγκάκια, ενώ λειτουργεί και κυλικείο με πανέμορφη θέα στο ρέμα της Θέρμης, περιτριγυρισμένο από δένδρα, ώστε να δημιουργείται ένα φυσικό τοπίο ιδανικό για τον περπατητή, ελκυστικό για τον φυσιολάτρη και κατάλληλο για τα παιδιά. Για την εξυπηρέτηση των επισκεπτών υπάρχουν όλες οι ανέσεις, όπως

κοινόχρηστοι χώροι ξεκούρασης, ύδρευση, καθώς και κάδοι απορριμμάτων και ανακύκλωσης (χαρτιού, αλουμινίου, πλαστικού και γυαλιού).

Με όλα αυτά τα έργα υποδομής δημιουργήθηκε ένας Πολυχώρος Αναψυχής και Ψυχαγωγίας για τους κατοίκους όλου του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και ιδιαίτερα της νεολαίας, ενώ πολύ σημαντικό ρόλο θα παίξει και το Κέντρο Περιβαλλοντικής Ενημέρωσης.

5.9.2 Ανάπλαση χωματερής Shuen Wan (Χονγκ Κονγκ)

Η χωματερή του Shuen Wan έκλεισε το 1995 ενώ η διαδικασία ανάπλασης της άρχισε το 1997. Πάνω στην χωματερή δημιουργήθηκε ένα γήπεδο του γκολφ το οποίο δόθηκε στο κοινό τον Απρίλιο του 1999. Η καινούργια χρήση σεβόμενη το υπάρχον ανάγλυφο εναρμονίστηκε με μεγάλη επιτυχία στο ευρύτερο περιβάλλον παρέχοντας έναν ξεχωριστό χώρο για τους επισκέπτες της.



The Driving Range



Εικόνα 20. Άποψη του γηπέδου γκολφ

Το γήπεδο περιέχει:

- 145 διαδρομές
- Αμμόλοφους
- Έκταση για εξάσκηση και εκμάθηση αρχαρίων
- Πάρκινγκ
- Βεσιάρια

5.9.2 Ανάπλαση χωματερής Sai Tso Wan (Χονγκ Κονγκ)

Η παλιά χωματερή του Sai Tso Wan Recreation Ground αναπλάστηκε το 2004. Η έκταση αποτελείται από ένα πολυγώνιο από γρασίδι κατάλληλο για ποδόσφαιρο και μπιτςμπολ, ένα χώρο παιδικού παιχνιδιού, διαδρομή jogging, δωμάτια για αλλαγή ρούχων και ένα κτίριο διοίκησης. Η παραπάνω περιοχή αναψυχής καλύπτει μια έκταση 2 περίπου εκταρίων και είναι εγκατεστημένη πάνω στην παλιά χωματερή του Sai Tso Wan. Αυτή λάμβανε περίπου 1.6 εκατομμύρια τόννους οικιακά και βιομηχανικά απορρίμματα από το 1978 έως το 1981 με μέγιστο πάχος 65 μέτρα.

Οι εργασίες αποκατάστασης περιλάμβαναν κάλυψη με χώμα και εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου βιοαερίων και διαχείρισης στραγγισμάτων. Σκοπός τους ήταν η ελαχιστοποίηση των κινδύνων για τους ανθρώπους και της επικείμενης μόλυνσης. Το βιοαέριο συλλέγεται σε γειτονική μονάδα ενώ ο έλεγχος των στραγγισμάτων εξασφαλίζει την μείωση απορροών προς τα βαθύτερα στρώματα. Τα παραπάνω συλλέγονται σε μονάδα διαχείρισης στραγγισμάτων στην χωματερή του Jordan Valley. Συστήματα ελέγχου υπάρχουν σε όλη την περίμετρο της χωματερής καθιστώντας την έτσι ασφαλή για το κοινό

Επιπρόσθετα υπάρχουν οι παρακάτω δομές:

- **Ανεμογεννήτριες:** Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για τον ηλεκτροφωτισμό των δρόμων καθώς και μέρος της αποθηκεύεται σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση.



Εικόνα 21. Ανεμογεννήτριες

➤ Φωτοβολταϊκά: Τα παραπάνω μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, η οποία εδώ επίσης αποθηκεύεται σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση. Μέρος της χρησιμοποιείται για τον φωτισμό του χώρου υποδοχής και συγκέντρωσης και της αποθήκης.

➤ Δεξαμενή συλλογής επιφανειακής απορροής

Τα όμβρια νερά συλλέγονται από σύστημα επιφανειακής στράγγισης, ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται για την άρδευση.

➤ **Rubbersoil**

Είναι ένα ελαφρύ και πορώδες υλικό παραγόμενο από τα πεταμένα ελαστικά και υλικά από τσιμέντο. Χρησιμοποιείται ως βάση -υλικό επίστρωσης κάτω από τους κυβόλιθους

➤ Κυβόλιθοι φτιαγμένοι από ανακυκλώσιμα υλικά

Φτιαγμένοι από γυαλί και πλαστικό χρησιμοποιούνται ως δομικά υλικά μονοπατιών.

➤ Κομποστ

Προερχόμενα από οργανικά υπολείμματα (φαγητά) χρησιμοποιούνται ως βελτιωτικό εδάφους.

➤ Ανακυκλώσιμο ταρτάν

Ασφαλείς πλάκες για τον χώρο των παιδικών παιχνιδιών και την διαδρομές τζόγγινγκ φτιαγμένα από τα πεταμένα ελαστικά.

Η διαφορά με άλλους χώρους αναψυχής είναι ότι βρίσκεται πάνω στην αποκαταστημένη χωματερή. Ένα γλυπτό, που συμβολίζει την αναγκαιότητα ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων, υπενθυμίζει αυτή την ιδιαιτερότητα. Τα τρία βέλη υπενθυμίζουν στο κοινό να αποφεύγει, να μειώνει, και να ανακυκλώνει. Το τελευταίο βέλος είναι πράσινο παραπέμποντας σε ένα «Πράσινο» περιβάλλον. Ένα κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης υπάρχει επίσης με σκοπό την παροχή λύσεων με μελλοντικά προβλήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6.Νομος Θεοσπρωτίας και χωματερές

Στην Θεοσπρωτία, όπως και σε όλες σχεδόν τις περιοχές της χώρας μας η διάθεση των απορριμμάτων γίνεται ανεξέλεγκτα, σε μεγάλο αριθμό χώρων εναπόθεσής τους. Με βάση την Πανελλαδική απογραφή του 1984-85 (ΥΠΕΧΩΔΕ) στην Θεοσπρωτία έχουν καταγραφεί εκατόν δύο (102) Χώροι Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΔΑ), εκ των οποίων οι τριάντα τρεις (33) χαρακτηρίστηκαν σαν καθορισμένοι και οι εξήντα εννέα (69) σαν ανεξέλεγκτοι. Πρακτικά βέβαια, όλοι οι καταγεγραμμένοι χώροι χαρακτηρίζονται σαν χώροι ανεξέλεγκτης απόρριψης. Μια τέτοια είναι και η χωματερή "ΑΣΤΙΜΙΤΣΙ", την αποκατάσταση της οποίας πραγματεύεται η παρούσα πτυχιακή .

6.1.Το σχέδιο αποκατάστασης

6.1.1.Γενικά

Το σχέδιο αποκατάστασης όπως είδαμε πρέπει να αποτελεί συστατικό και αναπόσπαστο μέρος της λειτουργίας της χωματερής, ενώ αδιαμφισβήτητα, σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί και ένα από τα απαραίτητα στοιχεία για την αδειοδότηση λειτουργίας της. Ο σχεδιασμός της αποκατάστασης ένα είναι σύνθετο έργο που απαιτεί την ενασχόληση ενός μεγάλου φάσματος επιστημονικών ειδικοτήτων, θεωρείται δε σημαντικό όπως συνδυάζει τις περιβαλλοντικές και τις ευρύτερες ανάγκες της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα δίνει μεγάλη σημασία στο κόστος κατασκευής των προτεινόμενων έργων. Σαν γενικοί στόχοι μπορούν να αναφερθούν η διαμόρφωση ενός οπτικά αποδεκτού ανάγλυφου, η δημιουργία νέων χρήσεων για τον άνθρωπο, η δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος για την χλωρίδα και πανίδα στο νέο ισορροπημένο οικοσύστημα και η αντιμετώπιση των διεργασιών μέσα στην χωματερή.

Σχεδιάζοντας την αποκατάσταση είναι απόλυτα απαραίτητη η καταγραφή του ιστορικού των συνθηκών και της συμπεριφοράς της χωματερής, όπως:

- Η φύση του χώρου πριν αυτή κατασκευαστεί,
- Το είδος των ενταφιασμένων υλικών και η θέση τους μέσα στη χωματερή.

- Τα στάδια κατασκευής της χωματερής, το σχήμα και το μέγεθός της.
- Ο τρόπος ταφής των υλικών, πχ. συμπίεση, διαπερατότητα, ομοιογένεια. Η ύπαρξη περιοχών αστάθειας για πιθανές κατασκευές.
- Η μελέτη της γεωλογίας και υδρολογίας της περιοχής.

Τα περιεχόμενα του σχεδίου αποκατάστασης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις νέες χρήσεις του χώρου, λαμβάνοντας φυσικά υπόψη τις αναμενόμενες διεργασίες που γίνονται μέσα στη μάζα των απορριμμάτων τις καθιζήσεις και την παραγωγή βιοαερίου & στραγγισμάτων.

Η απάντηση που συνολικά δίνει το σχέδιο αποκατάστασης δεν είναι απλά να "κρύψει" τα απορρίμματα αλλά να το κάνει δημιουργώντας αισθητικά ευχάριστες νέες καταστάσεις, με στόχο να αναβαθμιστεί οπτικά το τοπίο, να βελτιωθεί η περιβαλλοντική ασφάλεια του χώρου και να αναπτυχθούν καλύτερα οι σχέσεις με τον ΟΤΑ που φιλοξενεί το χώρο. Έτσι τεκμηριώνεται ότι η Υγειονομική Ταφή είναι μια καθ' όλα επιστημονική μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων, το πέρας λειτουργίας της οποίας μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο και χρήσιμο χώρο για νέες δραστηριότητες.

Οι παράμετροι που αντιμετωπίζει το έργο της αποκατάστασης και με βάση τους οποίους υλοποιείται, είναι:

- Το νέο ανάγλυφο του ανακτώμενου χώρου
- Οι νέες χρήσεις, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά της εγγύς περιοχής.
- Οι νέα βλάστηση, για την ανάδειξη του χώρου.
- Η τελική κάλυψη της χωματερής, για τον περιορισμό της ρύπανσης των νερών.
- Η επιλογή χωμάτων, κατάλληλης ποιότητας και χαρακτηριστικών.
- Το σύστημα αποστράγγισης των ομβρίων υδάτων της περιοχής.
- Η διαχείριση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου.
- Οι καθιζήσεις της χωματερής, εάν αυτή έχει μεγάλο βάθος.

6.1.2. Υφιστάμενη κατάσταση

Ο υπάρχων σκουπιδότοπος βρίσκεται στην θέση " Κοτσέκι" Καστρίου και απέχει περίπου 2,5Κ από την Νέα Σελεύκεια και 1,5Κm από την Κοινότητα Καστρίου. Η εναπόθεση των απορριμμάτων πραγματοποιείται στον συγκεκριμένο χώρο επί αρκετά χρόνια και γίνεται στον πυθμένα και στα πρανή του. Τα απορρίμματα στην συνέχεια αυταναφλέγονται με τον καπνό και τις οσμές να αποτελούν τις σοβαρότερες αιτίες αισθητικής υποβάθμισης της ευρύτερης περιοχής. Στον χώρο υπάρχει μόνιμη εστία φωτιάς, με εμφανή τα σημάδια της και στα όριά του, στα οποία προφανώς κάποιες φορές επεκτάθηκε. Στον χώρο απουσιάζουν παντελώς σημάδια επικάλυψης των απορριμμάτων, η οποία προφανώς ποτέ δεν πραγματοποιήθηκε, με αποτέλεσμα να παραμένουν εκτεθειμένα σε δημόσια θέα, πριν φυσικά καούν.

Συνεπώς οι επεμβάσεις εξυγίανσης του χώρου και αποκατάστασης της ευρύτερης περιοχής διαφέρει ριζικά από τις κλασσικές επεμβάσεις σε παρόμοιες εγκαταστάσεις και αντικειμενικά περιορίζονται:

1. Στην περισυλλογή των ανεξέλεγκτα εναποτεθέντων υλικών.
2. Στην διαμόρφωση ενός νέου ανάγλυφου που θα είναι προσιτό στη δημόσια θέα και προσαρμοσμένο στην μορφολογία της γύρω περιοχής.

6.1.3Μορφολογία-Γεωλογία

Μορφολογικά ο υπόψη χώρος αποτελεί μισγάγγεια μικρής έκτασης. Η μισγάγγεια έχει άνοιγμα προς τα ΒΔ (κάμπος Καστρίου) και είναι κλειστή από λόφους κατά τα 2/3,προσφέροντας έτσι κάποια φυσική προκάλυψη. Υψομετρικά ο χώρος εκτείνεται μεταξύ των ισοϋψών +26μ και +40μ. Το χώρο προσεγγίζει δρόμος καλής βατότητας, ο οποίος συνδέεται με την εθνική οδό "Ιωαννίνων-Ηγουμενίτσας" με ασφαλτοστρωμένο δρόμο μήκους2,5ΚΜ.

Από υδρογεωλογική άποψη τα τριαδικά λατοποπαγή μπορούν να χαρακτηριστούν ως ημιπερατοί περατοί σχηματισμοί, η απουσία όμως αναπτυγμένου επιφανειακού δικτύου αποστράγγισης δείχνει μειωμένη επιφανειακή απορροή και μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης. Τις εμφανείς εκφορτίσεις των υδροφόρων που αναπτύσσονται στην ενότητα αποδεικνύουν μία σειρά πηγές που εκδηλώνονται στην Δυτική (κυρίως) και Νότια περίμετρό της,

στην επαφή με τις αλλουβιακές αποθέσεις. Θετικό στοιχείο υδρογεωλογίας αποτελεί μόνο η μικρή έκταση της λεκάνης απορροής που σήμερα αποστραγγίζει μέσω του χώρου ταφής των απορριμμάτων.

6.1.4 Χρήσεις γης της περιοχής

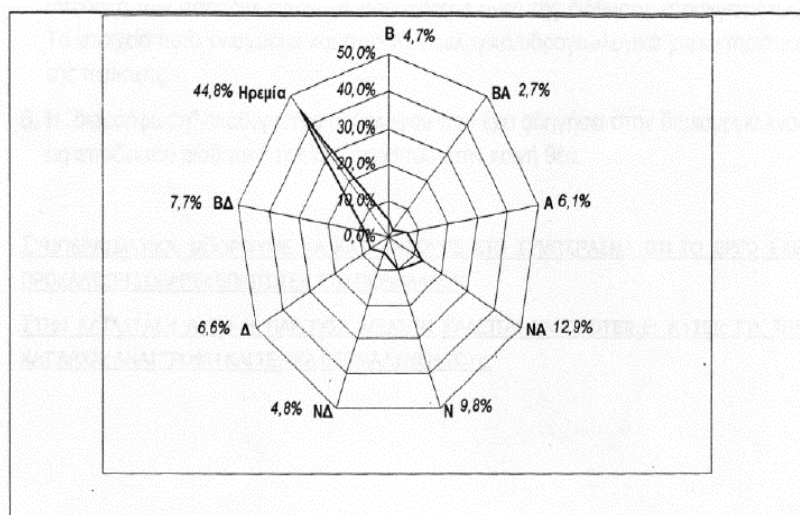
Ο χώρος περιβάλλεται από δασική έκταση, χαμηλής βλάστησης. Ορισμένα σημεία της φέρουν ακόμη δείγματα από παλιές πυρκαγιές, προφανώς από αυταναφλέξεις του έχουν σημειωθεί στον χώρο ταφής, λόγω του τρόπου διάθεσης των απορριμμάτων σε αυτόν. Επιπρόσθετα, ο κάμπος που βρίσκεται στα Βόρεια και Δυτικά του χώρου αποτελεί καλλιεργήσιμη έκταση.

6.1.5 Κλιματολογικά στοιχεία

Από τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Κέρκυρας, τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής του έχουν ως εξής:

- . Μέση ετήσια θερμοκρασία: 17.4CO
- . Μέση σχετική υγρασία: 740/2,.
- . Μέσο ετήσιο ύψος βροχής: 1.076,6mm
- . Ημέρες βροχής: 101 ανά έτος
- . Ημέρες χιονιού: 0.6 ημέρες ανά ετος
- . Ημέρες αιθρίας: 114 ανά έτος
- . Ημέρες νέφωσης: 62.4 ανά έτος.

Το κλίμα χαρακτηρίζεται ως εύκρατο με ξηρό καλοκαίρι και βροχερό ήπιο χειμώνα, με επικρατούντες του Βόρειους ανέμους. Τέλος, οι επικρατούντες άνεμοι στην περιοχή είναι σύμφωνα με το σχήμα 1:



Σχήμα 1 Επικρατέστεροι άνεμοι

Διαπιστώνεται ότι δεν επικρατούν άνεμοι ως προς συγκεκριμένη κατεύθυνση επειδή όπως φαίνεται στον πίνακα σημειώνεται σχετικός επιμερισμός της συχνότητας εμφάνισης τους σε κάθε κατεύθυνση

6.1.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του χώρου

Αναφέρθηκε ήδη ότι κατά την εναπόθεση των απορριμμάτων στον συγκεκριμένο χώρο, δεν πραγματοποιήθηκε επικάλυψη τους. Αυτό συνεπάγεται τον πολλαπλασιασμό των προβλημάτων που προκαλεί η χωρίς υποδομή απλή εναπόθεση των απορριμμάτων, με σημαντικότερο αυτό της έκθεσης των στην δημόσια θέα. Ως οι σημαντικότερες από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του χώρου εκτιμώνται:

1. Η οπτική ρύπανση που αυτός προκαλεί, στοιχείο που ενισχύεται από το γεγονός ότι τα απορρίμματα είναι ακάλυπτα και αυταναφλέγονται.
2. Η πρόκληση οσμών από την ανεξέλεγκτη καύση των απορριμμάτων.
3. Η διάχυση καπνού από την καύση των απορριμμάτων, που πολλές φορές καλύπτει όλη την γύρω περιοχή.
4. Η σοβαρότατη αισθητική υποβάθμιση της περιοχής και η βίαιη αλλαγή των χρήσεων γης, με σημαντικότερο το πρόβλημα της άμεσης γειτνίασης του χώρου με τον κάμπο Καστρίου.
5. Η (σχεδόν βέβαιη) ρύπανση του υπεδάφους από την χωρίς στοιχειώδη μέτρα υποδοχή των απορριμμάτων, με σοβαρότερο αυτό της διήθησης στραγγισμάτων. Το στοιχείο αυτό ενισχύεται και από τα γεωλογικά/υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.
6. Η "διαμόρφωση" ακαθόριστου ανάγλυφου που έχει οδηγήσει στην δημιουργία ενός μη αποδεκτού αισθητικά τοπίου, προσιτού στην κοινή θέα

6.2.Έργα εξυγίανσης

6.2.1.Εργασίες στεγανοποίησης του πυθμένα

Η γεωλογική - υδρογεωλογική έρευνα του Ι. Γ. Μ. Ε. δείχνει ότι ο χώρος αποτελείται από ακατάλληλα υλικά, συνεπώς για την περιβαλλοντικά ασφαλή ταφή των απορριμμάτων σε αυτόν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση στεγανής υποδομής. Η έκταση του χώρου που θα στεγανοποιηθεί ανέρχεται σε 11. 000m² και το πάχος της χωμάτινης στρώσης φθάνει τα 50 εκατ. το οποίο θα συμπυκνωθεί με διελεύσεις του συμπυκνωτήρα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εργασία στεγανοποίησης αποτελεί η διαμόρφωση του πυθμένα του χώρου, ο οποίος παρουσιάζει σχετικά μικρές και ενιαίες κλίσεις, γεγονός που επιτρέπει την σχετικά εύκολη εξομάλυνση του. Έτσι, μετά την επικάλυψη των υπάρχουσών αποθέσεων απορριμμάτων, ο πυθμένας του χώρου θα εξομαλυνθεί με απλή διέλευση προωθητήρα.

6.2.2.Εσωτερικός δρόμος

Η κατασκευή εσωτερικού δρόμου είναι απαραίτητη για την σύνδεση της οδού προσπέλασης με το μέτωπο εργασιών. Το εσωτερικό δρομολόγιο θα τροποποιείται σύμφωνα με το πρόγραμμα και την πρόοδο των εργασιών, στα σημεία όπου γίνεται η εναπόθεση των απορριμμάτων. Μέσω της υφιστάμενης εισόδου, το εσωτερικό δρομολόγιο θα κατευθύνεται προς το μέτωπο απόρριψης του χώρου, το οποίο αρχικά θα βρίσκεται στα κατάντι και κατόπιν στα υψηλότερα σημεία του χώρου, ανάλογα με την πρόοδο των εργασιών ταφής. Μόλις συμπληρωθούν οι στρώσεις απορριμμάτων τις οποίες η συγκεκριμένη χάραξη εξυπηρετεί θα κατασκευάζεται καινούργιος δρόμος με τις ίδιες προδιαγραφές (πλάτος 5μ σε επίχωμα 30εκατ.) που θα προσεγγίζει τα νέα σημεία απόρριψης, ενώ τις εργασίες διάνοιξης και συντήρησής του θα φέρνει σε πέρας ο φορτωτής που θα απασχολείται στον χώρο

6.2.3.Κατασκευή αναχώματος

Κατά μήκος της (περίφραξης) Δυτικής και Νότιας πλευράς του χώρου θα κατασκευαστεί ανάχωμα με τους εξής στόχους

- Να οριοθετεί τον χώρο ταφής.

- Να αποτελεί στήριξη των απορριμμάτων.
- .Να διευκολύνει την αποστράγγιση των στραγγισμάτων, συγκρατώντας τα μέσα στον χώρο και αποφεύγοντας πιθανές διαρροές.

Το ανάχωμα, μήκους 160m, θα έχει τις εξής διαστάσεις:

- . Ανοιγμα βάσης = 5m
- . Ανοιγμα στέψης = 2m
- . Ύψος = 2m
- .Κλίση πρανών = -1 : 1

6.2.4. Διαχείριση του βιοαερίου

Η διαδικασία παραγωγής του βιοαερίου εξαρτάται από πολλές μεταβλητές, συνεπώς είναι δύσκολη η πρόβλεψη του ρυθμού παραγωγής, του όγκου και της σύστασής του. Η παραγωγή του κυμαίνεται από 180-200m³/ton για χρονική περίοδο 10-15 ετών. Η ετήσια δυναμικότητα του χώρου ταφής υπολογίστηκε σε 6.000 τόνους. Για την ζετία λειτουργίας του το βιοαέριο που εκτιμάται ότι θα παραχθεί ανέρχεται σε:

- Παραγόμενο βιοαέριο: 170 m³/ton απορριμμάτων.
- Διάρκεια παραγωγής: δέκα (10) χρόνια.
- Σύσταση βιοαερίου (CH₄/CO₂): 50/50.
- Χρόνος υστέρησης (lag-time): 1 έτος.

$$V_{\text{ΑΕΡΙΟΥ}} = 3 \text{ ΕΤΗ} * 6.000 \text{ ΤΟΝΝΟΙ/ΕΤΟΣ} * 170 \text{ M}^3/\text{ΤΟΝΝΟ} = 3.060.000 \text{ M}^3 \text{ Η } 25 \text{ M}^3/\text{HR}$$

Πίνακας 24. Παραγωγή βιοαερίου

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η συνολική παραγωγή του βιοαερίου είναι μικρή. Εάν ανάγουμε την ποσότητα βιοαερίου στην επιφάνεια του χώρου από την οποία θα διαχέεται, βρίσκουμε ότι ο ρυθμός παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας φθάνει τα:

$$Q = 25 \text{ m}^3/\text{hr} \div 11.000 \text{ m}^2 = 2,3 \text{ l/hr/m}^2$$

Η ποσότητα είναι τόσο μικρή που δεν απαιτείται κανένα μέτρο αντιμετώπισης του αερίου, παρά μόνο η ελεύθερη διάχυσή του στην ατμόσφαιρα, στην οποία λόγω της

ασήμαντης ποσότητάς του δεν θα προκαλέσει κανένα απολύτως πρόβλημα.

6.2.5 Διαχείριση στραγγισμάτων

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της

ποσότητας στραγγισμάτων και εκφράζεται από την εξίσωση:

$$L = P - R - E - a \cdot W$$

- i = η αναμενόμενη παραγωγή στραγγισμάτων
- P = οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις
- R = η επιφανειακή απορροή από τον χώρο
- E = η εξατμισοδιαπνοή
- a = η απορροφητική ικανότητα των απορριμμάτων · W = η ποσότητα των απορριμμάτων ανά έτος

Για τον υπολογισμό της ποσότητας στραγγισμάτων λογίζεται έκταση 11.000m², ενώ η εκτός του χώρου περιοχή αποστραγγίζεται μέσω των φυσικών αποδεκτών.

Ετήσιο υδατικό ισοζύγιο του χώρου

Ποσότητα στραγγισμάτων:

$$I_a = P - R - E - a \cdot W. \text{ όπου:}$$

- P = Ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ίσο με $P = 1.076,6 \text{ mm}$ σε επιφάνεια 11.000m².
- R = Επιφανειακή απορροή: $R = 10\%P$ για ημιπερατά εδάφη, όπως η επιφάνεια του χώρου και κλίση 5-7%.
- E = Εξατμισοδιαπνοή ίση με $E = P I (0,9 + \rho 2u^2)^{1/2}$ και $I = 300 + 250 + 0,05\Theta^3$.
Για $\Theta = 17,4^\circ\text{C}$ και $P = 1.076,6 \text{ mm}$ έχουμε $I = 998,4$ και $E = 749,6 \text{ mm}$ ή 70% P .
- a = Απορροφητικότητα των απορριμμάτων ίση με 0,1 m³/ton, για 0,65 ton/m³.
- W = Ποσότητα των απορριμμάτων δηλ. 6000 τόνοι ανά έτος

ΕΤΗΣΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

$$L_{ετ} = [1.076,6mm * (1 - E\%)] * 11.000m^2 - (0,1m^3/ton * 6.000ton/έτος) =$$

$$L_{ετ} = 1.076,6mm * (1 - 0,70)] * 11.000m^2 - 600m^3/έτος$$

$$\Rightarrow \text{VΣΤΡΑΓΓ} = 2.953m^3/έτος \text{ ή } 8,1m^3/ημέρα$$

Πίνακας 25. Παραγωγή στραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα - 8,1 m³/ημ.- θα καταλήγουν στον αδιαπέρατο πυθμένα του χώρου και από εκεί, με φυσική ροή, σε φρεάτιο από το οποίο θα επανεκτρέπονται στον χώρο ταφής. Το φρεάτιο θα κατασκευαστεί στο χαμηλότερο σημείο του χώρου. Το φρεάτιο έχει χωρητικότητα αποθήκευσης των στραγγισμάτων επί 5ήμερο, ή (8,1m³/ημ * 5 = 40,5 -) 50m³, με διαστάσεις:

I (μήκος): 5,0μ

W (πλάτος): 4,0

O (βάθος): 2,5μ.

Τα τοιχώματά του θα κατασκευαστούν από 8225 με STIII και θα υπάρχει εσωτερική επένδυση από εποξειδική ρητίνη. Πρέπει να επισημανθεί ότι κατά τα αρχικά στάδια λειτουργίας του χώρου ταφής, αναλόγως της διαίτας των βροχοπτώσεων, αναμένεται το σύστημα να φορτιστεί λόγω της μικρής μάζας των απορριμμάτων που θα έχει εναποτεθεί. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει τα συλλεγμένα στραγγίσματα να επανεκτρέπονται συχνότερα στον χώρο. Στην συνέχεια, όσο η ποσότητα των απορριμμάτων θα αυξάνεται, η επαναφορά των στραγγισμάτων θα γίνεται σε αραιότερα διαστήματα και οι έντονες βροχοπτώσεις δεν θα επηρεάζουν ουσιαστικά το σύστημα, επειδή η χρονική υστέρηση απορροής των στραγγισμάτων θα αυξάνει και η οξύτητα διακύμανσης των παροχών θα αμβλύνεται προοδευτικά.

6.2.6. Αντιπυρική προστασία

Αν και ένας χώρος ελεγχόμενης ταφής απορριμμάτων δεν αποτελεί πηγή

πυρκαγιάς, λόγω της καθημερινής επικάλυψης των απορριμμάτων, επιβάλλεται η κατασκευή αντιπυρικής ζώνης για την αντιμετώπιση έκτακτων περιπτώσεων όπως η πιθανή έκρηξη από φιάλη γκαζιού που βρίσκεται μέσα στα απορρίμματα και εκτόξευσή της στην γύρω περιοχή. Για τον μελετώμενο χώρο θα διαμορφωθεί αντιπυρική ζώνη περιφερειακά του χώρου. Η αντιπυρική ζώνη θα έχει πλάτος 10m, μέγεθος που κρίνεται ικανοποιητικό, ενώ θα πρέπει να συντηρείται τακτικά.

6.3 Η λειτουργία του χώρου ταφής

6.3.1 Η τεχνική διάστρωσης - συμπίεσης - επικάλυψης

Η εναπόθεση και ταφή των απορριμμάτων θα αρχίσει από τα χαμηλότερα σημεία του χώρου, όπως έχει δημιουργηθεί και θα συνεχίζεται προοδευτικά προς τα επάνω, υψηλότερα σημεία. Η ανάπτυξη του χώρου ταφής θα γίνεται σε στρώσεις πάχους 3m. Τα απορριμματοφόρα, μέσω του υφιστάμενου δρόμου θα προσεγγίζουν το μέτωπο εργασίας στο οποίο θα απορρίμουν το φορτίο τους. Το μηχάνημα (φορτωτής) θα προωθεί τα απορρίμματα προς το πρανές και κατόπιν θα επικαλύπτει την νεοδημιουργηθείσα επιφάνεια με υλικά επικάλυψης. Η εκφόρτωση των απορριμμάτων θα γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο μέτωπο εργασίας, ενώ ο φορτωτής θα προωθεί τα απορρίμματα προς το πρανές - από κάτω προς τα επάνω, και κατόπιν θα τα επικαλύπτει με χώματα που θα μεταφέρονται από τον χώρο αποθήκευσης. Η κάλυψη των απορριμμάτων θα γίνεται καθημερινά, με εξαίρεση το μετωπικό πρανές το οποίο μπορεί να καλύπτεται στο τέλος κάθε βδομάδας, επειδή κρίνεται ότι η τόσο μικρής διάρκειας έκθεση των απορριμμάτων δεν θα έχει επιπτώσεις στην λειτουργική εμφάνιση του χώρου ταφής. Οι στρώσεις των απορριμμάτων που θα δημιουργούνται με την κλασική διαδικασία "απόρριψη-διάστρωση- συμπίεση-επικάλυψη" θα επικαλύπτονται με υλικό (χώματα) επικάλυψης πάχους 20cm. Κατόπιν, η με αυτό τον τρόπο διαμορφωμένη επιφάνεια θα αποτελέσει το επίπεδο πάνω στο οποίο θα γίνεται η εκφόρτωση των νεο-προσκομιζόμενων απορριμμάτων, για να ακολουθήσει πάλι η ίδια διαδικασία και η διαμόρφωση της επόμενης στρώσης απορριμμάτων. Η κλίση των τελικών πρανών του χώρου δεν πρέπει σε καμιά

περίπτωση να υπερβαίνει το 3:1 (O:K). Με την κλίση αυτή:

- Επιτυγχάνεται σταθερότητα των πρανών και αποφεύγεται ο κίνδυνος αστοχίας
- Αποφεύγονται οι διαβρώσεις των πρανών από τις βροχοπτώσεις
- Διευκολύνεται η κίνηση των στραγγισμάτων προς τον πυθμένα του χώρου και αποφεύγεται η επιφανειακή διαρροή τους
- Δημιουργείται πρόσφορο έδαφος για μελλοντικές φυτεύσεις.

Κατά την λειτουργία της κάθε στρώσης, ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για την δημιουργία μικρής κλίσης με αντίθετη φορά προς το μέτωπο εργασιών, έτσι ώστε τα επιφανειακά νερά να μην διέρχονται από αυτό αλλά να οδεύουν περιφερειακά εκτός του χώρου και να καταλήγουν στον φυσικό αποδέκτη. Με τον ίδιο τρόπο θα γίνεται η ταφή των απορριμμάτων και στις υπόλοιπες στρώσεις, μέχρις ότου ο χώρος καλύψει τον διαθέσιμο χώρο. Μόλις ολοκληρώνεται η εναπόθεση και ταφή των απορριμμάτων σε κάθε στρώση θα προχωρούν παράλληλα και τα έργα αποκατάστασης, σημαντικό μέρος των οποίων αφορά η επιφανειακή στεγάνωση της κάθε στρώσης, έτσι ώστε να εμποδίζεται η είσοδος των όμβριων και να ελαχιστοποιείται η παραγωγή στραγγισμάτων.

6.3.2 Το Πρόγραμμα Λειτουργίας

Το πρόγραμμα λειτουργίας του χώρου ταφής αφορά τη διαχρονική διάθεση προσωπικού και μηχανημάτων για την ομαλή απορρόφηση των προσερχόμενων σε αυτόν στερεών αποβλήτων. Το πρόγραμμα κλιμακώνεται σε τρία (3) επίπεδα:

A. Ημερήσιο πρόγραμμα

Για τον καθορισμό του λαμβάνονται υπόψη οι ωριαίοι ρυθμοί προέλευσης των απορριμμάτων, με σκοπό την απορρόφηση των φορτίων σε ώρες αιχμής.

B. Εβδομαδιαίο πρόγραμμα

Παίρνει υπόψη του την διακύμανση του φορτίου των απορριμμάτων τις διάφορες ημέρες της εβδομάδας. Ενδιαφέρουσες ημέρες θεωρούνται η Δευτέρα και Τρίτη (που συνήθως θεωρούνται οι πλέον επιβαρυνμένες) και το Σάββατο και Κυριακή, σαν οι πλέον χαμηλού η και μηδενικού φορτίου. Το εβδομαδιαίο πρόγραμμα εκφράζεται κυρίως με την κατανομή των ρεπό των εργαζομένων και την ανάληψη δραστηριοτήτων στις χαμηλού φορτίου ημέρες, όπως άδειασμα δεξαμενής,

συντήρηση εσωτερικής οδοποιίας, ομαλοποίηση στρώσεων. Στη διάρκεια της καθημερινής εργασίας πρέπει να παίρνονται ορισμένα βασικά μέτρα για την εύρυθμη λειτουργία του χώρου ταφής, με ποιο σημαντικό:

1. Η επικάλυψη των πλευρικών πρανών με επιλεγμένο εδαφικό υλικό, πάχους 60cm.
2. Η επικάλυψη του μετωπικού πρανούς κάθε εβδομάδα.
3. Η διαμόρφωση εσωτερικού δρομολογίου κίνησης των οχημάτων (πλάτους 5μ, σε επίχωμα 30cm) με στρώση από ανθεκτικά και χονδρόκοκκα υλικά.
4. Η διαμόρφωση του μετώπου εργασιών με ισχυρή ανηφορική κλίση προς την κατεύθυνση του πρανούς. Με τον τρόπο αυτό, μετά τις αρχικές μεγάλες καθιζήσεις, η λωρίδα εργασίας διατηρεί ήπια κατά μήκος κλίση, που διευκολύνει την απορροή των βρόχινων νερών, σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν του μετώπου εργασιών. Αλλιώς δεν είναι δυνατή η λειτουργία του μετώπου κατά τις βροχερές ημέρες.
5. Η τοποθέτηση διαφόρων ειδικών και "ενοχλητικών" υλικών στο χαμηλότερο σημείο του μετωπικού πρανούς και το άμεσο σκέπασμά τους με απορρίμματα. Με τον ίδιο τρόπο πρέπει να διατίθενται και τα παλιά ελαστικά αυτοκινήτων.
6. Η μέριμνα ώστε να υπάρχει πάντα ένα εφεδρικό μέτωπο απόρριψης κοντά στο δρόμο προσπέλασης, ώστε σε έκτακτα περιστατικά (πχ. πυρκαγιά στο μέτωπο εργασιών, παρατεταμένες βροχοπτώσεις κλπ) να χρησιμοποιηθεί σαν μέτωπο εργασιών και να μη διακοπεί η λειτουργία του χώρου.
7. Η ύπαρξη αποθήκης υλικού επικάλυψης στη λωρίδα εργασίας για τις τρέχουσες ανάγκες ή σε έκτακτα περιστατικά (πχ. άμεση επιχωμάτωση εστίας φωτιάς).
8. Η χωρίς καθυστερήσεις επικάλυψη των μόνιμων πρανών που διαμορφώνονται κατά την πρόοδο των εργασιών με υγιή χώματα, σε στρώσεις πάχους 60εκ.
9. Το κατάβρεγμα του εσωτερικού δρομολογίου κίνησης των οχημάτων και του μετώπου εργασιών τους καλοκαιρινούς μήνες για την καταπολέμηση της σκόνης.
10. Ο τακτικός έλεγχος της στάθμης της δεξαμενής στραγγισμάτων, της αντλίας.

Γ. Ετήσιο πρόγραμμα

Προβλέπει τη διαθεσιμότητα προσωπικού, μηχανημάτων και τη λειτουργικότητα

των έργων υποδομής στη διάρκεια όλου του χρόνου. Εκφράζεται με τον προγραμματισμό των κανονικών αδειών του προσωπικού, το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης και συντήρησης των έργων υποδομής, ανανέωσης του εξοπλισμού, την μακρόχρονη επισκευή μηχανημάτων, την διαμόρφωση τελικών πρανών, την εφαρμογή του προγράμματος παρακολούθησης κλπ.

6.4. Η ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων

Η χωρητικότητα του προτεινόμενου φρεατίου επιτρέπει την προσωρινή αποθήκευση των στραγγισμάτων επί 5ήμερο, χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο θα γίνεται η επανεκτροπή τους, ανάλογα και με την ένταση των βροχοπτώσεων. Η επανεκτροπή θα γίνεται με υποβρύχια αντλία με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- . Τύπος αντλίας: CP 3085 HT της FLYGT
- . Παροχή / Μανομετρικό: 10m³/hr 120m
- . Απαιτούμενη ισχύς αντλίας: 3,2kW

6.5. Απαιτούμενη ποσότητα υλικού επικάλυψης

Ένας αναλυτικός υπολογισμός των χωμάτων βασίζεται στην ημερήσια επικάλυψη της επιφάνειας της στρώσης και στην εβδομαδιαία επικάλυψη του μετωπικού πρανούς. Θεωρούμε την εβδομαδιαία ποσότητα απορριμμάτων σαν στήλη που ξεκινά από τον πυθμένα του χώρου και φθάνει μέχρι και το τελικό ανάγλυφο.

Έστω:

		K
Υψος στρώσης απορριμμάτων:	3,0	ά
Ημερήσια επικάλυψη:	0,20	λ
Επικάλυψη πρανούς:	0,20	υ
Πυκνότητα απορριμμάτων:	0,65 ton/m ³	ψ
Ετήσια δυναμικότητα:	6000 τόννοι	η
Ετήσιος όγκος:	9.230m ³	
Εβδομαδιαία ποσότητα:	178 m ³	ε

Επομένως έχουμε:

Εβδομαδιαία επιφάνεια (178m ³ /3,0m):	60m ²	ι
Διαστάσεις επιφάνειας:	6*10m	φ

άνειας (60m² * 0,20m): 12κ.μ

Κάλυψη πρανούς [(6+10) * 3,0* 0,20]: 10κ.μ

Σύνολο υλικού (12+10): 22 κ.μ

Έτσι, έχουμε τις παρακάτω ανάγκες για υλικό επικάλυψης:

- Εβδομαδιαία ποσότητα: 22m³
- Ετήσια ποσότητα (22 * 52*1,2): 1.385m³
- Μέσος ημερήσιος όγκος: 4.6m³

6.6 Έργα Αποκατάστασης του χώρου

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται μεταφέρονται από έναν παραδίπλα ΧΥΤΑ που η δημιουργία του βρίσκεται σε εξέλιξη. Τα έργα τελικής αποκατάστασης αφορούν ολόκληρη της έκταση του μελετώμενου χώρου, ή (σε άλλες περιπτώσεις) τα τμήματα ενός Χώρου Διάθεσης Απορριμμάτων στα οποία έχει ολοκληρωθεί η εναπόθεση των απορριμμάτων. Τα προτεινόμενα έργα αποκατάστασης του χώρου ταφής και τα αναμενόμενα αποτελέσματα, περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΡΓΟ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΔΡΑΣΗΣ
ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ - ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία νέου ανάγλυφου • Αισθητική αναβάθμιση χώρου
ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	<ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος οσμών • Προστασία νέων φυτεύσεων
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	<ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος ρύπανσης υπόγειων υδάτων • Προστασία επιφανειακών υδάτων
ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ	<ul style="list-style-type: none"> • Παρεμπόδιση εισόδου υδάτων στα απορρίμματα • Διαμόρφωση εδάφους για φυτεύσεις
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	<ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος ομβρίων υδάτων • Προστασία χώρου ταφής
ΦΥΤΕΥΣΕΙΣ	<ul style="list-style-type: none"> • Αισθητική αναβάθμιση • Διαμόρφωση νέων χρήσεων

Πίνακας 25. Έργα αποκατάστασης

Πρέπει εκ των προτέρων να σημειωθεί ότι για τον μελετώμενο χώρο τα έργα αποκατάστασης εξετάζονται και αξιολογούνται ως προς δύο φάσεις

A. Τα έργα που έχουν άμεση χρονική προτεραιότητα και αφορούν την επικάλυψη των υφιστάμενων αποθέσεων, με στόχο την παύση της οπτικής όχλησης και την υποδομή στον χώρο, καλούμενα και "έργα εξυγίανσης του χώρου".

B. Αυτά που άπτονται της τελικής αποκατάστασης του χώρου και είναι έργα που προγραμματίζονται για το χρονικό διάστημα μετά την ζετία, τα οποία αφορούν την συλλογή των στραγγισμάτων, την τελική στεγανοποίηση του χώρου με φυσικά υλικά, την διαμόρφωση αισθητικά αποδεκτού ανάγλυφου και την δενδροφύτευση του για την λειτουργική ένταξη του χώρου στην ευρύτερη περιοχή.

6.6.1 Επιτυχημένη ανάπλαση

Με δεδομένα τα ιδιαίτερα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου χώρου μελέτης και των εδαφικών συνθηκών που επικρατούν ή διαμορφώνονται, οι χωματουργικές και φυτευτικές εργασίες παίζουν αποφασιστικά ρόλο στην επιτυχία της αποκατάστασης του Τοπίου.

Οι φυτεύσεις πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες των ειδικών και να συντονίζονται με τις καιρικές συνθήκες. Η τεχνική βοήθεια από αρμοδίους τεχνικούς ή επιβλέποντες είναι απαραίτητη. Επομένως η όλη φύτευση γίνεται με κανόνες πρόληψης της διάβρωσης, αισθητικής και με πόλο την προσέλκυση φυσικού εποικισμού σε χλωρίδα (στόχος είναι η ωρίμανση ή φάση climax και επίσης την προσέλκυση πανίδας (κυρίως πτηνοπανίδας, εντόμων, ερπετών, μικρών θηλαστικών, κλπ.).

Από πλευράς μελλοντικής ανάπτυξης και επιβίωσης του τοπίου, η διαμόρφωση του πρασίνου θα είναι εφικτή με τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Πλήρης κάλυψη του χώρου με πράσινο που να εξελιχθεί έως το στάδιο climax, οπότε ομιλούμε για ενοποίηση του με το φυσικό οικοσύστημα της περιοχής ή για προσομοίωση του με το τοπίο εκείνο που προϋπήρχε πριν χρόνια και πριν ακόμα υποβαθμιστεί.
2. Καθαρισμός των γύρω χώρων από απορρίμματα και άλλα στοιχεία που δεν θα θυμίζουν στον επισκέπτη την υποβαθμισμένη εικόνα πριν την ανάπλαση.
3. Διατήρηση του ανάγλυφου με αρμονία γραμμών και όγκων του ορίζοντα μετά την πλήρη αποκατάσταση και ωρίμανση του νέου τοπίου.
4. Σήμανση και ενημέρωση του κοινού για την ύπαρξη των δυνατοτήτων παθητικής αναψυχής και άθλησης που θα υποβοηθείται και από ευκολίες που θα παρέχονται στον χώρο (σύστημα μονοπατιών). Μπορεί να παρέχεται δυνατότητα θέας προς όλες τις κατευθύνσεις.
5. Ο ίδιος ο χώρος τεχνητού τοπίου που θα διαμορφωθεί, αποτελεί αξιοθέατο σε συνδυασμό με τυχόν γειτονικές λοιπές περιοχές που μπορούν να προσφέρονται (π.χ. υδροβιότοποι λιμνών, φαραγγιών, δέλτα ποταμών, κλπ.). Εντάσσεται δηλαδή ο χώρος σε ένα διαδίκτυο τοπίων αισθητικής και οικολογικής σημασίας.
6. Η δυνατότητα εξυπηρέτησης ολοκλήρου τον φάσματος εισοδηματικών τάξεων αλλά και των σχολείων της περιοχής ή ομάδων επισκεπτών που θα επεδίωκαν επαφή με τη φύση, όπως και η ανάπτυξη περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης, παραμένουν οι κύριοι στόχοι. Πλήρως αποκαταστημένα τοπία συμβάλλουν ουσιαστικά στην περιβαλλοντική αναβάθμιση και εκπαίδευση, τοπικά και υπερτοπικά.

Σημειώνεται ότι οι γενικές αρχές και οι τεχνικές ανάπλασης και αποκατάστασης του τοπίου που αναφέρθηκαν, έχουν εφαρμογή σε χωματερές αλλά και σε άλλες επιφάνειες που απαιτούν αναβλάστηση

6.6.2. Διαμορφωση του νέου ανάγλυφου

Κατ' αρχήν επιβάλλεται η επικάλυψη των απορριμμάτων με χώματα πάχους 20cm (μέγιστης διαμέτρου 6cm) για την αντιμετώπιση της κακοσμίας, την αναβάθμιση της αισθητικής του χώρου και την δημιουργία εδάφους για τις περαιτέρω επεμβάσεις. Η επικάλυψη αυτή θα υλοποιείται μετά το πέρας διάθεσης και την διαμόρφωση της τελικής στρώσης των απορριμμάτων. Η επικάλυψη του χώρου ταφής βοηθά γενικότερα ' ' όπως είδαμε διότι με αυτήν:

- i. παρεμποδίζεται η ανάπτυξη εντόμων, τρωκτικών, οσμών και λοιπών οχλήσεων, δημιουργεί έδαφος για την κίνηση των οχημάτων στον χώρο,
- ii. υποστηρίζει την ανάπτυξη του πράσινου κατά την αποκατάστασή του.

Σημαντικό στοιχείο στον καθορισμό των τελικών υψομέτρων είναι οι καθιζήσεις, ενιαίες και διαφορικές. Το βάθος του συγκεκριμένου χώρου είναι σχετικά πολύ μικρό «10μ), συνεπώς οι αναμενόμενες καθιζήσεις θεωρούνται μηδενικές και ως εκ τούτου αμελητέες. Το αποστραγγιστικό σύστημα σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο που να ταιριάζει με την τελική τοπογραφία του χώρου. Να σημειωθεί ότι η υπολεκάνη απορροής που αποστραγγίζει στον χώρο έχει πολύ μικρή έκταση (δεδομένο ευνοϊκό), ενώ παράλληλα η αποστράγγιση της περιοχής στα Νότια του χώρου πραγματοποιείται μέσω της με φυσικό τρόπο διαμορφωθείσας τάφρου (που βρίσκεται σε επαφή με την περίφραξη του χώρου). Συσσώρευση νερών (ponding) μπορεί φυσικά να δημιουργηθεί πάνω από την μη διαπερατή κάλυψη της χωματερής. Αυτά τα προβλήματα αποστράγγισης ξεπερνιούνται με την διαμόρφωση του χώρου σε μορφή θόλου, έτσι ώστε ο χώρος να παροχετεύει τα νερά προς την γύρω περιοχή.

Για το τελικό ανάγλυφο, τα πλευρικά ορατά πρανή του χώρου διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε η κλίση τους να μην ξεπερνά την τιμή K1:03:

- . για την εξασφάλιση μακροπρόθεσμης σταθερότητας των πρανών,

- γιατί επιτρέπει την τοποθέτηση, σπορά και βλάστηση στο εδάφους
- επειδή διασφαλίζεται η ελάχιστη δυνατή διείσδυση ομβρίων στα απορρίμματα.

Στα τελικά πρανή δημιουργούνται αναβαθμοί κυρίως για την επιβράδυνση της επιφανειακής ροής των υδάτων και την αποφυγή διάβρωσης της επικάλυψης. Κατά την λειτουργία του χώρου, όλα τα πρανή θα διαμορφωθούν με βάση τις προδιαγραφές που δόθηκαν με στόχο την δημιουργία του επιθυμητού ανάγλυφου. Υλικά κατάλληλα για τον σκοπό αυτό είναι η άμμος τα χαλίκια, τα προϊόντα εκσκαφής ημιβραχωδών υλικών όπως του σχιστόλιθο υ, σχιστοψαμιμιτών και αμμωδών μαργών. Επίσης, όλα τα προϊόντα εκσκαφής βραχωδών υλικών εφόσον γενικά δεν περιέχουν πέτρες μεγαλύτερες από 25cm. Τέτοια υλικά μπορούν να μεταφερθούν από τον υπό κατασκευή νέο Χ.Υ.Τ.Α., από τις εκσκαφές του οποίου σύμφωνα με την σχετική μελέτη θα υπάρξει περίσσεια 23.000m³ περίπου. Τελικά, για την διαμόρφωση του επιθυμητού τελικού ανάγλυφου οι στρώσεις διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε στον χώρο να δημιουργηθεί "κλίμακα" υψομέτρων ("σκαλοπάτια" με κατεύθυνση Δυτικά), ως εξής.

Κατά μήκος της τομής 1 - 1' το τελικό επίπεδο των στρώσεων φθάνει στο +105μ. 2.

Κατά μήκος της τομής 2 - 2' το τελικό επίπεδο των στρώσεων φθάνει στο +108μ. 3.

Κατά μήκος της τομής 3 - 3' το τελικό επίπεδο των στρώσεων φθάνει στο +113μ.

Αυτός ο τρόπος διαμόρφωσης του τελικού ανάγλυφου προσδίδει στον χώρο μορφή άμεσα συμβατή και προσαρμόζουσα στην ευρύτερη περιοχή. Σε κάθε περίπτωση περιφερειακά του χώρου δημιουργείται ουδέτερη ζώνη ασφαλείας (buffer zone) πλάτους -10μ.

6.6.3 Τελική κάλυψη στον χώρο

Στον μελετώμενο χώρο ταφής θα εφαρμοστεί η τεχνική της "προοδευτικής αποκατάστασης", δηλ. της αποκατάστασης των τμημάτων που έχουν ολοκληρωθεί, ενώ θα συνεχίζεται η παράλληλα διάθεση των απορριμμάτων σε άλλα τμήματά του. Το σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής έγκειται στο ότι τμήματα του χώρου μπορούν να αποδίδονται στο φυσικό περιβάλλον, την ίδια στιγμή που άλλα τμήματά του βρίσκονται σε λειτουργία. Η διήθηση των βρόχινων νερών στον χώρο ταφής και η κατά εξακολούθηση ρύπανση των υπόγειων υδάτων οφείλεται σημαντικά στις υδρολογικές ιδιότητες της τελικής κάλυψης, επειδή η υποβοήθηση

της εξατμισοδιαπνοής και της επιφανειακής απορροής μόνο δευτερεύουσα σημασία έχει στον περιορισμό της διήθησης των βρόχινων νερών. Έτσι, για τον έλεγχο και την ελαχιστοποίηση της ποσότητας των εισερχόμενων ομβρίων στην χωματερή επιβάλλεται η τοποθέτηση κάλυψης χαμηλής περατότητας από φυσικά στεγανωτικά υλικά με στόχο την αύξηση της επιφανειακής απορροής. (Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι η παρεμπόδιση εισόδου νερού μέσα στα απορρίμματα μειώνει τις διεργασίες αποσύνθεσής τους και κατά συνέπεια επιβραδύνεται ο ρυθμός βιοσταθεροποίησης της χωματερής). Η κάλυψη της χωματερής πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικά που έχουν περατότητα μικρότερη ή ίση με 10-6cm/sec.

Ένα βασικό πρόβλημα στην τελική κάλυψη του χώρου ταφής είναι η επιλογή μεταξύ αργλικών υλικών και μεμβρανών. Η επιλογή της μίας ή της άλλης λύσης είναι πρωταρχικής σημασίας, τόσο από τεχνικής άποψης όσο και από οικονομικής. Το πάχος της κάλυψης εξαρτάται από την ποιότητα των υλικών που θα την αποτελέσουν. Πάχος περίπου 30-50cm για φυσικά υλικά είναι αποτελεσματικό και κατάλληλο για τις περισσότερες χρήσεις. Η εμπειρία δείχνει ότι εναλλακτικά είναι δυνατή η κατασκευή αδιαπέρατων στρώσεων μίγματος μπεντονίτη σε άμμο.

Η επιλογή φυσικών στεγανωτικών υλικών έγινε για τους εξής συγκεκριμένους λόγους:

- 1) Ο χώρος έχει αντικειμενικά μικρό μέγεθος, με συνέπεια να αναζητούνται πάντοτε λύσεις χαμηλού κόστους.
- 2) Η πιθανή επιλογή μεμβρανών θα δημιουργούσε πρόβλημα τόσο φυσικής διαφυγής και εκτόνωσης του βιοαερίου, όσο και στήριξης των χωμάτων επάνω σε αυτήν.
- 3) Στην περιοχή διατίθενται σε αφθονία αργλικά υλικά (καλής ποιότητας και σε μεγάλες ποσότητες) τα οποία προέρχονται από τις εκσκαφές του νέου Χ.Υ.Τ.Α. Να τονιστεί ότι η ύπαρξη αποδέκτη των εκσκαφών' αυτών (πχ. επιχωμάτωση και αποκατάσταση του σκουπιδότοπου) αποτέλεσε ένα από τους καθοριστικούς παράγοντες για τον προκριθέντα σχεδιασμό του νέου Χ.Υ.Τ.Α. Το στοιχείο δε αυτό ενισχύει την προτίμηση φυσικών υλικών.
- 4) Για όλους αυτούς του λόγους, επιβάλλεται η χρησιμοποίηση φυσικών

στεγανωτικών υλικών.

6.6.3.1 Επιλογή χωμάτων τελικής κάλυψης

Προσεκτικά εξετάζεται η επιλογή των χωμάτων πάνω από την τελική κάλυψη. Τα χώματα είναι καλής ποιότητας με έμφαση στην δομή, στην ικανότητα κατακράτησης νερού και στην κεκορεσμένη αγωγιμότητα. Αυτό είναι απαραίτητο για να αποφεύγονται προβλήματα διάβρωσης και για την καλύτερη δυνατή ανάπτυξη της βλάστησης που θα επανεγκατασταθεί.

Η απαιτούμενη σύσταση του εδάφους που θα προστεθεί αρχικά, είναι καλό να είναι αμμοπηλώδης με σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα ιλύος. Το ΡΗ του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 4,5-6,0, να είναι πλούσιο σε κάλιο και πτωχό σε φώσφορο, ασβέστιο και μαγνήσιο. Γενικώς, τα εδάφη αυτά έχουν καλές φυσικές ιδιότητες και καλές υδατικές συνθήκες για την ανάπτυξη βλάστησης. Απαιτείται όμως να ενισχύεται επιπλέον το πρόσθετο αυτό χόμα της πρώτης φάσης με λιπάνσεις, τύρφες και διάφορα φυτοχώματα.

Στην επιφάνεια της παραπάνω στρώσης συνήθως ρίπεται χόμα καλής ποιότητας με επάρκεια σε θρεπτικά συστατικά και χούμο. Το έδαφος αυτό πρέπει να έχει ΡΗ βαθμών 6,8-7,5 που σημαίνει ότι θα είναι μετρίως όξινο έως ελαφρώς αλκαλικό (ουδέτερη μέση τιμή). Σε αυτό το ΡΗ ευδοκμούν τα περισσότερα φυτά. Στην περίπτωση αποκλίσεων από το επιθυμητό ΡΗ είναι δυνατή η διόρθωση με λίπανση. Για διόρθωση κάποιας αλκαλικότητας που πιθανόν να χαρακτηρίζει το έδαφος στο σύνολο του ή κατά κηλίδες, απαιτείται η προσθήκη αμμωνιακών και θεικών λιπασμάτων (νιτρική αμμωνία, θεική αμμωνία, θεικό κάλιο). Για βελτίωση (μείωση) της οξύτητας απαιτείται προσθήκη νιτρικής άσβεστου, νιτρικού νατρίου ή και ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Οι επεμβάσεις αυτές μπορούν να γίνονται σε ολόκληρη την επιφάνεια ή όπου είναι αναγκαίο.

Το έδαφος (ποιοτικά και ποσοτικά) είναι ο βασικότερος παράγοντας επιτυχίας μιας τέτοιας προσπάθειας και μπορεί σημαντικά να ελαχιστοποιήσει το κόστος ολόκληρου του έργου και να εξασφαλίσει την επιτυχία της φύτευσης.

Οι χωματοουργικές εργασίες που απαιτούνται στο επιφανειακό έδαφος πρέπει να ακολουθούν βασικές αντιδιαβρωτικές αρχές. Ελαφρές λεκάνες αποστράγγισης, αναχώματα και αναβαθμίδες είναι αναγκαίες για να μη χάνεται χόμα και θρεπτικά στοιχεία λόγω εκπλύσεων

Ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα και λοιπά φυτοφάρμακα καλό είναι να αποφεύγεται να χρησιμοποιούνται, για να διευκολύνεται ο εποικισμός του χώρου από φυτά, έντομα και ανώτερη πανίδα.

Βάσει του τελικού σχεδίου ανάπλασης που εφαρμόζεται, για να αποδοθεί η καλύτερη αισθητική και λειτουργικότητα στο χώρο, θα πρέπει να γίνουν και οι φυτεύσεις στις σωστές θέσεις. Οι κηλίδες που θα σχηματίζουν οι ομάδες φύτευσης θα είναι μακρόστενες λωρίδες που θα διαδέχονται η μια την άλλη και θα είναι κατά προτίμηση παράλληλες προς τις υψομετρικές καμπύλες του τελικού όγκου. Έτσι, προστατεύεται το έδαφος καλύτερα και διευκολύνεται η αναβλάστηση του Τοπίου, με μεγάλο βαθμό προσπέλασης προς όλες τις κατευθύνσεις.

Συνεπώς η επικάλυψη των επιφανειών του χώρου θα γίνεται με την τοποθέτηση διαδοχικών χωμάτινων στρώσεων, ως εξής:

=> Μετά την επικάλυψη των απορριμμάτων θα τοποθετείται χαμηλής περατότητας αργιλική στρώση, πάχους 20cm, για την υδραυλική απομόνωση του χώρου.

=> Πάνω σε αυτήν την στρώση θα τοποθετούνται χόματα, πάχους 80cm, που θα αποτελέσουν την υπόβαση πάνω στην οποία θα αναπτυχθούν οι νέες φυτεύσεις του υπό αποκατάσταση χώρου.

=> Η τελευταία στρώση θα αποτελείται από φυτόχωμα, πάχους 20cm, για τις νέες φυτεύσεις.

Η τελική σειρά των διαδοχικών στρώσεων θα είναι: Απορρίμματα, Επικάλυψη, πάχους 20cm , έδαφος προστασίας 80cm, Φυτόχωμα, πάχους 20cm.

6.6.4 Νέες χρήσεις του χώρου

Η αξιολόγηση των νέων χρήσεων, σε συνδυασμό με τις επιθυμητές δραστηριότητες, τις ευκαιρίες, τις δυνατότητες και τα εμπόδια καθορίζουν το γενικό σχέδιο χρήσεων, η βασική αντίληψη του οποίου περιλαμβάνει :

- Εξυπηρέτηση όσων χρήσεων γης είναι δυνατές κάτω από ένα περιβαλλοντικά ασφαλές και αισθητικά αναβαθμισμένο τρόπο.
- Παροχή δυνατοτήτων στο κοινό για ανοιχτούς χώρους, πράσινο κλπ.
- Μετασχηματισμό του επιθυμητού σε αισθητικά ευχάριστη

πραγματικότητα.

6.6.3.1 Φυτεύσεις-καλλιέργειες: Όπου η προτεινόμενη χρήση απαιτεί κάποιας μορφής επαναβλάστηση, το σχέδιο πρέπει να αξιολογεί την ποιότητα των χωμάτων που υπάρχουν στην περιοχή και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στον χώρο. Για εκείνους τους χώρους στους οποίους δεν υπάρχουν χώματα, το σχέδιο πρέπει να υποδεικνύει την τοποθεσία και τον τρόπο με τον οποίο τα χώματα ή άλλα υλικά θα αποκτηθούν. Επίσης, θα περιγράφει τις ποσότητες των αναγκαίων χωμάτων, την αποστράγγισή τους, τα σχέδια φύτευσης τους και την ολοκλήρωσή της αποκατάστασης στο ευρύτερο ανάγλυφο. Παράλληλα, το σχέδιο λαμβάνει υπ' όψη τους υφιστάμενους φυσικούς περιορισμούς και το κόστος.

6.6.3.2 Κατασκευές: Η δυσκολία εξεύρεσης γης κοντά σε κατοικημένες περιοχές αυξάνει την πίεση για την επαναφορά παλαιών χωματερών σε τέτοιες χρήσεις. Χωματερές οι οποίες έχουν πρόσφατα τερματίσει τον χρήσιμο χρόνο λειτουργίας τους παρουσιάζουν μεγαλύτερα προβλήματα για κατασκευές από τις παλαιότερες. Στοιχεία που επίσης αξιολογούνται για την επιλογή της τελικής χρήσης είναι:

- 1 *Το είδος των απορριμμάτων:* Σημαντικό στοιχείο είναι η ποσότητα του βιοαποδομήσιμου υλικού. Η ομοιογένεια των απορριμμάτων είναι σημαντική, όπως επίσης η χημική τους σύσταση.
2. *Ο βαθμός συμπίεσης των απορριμμάτων* T ο μεγάλο βάθος αποτελεί αιτία μεγαλύτερων δυσκολιών, κύρια όσον αφορά την πιθανότητα ανομοιογενών καθιζήσεων.
3. *Η ηλικία των απορριμμάτων:* Απορρίμματα μικρής ηλικίας δημιουργούν φτωχό έδαφος για θεμελιώσεις γιατί το υλικό διαθέτει κακά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά. Ο χώρος πρέπει να έχει σταματήσει να δέχεται απορρίμματα τουλάχιστον μια 10ετία.

Με βάση αυτά και την εμπειρία που έχει αποκτηθεί από άλλες χώρες που έχουν προχωρήσει σε έργα αποκατάστασης χωματερών, για τον μελετώμενο χώρο προτείνεται η φύτευση και μετατροπή του σε χώρο πρασίνου, όπως ειδικότερα

περιγράφεται παρακάτω.

6.4. Φυτεύσεις στον χώρο

Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται βασίζεται στο ότι δημιουργούμε κάτι από την αρχή. Με δεδομένα ότι το μέγιστο των εδαφοβιολογικών διαδικασιών πραγματοποιείται στα πρώτα 50cm του εδάφους, ότι το στρώμα αυτό υποστηρίζει την ανάπτυξη των φυτών, καθώς και ότι βάθος 1-5m είναι πολύ σημαντικό για τη συγκράτηση του νερού και την αποστράγγιση του, η απουσία οργανωμένης δομής του εδαφικού στρώματος επηρεάζει σημαντικά τις διαδικασίες θρέψης των φυτών. Όσον αφορά στην έλλειψη πολλαπλασιαστικού υλικού, η περίπτωση της χωματερής είναι περίπλοκη. Χωρίς αμφιβολία, τα εδαφικά υλικά που προέρχονται από φυσικούς σχηματισμούς πρέπει να θεωρηθούν ως φορείς τράπεζας σπερμάτων. Με γνώμονα την εναρμόνιση με το ευρύτερο περιβάλλον επιλέγονται τα κατάλληλα φυτικά είδη. Ως προς την γύρω περιοχή, αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί σαν δασική έκταση, με είδη χαμηλής βλάστησης.

Είδη φυτεύσεων που μπορεί να εγκατασταθούν στην παρούσα χωματερή στην οποία έχουν προηγηθεί έργα αποκατάστασης είναι:

1) Γρασίδι: Το μίγμα των σπόρων γρασιδιού που θα φυτευτεί ποικίλει ανάλογα με την χρήση του χώρου, είναι όμως θετική η ανάμειξη του σε αναλογίες μεγαλύτερες από αυτές που εφαρμόζονται στην γεωργία δηλ. αναλογία 45χλγ/στρέμμα. Η επαναφορά σε χορτολιβαδική μορφή είναι η προοπτική που συγκεντρώνει τις περισσότερες πιθανότητες για επιτυχή αποκατάσταση. Το γρασίδι είναι πιο ανθεκτικό σε μεγάλες κλίσεις και απορροές από άλλα είδη, η δε δομή των ριζών του βοηθά στην σταθεροποίηση και βελτίωση της δομής των χωμάτων.

2) Δενδροστοιχίες. Κρίσιμοι παράγοντες είναι η ποιότητα και τα είδη των προς φύτευση δενδρυλλίων, η τεχνική φύτευσης και η φροντίδα που περιλαμβάνει την προσθήκη λιπασμάτων και τον έλεγχο των ζιζανίων. Τα δέντρα αναπτύσσονται ικανοποιητικά όταν το βάθος της κάλυψης είναι αρκετό και παρέχει ανάλογη υγρασία, τα απορρίμματα όμως λόγω της φύσης τους μπορεί να δημιουργήσουν αφιλόξενο περιβάλλον για το ριζικό τους σύστημα. Τα περισσότερα δέντρα επιζούν ικανοποιητικά σε μεγάλη ποικιλία χωμάτων, όμως με $pH < 4,5$ η προσθήκη ασβεστίου μπορεί να είναι απαραίτητη. Από την εμπειρία πάντως

φαίνεται ότι η φύτευση μικρών δέντρων αυξάνει σημαντικά τις πιθανότητες επιβίωσης.

3)Αυτοφυή είδη: Η φυσική επαναβλάστηση δημιουργεί μια περιοχή "εξοχής" για όσους μένουν μέσα στην αστική ζώνη. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στη διάρκεια της αερόβιας αποδόμησης είναι υψηλές ξεπερνώντας για μικρό διάστημα τους 60°C και αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη των φυτών και η φυτοκάλυψη τότε μπορεί να αρχίσει μόνον όταν η αποδόμηση τείνει προς την ολοκλήρωσή της. Ο απαιτούμενος χρόνος συνήθως δε ξεπερνά τους δώδεκα μήνες, αν και έχουν μετρηθεί θερμοκρασίες 45°C για χρονικό διάστημα τριών ετών.

6.4.1. Προβλήματα και προτεινόμενες λύσεις

Η τροφοδοσία με οξυγόνο είναι στα περισσότερα φυτά ανεπαρκής με αποτέλεσμα την νέκρωση του ριζικού τμήματος, που βρίσκεται στο αναερόβιο περιβάλλον. Σαν συνέπεια έχουμε ή τον άμεσο θάνατο του φυτού ή την εξασθένησή του και τον θάνατό του από τη δράση δευτερογενών παραγόντων (έντομα κ.α). Εκτός από αυτό μπορούν να εμφανισθούν βλάβες ή απονέκρωση εξ αιτίας τοξικών συστατικών του βιοαερίου (CO₂, H₂S, H₂S κλπ) ενώ έχει αποδειχθεί ότι περιεκτικότητα στον εδαφικό αέρα μέχρι 20% οδηγούν στην αύξηση της παραγωγής. Η φύτευση στα πρανή γίνεται σε αυλάκια που σκάβονται σε απόσταση 1 m μεταξύ τους και πλάγια προς τα πρανή (γωνία 15°). Έτσι αξιοποιούνται καλύτερα τα νερά των βροχών ενώ μειώνεται ο κίνδυνος διάβρωσης. Το έδαφος που περισσεύει από το σκάψιμο των αυλακιών αφήνεται κατάντι. Η ύπαρξη τοξικής δράσης από το βιοαέριο ενισχύεται από το γεγονός ότι βλάβες εμφανίζονται και σε φυτικά είδη που έχουν προσαρμοσθεί σε περιβάλλον με περιοδική ύπαρξη αναερόβιων συνθηκών στο ριζικό σύστημα. Σε είδη όπως τα βούρλα, καλάμια, σκλήθρα κ.α. εμφανίζεται μια αυξημένη μεταφορά οξυγόνου προς τις ρίζες, όταν υπάρχει τέτοια αναγκαιότητα. Εκτός από την άμεση δράση στις ρίζες των φυτών το βιοαέριο μπορεί να δράσει και έμμεσα με τον περιορισμό του αυξητικού χώρου τους. Οι ρίζες ποτέ δεν εισέρχονται στο αναερόβιο περιβάλλον με αποτέλεσμα την ύπαρξη μικρού σχετικά χώρου για να προσλάβουν νερό και θρεπτικές ουσίες.

Με την αύξηση του φυτού ο διαθέσιμος χώρος δεν αρκεί, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται δευτερογενείς βλάβες από έλλειψη νερού ή θρεπτικών ουσιών, ρίψη από ανέμους, ή προσβολή από έντομα. Η αρχική κάλυψη του εδάφους με ποώδη για

μια τουλάχιστον βλαστητική περίοδο κρίνεται αναγκαία γιατί με αυτόν τον τρόπο:

- . βελτιώνονται οι εδαφικές και το μικροκλίμα της περιοχής
- . δημιουργούνται ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξη των ξυλωδών και
- . εμποδίζεται σημαντικά η διάβρωση.

Άλλος σημαντικός παράγοντας είναι οι δυνατότητες που υπάρχουν για την μείωση των στραγγισμάτων με την επιλογή κατάλληλων μορφών φυτοκάλυψης καθώς και κατάλληλων ειδών.

6.4.2.Επιλογή φυτικών ειδών

Η ευρύτερη περιοχή ενός έργου αποκατάστασης συνήθως χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα του ανάγλυφου με ιστορικό κάλυψης από πυκνά έως αραιά δάση πλατύφυλλων ή κωνοφόρων. Ο υπόροφος της περιοχής έχει συνήθως (για την Ελλάδα) κλασική σύσταση από φυτά όπως μακί και φρύγανα, όταν πρόκειται για Μεσογειακά οικοσυστήματα.

Οι άμεσες και γύρω περιοχές που προορίζονται για ανάπλαση μπορεί να έχουν υποστεί οικολογική υποβάθμιση. Πιθανές αιτίες είναι πυρκαγιές κατ' επανάληψη, υπερβόσκηση από αιγοπρόβατα ή και άλλες δραστηριότητες οι οποίες αφορούν κυρίως αστικής φύσεως επεμβάσεις (οχλήσεις από μπαζώματα, σκουπίδια, εκσκαφές, κ.λ.π.). Αποτέλεσμα αυτών είναι η μείωση της διαθέσιμης βιομάζας στο ελάχιστο.

Το οικολογικό ιστορικό της περιοχής που βρίσκεται ο χώρος ανάπλασης πρέπει να είναι γνωστό στους μελετητές κατά την επιλογή του φυτικού υλικού που θα προταθεί. Αυτό θα βοηθήσει στην καλύτερη προσαρμογή του χώρου στο φυσικό περιβάλλον που ανήκει.

Τα αείφυλλα είδη είναι προτιμότερα γιατί επιδρούν στην μείωση των νερών που είναι στην τελική κάλυψη. Στην περίπτωση φύτευσης φυλλοβόλων πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την ύπαρξη ενός ποώδους και/ή θαμνώδους υποορόφου. Η χρησιμοποίηση ειδών από τα ψυχανθή για την αρχική φύτευση θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη. Λόγω συμβίωσης αζωτοδεσμευτικών βακτηριών στις ρίζες τους, εμπλουτίζεται με άζωτο. Η ψευδοακακία (*Robinia pseudoacacia*) και διάφορα είδη Ακακίας ή Μιμόζα (*Acacia* sp .) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αρχική φύτευση με την προϋπόθεση ότι αργότερα θα αντικατασταθούν (πρόκειται για ξενικά είδη).

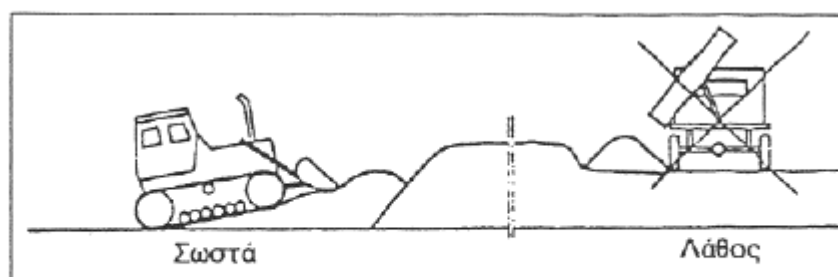
Ένα ακόμα στοιχείο που πρέπει να προσεχθεί είναι η ακαταλληλότητα πολλών ταχυαυζών φυτών. Τα είδη έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικές ουσίες και νερό, που όμως δεν είναι συνήθως διαθέσιμα. Εκτός από τα προηγούμενα πρέπει να υπολογιστεί ότι κάθε χώρος εμφανίζει τις δικές του ιδιομορφίες και κάθε φύτευση πρέπει να είναι πειραματική. Έτσι πρέπει να υπάρχει συνεχής έλεγχος ώστε τα είδη να μπορούν να υποβοηθηθούν και να ανταπεξέλθουν στις τοπικές συνθήκες.

Αντίστοιχη σωστή επιλογή πρέπει να γίνει και για την χρήση ποωδών, που θα εγκατασταθούν κατά την πρώτη φάση της φυτοκάλυψης. Η χρησιμοποίηση αγρωστωδών σε μεγάλη κλίμακα πρέπει να αποφεύγεται γιατί ευνοούν την ανάπτυξη τρωκτικών, αποδομούνται δύσκολα και δημιουργούν, λόγω συσσώρευσης ξηρής φυτικής μάζας, κινδύνους πυρκαγιών. Η σπορά των αγρωστωδών θεωρείται σκόπιμη σε συνδυασμό με ψυχανθή για να εμπλουτιστεί το έδαφος με άζωτο. Μερικά είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι το τριφύλλι (*Trifolium* sp.), αγριοτριφύλλι (*Lotus corniculatus*), λούπινα (*Lupinus* sp.), μελίλωτος (*Melilotus* sp.).

Ένας καλός τρόπος εύρεσης σπόρων απαιτεί όπως η συλλογή τους γίνεται από τα είδη της γύρω περιοχής, ή από αυτά που έχουν φυτρώσει στον χώρο. Για τον λόγο αυτό η σπορά κρίνεται απαραίτητη στην αρχή για να επιτευχθεί μιά γρήγορη φυτοκάλυψη και στην συνέχεια μόνον για να υποβοηθείται η φυσική διαδοχή. Με την χρησιμοποίηση σπόρων από αυτοφυή είδη επιλέγονται εκείνα τα άτομα για τα οποία η ενδοειδική επιλογή έχει εν μέρει ολοκληρωθεί και κατά συνέπεια έχουμε σπόρους από άτομα φυτών που είναι προσαρμοσμένα στις εκάστοτε συνθήκες. Ένα βασικό κριτήριο τελικής επιλογής των φυτευμάτων είναι και η απαιτήσεις σε νερό. Τα φυτεύματα μπορούν να προέλθουν από το Δασαρχείο, μέσω των φυτωρίων που διαθέτει, ενώ η χρήση ξενικών ειδών θα είναι περιορισμένη, χωρίς όμως να αποφευχθούν εντελώς

6.4.3. Διαδικασία νέων φυτεύσεων

Η φύτευση μπορεί και πρέπει να λειτουργήσει και ως ανεμοφράκτης, για το σκοπό



Σχήμα 2: Τρόπος τοποθέτησης τελευταίας στρώσης εδάφους.

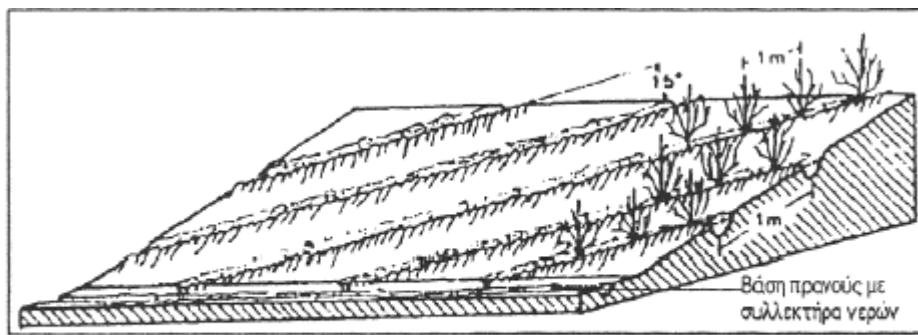
δε αυτό δεν πρέπει να είναι πολύ πυκνή. Το 40% περίπου του αέρα πρέπει να διαχέεται από το φυτοφρόχτη για να εμποδιστούν στροβιλισμοί στο χώρο διάθεσης. Στη συνέχεια και με την ολοκλήρωση του πρώτου πρανούς, παράλληλα με τις συνεχιζόμενες εργασίες διάθεσης απορριμμάτων, θα τοποθετηθεί η τελική στρώση χώματος και θα ακολουθήσει η διαδικασία φυτοκάλυψης. Η διάστρωση του χώματος πρέπει να πραγματοποιηθεί όπως φαίνεται στο σχήμα 2, ώστε να αποφευχθεί η συμπίεσή του. Η φυτοκάλυψη πρέπει να γίνει αμέσως, μετά τη διάστρωση ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι η πιο κατάλληλη εποχή φύτευσης είναι το φθινόπωρο και κυρίως η άνοιξη οδηγεί στην ανάγκη τελικής διάστρωσης του χώματος αυτές τις εποχές.

Επειδή θα είναι απίθανο το χώμα που θα εξασφαλιστεί για την τελική επίστρωση να είναι βιολογικά ενεργό, κάποιες παρεμβάσεις βελτίωσης των οικολογικών του χαρακτηριστικών, κυρίως όσον αφορά το οργανικό υλικό, τα θρεπτικά συστατικά και την εδαφοπανίδα θεωρούνται απαραίτητες. Έτσι, σε πρώτη φάση ενδείκνυται η χρήση ετήσιων ποωδών μέσω των οποίων θα επιτευχθεί η αναγκαία βελτίωση των βιολογικών δραστηριοτήτων στο έδαφος.

6.4.3.1 Προετοιμασία εδάφους

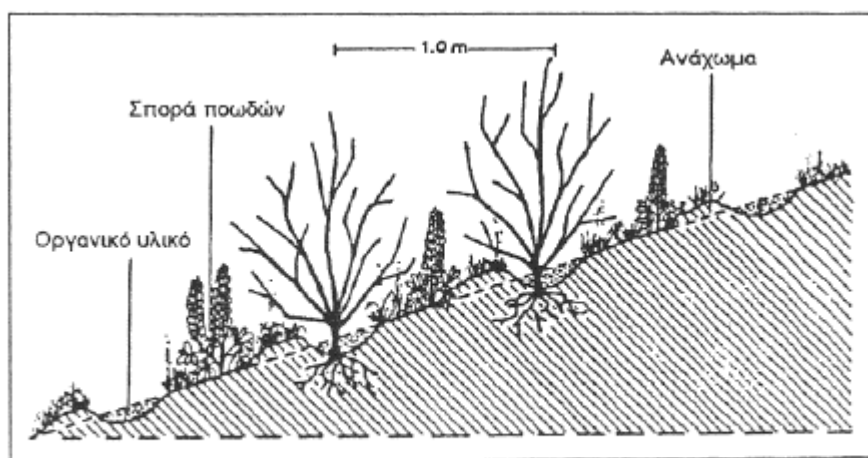
Πριν ξεκινήσει η φύτευση ή σπορά, πρέπει να προετοιμασθεί το έδαφος. Όταν προβλέπουμε σπορά ποωδών απαιτείται το όργωμα όλης της επιφάνειας, συνήθως μέχρι βάθους το πολύ 20cm. Στη συνέχεια το έδαφος αφήνεται να κατακαθίσει για λίγες μέρες και ακολουθεί η σπορά. Ευνοϊκός είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με φυτικά τμήματα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση της εξάτμισης, ευνοϊκότερες συνθήκες νερού & αερισμού, σταθεροποίηση του εδάφους, ευνοϊκότερες συνθήκες εγκατάστασης και τόνωση των βιολογικών διεργασιών στο έδαφος. Οι παραπάνω ευνοϊκές επιδράσεις (και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό) επιτυγχάνονται με τη χρησιμοποίηση compost. Η επιλογή των ειδών εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες, που εδώ μόνον κάποιες γενικές αναφορές θα γίνουν. Η χρήση αγρωστωδών θεωρείται σκόπιμη σε συνδυασμό με ψυχανθή για να εμπλουτισθεί το έδαφος με άζωτο, πχ μερικά είδη τριφυλλιών εμπλουτίζουν το έδαφος με ετήσια δοσολογία 14Kg N₂ ανά στρέμμα. Για τη σπορά αυτοφυών ειδών απαιτούνται σπόροι σε αναλογία 10-20gr/m².

Αφού τα ποώδη ολοκληρώσουν το βλαστητικό τους κύκλο, ακολουθεί φρεζάρισμα του εδάφους χωρίς την απομάκρυνση των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος (όταν η στρώση που δημιουργείται είναι πολύ πυκνή αφαιρούμε κάποιες ποσότητες) τα οποία αφήνονται στο έδαφος για να συνεχιστεί η βιοαποικοδόμηση.



Σχήμα 3: Διαμόρφωση χώρων φύτευσης

Ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για άλλο ένα ή και δύο χρόνια. Παράλληλα, από τον πρώτο χρόνο αρχίζουν και οι παρεμβάσεις φύτευσης ξυλωδών (δέντρα, θάμνοι). Τις περισσότερες φορές θα απαιτηθεί αρχική λίπανση που μπορεί να συνεχισθεί για τα δύο επόμενα χρόνια, αν και συχνά για αυτό εκφράζονται αντίθετες απόψεις. Αν πάντως θέλουμε μια γρήγορη και όσο γίνεται πιο πλήρη φυτοκάλυψη δεν θα μπορέσουμε να αποφύγουμε τη λίπανση. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να έχει αποκατασταθεί, με το σταμάτημα της λίπανσης, η εδαφική ισορροπία μεταξύ αποικοδομητικής δραστηριότητας και φυτικών αναγκών, αλλιώς θα υπάρξει δραστική μείωση της παραγωγικότητας των φυτών.



Σχήμα 4: Διαμόρφωση χώρων φύτευσης

Τα ξυλώδη φυτεύονται σε ηλικία 1-2 ετών, σε απόσταση 1 μ μεταξύ τους. Πριν τη φύτευση ο χώρος πρέπει να καθαριστεί από άλλα φυτά γιατί μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα σκίασης. Η πιο κατάλληλη εποχή φύτευσης για τα μεσογειακά είδη είναι το φθινόπωρο. Η φύτευση στα πρανή γίνεται σε αυλάκια που σκάβονται σε απόσταση 1 μ μεταξύ τους και πλάγια προς τα πρανή, σε γωνία 150. Με αυτόν τον τρόπο αξιοποιούνται καλύτερα τα νερά των βροχών, ενώ μειώνεται ο κίνδυνος διάβρωσης. Το έδαφος που περισσεύει από το σκάψιμο των αυλακιών αφήνεται στο κατάντι τους. Ο τρόπος αυτός βοηθάει στις πρώτες φυτεύσεις, πρέπει όμως στη συνέχεια να επιδιώξουμε κάποια φυσικότερη μορφή στη μορφή διάταξης των φυτών.

Για την επιλογή των ειδών ξεκινάμε αρχικά από την υπάρχουσα και την εν δυνάμει βλάστηση της ευρύτερης περιοχής, για την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις ζώνες βλάστησης όπως έχουν διεθνώς περιγραφεί. Η παραπάνω προεργασία είναι ιδιαίτερα σημαντική για να καταγραφούν τα είδη, που συνιστούν σε κανονικές συνθήκες, τη χλωρίδα της περιοχής. Θα προτιμηθούν αείφυλλα είδη γιατί όπως ήδη αναφέραμε, επιδρούν στην μείωση των διασταλαζόντων. Στην περίπτωση φύτευσης φυλλοβόλων θα ληφθεί μέριμνα για την ύπαρξη ενός ποώδους και/ή θαμνώδους υποορόφου. Εκτός από τα προηγούμενα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ότι κάθε χώρος εμφανίζει τις δικές του ιδιομορφίες και κάθε φύτευση είναι εν μέρει πειραματική. Κατά συνέπεια πρέπει να υπάρχει συνεχής έλεγχος ώστε να μπορούμε να υποβοηθήσουμε τα είδη, που πρέπει να ανταπεξέλθουν στις τοπικές συνθήκες.

Ως τελικό συμπέρασμα προκύπτει ότι σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνει ανάλυση των εκάστοτε συνθηκών και στη συνέχεια να επιλεγθούν τα είδη δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα σε εκείνα που αναπτύσσονται στην συγκεκριμένη ζώνη βλάστησης. Για τον λόγο αυτό αποφεύχθηκε η αναφορά συγκεκριμένων ειδών και όπου έγινε πρόκειται συνήθως για γένη με πολλά είδη, από τα οποία μπορούν να επιλεγθούν κάθε φορά τα πιο κατάλληλα.

6.5 Διαχείριση του βιοαέριου

Το πρόβλημα της δημιουργίας του αερίου της χωματερής (βιοαέριου), σε σχέση με την τεχνική ανάκτηση της χωματερής, έχει να κάνει και με τις κατασκευές και την βλάστηση. Το μεθάνιο είναι εκρηκτικό σε ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις 5-15%

κατ' όγκο, κατά συνέπεια εάν αυτές οι συγκεντρώσεις συσσωρευτούν σε κτίρια δημιουργείται κίνδυνος έκρηξης. Το αέριο που παράγεται στις χωματερές αναζητά και συχνά βρίσκει τρόπους διαφυγής στην ατμόσφαιρα ή σε κτίρια. Σε πολλές χωματερές οι οποίες είναι μικρού μεγέθους και καλά απομονωμένες από κτίρια και βλαστήσεις είναι πρακτικό να επιτρέπεται στο αέριο απλά να εκτονώνεται

Τα προβλήματα που προκαλεί το βιοαέριο σε σχέση με τον συγκεκριμένο χώρο, που εν μέρει καθορίζουν και τα μέτρα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, είναι:

- πρόκληση ασφυξίας στα φυτά που θα φυτευτούν στην χωματερή
- εκρηκτικότητα που πολλές φορές το αέριο προκαλεί,
- οσμές που μεταφέρονται στην γύρω περιοχή.

Η ποσότητα είναι τόσο μικρή που δεν απαιτείται κανένα μέτρο αντιμετώπισής του αερίου, παρά μόνο η ελεύθερη διάχυσή του στην ατμόσφαιρα, στην οποία λόγω της ασήμαντης ποσότητάς του δεν θα προκαλέσει κανένα απολύτως πρόβλημα, όπως άλλωστε και στις φυτεύσεις.

6.6.Διαχείριση των στραγγισμάτων

Η συνολική πρόταση σε σχέση με τα στραγγίσματα της χωματερής, αφορά την ελαχιστοποίηση της παραγωγής τους, την ελεγχόμενη συλλογή τους και τον μετέπειτα καθαρισμό και διάθεσή τους.

Εάν τα στραγγίσματα αφεθούν να εισέλθουν στα χώματα της αποκατάστασης θα είναι αναπόφευκτες σοβαρές απώλειες βλαστήσεων. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα είναι ο ανταγωνισμός ριζών και μικροοργανισμών ως προς το οξυγόνο. Το υψηλό ρυπαντικό φορτίο των στραγγισμάτων έχει σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που αποικοδομούν το οργανικό υλικό.

Η κάλυψη των εδαφικών πόρων από τα στραγγίσματα εμποδίζει την ύπαρξη αέρα αυτούς, ενώ υπάρχει η πιθανότητα ύπαρξης τοξικών ουσιών σε αυτά που ασκούν επλεκτική δράση στη βλάστηση. Το χαμηλό pH των στραγγισμάτων (κυρίως από νέα απορρίμματα) μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στη βλάστηση με την ενεργοποίηση ιόντων βαρέων μετάλλων, ενώ σε στραγγίσματα από παλαιότερα απορρίμματα υπάρχει συχνά το πρόβλημα της εμφανιζόμενης υψηλής

συγκέντρωσης αλάτων. Η ποσότητα των στραγγισμάτων εκτιμάται σε 25% της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν απορροές ομβρίων προς τον χώρο ούτε εισροές υπόγειων νερών. Με βάση το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής, τα στραγγίσματα για τον συγκεκριμένο αναμένεται να φθάσουν τα 8,1 m³/ημέρα. Κινούμενα επί του αδιαπέρατου εδαφικού υπόβαθρου του χώρου θα καταλήγουν με φυσική ροή, στο φρεάτιο από το οποίο θα επανεκτρέπονται στον χώρο ταφής.

6.7 Νερό

Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέγονται για την περιοχή ανάπλασης προσδιορίζονται οι μέσες χειμερινές θερμοκρασίες, ανάλογα με το υψόμετρο, η μέση ετήσια βροχόπτωση στον ευρύτερο και τον άμεσο γεωγραφικό χώρο, η ύπαρξη νερού και το ύψος του υδροφόρου ορίζοντα, κλπ. Τα στοιχεία παίρνονται από γειτονικούς μετεωρολογικούς σταθμούς και γεωλογικές μελέτες.

Το νερό αποτελεί σοβαρή αναγκαιότητα για την άρδευση οποιασδήποτε μορφής νεαρής βλάστησης που θα προταθεί. Η επαρκής άρδευση είναι ζωτικής σημασίας κυρίως στις φάσεις των φυτεύσεων και έως ότου τα φυτά αποκτήσουν τη δυνατότητα αυτοσυντήρησης. Υπάρχουν σημεία και χώροι (γήπεδα, παρτέρια, εγκαταστάσεις, κλπ.) που χρειάζονται πιο εντατική και μόνιμη άρδευση για τη συντήρησή τους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7.1 Στόχοι και σκοποί

Λόγω των μειονεκτημάτων της χωματερής όπως είναι η όχληση (π.χ από τα απορριμματοφόρα), η αισθητική υποβάθμιση του τοπίου από τα ίδια τα σκουπίδια, η δυσάρεστη οσμή, η μόλυνση του περιβάλλοντος αλλά και των υδροφόρων οριζόντων γεννάται η άμεση ανάγκη ανάπλασης της χωματερής.

Η χωματερή αυτή προορίζεται για την δημιουργία περιαστικού πάρκου έτσι ώστε να λειτουργήσει σαν πόλος έλξης και χώρος αναψυχής για κατοίκους αλλά και ταξιδιώτες-εκδρομείς.

7.2 Λύσεις αποκατάστασης

7.2.1. Βαριές κατασκευές

Είναι προτιμότερο να αποφεύγονται οι πολλές και βαριές κατασκευές (μπeton, κτίρια) λόγω των πιθανών καθιζήσεων με αποτέλεσμα να υποχωρεί το έδαφος. Καλύτερα να δημιουργούνται μετά από χρόνια τότε δηλαδή που τα απορρίμματα θα έχουν βιοσταθεροποιηθεί.

7.2.2. Αγροτική Γη

Η Αγροτική Γη υπάρχει άφθονη τριγύρω καθώς καλλιεργούνται αρκετά αγροτικά προϊόντα (ελιές, εσπεριδοειδή) για αυτό και η χωματερή προορίζεται για περιαστικό πάρκο το οποίο λείπει από την περιοχή.

7.2.3. Φυσικά ενδιατήματα για χλωρίδα και πανίδα

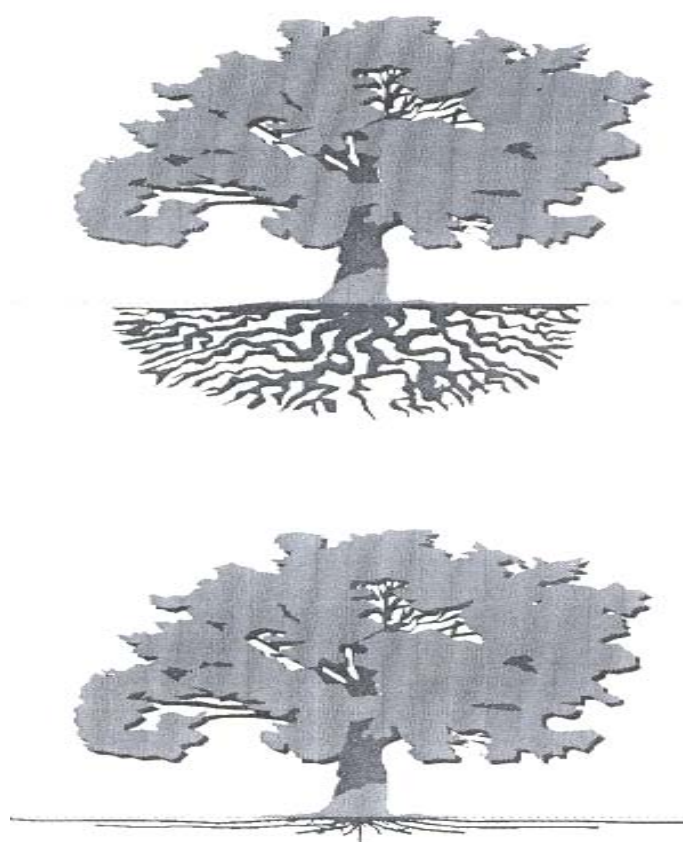
Με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε κάποιους χώρους με φυσιολογικό τρόπο με μηδαμινές δηλαδή ανθρώπινες επεμβάσεις όπως είναι ο φυσικός εποικισμός κατά επιλεγμένα τμήματα. Είναι επιθυμητό ο εποικισμός να γίνεται από ενδημικά φυτικά είδη όλων των βαθμίδων. Σκοπός είναι η ομαλή εξέλιξη ανάπτυξης και ωρίμανσης του τοπίου. Κατά την διαδικασία αυτή απαιτείται η περιορισμένη ανθρώπινη επέμβαση. Μπορεί όμως σε ορισμένες περιπτώσεις να χρειαστεί να γίνει φύτευση με συμβατικούς τρόπους και τεχνικές υδροσποράς.

7.2.4. Αναψυχή

Επιλέγουμε να δημιουργήσουμε ένα πάρκο αναψυχής το οποίο θα έχει και σαν σκοπό να αυξήσει ίσως τον τουρισμό και γενικά να προσελκύσει περισσότερο κόσμο. Έτσι θα περιέχει χώρους όπως γήπεδα μπάσκετ ή τέννις , λίμνη, παιδική χαρά.

7.3.Επιλογή ειδών

Γενικά κατά την φύτευση πρέπει να ληφθεί υπ'όψη ότι τα φυτά πρέπει να είναι επιφανειόρριζα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να τρυπήσουν την μόνωση της βάσης. Έτσι θα πρέπει να μην ξεπερνούν τα περίπου 15m γιατί σε συνδυασμό με το ότι το ριζικό σύστημα είναι επιφανειακό μπορεί προκαλέσει την πτώση τους.



Υπάρχουν μερικά είδη που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα και δίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Species	Heavy soils	Calcareous soils	Acidic soils	Exposure	Air pollution	Comments
<i>Broadleaves</i>						
Ash	x	••	x	x	x	More fertile sites only
Common alder	••	•	•	•	••	Nitrogen-fixing
Crack willow	••	••	x	x	•	
Downy birch	•	•	•	••	•	Tolerates low fertility
English oak	•	•	•	•	•	More fertile sites only
False acacia	•	•	••	x	••	Nitrogen-fixing. South of
Field maple	•	••	•	•	•	
Goat willow	•	•	•	x	••	
Grey alder	••	•	•	•	•	Nitrogen-fixing
Grey poplar	••	••	•	••	••	
Hawthorn	•	•	•	••	•	Tolerates browsing
Italian alder	•	••	x	x	••	Nitrogen-fixing
Norway maple	•	••	x	••	•	
Red alder	••	x	•	••	•	Nitrogen-fixing
Red oak	•	•	••	•	•	
Rowan	•	•	•	••	•	
Silver birch	x	x	••	••	••	Tolerates low fertility
Swedish whitebeam	••	•	•	•	•	
Sycamore	•	••	•	••	••	
Turkey oak	••	•	•	•	•	
Whitebeam	•	••	••	•	•	
White poplar	••	x	•	•	••	
Wild cherry	x	•	x	x	•	More fertile sites only
<i>Conifers</i>						
Corsican pine	•	••	••	••	••	Below 250 m O.D.
European larch	•	x	•	•	x	
Japanese larch	•	x	•	•	•	
Leyland cypress	•	•	•	••	••	Mainly for shelter
Lodgepole pine	•	x	••	•	x	North only
Scots pine	x	x	••	••	x	

7.4.Λεπτομέρειες σχεδίου

7.4.1.Είσοδοι

Στο πάρκο της χωματερής που αποκαθίσταται θα υπάρχουν τρεις κύριες εισοδοι. Κάθε μία από αυτές καθιστά διαφορετικά μέρη του πάρκου προσβάσιμα στους ανθρώπους. Δύο από τους βρίσκονται στις θέσεις που διευκολύνουν τη δημόσια πρόσβαση από την εθνική οδό και ο άλλος από την πόλη.

7.4.2.Κίνηση αυτοκινήτων

Μέσα στο πάρκο δεν θα κινούνται αυτοκίνητα. Έτσι δεν έχουν δημιουργηθεί δρόμοι για αυτόν τον λόγο.

7.4.3.Υλικά διαδρόμων

Στο πάρκο θα υπάρχουν βασικοί και δευτερεύοντες διάδρομοι. Οι διαβάσεις (δευτερεύοντες) έχουν σχεδιαστεί προκειμένου να διευκολυνθεί η πρόσβαση σε όλα τα κεντρικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα από όλα σχεδόν τα σημεία. Οι ευρείες πορείες(βασικοί) θα επιτρέψουν να υπάρχουν πολλές χρήσεις συμπεριλαμβανομένης της ποδηλασίας, του τρεξίματος και του περπατήματος. Οι βασικοί διάδρομοι θα κατασκευαστούν από διακοσμητικό τούβλο κόκκινου χρώματος ώστε να ξεχωρίζει από τους δευτερεύοντες και να δημιουργεί μια ωραία αντίθεση με το πράσινο των φυτών. Ο δρόμος αυτός ακολουθεί και την πορεία προς την λίμνη δίνοντας έμφαση σε αυτό το χαρακτηριστικό. Οι δευτερεύοντες διάδρομοι θα αποτελούνται από χαλίκι ή από πέτρα που δημιουργούν και αυτά αντίθεση σε σχέση με το τούβλο αλλά και το πράσινο των φυτών και "δένουν" και με το υπόλοιπο τοπίο που αποτελείται από πετρώματα. Τα υλικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως έχει προαναφερθεί, από έναν ΧΥΤΑ που βρίσκεται δίπλα.

7.4.4.Κεντρικό χαρακτηριστικό γνώρισμα

Στο πάρκο αυτό το χαρακτηριστικό θα είναι η λίμνη. Περιβάλλεται από μια "ζώνη" χαλικιού με παγκάκια και το υπόλοιπο καλύπτεται από γκαζόν. Στην λίμνη θα τοποθετηθούν υδρόβια φυτά και ψάρια.

7.4.5.Λιμνούλες για φυσικά ενδιαίτηματα

Οι λίμνες θα κατασκευαστούν για να παρέχουν αναζωογονητικές οάσεις κατά τη διάρκεια του καυτού και ξηρού καλοκαιριού. Θα δημιουργήσουν επίσης έναν καθρέφτη, απεικονίζοντας το καθαρό μπλε του ουρανού και των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των βουνών συνδυάζοντας το πάρκο με τα περίχωρά του. Ποσελκεί το κοινό και το βοηθά στη διαφυγή από την πραγματικότητα αλλά και την ηρεμία. Δίνει μια ευκαιρία στους ανθρώπους και στα μικρά παιδιά να έρθουν σε επαφή με την άγρια χλωρίδα και την πανίδα και να προσδιορίσει τις συνήθειες και τις ανάγκες τους, καθώς επίσης και ενισχύει τη δημόσια ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον.

7.4.6.Χώροι παιχνιδιού

Σε μία έκταση που καλύπτεται στο περισσότερο μέρος της από γρασίδι θα δημιουργηθούν γήπεδα τέννις και μπάσκετ αλλά και μία πίστα σκέιτ μπόρντ. Για πιο μικρά παιδιά θα υπάρχει μία παιδική χαρά με διάφορα ενδιαφέροντα παιχνίδια και η οποία θα καλύπτεται από άμμο.

7.4.7.Περίπτερα

Θα υπάρχουν τρία περίπτερα ένα σε κάθε μια από τις τρεις εισόδους του πάρκου και τα οποία θα παρέχουν τις πληροφορίες για τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, τα γεγονότα, και τις εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις αλλά και για την οργάνωση σχολικών επισκέψεων στην περιοχή.

7.4.8.Παρκινγκ

Θα υπάρχει ένα μεγάλο σε μία από τις κύριες εισόδους στην ανατολική πλευρά του πάρκου. Ο χώρος που υπάρχει εκεί εξυπηρετεί αυτόν τον σκοπό γιατί είναι και πιο ευρύχωρος.

7.5.Σχέδιο φύτευσης

	ΛΑΤΙΝΙΚΟ ΟΝΟΜΑ	ΚΟΙΝΟ ΟΝΟΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΔΕΝΔΡΑ ΦΥΛΟΒΟΛΑ			
1	BETULA PENDULA	ΣΥΜΗΔΑ ΚΡΕΜΟΚΛΑΔΗΣ	10
2	ROBINIA PSEUDACACIA	ΡΟΒΙΝΙΑ ΨΕΥΔΑΚΑΚΙΑ	7
4	SORBUS COMIXTA	ΣΟΒΙΑ	3
5	PLATANUS ORIENTALIS	ΠΛΑΤΑΝΟΣ	1
6	ALBIZIA JULLIBRISSIM	ΑΚΑΚΙΑ ΚΩΝ/ΠΟΛΕΩΣ	6
7	ACER PLATANOIDES	ΣΦΕΝΔΑΜΙ ΠΛΑΤΑΝΟΙΔΕΣ	6
8	QUERCUS ROBUR	ΒΕΛΑΝΙΔΙΑ	14
9		ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	
12	POPOLUS ALBA	ΛΕΥΚΑ ΛΕΥΚΗ	3
13	ACER CAMPESTRE	ΣΦΕΝΔΑΜΙ ΠΕΔΙΝΟ	6
		ΣΦΕΝΔΑΜΙ	
14	ACER PSEUDOPLATANUS	ΨΕΥΔΟΠΛΑΤΑΝΟΣ	5
15	SALIX BABYLONICA	ΙΤΙΑ	3
ΑΕΙΘΑΛΗ			
10	PINYS NIGRA	ΜΑΥΡΟΠΕΥΚΟ	11
11	PINUS SYLVESTRIS	ΠΕΥΚΟ	10
3	SHINUS MOLE	ΣΧΙΝΟΣ	5
ΘΑΜΝΟΙ ΑΕΙΘΑΛΕΙΣ			
1	PYRACANTHA COCCINEA	ΠΥΡΑΚΑΝΘΟΣ	2
2	LIGUSTRUM JAPONICUM	ΛΙΓΟΥΣΤΡΟ	

3	BUXUS SEMPERVIRENS	ΠΥΞΟΣ	6
4	TEUCRIUM FRUTICANS	ΤΕΥΚΡΙΟ	
5	VIBURNUM TINUS	ΒΙΒΟΥΡΝΟ	3
6	CRATAEGUS MONOGYMA	ΚΡΑΙΤΑΓΟΣ	1
7	JUNIPERUS HORIZONTALIS	ΓΙΟΥΝΙΠΕΡΟΣ	15
8	ROSMARINUS OFICINALLIS	ΔΕΝΤΡΟΛΙΒΑΝΟ	5
9	LAVANDULA VERA	ΛΕΒΑΝΤΑ	4
	SANTOLINA		
10	CHAMAECYPARISSUS	ΛΕΒΑΝΤΙΝΗ	4
11	ALOE ARBORESCENS	ΑΛΟΗ	4
12	ORIGANUM VULGARE	ΡΙΓΑΝΗ	4
ΠΟΛΥΕΤΗ ΠΩΔΗ			
1	CANNA HYBRIDA	ΚΑΝΝΑ	
2	GAZANIA SPLENDERS	ΚΑΖΑΝΙΑ	4
3			
ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗ			
	ΓΚΑΖΟΝ	ΡΟΑ PRATENSIS ΜΕ	
	ΑCΑΝΘΑ	ΦΕΣΤΟΥΚΑ ΚΑΙΛΟΛΙΟΜ	
		ΑCΑΝΘΗC ΜΟΛΛΙC	

Από τα φυλλοβόλα δέντρα οι ακακίες και οι λεύκες έχουν τοποθετηθεί με κύριο σκοπό να προσφέρουν σκίαση στους περπατητές όταν θέλουν να ηρεμήσουν και να ξεκουραστούν, γι' αυτό το λόγο έχουν τοποθετηθεί καθιστικά ή παγκάκια, αλλά και για να διακοσμήσουν με το φύλλωμά τους. Οι λεύκες ακόμα με το θρόισμα των φύλλων δίνουν μια ευχάριστη διάθεση και χαλαρότητα.

Το Σφενδάμι το πλατανοειδές ομορφαίνει το χώρο με την κόμη του και το φύλλωμά του και επίσης χρησιμοποιείται και αυτό για σκίαση, έχουν από κάτω καθιστικά αλλά και έναν παιδικό λαβύρινθο από διαμορφωμένους θάμνους. Ο θάμνος που χρησιμοποιείται για λαβύρινθο εδώ είναι το λιγούστρο.

Το Σφενδάμι το πεδινό αλλά και ο Ψευδοπλάτανος έχουν τοποθετηθεί στο χώρο της παιδικής χαράς και των γηπέδων. Έτσι στην παιδική χαρά θα προσφέρουν δροσιά κατά τις περιόδους ζέστης αλλά και σκίαση όταν χρειάζεται για τα παιδιά που θα παίζουν εκεί αλλά και για τους μεγαλύτερους για τους οποίους εκεί κοντά υπάρχει και ένα κiosk. Ο συνδυασμός της κόμης τους θα προσφέρει ένα ωραίο αποτέλεσμα. Στο κέντρο περίπου του χώρου έχουν τοποθετηθεί σε σχηματισμό τρία δέντρα και κάτω από τα δέντρα έχει εδαφοκάλυψη με άκανθα που τον τονίζει ακόμα περισσότερο.

Στο καφενείο έχουν τοποθετηθεί δύο είδη δέντρων. Η Συμήδα η κρεμοκλαδής και η Ροβίνια. Η πρώτη έχει ανάλαφρη σχεδόν κωνική κόμη και η δεύτερη πιο πυκνή κόμη και σφαιρική.

Στην λίμνη υπάρχουν Ιτιές που χρησιμοποιούνται κατ'εξοχήν σε τέτοια τοπία, και γιατί ταιριάζουν αισθητικά αλλά και γιατί σε τέτοιες συνθήκες όπως π.χ η περισσότερη υγρασία δεν τους δημιουργεί πρόβλημα αλλά αντίθετα ευδοκιμούν. Γύρω από την λίμνη υπάρχουν δέντρα όπως ο Σχοίνος με ωραία κόμη αλλά και Σορβιές οι οποίες προσελκύουν τα πουλιά με τους καρπούς τους δημιουργώντας έτσι ένα εξοχικό τοπίο οπτικά αλλά και ακουστικά και το κυριότερο μπορούν εκεί να βρουν καταφύγιο και τροφή. Το ίδιο συμβαίνει και με τον κραίταγο.

Ένας μεγάλος πλάτανος έχει τοποθετηθεί κοντά στον κεντρικό δρόμο και περιβάλλεται από πέτρα. Αυτό δημιουργεί την αίσθηση του παραδοσιακού όπως πολλά χωριά στην ευρύτερη περιοχή της Ηπείρου έχουν.

Στο αμφιθέατρο έχουν τοποθετηθεί είδη πεύκων ενώ στην πίστα σκέιτ μπόρντ δύο αιωνόβιες ελιές.

Ένας βοτανικός κήπος υπάρχει επίσης στο πάρκο που αποτελείται κυρίως από αρωματικά φυτά όπως το δεντρολίβανο, η λεβάντα, η λεβαντίνη και η ρίγανη αλλά και η φαρμακευτική αλόη.

Τέλος γύρω από την χωματερή η βλάστηση θα παραμείνει όπως έχει δηλαδή κυρίως ελιές και βελανιδιές ακόμα και ορισμένα είδη από κυπαρίσσια. Μπορεί να χρειαστεί να προστεθούν και άλλα οπότε αυτό μπορεί να γίνει με φυσικό εποικισμό με περιορισμένες δηλαδή ανθρώπινες επεμβάσεις εκτός και αν αυτό είναι απαραίτητο.

Σχεδόν σε όλο το πάρκο υπάρχει γκαζόν που αποτελείται από τα είδη *Poa Pratensis*, *Φεστούκα* και *Lolium*.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εκατοντάδες σκουπιδότοποι έχουν επιβαρύνει σε τέτοιο βαθμό το περιβάλλον, που οι ρύποι στο υπέδαφος έχουν διεισδύσει ακόμα και σε βάθος 100 μέτρων. Αν αύριο το πρωί σταματούσαν να λειτουργούν και οι 3.600 χωματερές που βρίσκονται ανεξέλεγκτες σε όλη την Ελλάδα, τότε θα χρειαζόνταν τουλάχιστον 25 χρόνια για να αποκατασταθεί πλήρως το περιβάλλον. Ειδικότερα στα Λιόσια, στο Σχιστό και στους Ταγαράδες η ζημιά είναι τόσο μεγάλη, που ακόμα και σε 100 χρόνια δεν θα έχει αποκατασταθεί. Η χωματερή των Άνω Λιοσίων έχει προκαλέσει «οριστική βλάβη» στον υδροφόρο ορίζοντα της ευρύτερης περιοχής του Ασπροπόργου και του Θριασίου. «Τα αποστραγγίσματα των απορριμμάτων αυτής της κορεσμένης χωματερής θα τροφοδοτούν επί δεκαετίες τον υδροφόρο ορίζοντα στην περιοχή και θα τον ρυπαίνουν», λέει χαρακτηριστικά ο κ. Λέκκας, Καθηγητής Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών μετά από μελέτη που πραγματοποίησε για την επικινδυνότητα των χωματερών και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όπως για κάθε πρόβλημα έτσι και γι' αυτό των απορριμμάτων, η καλύτερη αντιμετώπιση είναι η πρόληψη. Και για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητη, περισσότερο από οτιδήποτε άλλο, η ενεργή συμμετοχή του πολίτη. Εξάλλου είναι γνωστό, ότι η επιτυχία των συστημάτων διαχείρισης και ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συνδρομή του, καθώς αυτός είναι που θα κάνει τη διαλογή και τον διαχωρισμό των υλικών, με σκοπό την ανακύκλωση ή την ανάκτηση τους. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι τα συστήματα διαχείρισης με διαλογή στην πηγή είναι τα πιο αποτελεσματικά.

Αρχικά, η κοινή γνώμη, πρέπει να συνειδητοποιήσει ότι το περιβάλλον δεν μας ανήκει. Δεν το έχουμε κληρονομήσει από τις προηγούμενες γενιές, το έχουμε δανειστεί από τις επόμενες και γι' αυτό πρέπει να το διαφυλάξουμε. Επίσης, ο πολίτης πρέπει να ενημερωθεί για τις αρνητικές επιπτώσεις των απορριμμάτων, όταν αυτά δεν διαχειρίζονται σωστά (επιπτώσεις της παραγωγής βιοαερίου σε ανεξέλεγκτες χωματερές), αλλά πολύ περισσότερο για το πόσο σημαντική πηγή ενέργειας είναι τα απορρίμματα όταν αξιοποιηθούν. Η προσπάθεια σε σχολεία για την ανακύκλωση και το πρόβλημα των σκουπιδιών. Σ' αυτό το σημείο θα παίξει καθοριστικό ρόλο η πολιτεία και οι αρμόδιοι φορείς με τα μέτρα που θα πάρουν και την τακτική που θα ακολουθήσουν. Η ενημέρωση είναι το σημαντικότερο όπλο της πολιτείας έναντι του όλο και απειλητικότερου προβλήματος των απορριμμάτων.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες ενέργειες που θα μπορούσε να ακολουθήσει η πολιτεία για την εκπλήρωση του σκοπού αυτού:

1. Πρωταρχικά, η προσπάθεια ενημέρωσης του πολίτη πρέπει να ξεκινήσει από το σχολείο. Γιατί, ο ενημερωμένος πολίτης από μικρή ηλικία, γίνεται ακόμα πιο ευαισθητοποιημένος και συνειδητοποιημένος όταν μεγαλώσει, αφού η προστασία του περιβάλλοντος, του έχει γίνει τρόπος ζωής. Το σχολείο, δίνει τη δυνατότητα, όχι μόνο να ενημερωθεί ο πολίτης σχετικά με την ανακύκλωση και την ανάκτηση υλικών και ενέργειας, αλλά και να τις βιώσει.
2. Ενημέρωση στους δημότες από τους Δήμους και άλλους αρμόδιους φορείς (όπως ο ΕΣΔΚΝΑ) για την ανακύκλωση και τη σημασία της μείωσης των απορριμμάτων που παράγονται ανά άτομο.
3. Στις ενημερώσεις για την ανακύκλωση καλό θα ήταν να αναφερθούν εκτενώς οι θετικές επιπτώσεις της και το πρόβλημα της εξάντλησης των πρώτων υλών. (μικρότερος αντίκτυπος στο περιβάλλον αφού μειώνεται ο όγκος παραγόμενων απορριμμάτων, εξοικονόμηση στις όλο και λιγότερες πρώτες ύλες κ.λπ.)
4. Τοποθέτηση ειδικών κάδων συλλογής (για ανακυκλώσιμα υλικά: χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο) στους δρόμους. Με αυτό επιτυγχάνεται: (1) εξοικονόμηση χρημάτων από το στάδιο του διαχωρισμού και (2) όταν ο πολίτης βλέπει καθημερινά τους κάδους έξω από το σπίτι του θα πάρει πιο εύκολα την απόφαση να ανακυκλώσει κάποια από τα σκουπίδια του.
5. Ενημέρωση των πολιτών που μένουν σε περιοχές που βρίσκονται ΧΥΤΑ ότι σε βάθος χρόνου οι χώροι αυτοί θα διαμορφωθούν σε πάρκα και “πνεύμονες οξυγόνου”, το οποίο συνεπάγεται αναβάθμιση και καλύτερη αισθητική για την περιοχή τους.
6. Ενημέρωση των πολιτών για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ύπαρξη ανεξέλεγκτων χωματερών, ίσως αυτός είναι ένας τρόπος να σταματήσουν οι αντιδράσεις τους όταν στο Δήμο τους αποφασιστεί να δημιουργηθεί ένας νέος ΧΥΤΑ.
7. Ενημέρωση σε βιομηχανίες και εργοστάσια για τις μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων (π.χ. μέθοδος compost) με σκοπό την εξοικονόμηση χρημάτων.
8. Ενημέρωση σε ΧΥΤΑ και εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων για μεθόδους ανάκτησης ενέργειας. (π.χ. ηλεκτρική και θερμική ενέργεια)
9. Διάθεση κινητήρων και κονδυλίων από το κράτος προς τις ιδιωτικές επιχειρήσεις που (1) τα προϊόντα τους είναι ανακυκλώσιμα, έχουν ανταλλακτικά που ανακυκλώνονται

κ.λπ. (2) βρίσκουν τρόπους να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια για τη λειτουργία τους (3) παράγουν λιγότερα απορρίμματα και (4) είναι γενικότερα ευαισθητοποιημένες στον περιβαλλοντικό τομέα.

10. Πριμοδότηση εταιρειών που τα προϊόντα τους είναι επαναχρησιμοποιήσιμα (π.χ. μπουκάλια που γεμίζονται ξανά)
11. Θέσπιση αυστηρότερων νόμων που αφορούν όσους μολύνουν το περιβάλλον (επιβολή χρηματικών προστίμων κ.ο.κ.)
12. Επανεξέταση της νομοθεσίας που αφορά τις συσκευασίες των προϊόντων με σκοπό τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων που προέρχονται από αυτές.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στη μελέτη που προηγήθηκε, παρουσιάστηκαν με λεπτομέρεια όλοι τρόποι ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων. Ωστόσο, δεν θα μπορούσαμε να καταλήξουμε σε ένα συμπέρασμα γενικής εφαρμογής και να χαρακτηρίσουμε κάποια από τις μεθόδους ως περισσότερο αποτελεσματική. Και αυτό συμβαίνει, για τον πολύ απλό λόγο, ότι η επιλογή του τρόπου διαχείρισης των απορριμμάτων διαφέρει σε κάθε περίπτωση. Η σωστή επιλογή εξαρτάται από τις συνθήκες της περιοχής, καθώς και από την σύνθεση και το ενεργειακό περιεχόμενο των παραγόμενων απορριμμάτων, το οποίο μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή. Για παράδειγμα, η σύσταση και το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων που παράγονται στις Βορειοευρωπαϊκές χώρες θεωρείται καταλληλότερο για επεξεργασία με τη μέθοδο της καύσης, από αυτών που παράγονται στις Μεσογειακές. Η καύση, λοιπόν, αποφεύγεται στις Μεσογειακές χώρες, λόγω τις υψηλής των απορριμμάτων των χωρών αυτών σε ζυμώσιμα υλικά. Ο σκοπός της εργασίας είναι να δώσει στον αναγνώστη μια πλήρη εικόνα του συνόλου των μεθόδων επεξεργασίας απορριμμάτων και των σύγχρονων εφαρμογών τους, των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων τους, αλλά και τρόπων αντιμετώπισής τους και όσο το δυνατόν εξάλειψής τους, ώστε να είναι σε θέση να αποφασίσει ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος ανάλογα με τα δεδομένα και τις ανάγκες της περίπτωσης που τον ενδιαφέρει.

Αναμφισβήτητα, όλες οι μέθοδοι που παρουσιάστηκαν έχουν πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα, τα οποία μάλιστα πολλές φορές είναι σημαντικά. Γι' αυτό, θα πρέπει ο πρωταρχικός στόχος να είναι μείωση των απορριμμάτων, μέσω της ανακύκλωσης και της

επαναχρησιμοποίησης των υλικών. Η επεξεργασία θα πρέπει να περιορίζεται στα αναπόφευκτα απορρίμματα. Τέλος, θα αναφέρω το πιο σημαντικό συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει κανείς μέσα από αυτή την εργασία. Μέσα από τη μελέτη της, λοιπόν, αποδεικνύεται ότι τα απορρίμματα μπορούν, με την κατάλληλη διαχείριση, να αποτελέσουν σημαντική πηγή ενέργειας και έτσι πρέπει να αντιμετωπίζονται. Στη σύγχρονη κοινωνία όπου ο ρυθμός εξάντλησης των φυσικών πόρων αυξάνεται συνεχώς, τα απορρίμματα μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας μπορούμε πλέον να πάρουμε ενέργεια από κάτι που μέχρι πρότινος θεωρούσαμε άχρηστο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανανιάδου-Τζημοπούλου Μ., (1992): *Αρχιτεκτονική τοπίου - Σχεδιασμός Αστικών Χώρων*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
 - Brookes, J., 1994. *Αρχιτεκτονική και Σχεδιασμός Κήπων*. Μαλλιάρης, Παιδεία, Αθήνα.
 - Simons J. Ormsbee, 1977. *Landscape Architecture*, 3rd edition, McGraw Hill, New York
 - Τσαλικίδης Ι, 1995, *Σημειώσεις Αρχιτεκτονικής Τοπίου*, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη
 - Τσαλικίδης Ι, 2006, «Αστικά και περιαστικά πάρκα, έμφαση στον Οικολογικό σχεδιασμό, Πρακτικά συνεδρίου Αρχιτεκτονικής τοπίου, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
1. Αγαπιτίδης, Αλεξάκι (1995). *Διαχείριση των αποβλήτων Ι Ελληνικοί δήμοι*. Copyright G.C.T.A.A.
 2. Αλεξάκις Α. (1996) *Περιβάλλον*. Εκδόσεις Σιδέρης. Αθήνα Ελλάδα
 3. Backer C. (1994) *The creation of wetland habitats on landfill sites*. Environmental Managers Journal. Vol. 3, No2 pg 240-245.
 4. Cakebread (1990). *Techniques for revegetating landfill*. Waste Management, April 1990, pg. 267-274.
 5. Cope C.B., Fuller W.H., and Willets S.L. (1983). *The Scientific Management of Hazardous Wastes*. Cambridge University Press.
 6. Dobson M., Moffat A. (1993). *The Potential for Woodland Establishment on Landfill Sites*. Forestry Authority for the DoE. London HMSO.
 7. DoE, (1995a). Waste Management Paper 26E. *Landfill Reclamation and Postclosure Management*. Consultation Draft, September 1995.
 8. DoE, Transport and the Regions (1997). *Tree Establishment on Landfill Sites : Research on updated guidance*. Crown Copyright.
 9. Gildemeister H. (1995). *Mediterranean Gardening. A Waterwise Approach*. Editoria Moll.
 10. Hannebaum L. (1990). *Landscape Design : A practical Approach*. Prentice-Hall, Inc. USA.
 11. Hares D. (1992). *Lakes from Wasteland*. Landscape Design, February 1992, pg. 24-26.
 12. Holden, R. (1988). *Parks of the future*. Landscape Design, February 1988, pg. 16-18.
 13. Hooper L. (1993). *Tale of a Tip*. Landscape Design, April 1993, pg 18-21.

14. Keeble R, (1993). *Practical Landfill Restoration and after-care on Landfill Sites*. NADWC Training Course: 20-27. Land use and Planning Issues Ralph Keeble Associates.
15. Lisney A., Fielhouse K. (1990). *Hard landscape: The Design of Paved Spaces, Landscape Enclosure and Landscape Furniture*. Landscape Design Guide. Vol.2., Gower Publishing Company Limited.
16. Morey M. (1994). *Ancient Mediterranean Cultural Landscapes*. Landscape Issues, Vol. 11, No 1, April 1994, pg 13-17.
17. Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*. Mc Graw-Hill International Editions. New York.

