



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ – ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

Χ.Υ.Τ.Α ΠΑΤΡΑΣ (ΞΕΡΟΛΛΑΚΑ)

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΝΤΑΛΚΑΡΑΝΗ ΘΕΟΔΩΡΑ



ΚΩΛΕΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2003

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	7062
----------------------	------

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ			i – v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ			
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ			vi
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>			
ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ			
1.1	Σημασία Προβλήματος Απορριμμάτων		1-2
1.2	Από την Παραγωγή των Αγαθών στην Παραγωγή των Σκουπιδιών		2-5
1.3	Ιστορική Εξέλιξη των Απορριμμάτων		5-7
1.4	Κοινοτική Στρατηγική για την Διαχείριση		8-10
1.5	Κύριοι Άξονες που Πρέπει να Διέπουν την Στρατηγική Διαχειρίσεις Απορριμμάτων		10-15
1.6	Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας		10-17
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>			
ΕΙΔΗ / ΔΙΑΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ			
2.1	Είδη Αποβλήτων		18-19
2.2	Συνήθη Είδη Στερεών Αποβλήτων		19-24
2.3	Τοξικότητα Ρύπων		24-25
2.3.1	Με Βάση την Τοξικότητα και τον Τρόπο Διάθεσης		26
2.4	Τρόποι Διάθεσης Στερεών Αποβλήτων		27
2.4.1	Ανακύκλωση των Αστικών Απορριμμάτων		28-29
2.4.2	Καύσεις Στερεών Αποβλήτων		30-33
2.4.3	Βιοσταθεροποίηση των Απορριμμάτων		33-36

2.4.4.	Διάθεση Αστικών Απορριμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α	36-37
--------	---	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ

3.1	Υγειονομική Ταφή	38-40
3.2	Μηχανισμοί Αποσύνθεσης Οργανικών Ουσιών	40-44
3.2.1.	Χαρακτηριστικές Φάσεις Αποσύνθεσης Οργανικών Ουσιών	44-47
3.3	Μέθοδοι Υγειονομικής Ταφής	47-48
3.3.1	Επιφανειακή Μέθοδος	48-49
3.3.2	Μέθοδος των Διαδοχικών Τάφρων	49
3.3.2	Μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους	50-52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Χ.Υ.Τ.Α

4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ - Τεχνικές Προδιαγραφές	53-61
4.2	Τυπική Διάταξη Χ.Υ.Τ.Α	61-66
4.3	Κριτήρια Επιλογής της Θέσης του Αποδεκτή	66-70
4.3.1	Γεωτεχνικά Κριτήρια	70-71
4.3.2	Γεωλογικά Κριτήρια	71-72
4.3.3	Υδρογεωλογικά Κριτήρια	72-73
4.3.4	Τοπογραφικά Κριτήρια	73
4.4	Επιφανειακή Υδρολογία	73-74
4.5	Παραγωγή Στραγγίσματος και Βιο - αερίου	74-76
4.6	Σύστημα Απαγωγής Βιο-Αερίου	76-83
4.7	Στεγνωτικές Στρώσεις Πυθμένα	83-84
4.7.1	Στρώσεις Συμπυκνωμένης Αργίλου	84-90

4.8	Συνθετικές Μembrάνες	91-9
4.8.1	Σύνθετες Μembrάνες	98-102
4.8.2	Βιοσυνθετικές Μembrάνες	102-108
4.9	Σύστημα Τελικής Κάλυψης	109-110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	111
5.2	Παράμετροι που Παρακολουθούνται	112-117

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Χ.Υ.Τ.Α

6.1	Κριτήρια	118
6.2	Σχέδιο Αποκατάστασης	119-125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Χ.Υ.Τ.Α

7.1	Μέθοδοι Εκτίμησης Βασικών Περιβαλλοντικών επιπτώσεων	126
7.2	Επιπτώσεις στα υπόγεια Νερά	127-129
7.3	Επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας	129-132
7.4	Εκπομπές Οσμών	132-133
7.5	Οπτική Ρύπανση	133-134

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

8.1	Οικονομικές Εκτιμήσεις	135-140
8.2	Ανάλυση των Εξόδων Εκμετάλλευσης	141-142

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**ΧΩΡΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΠΑΤΡΩΝ (ΞΕΡΟΛΛΑΚΑ)**

9.1	Εισαγωγή	143
9.2	Γενικά Στοιχεία Χ.Υ.Τ. Πατρών	143-144
9.3	Γενική Διάταξη του Χώρου	144-147
9.4	Αποστράγγιση Χώρου	147-149
9.5	Σύστημα Στεγανοποίησης	149-150
9.6	Σύστημα Διαχείρισης Στραγγισμάτων	150-152
9.7	Διαχείριση Βιο-Αερίου	152-155
9.8	Τελική Αποκατάσταση Χώρου	155-156
9.9	Περιβαλλοντολογική Παρακολούθηση Χ.Υ.Τ.Α	156-157
9.10	Τυπικά Σχέδια Χωρών Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων	157-164

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10**ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

10.1	Γεωσυνθετικά Υλικά	165-168
10.2	Σύλλογή Βιοαερίου	168-170
10.2.1	Κεφαλές Φρεατίων	170-171
10.2.2	Κατακόρυφα Απαέρωσης	172-173
10.3	Βιοφίλτρο	173-174
10.4	Παγίδες Συμπυκνωμάτων	175-176
10.5	Σημεία Παρακολούθησης	177-179
10.6	Μονάδες Καύσης Βιοαερίου	179-181

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Ευρωπαϊκές Οδηγίες για την Διάθεση των Αποβλήτων 182-191

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος
Γενικές Κατευθύνσεις της Πολιτικής Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων 192-216

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

INTERNET links για την περιβαλλοντική διαχείριση 217-219

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

220-221

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΧΥΤΑ Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΥΤ Υγειονομική Ταφή

κ.β. κατά βάρος

κ.μ. κατά μάζα

κ.ο. κατά όγκο

COD χημικά απαιτούμενο οξυγόνο

BOD βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο

TOC ολικός οργανικός άνθρακας

LL Όριο υδαρότητας

LP Όριο πλαστικότητας

k Τιμή διαπερατότητας

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

m/sec Μέτρο ανά δευτερόλεπτο

μS/cm Μικροσήμενς ανά εκατοστό

N/mm² Νιούτον ανά τετραγωνικό χιλιοστό

mg/l Μιλιγραμμάριο ανά λίτρο

kJ/kg Κιλοτζάουλ ανά χιλιόγραμμο

KN/m² Κιλιονιούτον ανά τετραγωνικό μέτρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το Πρόβλημα των Απορριμμάτων

Safe and effective waste management is not a set of numbers or concentrations laid down as cleanup goals. "Safe and effective" is the result of a complex information-gathering and decision-making process.

James E. Orban
Effective and Safe Waste
Management-A Regulator's
Perspective, 1991

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Το Πρόβλημα Των Απορριμμάτων**1.1. Σημασία Προβλήματος Απορριμμάτων**

Ο άνθρωπος ως ζωντανός οργανισμός ζει και αναπτύσσεται άρρηκτα συνδεδεμένος με το περιβάλλον.

Η ζωή του, η ανάπτυξη, η δημιουργία, η ευτυχία του βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση με το οικοσύστημα.

Παρά το γεγονός ότι η φύση έχει τον πρωταρχικό ρόλο στην ύπαρξη του ανθρώπου με το πέρασμα των χρόνων την έχει υποβάθμισε σε υποδιαίστερους ρόλους.

Ο άνθρωπος οργανωμένος σε διάφορα κοινωνικά συστήματα, τα οποία χαρακτηρίζονται και από τον τρόπο με τον οποίο επεμβαίνει στο οικοσύστημα, έχει διαταράξει την ισορροπία και την αρμονική του σχέση με το περιβάλλον.

Έτσι, από την αγροτική κοινωνία και μέχρι τα πρόθυρα της βιομηχανικής επανάστασης, η γη είναι επαρκής για τον πολιτισμό και οι φυσικοί πόροι ξεπερνούν τις ανάγκες κατανάλωσης του πληθυσμού. Η απαραίτητη ισορροπία είναι εφικτή.

Όμως καθώς η κοινωνία μεταλλάσσεται με την βιομηχανική επανάσταση, ο άνθρωπος αρχίζει να εκμεταλλεύεται εντατικά το περιβάλλον.

Η ισορροπία που υπήρχε ανάμεσα στον πληθυσμό και τους φυσικούς πόρους σπάει. Τα αποτελέσματα της εκμετάλλευσης του φυσικού περιβάλλοντος είναι τραγικά για την ανθρωπότητα. Με ραγδαίους ρυθμούς η φύση κλονίζεται. Η μόλυνση πλέον επικρατεί παντού. Ο άνθρωπος βρίσκεται στην δύσκολη θέση να πρέπει να προτείνει λύσεις για την αντιμετώπιση της τραγικής εικόνας.

Καμία νομοθεσία ή πολιτική μείωσης του όγκου των απορριμμάτων δεν μπορεί να αποδώσει, εάν δεν δραστηριοποιηθεί ο πολίτης. Είναι ανάγκη να συνειδητοποιήσει κάθε πολίτης, ότι το πρόβλημα της διαχείρισης των

απορριμμάτων και οι επιπτώσεις από αυτό δεν είναι υπόθεση άλλων, αλλά ότι ο καθένας μπορεί και πρέπει με την προσωπική του στάση και επιλογές να βοηθήσει σημαντικά.

Ο πολίτης χρειάζεται να νιώθει ότι λαμβάνει μέρος στην διαμόρφωση της πολιτικής για τα απορρίμματα. Από την άλλη πλευρά η πολιτεία πρέπει να καταλάβει ότι κανένα πρόγραμμα ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων ή μείωσης τους ή ανακύκλωσης τους δεν μπορεί να έχει επιτυχία εάν δεν πειστούν και δεν συμμετάσχουν ενεργά και οι καταναλωτές.

1.2. Από Την Παραγωγή Των Αγαθών Στην Παραγωγή Των Σκουπιδιών

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις, μικρές και μεγάλες είναι η διάθεση των απορριμμάτων τους. Χρόνιες διαμάχες υφίστανται ανάμεσα στους κατοίκους διαφόρων περιοχών γύρω από το θέμα αυτό.

Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και στην Ευρώπη, αρχίζει μία περίοδος ταχύτατης οικονομικής ανάπτυξης, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής αγαθών και ενέργειας και τη σταδιακή μεταβολή των καταναλωτικών συνηθειών. Αυτές οι αλλαγές, που έχουν επεκταθεί και στις χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας, αποτελούν σήμερα το όνειρο κάθε αναπτυσσόμενης χώρας.

Ταυτόχρονα η εξέλιξη της τεχνολογίας βοήθησε να παραχθούν νέα προϊόντα πολλά από τα οποία, όπως π.χ. τα πλαστικά, είναι τελείως ξένα προς τις φυσικές διεργασίες.

Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, το χαμηλό κόστος των προϊόντων, η κατασκευή προϊόντων με σύντομη ημερομηνία λήξεως, έχει ως αποτέλεσμα η

κατανάλωση των αγαθών να αποτελεί σήμερα τρόπο ζωής και πολλοί άνθρωποι να εκφράζονται μέσα από το σύνθημα «Καταναλώνω άρα ζω».

Αναλυτικότερα οι **αλλαγές στον τρόπο κατανάλωσης έχουν σχέση με:**

- Την αύξηση της προσφοράς αγαθών σε σχέση με τη ζήτηση
- Το φαινόμενο της μόδας
- Την αρχή του self-service
- Τις αγορές προϊόντων μιας χρήσης
- Την υπερβολική σημασία στην συσκευασία
- Την αγορά προϊόντων σε μεγάλες ποσότητες
- Τη διαφήμιση των προϊόντων

Οι **αλλαγές στη κατανάλωση συνδέονται με ευρύτερες αλλαγές στον τρόπο ζωής** όπως είναι:

- Η αναζήτηση ανέσεων
- Το κυνήγι του χρόνου
- Η περιφρόνηση του παλιού
- Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και των αγοραστικών δυνατοτήτων

Όλες αυτές οι αλλαγές αυτές στον τρόπο ζωής και κατανάλωσης έχουν πολλές επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως:

- Ταχύτατη ελάττωση των φυσικών πόρων .
- Μεγάλη σπατάλη ενέργειας.
- Αλλαγή στη χρήση γης
- Ρυπογόνες εκπομπές στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος.

- Παραγωγή απορριμμάτων πάσης φύσεως όλο και πιο σύνθετων.

Η στάση του καταναλωτή επιδρά στην παραγωγή των σκουπιδιών σε δύο επίπεδα:

- Από το ποσό των προϊόντων που αγοράζει
- Από την επιλογή του προϊόντος.

Στις βιομηχανικές κοινωνίες αναλογούν μεγάλα ποσά απορριμμάτων σε κάθε άτομο κάθε ημέρα, με αποκορύφωμα τις Η.Π.Α., όπου τα ποσά είναι υπερδιπλάσια σε σχέση με αυτά των χωρών της Ευρώπης. Το μεγαλύτερο ποσοστό των απορριμμάτων στις βιομηχανικές χώρες είναι τα υλικά συσκευασίας, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι τα οργανικά υπολείμματα και τα τρόφιμα

- Τι βρίσκουμε σ' ένα σκουπιδοτενεκέ.

Χώρες	ΑΙΓΑΙΑ	ΓΑΛΛΙΑ	Η.Π.Α.	ΕΛΛΑΔΑ	ΙΝΔΙΑ
Χαρτί	33%	30%	35%	22%	7%
Οργανικά-τρόφιμα	20%	25%	30%	48%	75%
Γυαλί	10%	12%	12%	4%	1%
Μέταλλα	8%	6%	10%	4%	1%
Πλαστικά	7%	10%	8%	10%	0%
Υφάσματα	4%	2%	2%	3%	3%
Στάχτη και σκόνη	10%	-	-	3%	-
Άλλα	8%	15%	3%	5%	19%

- Πες μου που ζεις να σου πω πόσα g «πετάς» την ημέρα.

ΠΟΛΗ	ΧΩΡΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (g)
Νέα Υόρκη	Η.Π.Α.	1800
Αμβούργο	Γερμανία	850
Μαντελίν	Κολομβία	540
Καλκούτα	Ινδία	510
Κάιρο	Αίγυπτος	500

1.3. Ιστορική Εξέλιξη Των Απορριμμάτων.

Ψάχνοντας στα αρχαία χαλάσματα μαθαίνουμε για τους παλιούς πολιτισμούς, αναλύοντας τα σύγχρονα σκουπίδια, ανακαλύπτουμε τον τρόπο που ζούμε, που σκεπτόμαστε, που συμπεριφερόμαστε.

Το είδος, η ποσότητα, το βάρος, η ποιότητα, η ποικιλία των απορριμμάτων μας συνθέτουν το ψηφιδωτό της ζωής μας.

Οι πλαστικές σακούλες, τα πολύμορφα περιτυλίγματα, τα βαζάκια, τα σωληνάρια, οι παλιατζούρες, τα κουτιά, οι φιάλες, οι ζελατίνες, τα μπάζα, τα κουρέλια, τα παλιοσίδερα, όλα μαζί αποτελούν μια πινακοθήκη της σημερινής καταναλωτικής κοινωνίας, ένα μωσαϊκό που συνθέτει την σύγχρονη υπερκατανάλωση οποία ρυπαίνει τις θάλασσες, μολύνει τα ποτάμια, αποψιλώνει τη γη, ερημοποιεί τα δάση, ρυπαίνει την ατμόσφαιρα, αυξάνει την ηχορύπανση, πολλαπλασιάζει τα χημικά και γενικότερα ανατρέπει τον κύκλο της φύσης, ένα κύκλο που δημιουργήθηκε μέσα από χιλιάδες αιώνες ανεμπόδιστης φυσικής εξέλιξης.

Κάθε πολιτισμένος βόρειος πετάει κατά μέσο όρο ένα κιλό οικιακών απορριμμάτων ημερησίως. Επομένως τεραστία βουνά σκουπιδιών

δημιουργούνται, μεγάλες εκτάσεις απορροφούν οι χωματερές, νέοι τρόποι υγειονομικής επεξεργασίας, διαχωρισμού, ανακύκλωσης αναζητούνται, αλλά το πρόβλημα παρόλα αυτά παραμένει, επεκτείνεται χωρίς να υπάρχει άμεση λύση.

Από την ισχύ της μοναδιαίας ιπποδύναμης που απέδιδε το άλογο κάτω από τον ζυγό τον 10^ο αιώνα, φτάνουμε στους 100 ίππους της πρώτης ατμομηχανής ΒΑΤ στα τέλη του 18^{ου} αιώνα και στους 150000 που απαιτούνται σήμερα για την απογείωση ενός πυραύλου. Από την ταχύτητα των 10μ χιλ. την ώρα των πρώτων ατμομηχανών στις 2,5 χιλιάδες χιλιόμετρα την ώρα των αεροπλάνων το 1955 και στις δεκάδες χιλιάδων των πυραύλων στην σημερινή εποχή.

Το ανθρώπινο είδος έχει αρχίσει να ανασκαλεύει, διαταράσσει και ρυπαίνει το περιβάλλον του.

Κατά την διάρκεια των χιλιετηρίδων, πληθυσμοί έζησαν στους κόλπους αυτής καθαυτής της φύσης. Οι τόποι κατοικίας, εργασίας τους βρίσκονταν εντός αυτού του ιδίου πλαισίου. Τα απορρίμματα των δραστηριοτήτων τους, διασκορπισμένα στο περιβάλλον, εύρισκαν επιτόπου τους βιολογικούς εκείνους παράγοντες που ήταν ικανοί να το αναμορφώσουν.

Με την εκβιομηχάνιση όμως αναπτύσσεται το αστικό φαινόμενο. Οι σημαντικές συγκεντρώσεις ατόμων αποβάλλουν τεράστιες ποσότητες στερεών, υγρών, εναέριων, και χημικών σε περιορισμένους χώρους, όπου το ποσοστό συγκέντρωσης τους ξεπερνά τις πιθανότητες απορρόφησης των βιολογικών παραγόντων και βάζει σε κίνδυνο την λειτουργία των μηχανισμών στους οποίους στηρίζεται η σταθερότητα του περιβάλλοντος και η αναπαραγωγή των ζωικών και φυτικών ειδών που το αποτελούν.

Έτσι εμφανίζονται ταυτόχρονα προβλήματα επιτάχυνσης των ρυθμών περιορισμού των φυσικών πόρων και υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Αν πάρουμε υποψιν μας όλα τα ψυγεία, τα πλυντήρια, τις τηλεοράσεις, τα σχολεία, τις θερμάνσεις, τα νοσοκομεία και όλα τα άλλα σε συσχέτιση με τις ανάγκες σε πετρέλαιο, ασφάλι, τσιμέντο, χαρτί, πλαστικό, ξύλο και

άλλες μορφές ύλης και ενέργειας τότε πολύ πιο πριν από μια σοβαρή κρίση στον τομέα της διατροφής ο κόσμος δεν θα είχε πλέον κοιτάσματα, πρώτες ύλες, ατσάλι, ενέργεια αλλά ούτε και νερό, δάση, ατμόσφαιρα που θα είχαν μολυνθεί ή καταστραφεί ανεπανόρθωτα.

Τα νοσογόνα προϊόντα που διαχέονται μέσα στο νερό, στον αέρα, στο χώμα, οι διαδικασίες ανάπτυξης του εκτροφισμού, εξαλείφονται βιολογικά είδη και μπλοκάρονται οι μηχανισμοί μετασχηματισμού των απορριμμάτων, απειλώντας να μετατρέψουν τον πλανήτη σε τεράστιο σκουπιδοτενεκέ.

Ο Κομουερ εξετάζοντας την εξέλιξη μερικών εκατοταδων προϊόντων στις Η.Π.Α δεν δυσκολεύτηκε καθόλου να δείξει ότι εκείνο που άλλαξε είναι πολύ λιγότερο το επίπεδο ικανοποίησης των αναγκών, παρά ο τρόπος ικανοποίησης τους.

Το επίπεδο κατανάλωσης κατά κεφαλή παρέμεινε ουσιαστικά το ίδιο αλλά οι τύποι και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων έχουν αλλάξει σημαντικά.

Τα συνθετικά απορρυπαντικά αντικατέστησαν τα σαπούνια, ενώ ο ατσάλινος και ξύλινος σκελετός παραχώρησαν την θέση του σ στο αλουμίνιο, στο μπετόν και στο πλαστικό.

Τα πλαστικά μπουκάλια μιας χρήσης κερδίζουν σε πρακτικότητα και σε ταχύτητα, ενώ η βιολογική γεωργία χάνεται πίσω στην βιομηχανική, αντικαθιστώντας τα φυσικά λιπάσματα με χημικά και την φυσική αναδάσωση με την εκχέρσωση..

Η επιταγή της μεγιστοποίησης του ατομικού κέρδους οδηγεί στην παραγωγική μηχανή. Παράγουμε με σκοπό την πραγματοποίηση κερδών και δημιουργούμε ανάγκες με σκοπό την παραγωγή.

Μειώνουμε την διάρκεια της φυσικής ζωής των αγαθών, επιταχύνουμε την αχρήστευση τους, αρνούμαστε να τα επισκευάσουμε ή να τα επαναχρησιμοποιήσουμε.

1.4. Κοινοτική Στρατηγική Για Την Διαχείριση

Η ΕΟΚ στοχεύει σε μια ενιαία στρατηγική για την διαχείριση των απορριμμάτων, η οποία συμπεριλαμβάνει και τα επικίνδυνα απόβλητα, ενώ δίνει έμφαση κατά σειρά στις παρακάτω μορφές διαχείρισης :

1. Πρόληψη
2. Ανακύκλωση - Ανάκτηση
3. Καύση
4. Ασφαλής Διάθεση - Ταφή

Η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, όπως έχει υιοθετηθεί από την Κοινότητα, σημαίνει να ικανοποιούνται οι ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις ανάγκες τους. Από τον παρακάτω πίνακα 1 φαίνονται τα ποσοστά εφαρμογής των μεθόδων διάθεσης των απορριμμάτων σε Ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ και Ιαπωνία. Από τον παρακάτω πίνακα 2 φαίνονται οικονομικά στοιχεία σύγκρισης των τριών βασικών μεθόδων διάθεσης. Η ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή υιοθετείται παράλληλα με τις τρεις αυτές μεθόδους

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΧΩΡΑ	ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ (Χ.Υ.Τ.Α.)	ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣ Η	ΚΑΥΣΗ
Γερμανία	70	3	27
Βέλγιο	65	7	24
Γαλλία	54	11	35
Ιρλανδία	100	-	-
Ιταλία	53	10	32
Βρετανία	91	1	8
ΕΟΚ	68,3	5,3	25,1
ΗΠΑ	80	10	10
Ιαπωνία	32,3	3,2	64,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

50.000 κάτοικοι			
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		
	Κόστος επένδυσης μαζί με αξία οικοπέδου	Σχέση υγειονομικής ταφής προς λιπασματοποίηση	
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	81.000.000 Δρχ.	Υ.Τ.	1
ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ	397.000.000 Δρχ.	ΒΙΟΣ	5
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		
	Κόστος ανά τόνο απορριμμάτων	Σχέση υγειονομικής ταφής προς λιπασματοποίηση	
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	730 Δρχ./τόν.	Υ.Τ.	1
ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ	4.800 Δρχ./τόν.	ΒΙΟΣ	6,5
250.000 κάτοικοι			
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		
	Κόστος επένδυσης μαζί με αξία οικοπέδου	Σχέση υγειονομικής ταφής προς λοιπές μεθόδους	
ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ	1.057.000.000 Δρχ.	Υ.Τ.	1
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	400.000.000 Δρχ.	ΒΙΟΣ Τ	2,5
ΚΑΥΣΗ	2.968.000.000 Δρχ.	Υ.Τ. Κ.	1 7,5
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		
	Κόστος ανά τόνο απορριμμάτων	Σχέση υγειονομικής ταφής προς λοιπές μεθόδους	
ΒΙΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ	2.200 Δρχ./τόν.	Υ.Τ.	1
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ	690 Δρχ./τόν.	ΒΙΟΣ Τ	3
ΚΑΥΣΗ	4.500 Δρχ./τόν.	Υ.Τ. Κ.	1 6,5

Οι τιμές αναφέρονται στο 1991. Τα παραπάνω στοιχεία λόγω και των τεχνολογικών εξελίξεων μόνο ως τάση μπορούν να εκληφθούν.

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει, ότι οι Χ.Υ.Τ.Α. αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τρόπο διάθεσης, ενώ παράλληλα έχουν την μικρότερη οικονομική επιβάρυνση.

Η καύση αν και έχει ιδιαίτερα υψηλά κόστη επένδυσης και λειτουργίας βλέπουμε, ότι σε πολλές χώρες κατέχει σημαντικό ποσοστό σαν μέθοδος διάθεσης. Στην χώρα μας αμφισβητείται έντονα η δυνατότητα τεχνολογικού ελέγχου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της καύσης και γι' αυτό δεν έχει γίνει αποδεκτή από τους κύριους φορείς. Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι οι σύγχρονες τεχνολογίες καύσης έχουν βελτιωθεί ιδιαίτερα σε σχέση με το παρελθόν, εξασφαλίζοντας υψηλή σχετική ασφάλεια για το περιβάλλον με αντίστοιχη σχετική μείωση του κόστους λειτουργίας και κατασκευής.

1.5. Κύριοι Άξονες που θα Πρέπει να Διέπουν την Στρατηγική Διαχείρισης των Απορριμμάτων.

Οι άξονες της στρατηγικής διαχείρισης των απορριμμάτων στην Ελλάδα (όπως προκύπτει και από τις υφιστάμενες μελέτες και τις προτάσεις της ΚΕΔΚΕ, του ΤΕΕ και του ΥΠΕΧΩΔΕ) θα πρέπει να κινηθούν ως εξής:

1. Μείωση της παραγόμενης και τελικά διατιθέμενης ποσότητας απορριμμάτων με τους παρακάτω τρόπους :

α) Με την αποφυγή παραγωγής τους.

(Αυτό καθίσταται δυνατό με την ευαισθητοποίηση του κόσμου στο πρόβλημα).

- β) Με την επαναχρησιμοποίηση των υλικών συσκευασίας.**
(γυάλινες φιάλες, πλαστικά κλπ) Σε αυτό θα συμβάλει η αναμενόμενη εναρμόνιση της νομοθεσίας μας με την Ευρωπαϊκή, όπου θα παρέχονται κίνητρα γι' αυτό.
- γ) Με την ανακύκλωση των υλικών.**
Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ανακύκλωση με προγράμματα **διαλογής στην πηγή**, αλλά και σε μεταγενέστερο στάδιο **εργοστάσια διαχωρισμού και ανακύκλωσης**. Τα σημαντικότερα υλικά στα οποία μπορεί να γίνει ανακύκλωση είναι το γυαλί, το χαρτί, το αλουμίνιο, ο λευκοσίδηρος, το PET.
- δ) Με την λιπασματοποίηση (βιοσταθεροποίηση) των οργανικών στοιχείων.**
Η λιπασματοποίηση των απορριμμάτων περιλαμβάνει ένα σύνολο μηχανικών και βιολογικών διεργασιών, που έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (compost). Το βασικό πλεονέκτημα της λιπασματοποίησης είναι, ότι ανακτάται το οργανικό μέρος των απορριμμάτων και μετατρέπεται σε χρήσιμο εδαφοβελτιωτικό. Με εκτεταμένα προγράμματα λιπασματοποίησης στην Ελλάδα μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγει στους χώρους τελικής διάθεσης, αφού το 55% περίπου των απορριμμάτων είναι οργανικά. Επιπλέον το μεγάλο πλεονέκτημα της λιπασματοποίησης είναι, ότι όχι μόνο μπορεί να συνυπάρξει με προγράμματα ανακύκλωσης υλικών, αλλά και ευνοείται από αυτά.
- ε) Με την προώθηση προσπαθειών ενεργειακής εκμετάλλευσης των απορριμμάτων, είτε μέσα από το βιοαέριο, είτε με την παραγωγή RDF από οργανικά απόβλητα.**

Επίσης είναι σημαντικό να εξεταστεί σοβαρά πλέον και η καύση σαν εναλλακτικός τρόπος διάθεσης απορριμμάτων, αφού οι προηγμένες τεχνολογίες καύσης εξασφαλίζουν ασφάλεια και υψηλό λόγο ενεργειακής απόδοσης.

στ) Με την οργάνωση συγχρόνων και ασφαλών χώρων υγειονομικής ταφής που θα πρέπει να αποτελέσουν την σημαντικότερη προτεραιότητα του σχεδιασμού.

2. **Θέσπιση μιας νέας σύγχρονης νομοθετικής ρύθμισης σχετικά με την διαχείριση των απορριμμάτων.** Αυτή είναι προϋπόθεση για την επιτυχία κάθε είδους στρατηγικού σχεδιασμού.

Είναι γεγονός, ότι η νέα νομοθεσία που θα αφορά τις συσκευασίες αναμένεται άμεσα από το ΥΠΕΧΩΔΕ, όμως ήδη έχει καθυστερήσει η επίσημη ανακοίνωση του σχεδίου νόμου (που είναι πάνω από δυο χρόνια "υπό επεξεργασία").

Η νομοθεσία για τα απορρίμματα θα πρέπει απαραίτητα να δημιουργεί κίνητρα (οικονομικές ρυθμίσεις, εργαλεία, περιβαλλοντικοί φόροι, κλπ) για την ανάπτυξη προγραμμάτων ανακύκλωσης, θέτοντας ένα νέο πλαίσιο διαχείρισης, όπου η βιομηχανία, το εμπόριο και ο πολίτης θα αναλαμβάνουν τις ευθύνες τους. Είναι σημαντικό να προβλεφθεί σε αυτήν ο αντικειμενικός καταμερισμός του κόστους διαχείρισης με βάση την αρχή **"ο ρυπαίνων πληρώνει"** σε κάθε είδος απορριμμάτων (οικιακά, βιομηχανικά, τοξικά, νοσοκομειακά). Επίσης θα πρέπει να τεθούν ποσοτικοποιημένοι στόχοι και όχι μόνο ποιοτικοί στόχοι). Το σημαντικότερο δε είναι η εξασφάλιση της υλοποίησης των προτάσεων της νομοθεσίας με την διοργάνωση συστήματος αυστηρών ελέγχων και παρακολούθησης, καθώς και υψηλών προστίμων για αυθαιρεσίες και παρανομίες. Η ίδρυση μιας περιβαλλοντικής υπηρεσίας αστυνόμευσης θα ήταν σημαντικός παράγοντας επιτυχίας κατά τα αμερικάνικα πρότυπα της EPA.

3. Σημαντικό ρόλο για την επιτυχία των στόχων μιας ενιαίας στρατηγικής για τα απορρίμματα βασισμένη πάνω σε μια σύγχρονη νομοθεσία είναι η ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των πολιτών. Εδώ εντάσσεται και η περιβαλλοντική εκπαίδευση στα σχολεία, έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια **συνειδητή περιβαλλοντική συμπεριφορά** των πολιτών και να αποφεύγονται ανεξέλεγκτες καταστάσεις και αδιέξοδα, τα οποία οφείλονται σε ημιμάθεια, παραπληροφόρηση κλπ.

Επιπλέον των αξόνων που θεωρούμε ότι αποτελούν προϋπόθεση μιας επιτυχούς εθνικής στρατηγικής για τα απορρίμματα στον νησιωτικό χώρο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση σε κάποια επιπλέον σημεία. Προτείνονται τα εξής:

1. Για τον νησιωτικό χώρο είναι προϋπόθεση (περισσότερο ακόμη και από τον ηπειρωτικό χώρο) η απόλυτα επιβεβλημένη οργάνωση μικρότερων διοικητικών οντοτήτων (δήμων, κοινοτήτων κλπ) σε μεγαλύτερους, με όλα τα προφανή οφέλη της επιτυγχανόμενης οικονομίας κλίμακας, όσον αφορά την δυνατότητα κεντρικού σχεδιασμού της συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων. Μόνον έτσι θα μπορούμε να μιλάμε για μια ορθολογική διαχείριση με σύγχρονα τεχνικά μέσα αποκομιδής και λογικό κόστος λειτουργίας, καθώς και ευκολότερη επίλυση του προβλήματος της εποχιακής πληθυσμιακής διακύμανσης.
2. Η διάθεση σε κεντρικούς Χ.Υ.Τ.Α. που θα προκύπτουν σαν αποτέλεσμα μιας ολοκληρωμένης μελέτης βέλτιστης διαχείρισης απορριμμάτων για τα νησιά που είναι ενταγμένα σε ένα νησιωτικό σύμπλεγμα γειτονικών νήσων είναι η πιο πρόσφορη λύση διάθεσης των απορριμμάτων.
3. Όσον αφορά την ανακύκλωση, θα πρέπει στην νέα νομοθεσία που θα διέπει την ανακύκλωση των απορριμμάτων και τις συσκευασίες να

δοθεί ειδική μέριμνα στα νησιά, έτσι ώστε να υπάρχουν ιδιαίτερα ειδικά οικονομικά κίνητρα για προσπάθειες προγραμμάτων ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή σε αυτά, ώστε να καλύπτονται τα υψηλά κόστη μεταφοράς των ανακυκλώσιμων υλικών και να καθίσταται οικονομικά βιώσιμο το πρόγραμμα. Τα προγράμματα ανακύκλωσης θα πρέπει να σχεδιάζονται και να υλοποιούνται από κεντρικούς φορείς σε κάθε νησί και να εποπτεύονται από συντονιστικά όργανα ανά νησιωτικό σύμπλεγμα.

4. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην εγκατάλειψη της ανεξέλεγκτης απόρριψης και είτε να μετατραπούν οι χώροι αυτοί σε Χ.Υ.Τ.Α., είτε να γίνουν αποκαταστάσεις των τωρινών χώρων.
5. Η ασφαλής καύση αν και αμφισβητείται ως μέθοδος στην Ελλάδα θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά, αν θα πρέπει να αποτελέσει εναλλακτική μέθοδο διάθεσης σε κάποιες περιπτώσεις νησιών. Η σύγχρονη τεχνολογία (πυρόλυση κλπ) παρέχει εχέγγυα για την ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτή λειτουργία τέτοιων εργοστασίων καύσης ακόμη και για μικρούς πληθυσμούς. Το γεγονός, ότι στην Ιαπωνία αποτελεί τον κυρίαρχο τρόπο διάθεσης των απορριμμάτων (εκεί λειτουργούν και μικρότερες μονάδες), είναι ενδεικτικό των πλεονεκτημάτων της μεθόδου, ιδιαίτερα για τα νησιά ή χώρους περιορισμένης έκτασης. Επειδή τα τελευταία χρόνια πολλές φορές οι φορείς γίνονται αποδέκτες προτάσεων για κατασκευή τέτοιων εργοστασίων από εταιρείες με αυτοχρηματοδότηση, αυτό δίνει την δυνατότητα να ξεπεραστεί η δυσκολία της υψηλής αρχικής επένδυσης.
6. Η ενσωμάτωση και κατασκευή σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ) είναι απαραίτητο στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη και να χρησιμοποιηθεί σε κάθε κεντρικό σύστημα διαχείρισης

απορριμμάτων. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες ΣΜΑ, όπως απλά container, container οριζόντια ή κάθετα με ενσωματωμένη πρέσσα, πρέσσες δεματοποίησης απορριμμάτων, container με κυλιόμενο δάπεδο κλπ. Έτσι για γειτονικά, κοντινά νησιά θα μπορούσε να εξεταστεί η κεντρική διαχείριση με έναν ή περισσότερους κεντρικούς Χ.Υ.Τ.Α. και διάσπαρτους ΣΜΑ.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εξέταση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης (Χ.Υ.Τ.Α. και ΣΜΑ) διαφόρων τύπων και η επιλογή της βέλτιστης λύσης.

1.6. Διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας

Στη περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος σήμερα, παράγονται 300.000 χιλιάδες τόνοι αστικών απορριμμάτων κάθε χρόνο. Επιπλέον παρατηρείται συνεχής αύξηση της ποσότητας των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων εφόσον δεν έχουν αναλυθεί προς το παρόν δράσεις πρόληψης ή μείωσης αυτών. Από τις 3000.000 χιλιάδες τόνους αστικών αποβλήτων μόνο οι 50.000 χιλιάδες τόνοι διατίθενται σε οργανωμένο χώρο διάθεσης απορριμμάτων όπως ορίζει η σχετική νομοθεσία και ειδικότερα στο χώρο υγειονομικής ταφής

απορριμμάτων του Δήμου Πατρών. Οι υπόλοιποι 250.000 χιλιάδες τόνοι διατίθενται ανεξέλεγκτα. Μόνο στους τρεις νόμους της περιφέρειας έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα από την διεύθυνση περιβάλλοντος και χωροταξίας της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας 120 ανεξέλεγκτες χωματερές από τις οποίες 61 στο Νομό Αχαΐας, 37 στο νομό Αιτωλοακαρνανίας και 25 στο Νομό Ηλείας.

Μέχρι σήμερα έχουν εκπονηθεί και εγκριθεί και στους τρεις νομούς της περιφέρειας οι προβλεπόμενοι από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία σχεδιασμοί διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Για το Νομό Αιτωλοακαρνανίας ο εγκεκριμένος σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Α' Φάση) προβλέπει την κατασκευή τεσσάρων Χ.Υ.Τ.Α, ενός εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης-λυπασματοποίησης και παραγωγής καύσιμου υλικού καθώς και δυο χώρους διάθεσης αδρανών σε συνδυασμό με το απαιτούμενο δίκτυο σταθμών μεταφόρτωσης. Στο Νομό Αχαΐας υπάρχει εγκεκριμένος σχεδιασμός διαχείρισης των στερεών αποβλήτων ο οποίος όμως χρήζει αναθεώρησης. Η μελέτη για την αναθεώρηση του καθώς και η μελέτη για τους φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων του Νομού Αχαΐας έχει προενταχτεί στο ΕΠΤΑ με 10.000.000 δραχμές η καθεμιά. Το υφιστάμενο πλαίσιο σχεδιασμού προβλέπει την κατασκευή τεσσάρων Χ.Υ.Τ.Α και μιας μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης-λυπασματοποίησης. Για το Νομό Ηλείας ο εγκεκριμένος σχεδιασμός (Φάση Α') προβλέπει την κατασκευή μιας μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης-κομποστοποίησης, ενός κέντρου ανακυκλώσιμων υλικών και δυο χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων σε συνδυασμό με το απαιτούμενο δίκτυο σταθμών μεταφόρτωσης.

Δυστυχώς στην πλειονότητα των περιπτώσεων παρατηρείται υστέρηση στην εφαρμογή όσων προβλέπονται στους Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς και ειδικότερα στην επιλογή των χώρων για την εγκατάσταση των απαιτούμενων έργων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. (Β' Φάση Σχεδιασμού). Η υστέρηση αυτή οφείλεται κύρια στην έλλειψη αποδοχής των επιλεγέντων θέσεων από τους πολίτες και επιτείνεται από τη σύγχυση που επικρατεί μεταξύ ανεξέλεγκτης απόρριψης και υγειονομικής ταφής.

Αυτό γίνεται άμεσα αντιληπτό λαμβάνοντας υπόψη ότι από τους δέκα χώρους υγειονομικής ταφής μη επικινδύνων (αστικών και προσομοιωμένων προς αυτά) απορριμμάτων που πρέπει να κατασκευαστούν για να λυθεί το πρόβλημα της διάθεσης των στερεών αποβλήτων στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας,

σύμφωνα με τους εγκεκριμένους Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς, μόνο τρεις θέσεις έχουν προέγκριση χωροθετησης.

Ειδικότερα, στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας έχει δοθεί προέγκριση χωροθετησης για κατασκευή χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων σε θέση του δημοτικού διαμερίσματος Βλαχομανδρας δήμου Ναυπάκτου για την εξυπηρέτηση έξι δήμων και δυο προεγκρίσεις χωροθετησης στο Νομό Αχαΐας, μια σε περιοχή του δημοτικού διαμερίσματος Φλόκα δήμου Ωλένιας για την εξυπηρέτηση εννέα δήμων και μια σε περιοχή του δημοτικού διαμερίσματος Χρυσάμπελων δήμου Αιγείρας για την Εξυπηρέτηση τριών δήμων,

Είναι σαφές ότι δεν είναι δυνατόν να προχωρήσουν οι αποκαταστάσεις των υφιστάμενων χωματερών, όπως ορίζει η νομοθεσία, όταν συνεχώς δημιουργούνται νέοι ανεξέλεγκτοι σκουπιδότοποι. Δεν μπορούν να κατασκευασθούν δίκτυα σταθμών μεταμόρφωσης, ώστε να μειωθεί το κόστος της διαχείρισης, όταν δεν υπάρχουν οι τελικοί χώροι διάθεσης των απορριμμάτων. Και όλα αυτά όταν σε σύντομο χρονικό διάστημα η Τοπική Αυτοδιοίκηση πρέπει να αντιμετωπίσει και άλλα θέματα που συνδέονται με ειδικής φύσεως απόβλητα όπως είναι σε αδρανή, τα νοσοκομειακά, τα χρησιμοποιημένα ελαστικά, οι συσσωρευτές κ.ο.κ.

Για την υλοποίηση ολοκληρωμένων σχεδιασμών διαχείρισης απορριμμάτων που άπτονται όλου του φάσματος της διαχείρισης των απορριμμάτων, δηλαδή την προσωρινή αποθήκευση, τη συλλογή, τη μεταφορά, τη μεταμόρφωση, την αξιοποίηση και τέλος την ασφαλή διάθεση των πάσης φύσεως στερεών αποβλήτων απαιτείται η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης επικοινωνιακής στρατηγικής, που θα συμβάλλει στην από κοινού προσπάθεια της πολιτείας με τα όργανα της τοπικής αυτοδιοίκησης και τους πολίτες για την αντιμετώπιση του κρίσιμου αυτού προβλήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Διάθεση / Είδη Στερεών Αποβλήτων

A thing is right when it tends to preserve the integrity, stability, and beauty of the biotic community. It is wrong when it tends otherwise.

Aldo Leopold
A Sand County Almanac, 1949

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Είδη / Διάθεση Απορριμμάτων**2.1. Είδη αποβλήτων**

Απόβλητα: Ουσίες, οργανισμοί ή ενέργεια τα οποία στον παρόντα τόπο και χρόνο είναι ανεπιθύμητα (δηλαδή ο κάτοχος θέλει, πρέπει ή υποχρεούται να τα απορρίψει) επειδή:

- ο δεν έχουν οικονομική αξία και δεν υπάρχει προσδοκία να αποκτήσουν, ή
- ο το κόστος της επεξεργασίας τους υπερβαίνει το κόστος απόρριψης

Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως "απόβλητο" δεν εξαρτάται μόνον από τις ιδιότητές της αλλά και από:

- (α) τις οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται)
- (β) το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών)
- (γ) τη νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης)

Στερεά απόβλητα: Όλα τα απόβλητα με εξαίρεση:

- (α) Απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιολογικό ποσοστό αιωρούμενων ρύπων
- (β) Τους αέριους ρύπους (π.χ. καυσαέρια αυτοκινήτων)

Τα *στερεά απόβλητα* περιλαμβάνουν:

- ο Αστικά απορρίμματα
- ο Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ουσιών) απόβλητα χημικών βιομηχανικών και βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας
- ο Απόβλητα γεωργικών εκμεταλλεύσεων
- ο Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων
- ο Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα)
- ο Απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων
- ο Πλείς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων
- ο Απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων
- ο Απόβλητα νοσοκομείων (μολυσματικά)

2.2. Συνήθη Είδη Στερεών Αποβλήτων

1. Αδρανή στερεά απόβλητα (μή ελεγχόμενα)

- ο Υλικά συνήθων οικοδομικών κατεδαφίσεων
- ο Προϊόντα εκσκαφών (σε ξηρά και θάλασσα)
- ο Άγωνα ορυχείων (χωρίς τοξικούς ρύπους)

2. Ελεγχόμενα στερεά απόβλητα

- ο Συνήθη αστικά και εμπορικά απορρίμματα.

Ως τέτοια θεωρούνται τα άχρηστα προϊόντα που προέρχονται από κατοικίες, προϊόντα της οικιακής καθαριότητας, τα

κατάλοιπα τροφών, τα υλικά συσκευασίας τροφών, και επιπλέον τα υπολείμματα οποιασδήποτε προέλευσης τα οποία έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τα παραπάνω και έχουν να κάνουν με τον καθημερινό βίο του ανθρώπου. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα απορρίμματα των οδών, των κήπων και των κατοικιών, τα οποία συγκεντρώνονται από την δημοτική αρχή.

Πριν την συνέχεια της κατηγοριοποίησης αναφέρουμε πιο αναλυτικά την σύσταση των οικιακών απορριμμάτων ως μια σημαντική υποκατηγορία στα συνήθη αστικά απορρίμματα.

Σύσταση Οικιακών Απορριμμάτων

Η σύσταση των οικιακών απορριμμάτων παίζει πρωταρχικό ρόλο τόσο για την επιλογή μεθόδων ή συστημάτων διάθεσης, όσο και για τον έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Η σύσταση τους ποικίλει ανάλογα την περιοχή και το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων. Στην ίδια περιοχή η σύσταση των απορριμμάτων μεταβάλλεται με την πάροδο των ετών, αλλά και μέσα στο ίδιο έτος με την εναλλαγή των εποχών.

Τα **οικιακά απορρίμματα** περιέχουν τις εξής κατηγορίες υλικών :

1. Χαρτικά Είδη

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα προϊόντα από χαρτί , έντυπα, υλικά συσκευασίας κ.α.

2. Οργανικά Υλικά

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα κατάλοιπα τροφών και τα λαχανικά.

3. Μεταλλικά Είδη

Όλα τα μέταλλα , σιδηρούχα και μη.

4. Υαλικά

Όλα τα είδη γυαλιού σε οποιαδήποτε χρώμα και σχήμα.

5. Πλαστικά

Όλα τα είδη που από την εμφάνισή τους και χωρίς καμία ανάλυση δείχνουν ότι είναι πλαστικά.

6. Υφάσματα, Ξύλα, Δερμάτινα Και Ελαστικά.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα παραπάνω υλικά τα οποία δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για βελτιωτικό εδάφους αλλά είναι κατάλληλα για καύση.

7. Αδρανή

Περιλαμβάνονται τα κεραμικά, οι πέτρες, η πορσελάνη. Τα υλικά αυτά δεν μπορούν να καούν, ούτε να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βελτιωτικού εδάφους, αλλά ούτε και να επαναχρησιμοποιηθούν.

8. Υπόλοιπα

Η κατηγορία αυτή αποτελείται από υλικά που δεν ανήκουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες.

Στον παρακάτω πίνακα 3 φαίνεται μια τυπική σύσταση των αστικών απορριμμάτων όπου περιλαμβάνονται οι κυριότερες ομάδες συστατικών.

• **Τυπική Σύσταση Οικιακών Απορριμμάτων (ΠΙΝΑΚΑΣ 3)**

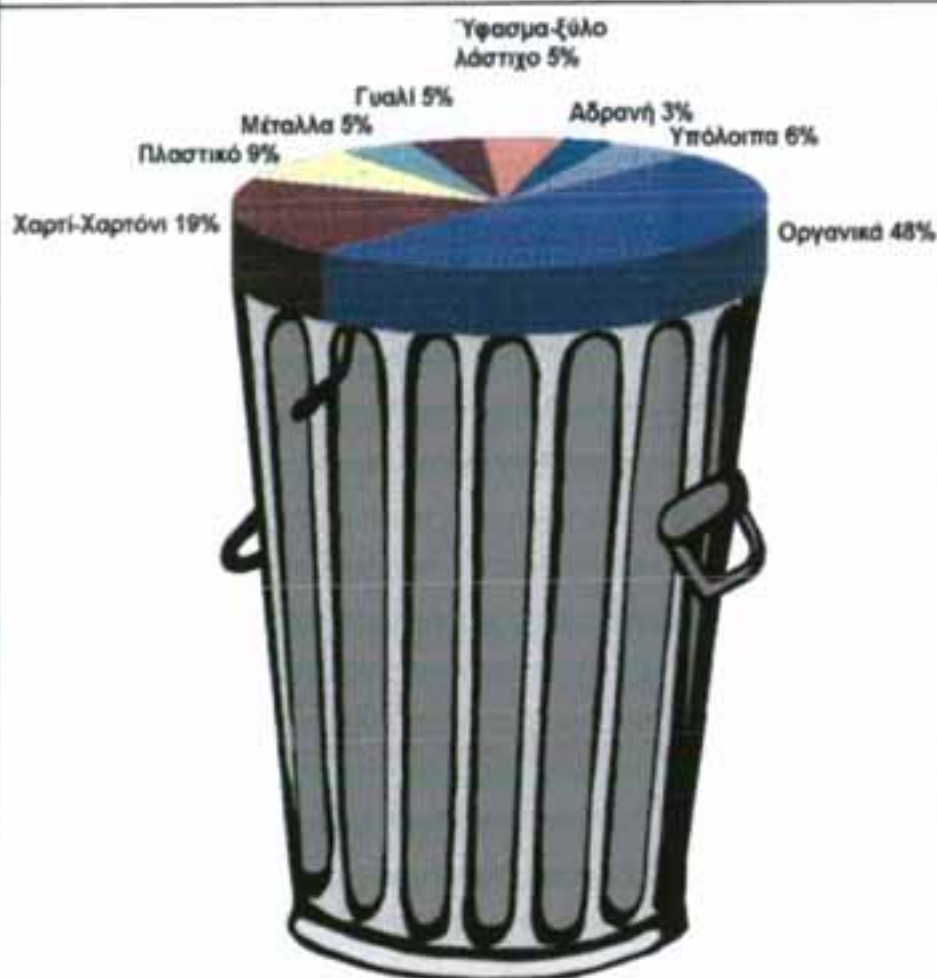
Συστατικό	Περιεκτικότητα κατά βάρος (%)
Υπόλοιπα τροφών	12
Χαρτικά είδη	50
Ξύλινα είδη	2
Υφασμάτινα είδη	2
Εδαφικά είδη	9
Μεταλλικά είδη	8
Πλαστικά	3
Κεραμικά και υάλινα είδη	10
Τοξικά συστατικά	1

Η ποσότητα των απορριμμάτων ποικίλει στις διάφορες περιοχές και εξαρτάται από τον τρόπο ζωής και κυρίως από το βιοτικό επίπεδο διαβίωσης. Όπως προκύπτει από τον πίνακα η ποσότητα συμβαδίζει με το βιοτικό επίπεδο. Για τις ελληνικές συνθήκες τα απορρίμματα υπολογίζονται από 0,8 έως 1,0 kg/ατ ημερησίως. Στην χώρα μας, την πρώτη θέση σε ποσοστά, τα οποία πολλές φορές ξεπερνούν το 60%, κατέχουν τα υπολείμματα της κουζίνας. Επίσης, υψηλό είναι και το ποσοστό σε πλαστικό (7%). Αυτό βέβαια οφείλεται στο σύστημα συλλογής με πλαστικές σακούλες αλλά και στην αλλαγή της συσκευασίας, η οποία έχει παρουσιαστεί στην χώρα μας. Αντίθετα σε χαμηλά ποσοστά βρίσκεται το γυαλί (3%) γιατί οι γυάλινες φιάλες των αναψυκτικών και της μπίρας είναι ακόμη πολλαπλής χρήσης. Τα αστικά απορρίμματα περιέχουν πολλά ετερογενή υλικά, και η σύστασή τους μπορεί να ποικίλει από πόλη σε πόλη ή κατά τις διάφορες εποχές του έτους. Επίσης η σύσταση των απορριμμάτων μεταβάλλεται χρόνο με το χρόνο, καθώς αλλάζουν οι καταναλωτικές μας συνήθειες. Η μέση σύσταση των απορριμμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα 4 και σχηματικά στο Διάγραμμα.

Πίνακας 4 : Μέση σύσταση των αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα κατά το 1994.

Διάγραμμα : Μέση σύσταση των αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα κατά το 1989 και το 1994.

Υλικό	1989 (%)	1994 (%)
Οργανικά (υπολείμματα τροφίμων, απορρίμματα κήπου κλπ.)	55	49
Χαρτί-Χαρτόνι	20	20
Πλαστικό	10	8,5
Μέταλλα	4	4,5
Γυαλί	3	4,5
Υφασμα-ξύλο-λάστιχο	3	5
Αδρανή	1	3
Υπόλοιπα	4	5,5



Πηγή : Ανακύκλωση χρησιμοποιών υλικών στην Ελλάδα. Τεχνική Έκθεση, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996, Αθήνα

- **Μη-τοξικά ελεγχόμενα απόβλητα**
 - Ιλεις από την επεξεργασία αστικών λυμάτων
 - Απόβλητα συνήθων γεωργικών εκμεταλλεύσεων
 - Ορισμένα άγωνα ορυχείων (χωρίς τοξικούς ρύπους)
 - Απόβλητα μονάδων παραγωγής ενέργειας (άγωνα λιγνιτωρυχείων)
- **Τοξικά ελεγχόμενα απόβλητα**
 - Απόβλητα χημικών βιομηχανιών
 - Ορισμένα απόβλητα ορυχείων
 - Απόβλητα που περιέχουν τοξικούς/επικίνδυνους ρύπους

("Μαύρος" και "γκρι" κατάλογος ρύπων της Ε.Ε.)

2.3. Τοξικότητα Ρύπων

- Δεν υπάρχει απολύτως ασφαλές όριο έκθεσης σε χημικές ουσίες (ρύπους)
- Συνεπώς όλες οι χημικές ουσίες είναι δυνητικά (υπό όρους) τοξικές (π.χ. αλάτι, σε μεγάλη ποσότητα)
- Η τοξικότητα μιας ουσίας μετράται μέσω του παράγοντα LD50 (Lethal Dosage 50%), δηλαδή της δόσης που προκαλεί τον θάνατο (σε σύντομο χρονικό διάστημα) στο 50% των οργανισμών
- Οι ουσίες που θεωρούνται ως πάρα πολύ τοξικές περιλαμβάνονται στο "Μαύρο Πίνακα" (Black List) και οι πολύ τοξικές στον "Γκριζο Πίνακα" (Grey List) της Ε.Ε.

- Εκτός από την "οξεία" τοξικότητα υπάρχει και η "χρόνια" τοξικότητα της οποίας τα αποτελέσματα δεν είναι εύκολο να αποτιμηθούν

Η τοξικότητα των ρύπων οφείλεται στους εξής λόγους:

- ο Δυνατότητα συγκέντρωσης εντός των οργανισμών (π.χ. απόθεση καισίου στα οστά, ιωδίου στον θυροειδή, κλπ)
- ο Χημική τοξικότητα (π.χ. αρσενικό)
- ο Δυνατότητα καρκινογένεσης ή τερατογένεσης
- ο Ευφλεκτότητα ή εκρηξιμότητα
- ο Ερεθισμός των οργανικών ιστών
- ο Διαβρωσιμότητα (π.χ. οξέα)
- ο Ραδιενέργεια

Τυπικές κατηγορίες τοξικών ρύπων:

- ο Βαρέα και λουπά τοξικά μέταλλα (π.χ. μόλυβδος, υδράργυρος, χαλκός, νικέλιο, χρώμιο, κάδμιο, κλπ)
- ο Λοιποί ανόργανοι τοξικοί ρύποι (π.χ. αρσενικό, κυανίδια, θειούχα)
- ο Τοξικά, εκρηκτικά και ασφυκτικά αέρια (διοξίνες, μεθάνιο, CO)
- ο Άσβεστος (αμίαντος) και λουπά λεπτο-ινώδη υλικά
- ο Καύσιμα
- ο Οργανικοί τοξικοί ρύποι, όπως αλιφατικές, αρωματικές, πολυαρωματικές και χλωριούχες οργανικές ενώσεις (π.χ. βαρέα έλαια, ασφαλτικά, χλωριωμένοι διαλύτες, φυτοφάρμακα)
- ο Βιολογικοί ρύποι (π.χ. παθογόνοι μικρο-οργανισμοί)
- ο Ραδιενεργοί ρύποι

2.3.1. Με βάση την τοξικότητα και τον τρόπο διάθεσης

1. Ελεγχόμενα στερεά απόβλητα

- Απαιτείται ειδική άδεια για τη διακίνηση και την απόθεσή τους
- Με βάση την προέλευση διακρίνονται σε:
 - αστικά απορρίμματα
 - απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων
 - βιομηχανικά/χημικά απόβλητα
- Με βάση τον τρόπο διάθεσης διακρίνονται σε:
 - Αδρανή (υλικά εκσκαφών και οικοδομικών κατεδαφίσεων)
 - Επικίνδυνα (τοξικά, εύφλεκτα, διαβρωτικά, εκρηκτικά, βιολογικά, μολυσματικά)
 - Λοιπά (μη-επικίνδυνα)
 - Ειδικά απόβλητα (βαρέα μέταλλα, ραδιενεργά)

2. Μή-ελεγχόμενα στερεά απόβλητα

- Δεν απαιτείται ειδική άδεια για τη διακίνηση και την απόθεσή τους
- Ο χαρακτηρισμός συνήθως εξαρτάται από τον παραγόμενο όγκο
- Με βάση την προέλευση διακρίνονται σε:
 - Γεωργικά απόβλητα (όχι όλα)
 - Άγωνα ορυχείων - μεταλλείων (όχι όλα)
 - Υλικά εκσκαφών και οικοδομικών κατεδαφίσεων (όχι όλα)

2.4. Τρόποι Διάθεσης Στέρεων Αποβλήτων

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι τεχνολογίες διαχείρισης αστικών αποβλήτων δεν είναι απαλλαγμένες από μειονεκτήματα και δεν μπορούν να εφαρμοστούν όλες σε όλα τα υλικά των αποβλήτων αδιακρίτως, οι διαφορές χωρίζονται βασικά σε δυο κατηγορίες, της βιολογικής και της θερμικής επεξεργασίας

Βασικές αρχές της διάθεσης αποβλήτων:

- Η διάθεση των αποβλήτων γίνεται με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο
- Ο ρυπαίνων πληρώνει
- Ο αποδεχόμενος τα απόβλητα λαμβάνει αντισταθμιστικά οφέλη

Οι βασικοί μέθοδοι διάθεσης στέρεων αποβλήτων είναι οι εξής :

1. Ανακύκλωση
2. Καύση (απλή ή με παραγωγή ενέργειας)
3. Βιο-σταθεροποίηση (composting)
4. Ταφή σε ειδικούς χώρους
 - Αστικά απορρίμματα: ΧΥΤΑ
 - Αδρανή στερεά απόβλητα
 - Επικίνδυνα στερεά απόβλητα (ειδικοί χώροι)

2.4.1. Ανακύκλωση Των Αστικών Απορριμμάτων

Ανακυκλώσιμα υλικά: χαρτί, γυαλί, μέταλλα, ορισμένα είδη πλαστικών

Στόχοι της ανακύκλωσης:

- Η μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με απορρίμματα (ιδίως μή-ζυμώσιμα)
- Η εξοικονόμηση πόρων (χρήμα, πρώτες ύλες και ενέργεια)

- Εξοικονόμηση ενέργειας κατά την ανακύκλωση:

Γυαλί: 30% Πλαστικό: 60%

Χαρτί: 50% Αλουμίνιο: 95%

- Μείωση του κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης

Προϋποθέσεις συστήματος ανακύκλωσης:

- Συλλογή κάθε είδους υλικού σε χωριστούς κάδους
- Ύπαρξη αγοράς των ανακυκλώσιμων υλικών (ώστε να υπάρξει οικονομικό όφελος για τη χρηματοδότηση του προγράμματος)
- Ενεργός συμμετοχή των κατοίκων
- Επαρκείς ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών
- Ορθή χωροθέτηση των κάδων συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών

Ενίσχυση της ανακύκλωσης με Μηχανική Διαλογή από τα κοινά απορρίμματα πριν από τη διάθεση σε ΧΥΤΑ.

- Απόδοση μηχανικής διαλογής:

30-50% του βάρους των απορριμμάτων μπορεί να ανακτηθεί.

- Στάδια μηχανικής διαλογής:

- (α) Τεμαχισμός (άνοιγμα σάκων, κιβωτίων)
- (β) Κοσκίνισμα (για διαχωρισμό ογκωδών υλικών)
- (γ) Μαγνητικός διαχωρισμός (για ανάκτηση μετάλλων)
- (δ) Αεροδιαχωρισμός (για ανάκτηση χαρτιού και πλαστικού)

- Η ποσότητα που παραμένει αποτελείται κυρίως από ζυμώσιμα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή compost (βελτιωτικό του εδάφους) ή για καύση.

Οικονομικά στοιχεία Μονάδας Μηχανικής Διαλογής (ΜΜΔ):

- (α) Κόστος επένδυσης:

Δυναμικότητα	10	τόνων/ώρα:	0.5-0.7	MECU
Δυναμικότητα	30	τόνων/ώρα:	1.2-5.0	MECU
Σημείωση:	Η μονάδα των 30 t/ώρα επιτυγχάνει μεγαλύτερο ποσοστό διαλογής.			

- (β) Κόστος λειτουργίας: 45-60 ECU ανά τόνο απορριμμάτων

2.4.2 Καύση Στερεών Αποβλήτων

Η καύση μπορεί να εφαρμοσθεί στα εξής είδη στερεών αποβλήτων:

- ο Αστικά απορρίμματα
- ο Απορρίμματα εμπορικών δραστηριοτήτων
- ο Νοσοκομειακά (μολυσματικά) απόβλητα
- ο Πλείς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων

Κατά την καύση παράγονται τα εξής:

- ο CO₂ - H₂O - CO
 - ο Όξινα αέρια (H₂S, SO₂, SO₃, HCl, NO, NO₂)
 - ο Διοξίνες και άλλοι υδρογονάνθρακες: Τοξικοί ρύποι που παράγονται όταν τα αέρια προϊόντα της καύσης δεν ψυχθούν (< 300ο C) γρήγορα Αποτελούν τους πλέον τοξικούς ρύπους.
 - ο Καπνός και σκόνη (στερεά ανόργανα σωματίδια)
 - ο Βαρέα μέταλλα (Μόλυβδος, Κάδμιο, Υδράργυρος)
 - ο Στάχτη που παραμένει εντός της μονάδας καύσης (περιλαμβάνει περί το 1% βαρέα μέταλλα)
- Το παραγόμενο αέριο υφίσταται επεξεργασία για την κατακράτηση της σκόνης/καπνού (π.χ. με ηλεκτροστατικά φίλτρα) και την κατακράτηση των αερίων ρύπων (όξινα αέρια, διοξίνες, υδρογονάνθρακες κλπ)
 - Μέγιστο αποδεκτό όριο διοξινών/υδρογονανθράκων στο απελευθερούμενο αέριο στην Ε.Ε.: 10 ng ανά m³ αερίου
 - Το παραγόμενο CO₂ αποτελεί ατμοσφαιρικό ρύπο (φαινόμενο θερμοκηπίου)

- Τα παραμένοντα στερεά (σκόνη, καπνός και στάχτη) διατίθενται σε ειδικές "χωματερές". Αποτελούν το 15-30% του αρχικού βάρους των απορριμμάτων.

Παραγωγή ενέργειας κατά την καύση: (μέσω εναλλάκτη θερμότητας των καυσαερίων και παραγωγή ατμού).

$$E = 0.051 [F + 3.6 (CP)] + 0.352 (PLR)$$

όπου: E = παραγόμενη ενέργεια (MJ/kg), F = ποσοστό (%) ζυμώσιμων.

CP = ποσοστό (%) χαρτιού και κυτταρίνης

PLR = ποσοστό (%) πλαστικών και ελαστικών.

- ο Συνήθης παραγωγή ενέργειας: 1000-2000 Kcal/kg (για σύγκριση: πετρέλαιο ντίζελ = 10500 Kcal/kg)
- ο Η παραγόμενη ενέργεια (300-350 KWh) ανά τόνο απορριμμάτων ισοδυναμεί με 150 lt πετρελαίου

Φάσεις καύσης αστικών απορριμμάτων:

1. Ξήρανση σε θερμοκρασία 100ο C περίπου

- Απομάκρυνση της υγρασίας (αποτελεί το 25-65% του βάρους)

2. Εξαέρωση με θέρμανση σε θερμοκρασία 250ο C

- Απομάκρυνση των πτητικών υλών

3. Έναυση με διατήρηση θερμοκρασίας 500-600ο C

- Συνήθως απαιτείται η προσθήκη πετρελαίου στον αποτεφρωτήρα
- Παραγωγή CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, SO₃, HCl

4. Αποτέφρωση με θέρμανση σε 800-1100ο C

- Πλήρης οξείδωση των καυσαερίων
- Η παραγόμενη θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται και για την ξήρανση των απορριμμάτων
- Τα παραγόμενα καυσαέρια ψύχονται ταχέως (κάτω από τους 300ο C) για την αποφυγή παραγωγής διοξινών.
- Η απομάκρυνση της σκόνης και του καπνού γίνεται με φυγοκέντριση και ηλεκτροστατικά φίλτρα.
- Η απομάκρυνση του HCl γίνεται με προσθήκη υδροξειδίου του ασβεστίου

Οικονομικά στοιχεία:

- Το κόστος ποικίλει αναλόγως της δυναμικότητας της μονάδας, της μεθόδου καύσης και της επεξεργασίας των αερίων ρύπων.
- Ενδεικτικές τιμές κόστους επένδυσης:
 - ο 0.7-1.1 MECU για κάθε τόνο απορριμμάτων ανά ώρα (δυνατότητα καύσης) σε περίπτωση απλής αποτέφρωσης χωρίς ανάκτηση ενέργειας
 - ο 1.0-1.5 MECU για κάθε τόνο απορριμμάτων ανά ώρα (δυνατότητα καύσης) με ανάκτηση της ενέργειας

Κόστος λειτουργίας:

- ο 40-90 ECU ανά τόνο απορριμμάτων
- ο Τα έσοδα από την ανάκτηση ενέργειας φθάνουν το 10-50% του λειτουργικού κόστους

Η καύση είναι σχετικώς συμφέρουσα σε μονάδες εξυπηρέτησης τουλάχιστον 100.000 κατοίκων.

Πλεονεκτήματα:

- ο Ταχεία μέθοδος
- ο Σημαντική μείωση του όγκου των απορριμμάτων
- ο Παραγωγή ενέργειας από την καύση
- ο Χαμηλό κόστος λειτουργίας
- ο Κάλυψη μικρής έκτασης
- ο Δεν υπάρχει ανάγκη μακροχρόνιας παρακολούθησης της συμπεριφοράς

Μειονεκτήματα:

- ο Υψηλό κόστος κατασκευής
- ο Μονάδες υψηλής τεχνολογίας
- ο Κίνδυνος διαφυγής τοξικών αερίων (διοξίνες)
- ο Παραγωγή CO₂ (φαινόμενο θερμοκηπίου).

2.4.3. Βιο-Σταθεροποίηση των Απορριμμάτων (Composting)

-
- Μέθοδος ανάκτησης των οργανικών υλών των απορριμμάτων με προοπτική χρήσης ως λιπάσματος στη γεωργία.

- Όλα τα οργανικά υλικά των απορριμμάτων (ποσοστό 20-60% της μάζας) είναι βιο-αποδομήσιμα .
- Η βιο-σταθεροποίηση γίνεται με αερόβια ζύμωση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων .
- Προϋπόθεση είναι ο διαχωρισμός των οργανικών υλών από τις λοιπές (μέταλλα, γυαλί, πλαστικό, γαίες, στάχτη). Άρα: συνδυασμός με ανακύκλωση.
- Ο βαθμός της ζύμωσης εξαρτάται από:

(α) Την αναλογία (άνθρακα)/(άζωτο) του υλικού. Βέλτιστη τιμή 0.40-0.60.

- Οι αζωτούχες ενώσεις αποτελούν τροφή των μικροοργανισμών.
- Η αποδόμηση του άνθρακα αποτελεί πηγή ενέργειας (θερμότητα) για την διατήρηση της ζύμωσης.

(β) Τη διαθεσιμότητα οξυγόνου στη μάζα των απορριμμάτων.

(γ) Το pH. Τιμές του pH εκτός του εύρους 6.5-8 μπορεί να είναι τοξικές για τους μικρο-οργανισμούς

Φάσεις της βιο-σταθεροποίησης:

1. Λανθάνουσα: Βαθμιαία ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Διάρκεια μερικές ημέρες. Η θερμοκρασία αυξάνει ελαφρώς έως τους 20-25ο C.
2. Αυξητική: Κύρια φάση της ζύμωσης. Η θερμοκρασία αυξάνει έως τους 60ο C. Διάρκεια 1-2 εβδομάδες.

3. **Θερμοφιλική:** Ο ρυθμός της ζύμωσης έχει σταθεροποιηθεί. Η θερμοκρασία διατηρείται περί τους 60ο C. Διάρκεια 1-2 εβδομάδες. Εάν η φάση αυτή διατηρηθεί περαιτέρω, μειώνεται η σχέση (οργανικών)/(ανόργανα άλατα) και η βελτιωτική αξία του προϊόντος υποβαθμίζεται.
4. **Ωρίμανση:** Το υλικό διασπείρεται σε μεγάλες επιφάνειες στο έδαφος και αερίζεται με μηχανική αναμόχλευση. Διάρκεια 3-8 εβδομάδες.

Τεχνολογίες βιο-σταθεροποίησης:

1. Συστήματα βραδείας βιο-σταθεροποίησης

- Μηχανική διαλογή του οργανικού κλάσματος
- Απόθεση σε σωρούς ύψους 1-2 μέτρων και εύρους 4-5 μέτρων. Διάταξη των σωρών παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου για καλό αερισμό. Ανακίνηση και ύγρανση επί 6-8 εβδομάδες (φάσεις 1, 2 και 3).
- Διασπορά για την ωρίμανση (4 εβδομάδες περίπου).
- Απαιτούμενη επιφάνεια (σε m²) = (0.8-1.1)A_ε

όπου A = ετήσια ποσότητα απορριμμάτων σε τόνους

2. Συστήματα επιταχυνόμενης βιο-σταθεροποίησης

- Μηχανική διαλογή του οργανικού κλάσματος
- Εισαγωγή των απορριμμάτων στην οροφή στήλης (σιλό) ύψους 15-20 μέτρων και βαθμιαία κίνηση προς τα κάτω με ύγρανση και αναμόχλευση. Η διάρκεια των φάσεων 1-3 της ζύμωσης είναι 1-6 εβδομάδες.
- Διασπορά για την ωρίμανση (4 εβδομάδες περίπου)

Κόστος μονάδας επιταχυνόμενης βιο-σταθεροποίησης (ΠΙΝΑΚΑΣ 5)

(α) Κόστος επένδυσης

Δυναμικότητα απορ/άτων (τόνοι/έτος)	Κόστος / MECU
6.000	1,0-1,2
13.000	1,2-1,4
20.000	2,0-2,2

(β) Κόστος λειτουργίας: 15-70 ECU ανά τόνο απορριμμάτων

(γ) Οικονομικό όφελος:

Τα έσοδα από πώληση του compost φθάνουν το 10-15% του λειτουργικού κόστους

2.4.4. Διάθεση Αστικών Απορριμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α**Πλεονεκτήματα:**

- ο Μικρό κόστος κατασκευής
- ο Σχετικώς εύκολη τεχνολογία
- ο Παραγωγή βιο-αερίου
- ο Επαναχρησιμοποίηση χώρου μετά την πλήρωση

Μειονεκτήματα:

- ο Παραγωγή μεθανίου (εφόσον δεν καίγεται το βιο-αέριο)
- ο Παραγωγή CO₂ (εφόσον καίγεται το βιο-αέριο)

- Δυσχερής η εύρεση χώρων για την ταφή των απορριμμάτων
- Σχετικώς υψηλό κόστος μεταφοράς
- Ανάγκη παρακολούθησης της συμπεριφοράς έναντι διαφυγής ρύπων
- Κατάληψη μεγάλης έκτασης
- Κοινωνική αντίδραση κατά τη χωροθέτηση των ΧΥΤΑ και τη μεταφορά των απορριμμάτων
- Μεγάλος όγκος των απορριμμάτων
- Υψηλό κόστος λειτουργίας των ΧΥΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μέθοδοι Υγειονομικής Ταφής

The determination of what we want to achieve and why we want to achieve it will require far more serious concentration, and it is none too soon to begin the study of this problem.

Herbert N. Woodward
The Human Dilemma, 1971

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Μέθοδοι Υγειονομικής Ταφής

3.1. Υγειονομική Ταφή

Η υγειονομική ταφή είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπιέζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας. Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση 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 περιβάλλοντός και πηγές ανάφλεξης. Αντίθετα η υγειονομική ταφή είναι όχι απλώς μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης αλλά επίσης ένας άριστος τρόπος για την αξιοποίηση αγρήστων 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.

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.



ΧΩΡΟΣ Χ.Υ.Τ.Α

5. Η υγειονομική ταφή μπορεί να συμβάλει στην αναμόρφωση υποβαθμισμένων τοπίων ή στην αποκατάσταση άλλων, που έχουν πληγεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. λατομική δραστηριότητα), διαμορφώνοντας χώρο πράσινου, αθλητικών δραστηριοτήτων, εγκαταστάσεις θερμοκηπίων κλπ.

Απέναντι στα τόσα σοβαρά πλεονεκτήματα, η υγειονομική ταφή εμφανίζει στην χώρα μας το ουσιώδες, καθοριστικό για την ώρα, μειονέκτημα, ότι έχει ταυτιστεί στην συνείδηση των δημοτικών αρχών και 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.

3.2. Μηχανισμοί Αποσύνθεσης των Οργανικών Ουσιών

Οι μηχανισμοί που περιγράφονται στο εδάφιο αυτό αφορούν γενικώς την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών και βεβαίως ισχύουν και στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων (αλλά και πολλών άλλων κατηγοριών στερεών αποβλήτων) τα οποία περιέχουν οργανικές ύλες σε σημαντικό ποσοστό. Σύμφωνα με πρόσφατες αναλύσεις (Barlaz κ.α. 1989), η μέση χημική σύσταση των αστικών απορριμμάτων στις ΗΠΑ είναι η ακόλουθη:

<i>Είδος</i>	<i>Χημική ουσία</i>	<i>% κατά βάρος</i>
Βιολογικώς αποδομήσιμες ουσίες	Κυτταρίνη	51,2
	Ημι-κυτταρίνη	11,9
	Πρωτεΐνες	4,2
	Λιγνίνη	15,2
	Λυγλο	0,5
	Πηκτίνη	3,0
	Ευδιάλυτα Σάκχαρα	0,3
Λοιπές ουσίες	Μέταλλα, Γυαλί κ.λ.π	13,7

ΜΕΣΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΙΑ (1989)

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Από τον ανωτέρω Πίνακα 6 προκύπτει ότι το 85% περίπου των ουσιών που περιέχονται στα αστικά απορρίμματα είναι οργανικές και μπορούν να αποσυντεθούν.

Η βιολογική αποσύνθεση των οργανικών ουσιών προκαλείται από τρεις τύπους βακτηριδίων:

1. τα αερόβια βακτηρίδια τα οποία δραστηριοποιούνται μόνον με την παρουσία οξυγόνου
2. τα αναερόβια βακτηρίδια τα οποία δραστηριοποιούνται μόνον κατά την απουσία οξυγόνου και
3. τα επαμφοτερίζοντα (facultative) τα οποία μπορούν να προσαρμοσθούν και να δραστηριοποιηθούν είτε ως αερόβια είτε ως αναερόβια, αναλόγως των συνθηκών.

Με βάση τη δράση των ανωτέρω τύπων βακτηριδίων, η διαδικασία της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών διακρίνεται συνήθως σε τέσσερις φάσεις, οι οποίες συμβαίνουν διαδοχικά από την πρώτη προς την τέταρτη:

1. Αερόβια φάση (οξειδωση)
2. Αναερόβια όξινη ή μη-μεθανογενετική φάση
3. Αναερόβια επιταχυνόμενη μεθανογενετική φάση

4. Αναερόβια επιβραδυνόμενη μεθανογενετική φάση

Η αερόβια φάση της αποσύνθεσης (οξειδωση) ενεργοποιείται αμέσως μετά την απόθεση των απορριμμάτων λόγω της παρουσίας οξυγόνου στα κενά των υλικών.

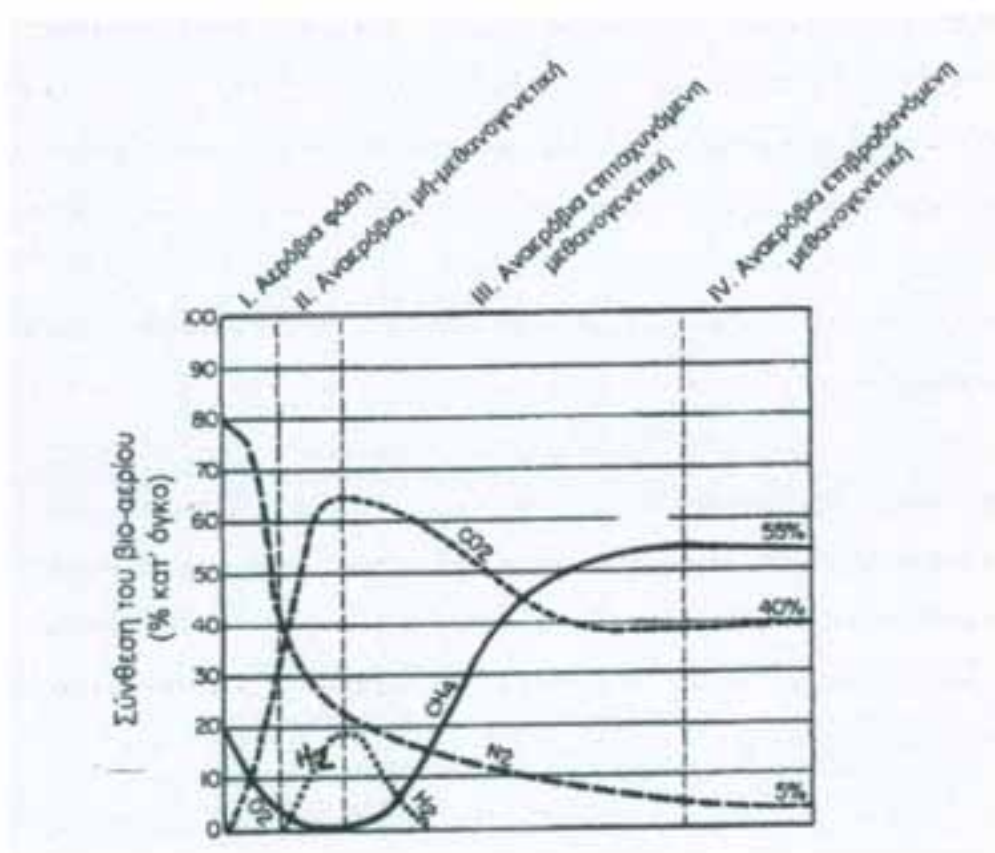
Κατά την οξείδωση παράγεται νερό, διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και οργανικά οξέα.

Λόγω της εντόνως εξώθερμης φύσης της οξείδωσης, παράγεται σημαντική θερμότητα η οποία ανυψώνει τη θερμοκρασία των απορριμμάτων στους 50 - 60ο C, ενώ έχουν μετρηθεί ακόμη και θερμοκρασίες 70ο C. Η αερόβια φάση συνήθως διαρκεί μερικές μόνον ημέρες και περατώνεται λόγω της εξάντλησης του οξυγόνου.

Αν και κατά την αερόβια φάση παράγεται κάποια ποσότητα νερού, συνήθως το νερό αυτό συγκρατείται εντός της μάζας των απορριμμάτων⁹ και δεν δημιουργεί υγρό στράγγισμα. Τέλος, το βιο-αέριο που παράγεται κατά την αερόβια φάση της αποσύνθεσης αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από διοξείδιο του άνθρακα. Η δεύτερη φάση της αποσύνθεσης αρχίζει μετά την κατανάλωση του συνόλου του οξυγόνου που περιέχεται στα κενά των απορριμμάτων, οπότε παύει η δράση των αερόβιων βακτηριδίων και το σύστημα μετατρέπεται σε αναερόβιο.

Με την πάροδο του χρόνου και την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών με τη δράση των αναερόβιων βακτηριδίων, αυξάνει η συγκέντρωση των καρβοξυλικών οξέων¹⁰, το pH μειώνεται (όξινη φάση), μέρος της κυτταρίνης και της ημι-κυτταρίνης αποσυντίθεται (και παρουσιάζεται μια πολύ μικρή παραγωγή μεθανίου), ενώ η έντονη παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα συνεχίζεται μέσω της μετατροπής των σακχάρων προς αλκοόλες και καρβοξυλικά οξέα. Η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και του υδρογόνου (H_2) κατά τη φάση αυτή (φάση II) φαίνεται στο Σχήμα 1.

Η πολύ μικρή παραγωγή μεθανίου κατά την όξινη φάση οφείλεται στις χαμηλές τιμές του pH που δεν επιτρέπουν τη μεθανογένεση. Σε συνήθεις “χωματερές” η δεύτερη φάση της αποσύνθεσης μπορεί να κρατήσει αρκετούς μήνες έως και ολίγα έτη. Η θερμότητα που παράγεται κατά τη δεύτερη φάση της αποσύνθεσης είναι πολύ μικρότερη από αυτήν που παράγεται κατά την προηγούμενη φάση.



Σχήμα 1 : Σύνθεση του βιο-αερίου κατά τις διάφορες φάσεις αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών

Η μετάβαση στην τρίτη φάση της αποσύνθεσης (τη μεθανογένεση) απαιτεί την αύξηση του pH, οι χαμηλές τιμές του οποίου εμποδίζουν την παραγωγή μεθανίου. Με την πάροδο του χρόνου, την παύση της περαιτέρω παραγωγής καρβοξυλικών οξέων λόγω εξάντλησης των σακχάρων και την έκπλυση των παραχθέντων καρβοξυλικών οξέων από την κατεισδύουσα βροχόπτωση ή/και

την κατανάλωσή τους από τα βακτηρίδια, αυξάνει βαθμιαία το pH. Τότε αρχίζει η φάση της έντονης μεθανογένεσης (Σχήμα 1) με τη δράση των (αναερόβιων) μεθανογενετικών βακτηριδίων, τα οποία δρουν σε πρακτικώς ουδέτερο pH (μεταξύ 6.8 και 7.4). Τα βακτηρίδια αυτά καταναλώνουν ουσίες όπως καρβοξυλικά οξέα, μεθανόλη, μεθυλαμίνες, ακετάσες, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγουν μεθάνιο.

Έτσι, κατά την τρίτη φάση της αποσύνθεσης, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα μειώνεται και αυξάνει η συγκέντρωση του μεθανίου που φθάνει το 50-60% του συνόλου του παραγόμενου βιο-αερίου. Η φάση της έντονης παραγωγής μεθανίου σε μια “χωματερή” μπορεί να διαρκέσει επί μια δεκαετία περίπου. Κατά τη φάση αυτή η παραγωγή θερμότητας είναι μικρή (πολύ μικρότερη από την παραγωγή θερμότητας κατά την αερόβια φάση της αποσύνθεσης).

Η τέταρτη και τελευταία φάση της αποσύνθεσης χαρακτηρίζεται από την επιβράδυνση της παραγωγής μεθανίου λόγω της εξάντλησης των καρβοξυλικών οξέων και της περαιτέρω αύξησης του pH (7.5-8.0). Κατά τη φάση αυτή, η σχετική περιεκτικότητα του βιο-αερίου σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα παραμένει πρακτικώς σταθερή με αναλογία 50-60% περίπου μεθάνιο και 50-40% διοξείδιο του άνθρακα, ενώ η παραγόμενη θερμότητα είναι πολύ μικρή.

:

3.2.1. Χαρακτηριστικές Φάσεις της Αποσύνθεσης των Οργανικών Ουσιών

Συνοπτικά, τα κυριότερα χαρακτηριστικά των τεσσάρων φάσεων της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 7:

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Φάση	Χαρακτηριστικά
(I) Αερόβια αποσύνθεση	Οξειδωση μέσω αερόβιων βακτηριδίων Παραγωγή CO ₂ Έντονη θερμότητα Διάρκεια: μερικές ημέρες
(II) Αναερόβια όξινη μή-μεθανογενετική	Υδρόλυση κυτταρίνης και σακχάρων προς αλκοόλες και στη συνέχεια προς καρβοξυλικά οξέα. Μή παραγωγή μεθανίου λόγω χαμηλού pH. Παραγωγή CO ₂ και H ₂ Χαμηλές τιμές του pH (5.5-6.0) Διάρκεια: αρκετοί μήνες έως ολίγα έτη
(III) Αναερόβια επιταχυνόμενη μεθανογενετική	Κατανάλωση των καρβοξυλικών οξέων (με έντονη παραγωγή μεθανίου) λόγω αύξησης του pH Έντονη παραγωγή CH ₄ Μέσες τιμές του pH (6.8-7.4) Διάρκεια: έως και δέκα έτη
(IV) Αναερόβια επιβραδυνόμενη μεθανογενετική	Σταθεροποίηση παραγωγής μεθανίου Αύξηση του pH (7.5-8.0) Διάρκεια: μερικά έτη

Σε όλες τις φάσεις της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών παράγεται και νερό το οποίο συνεισφέρει στον όγκο του υγρού στραγγίσματος. Με την αυξανόμενη παραγωγή νερού και τη βαθμιαία συμπίεση των απορριμμάτων

από το βάρος των υπερκειμένων αλλά και τη μείωση του όγκου τους (λόγω της αποσύνθεσης), το στράγγισμα κινείται προς τα κάτω και συγκεντρώνεται στον πυθμένα της χωματερής”. Αντίστοιχα, το παραγόμενο βιο-αέριο διαφεύγει βαθμιαία και κινείται προς την επιφάνεια του εδάφους. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το βιο-αέριο γενικώς αποτελείται από μεθάνιο σε ποσοστό 50-70%, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό είναι διοξείδιο του άνθρακα (30-40%) και διάφορες άλλες ουσίες σε μικρά ποσοστά (π.χ. ελαφρά πετρελαιοειδή, υδρογόνο, υδρόθειο, αλλά και ίχνη χλωριούχου βινυλίου¹²).

Η συνολική παραγωγή μεθανίου στις συνήθεις “χωματερές” κυμαίνεται μεταξύ 40 και 120 λίτρων μεθανίου ανά χιλιόγραμμο απορριμμάτων. Όσον αφορά το ρυθμό παραγωγής του μεθανίου, με βάση τα στοιχεία της διεθνούς βιβλιογραφίας εκτιμάται ένας μέσος ετήσιος ρυθμός περί τα 5-10 λίτρα μεθανίου ανά χιλιόγραμμο απορριμμάτων.

Η σύνθεση του ρυπαντικού φορτίου του υγρού στραγγίσματος ποικίλει αναλόγως του χρόνου μέτρησης, δηλαδή της φάσης αποσύνθεσης στην οποία βρίσκεται η “χωματερή”. Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά στοιχεία από 15 “χωματερές” αστικών απορριμμάτων της Γερμανίας που είχαν ηλικίες μεταξύ 1-12 ετών προέκυψαν τα στοιχεία που φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 8 (Ehrig, 1988):

ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΓΡΟΥ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΟΣ (Συγκέντρωση σε mg/l)**ΠΙΝΑΚΑΣ 8**

Ρύπος	Όξινη αναερόβια φάση	Μεθανογενετική φάση
BOD*	13000	180
COD**	22000	3000
SO ₄	500	80
Ca	1200	60
Mg	470	180
Fe	780	15
Mn	25	0.7
Zn	5	0.6
pH	6.1	8.0
BOD/COD	0.58	0.06

*BOD = Biological Oxygen Demand

**COD = Chemical Oxygen Demand

3.3. Μέθοδοι Υγειονομικής Ταφής

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

Στο τέλος της ημέρας τα απορρίμματα καλύπτονται με στρώση κατάλληλου αδρανούς υλικού, πάχους περίπου 15 - 30 cm το οποίο επίσης πρέπει να συμπιεσθεί. Το υλικό επικάλυψης εξασφαλίζεται από εκσκαφές στο γύρω χώρο, ή μεταφέρεται με φορτηγά από αλλού.

Συνήθως, πριν αρχίσει η λειτουργία της χωματερής, κατασκευάζεται ένα ανάχωμα στη μία πλευρά του χώρου, για να διευκολυνθεί και η συμπίεση των απορριμμάτων. Το πλάτος του χώρου στον οποίο εναποτίθενται και διαστρώνονται τα απορρίμματα κυμαίνεται από 3 - 8 μέτρα.

Το μήκος του χώρου που χρησιμοποιείται κάθε μέρα υπολογίζεται έτσι ώστε στο τέλος της ημέρας το βάθος των απορριμμάτων να φθάσει τα 2,50 - 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 τάφρους μήκους 30 - 120 m, βάθους 1 -2 m και πλάτους 5 -8 m. 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 απορριμματοφόρων 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 διάσθρωση 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.

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

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

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων. Επίσης μπορεί στον ίδιο χώρο να χρησιμοποιηθούν περισσότερες της μίας μέθοδοι. Αν επί παραδείγματι στα περισσότερα σημεία του πυθμένα ενός χώρου υπάρχει ένα μεγάλο πάχος χώματος ενώ στα υπόλοιπα το χώμα είναι

πολύ ρηχό, μπορεί να διανοιχτούν τάφροι, όπου αυτό είναι δυνατόν και το χώμα που θα εξασφαλισθεί να χρησιμοποιηθεί σαν υλικό επικάλυψης και για τον υπόλοιπο χώρο που θα χρησιμοποιηθεί η επιφανειακή μέθοδος

Μια μέθοδος, παραλλαγή των παραπάνω μεθόδων, που εφαρμόζεται συχνά στη χώρα μας είναι η ταφή των απορριμμάτων σε χώρους της μορφής της πλατειάς μισγάγγειας που διαμορφώνεται από την πλαγιά κάποιου εδαφικού όγκου (βουνό, λόφος) και τις εκατέρωθεν πλαγιάς δύο γειτονικών ρευμάτων . Συνήθως η εδαφική λεκάνη διαμορφώνεται έτσι ώστε να είναι ανοιχτή κατά το 1/3-1/4 της περιμέτρου της. Κατά κανόνα η κατά μήκος κλίση της εδαφικής λεκάνης (κλίση μισγάγγειας) είναι σημαντική.

Στην περίπτωση αυτή η ταφή των απορριμμάτων πρέπει να αρχίσει από τη χαμηλότερη πλευρά της λεκάνης και να προχωράει προς το εσωτερικό της με την παρακάτω τεχνική:

Το πρώτο ταμπάνι (πλάτωμα) θα αρχίσει κατ ευθείαν από το χαμηλότερο σημείο του δρόμου προσπέλασης: θα διαμορφωθεί με συμπιεσμένα μπάζα ή χώμα μια μικρή επιφάνεια για τους ελιγμούς των απορριματοφόρων. 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τεχνικές Προδιαγραφές Χ.Υ.Τ.Α

We have an unknown distance yet to run; an unknown river yet to explore

John Wesley Powell,
1834-1902
Exploration of the Colorado
River of the West and its
Tributaries, 1875

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Τεχνικές Προδιαγραφές Χ.Υ.Τ.Α**4.1. Εισαγωγή – Τεχνικές Προδιαγραφές.**

Οι τεχνικές προδιαγραφές αφορούν Χώρους Υγειονομικής Ταφής μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων (ΧΥΤΑ).

Ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία και η μετέπειτα φροντίδα των ΧΥΤΑ πραγματοποιούνται σύμφωνα με την καλύτερη διαθέσιμη τεχνική και σε συνδυασμό με την ποσότητα και την ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων.

Η ύπαρξη τεχνικών προδιαγραφών δεν εμποδίζει την παραπέρα εξέλιξη και μελλοντική εφαρμογή νέων τεχνικών, καθώς και την λήψη για ειδικούς λόγους αυστηρότερων μέτρων.

Επειδή με τις παρούσες τεχνικές προδιαγραφές δεν μπορούν να προβλεφθούν όλες οι περιπτώσεις κατασκευής ΧΥΤΑ, εισάγεται η έννοια του ισοδύναμου συστήματος ή υλικού σε σχέση με αυτά που αναγράφονται στις τεχνικές προδιαγραφές.

Η ισοδυναμία αφορά τις τεχνικές απαιτήσεις και την προστασία του περιβάλλοντος. Στα απαραίτητα κριτήρια για την αξιολόγηση ισοδύναμου συστήματος περιλαμβάνονται τουλάχιστον:

- Σταθερότητα – Αντοχή (διάβρωση, παγετός, ξήρανση, υπεριώδης ακτινοβολία, θερμοκρασία, ικανότητα αυτοθεραπείας υλικού, αντοχή μακράς διάρκειας)
- Συνολικό σύστημα (δυνατότητα ελέγχου, αντοχή σε παραμορφώσεις, σχισμός / θραύσης, στατική ασφάλεια, αντοχή των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την κατασκευή / παραγωγή υλικών, ευαισθησία σε μηχανικές καταπονήσεις)

- Δυνατότητες κατασκευής (ευχέρεια στην τοποθέτηση των υλικών, επί τόπου έλεγχος, ευαισθησία στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και στις μηχανικές καταπονήσεις)
- Στεγανότητα (διαπερατότητα υλικού)

Οι προδιαγραφές αυτές δεν ισχύουν για τις μονάδες που χρησιμοποιούνται για ερευνητικούς ή πειραματικούς σκοπούς οι οποίες όμως δεν αφορούν την μερική ή ολική διάθεση των απορριμμάτων των Ο.Τ.Α..

Υπόχρεοι για την εφαρμογή των προδιαγραφών διαχείρισης, κατασκευής και λειτουργίας των ΧΥΤΑ είναι οι κατά τόπους φορείς διαχείρισης.

Τεχνική υποδομή και διαμόρφωση χώρου.

Στο χώρο εισόδου του ΧΥΤΑ προβλέπονται οι παρακάτω εγκαταστάσεις:

1. Ενημερωτική πινακίδα

Στη πύλη εισόδου του ΧΥΤΑ να αναρτάται πινακίδα όπου θα αναγράφονται τα στοιχεία: (είδος εγκατάστασης, φορέας λειτουργίας, διεύθυνση, τηλέφωνα) και το ωράριο λειτουργίας της μονάδας.

2. Χώρος αναμονής απορριμματοφόρων

Σε μικρή σχετικά απόσταση από το ζυγιστήριο κατασκευάζεται χώρος αναμονής απορριμματοφόρων, οι διαστάσεις του οποίου καθορίζονται με βάση τον αναμενόμενο αριθμό προσέλευσης των απορριμματοφόρων.

3. Ζυγιστήριο

Η αναγκαιότητα κατασκευής του προβλέπεται από την έγκριση περιβαλλοντικών όρων, ανάλογα με τις ανάγκες του φορέα λειτουργίας. Σε κάθε περίπτωση εξασφαλίζεται η καταγραφή των φορτίων των εισερχόμενων απορριμμάτων με σύγχρονες και αξιόπιστες μεθόδους.

4. Χώρος εκφόρτωσης φορτίων για δειγματοληψία (οπτικός – μακροσκοπικός έλεγχος)

Ο χώρος εκφόρτωσης ειδικά διαμορφωμένος είναι περιφραγμένος, προσβάσιμος σε οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες, τοποθετημένος σχετικά κοντά στον οικίσκο ελέγχου, με δάπεδο ασφαλτοστρωμένο.

5. Εγκατάσταση έκπλυσης τροχών

Η έκπλυση των χώρων των απορριμματοφόρων γίνεται μετά την εκφόρτωση σε ειδικά κατασκευασμένο χώρο. Το νερό από την έκπλυση των τροχών διοχετεύεται (ανακυκλοφορία) στην επιφάνεια του ΧΥΤΑ.

Οικίσκος ελέγχου

Ο οικίσκος ελέγχου μπορεί να αποτελείται από :

- Γραφείο συσκέψεων, εφοδιασμένο με κατάλληλο ηλεκτρονικό υπολογιστή για εισαγωγή και επεξεργασία στοιχείων που αφορούν στη διαχείριση των αποβλήτων.
- Εργαστήριο για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων από την Μ.Π.Ε. και τους περιβαλλοντικούς όρους παραμέτρων.
- Αποθήκη μετρικών οργάνων και μικρών εργαλείων,
- Χώρος παραμονής προσωπικού,
- Εγκατάσταση λουτρών και WC
- Χώρος παροχής πρώτων βοηθειών.

Αποθήκη υλικών

Η αποθήκευση των υλικών, που κρίνονται απαραίτητα για την ασφαλή λειτουργία του ΧΥΤΑ, γίνεται σύμφωνα με υπάρχουσες οδηγίες και σε κάθε περίπτωση κατασκευάζεται σε ικανοποιητική απόσταση από τον χώρο απόθεσης των αποβλήτων.

Περίφραξη

Για την κατασκευή της περίφραξης του ΧΥΤΑ χρησιμοποιούνται γαλβανισμένοι από μορφοσίδηρο πάσσαλοι ύψους τουλάχιστον 2,5 m από το έδαφος, σε απόσταση μεταξύ τους τουλάχιστον 3 m, στερεωμένοι σε μπετόν και συρματόπλεγμα με αντηρίδα. Τα τελευταία 50 cm του σιδηροπασσάλου έχουν απόληξη υπό γωνία 30° προς την εξωτερική πλευρά της περίφραξης. Σε όλο το μήκος της περίφραξης κατασκευάζεται τοιχείο διαστάσεων 30x30 cm, με θεμέλιο 30 cm από σκυρόδεμα.

Πύλη εισόδου

Οι διαστάσεις της πύλης εισόδου είναι τουλάχιστον 2m (ύψος) x 5m (άνοιγμα) και κατασκευάζεται από βαμμένο ή γαλβανισμένο μορφοσίδηρο ή από ισοδύναμο υλικό.

Οδικό δίκτυο

Εξωτερικό οδικό δίκτυο

Για της ασφαλή προσπέλαση στο χώρο του ΧΥΤΑ κατασκευάζεται σε σταθερό έδαφος ασφαλτοστρωμένος δρόμος, σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους της αρμόδιας υπηρεσίας.

Εσωτερικό οδικό δίκτυο

Εσωτερικά στον χώρο κατασκευάζεται δίκτυο δρόμων μιας λωρίδας κυκλοφορίας πλάτους τουλάχιστον 3m, χωρίς διασταυρώσεις και με μέγιστη κατά μήκος κλίση 8%. Οι οδικές προσβάσεις συνίσταται να κατασκευάζονται έξω από το περίγραμμα του χώρου αποθήκευσης των απορριμμάτων. Ο φορέας λειτουργίας αναλαμβάνει τη συντήρηση του εσωτερικού δικτύου κυκλοφορίας οχημάτων.

Η σηματοδότηση του δικτύου γίνεται σύμφωνα με τις ισχύουσες οδηγίες κυκλοφορίας. Κατά τη διάνοιξη του οδικού δικτύου γίνεται προσπάθεια ελάχιστης δυνατής παρέμβασης στο ανάγλυφο του εδάφους.

Εγκαταστάσεις συντήρησης

Εντός του ΧΥΤΑ και ανάλογα με το μέγεθός του μπορούν να κατασκευαστούν:

- συνεργείο για εργασίες συντήρησης και επισκευής οχημάτων – μηχανημάτων,
- τάφος με ανυψωτικό μηχανισμό, κατάλληλων μεγεθών,
- χώρος καθαρισμού οχημάτων και μηχανημάτων εργασίας.

Η διαχείριση μεταχειρισμένων ορυκτελαίων από τη συντήρηση και καθαρισμό των οχημάτων γίνεται σύμφωνα με την νομοθεσία.

Αν προβλέπεται η στάθμευση απορριμματοφόρων εντός του ΧΥΤΑ, να κατασκευαστεί επιστεγασμένο αμαξοστάσιο, με ασφαλτοστρωμένο δάπεδο.

Αποθήκη υγρών καυσίμων

Η κατασκευή της εγκατάστασης σε καμία περίπτωση υπόγεια, κατασκευάζεται σύμφωνα με όσα προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία. Η χρήση των υγρών καυσίμων προβλέπεται μόνο για τα μηχανήματα εργασίας και τα οχήματα της μονάδας .

Περιμετρική δεινδροφύτευση

Γι λόγους οπτικής και ηχητικής απομόνωσης του ΧΥΤΑ και ανάλογα με τη μορφολογία του και τη θέση του στον περιβάλλοντα χώρο, κατασκευάζεται εσωτερικά της περιφραξης περιμετρική δεινδροφύτευση με τα κατάλληλα φυτά.

Ασφάλεια

Κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης του χώρου και της κατασκευής του ΧΥΤΑ λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα πρακτικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση της

ρύπανσης και τηρούνται αυστηρά οι κανόνες ασφαλείας και υγιεινής, που ορίζει η σχετική νομοθεσία. Σε όλους τους εργοταξιακούς χώρους του ΧΥΤΑ αναρτάται πρόγραμμα οδηγίας πυρόσβεσης.

Για λόγους ασφαλείας και ομαλής λειτουργίας του ΧΥΤΑ απαιτούνται εγκαταστάσεις ηλεκτροδότησης, ύδρευσης και τηλεφωνικής επικοινωνίας.

Για τη περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος λαμβάνεται μέριμνα για την εγκατάσταση ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.

Σε περίπτωση λειτουργίας του ΧΥΤΑ και κατά τις νυχτερινές ώρες, απαιτείται η παροχή επαρκούς φωτισμού στο χώρο απόθεσης.

Ευστάθεια ΧΥΤΑ

Ο ΧΥΤΑ σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εγγυάται την σταθερότητα στο σύνολο (έργο – έδαφος). Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των εδαφών όπου τοποθετείται όπου τοποθετείται ένας ΧΥΤΑ πρέπει να είναι γνωστά από γεωμορφολογική και γεωλογική έρευνα της περιοχής. Η επιλογή του τύπου της έρευνας και ο αριθμός των εργαστηριακών δοκιμών σχετίζεται άμεσα με τα χαρακτηριστικά των εδαφών, το μέγεθος του ΧΥΤΑ και τις ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος χώρου.

Ειδικότερα από την γεωμορφολογική έρευνα γνωρίζουμε την ευστάθεια της ευρύτερης επιφάνειας που προτείνεται για ΧΥΤΑ με τα στρώματο-τεκτονικά χαρακτηριστικά της, ροή των επιφανειακών υδάτων, κλίσεις πρηνών, κατολισθήσεις και πιθανά φαινόμενα καρσισμού. Από την γεωτεχνική έρευνα: η επικινδυνότητα, η καθιζήσεις, φαινόμενα “reep” και τα φυσικά μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών.

Ο έλεγχος της ευστάθειας γίνεται στη φάση του σχεδιασμού και εκτιμώνται οι κάτωθι παράμετροι:

- Τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος έδρασης.
- Το είδος και το βάρος των απορριμμάτων.
- Οι κλίσεις των πρηνών.
- Το είδος της επιφανειακής κάλυψης.

Στη φάση λειτουργίας επαναλαμβάνεται ο έλεγχος ευστάθειας κάθε 5 χρόνια ή και νωρίτερα αν επέλθουν αλλαγές στο σχεδιασμό διαχείρισης ή και παρατηρηθούν φαινόμενα αστοχίας, λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά δεδομένα του ΧΥΤΑ.

Δίκτυα ύδρευσης, ηλεκτρικού, τηλεφώνου.

Ο χώρος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με τα απαραίτητα δίκτυα ύδρευσης, ηλεκτροδότησης, τηλεφώνου.

Έργα διαχείρισης όμβριων

Προκειμένου να αποφευχθεί η εισροή όμβριων υδάτων στο ΧΥΤΑ κατασκευάζεται περιμετρικά εξωτερικά από τον χώρο διάθεσης και όπου απαιτείται, δίκτυο απορροής όμβριων.

Για λόγους ασφαλείας, οι διαστάσεις της τάφρου να είναι υπερεκτιμημένες, έτσι ώστε να καλύπτει την μέγιστη παροχή των απορροών του πλέον βροχερού μήνα της τελευταίας 20ετίας ή με το μέγιστο των υπαρχόντων δεδομένων.

Η κλίση της τάφρου ανταποκρίνεται στις υδραυλικές απαιτήσεις του ΧΥΤΑ και η μέγιστη ταχύτητα ροής δεν ξεπερνά το 1,5 m/s.

Τα συλλεγόμενα όμβρια διατίθενται σε ειδικά κατασκευασμένη δεξαμενή κατάντη του χώρου απόθεσης ή σε όποιον αποδέκτη κριθεί καταλληλότερος για τη διάθεσή τους από τον υπεύθυνο φορέα λειτουργίας του έργου.

Η διαστασιολόγηση της δεξαμενής συλλογής όμβριων είναι ανάλογη του μεγέθους και του ανάγλυφου του ΧΥΤΑ και σε συνάρτηση με την μέγιστη διάρκεια και ένταση της βροχόπτωσης σύμφωνα με τα δεδομένα της τελευταίας 20ετίας ή με το μέγιστο των υπαρχόντων δεδομένων.

Αντιτυρική προστασία

Γενικές αρχές

Ο ΧΥΤΑ πρέπει να προστατεύεται επαρκώς έναντι κινδύνου πυρκαγιάς και το συνιστώμενα μέτρα αποσκοπούν στην πρόληψη και έγκαιρη αντιμετώπιση των περιστατικών.

Τα αναφερόμενα παρακάτω συνιστούν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Επισημαίνεται ότι για τα ΧΥΤΑ που γειτνιάζουν με δασική έκταση η ΜΠΕ θα υποδεικνύει πρόσθετα μέτρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Δ/σης Δασών.

Υποδομή – εξοπλισμός

- Παράλληλα με την περιμετρική περίφραξη κατασκευάζεται αντιτυρική ζώνη ελάχιστου πλάτους 8m, εφόσον η μορφολογία του εδάφους το απαιτεί.
- Αποθήκες εδαφικού υλικού για την χωματοκάλυψη εστιών πυρκαγιάς στα απορρίμματα.
- Δεξαμενή πυρόσβεσης επαρκούς χωρητικότητα.
- Πινακίδες αναγνωρίσιμες από απόσταση για την απαγόρευση του καπνίσματος.
- Τοποθέτηση σε επίμαχα σημεία του ΧΥΤΑ συσκευών πυρόσβεσης.

Για ΧΥΤΑ δυναμικότητας άνω των 500 τόνων ημερησίως βυτιοφόρο όχημα.

Οργάνωση αντιτυρικής προστασίας.

Σχέδιο αντιμετώπισης περιστατικών.

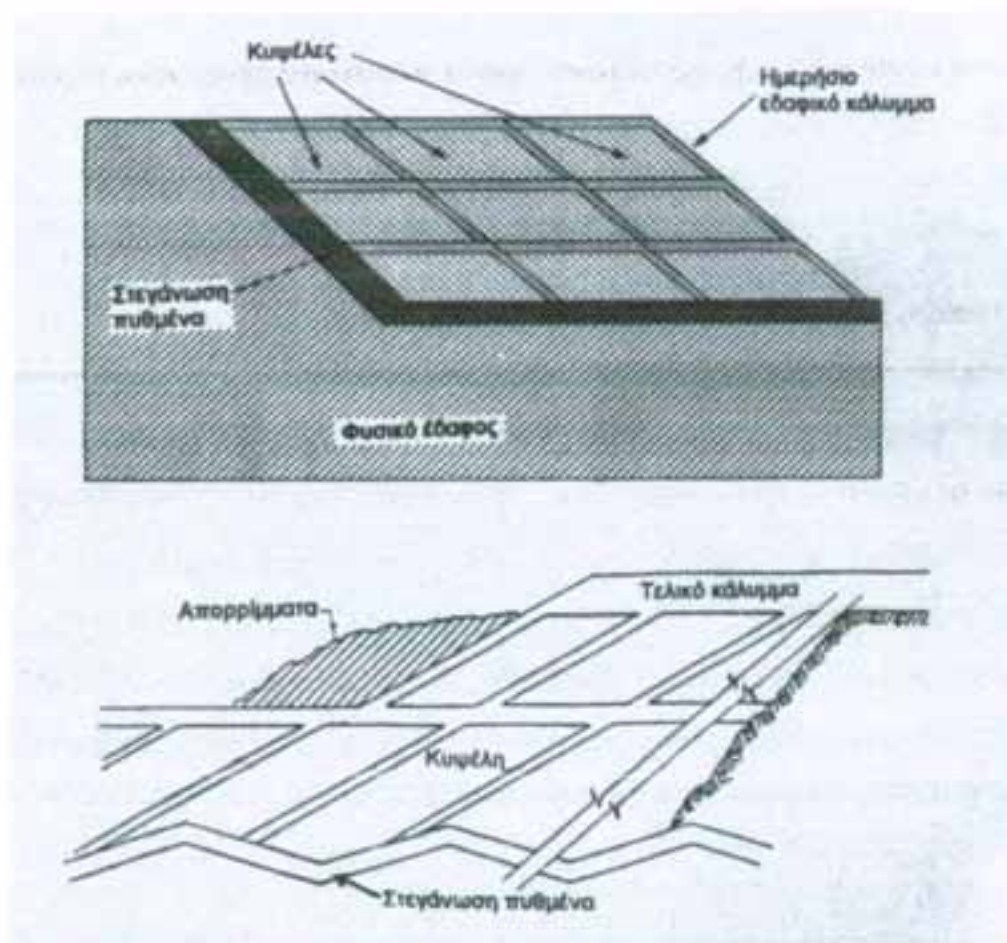
- Εγχειρίδιο οδηγιών για το προσωπικό, πρόληψης και αντιμετώπισης πυρκαγιάς.
- Συγκρότηση ομάδας κατάλληλα εκπαιδευμένης καταστολής πυρκαγιάς.
- Εκτέλεση κατ' έτος άσκησης πυρόσβεσης.
- Κατά τους θερινούς μήνες εφαρμογή προγράμματος πυρασφάλειας.

Στο γραφείο του ΧΥΤΑ πρέπει να υπάρχουν αναρτημένα σε εμφανή σημεία τα τηλέφωνα των αρμόδιων υπηρεσιών (ΟΤΑ, Δασαρχείο, Πυροσβεστική).

4.2. Τυπική Διάταξη Χ.Υ.Τ.Α

Με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας αλλά κυρίως με την βαθμιαία ευαισθητοποίηση των κοινωνικών ομάδων σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, άρχισε να επιβάλλεται η κατασκευή σύγχρονων υγειονομικών αποδεκτών στέρεων απόβλητων που όπως ξέρουμε συχνά ονομάζονται και χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α). Τυπικά η απόθεση των αποβλήτων στους χώρους αυτούς γίνεται σε κυψέλες πάχους μέχρι 5 μέτρων περίπου οι οποίες καθημερινά καλύπτονται με γαιώδη υλικά πάχους 0.15-0.30 μέτρων για τον περιορισμό των αναθυμιάσεων, του κινδύνου αυτανάφλεξης των απορριμμάτων, της διασποράς των απορριμμάτων από τα πούλια και της κατείσδυσης των υδάτων των βροχοπτώσεων.

Στον πυθμένα των σύγχρονων αποδεκτών στέρεων αποβλήτων κατασκευάζεται αδιαπερατή σφραγιστική στρώση για την αποφυγή ρύπανσης του υπεδάφους, και σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης των ρυπογόνων υγρών στραγγισμάτων των απορριμμάτων και του παραγόμενου βιο-αερίου. Μια τυπική σχηματική διάταξη ενός υγειονομικού αποδεκτή στερών απόβλητων φαίνεται στα παρακάτω Σχήματα 2 και 3 . Σημειώνεται ότι η χρήση αδιαπερατών μεμβρανών στον πυθμένα των αποδεκτών στέρεων απόβλητων άρχισε να εφαρμόζεται στην Ελλάδα την δεκαετία του 80, ενώ τις πρώτες χωματερές με σύγχρονα συστήματα συλλογής και απομάκρυνσης του υγρού στραγγίσματος και του βιοαερίου κατασκευάστηκαν μετά το 1990.



Σχήμα 2: Τυπική διάταξη χώρου υγειονομικής ταφής στέρεων αποβλήτων

Ο αντικειμενικός σκοπός ενός σύγχρονου αποδεκτή συνήθως δεν είναι αντιληπτός κατά τον ίδιο τρόπο από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

Ένα θέμα το οποίο ανακύπτει κατά τον σχεδιασμό ενός αποδεκτή στέρεων αποβλήτων είναι η απάντηση στο ερώτημα , αν κατά την λειτουργία του έργου θα υπάρχουν διαρροές ρύπων προς το υπέδαφος.

Η απάντηση του ερωτήματος εξαρτάται από την έννοια της λέξης **διαρροή**.

Εάν ως διαρροή θεωρηθεί η απρόβλεπτη διαφυγή ρύπων προς το υπέδαφος τότε απάντηση είναι ότι δεν θα υπάρχουν **διαρροές**. Εάν ο ορισμός περιλαμβάνει τις διάφορες διαρροές τότε η απάντηση είναι ότι θα υπάρχουν διαρροές, επειδή κανένα από τα τεχνικώς διαθέσιμα υλικά δεν είναι απολύτως στεγανό, αλλά ακόμη εάν υποθεθεί ότι είναι δυνατόν να κατασκευασθεί ένα σύστημα σφράγισης του πυθμένα πρακτικά αδιαπερατό αυτό θα έχει

πιθανότατα κόστος που υπερβαίνει τις δυνατότητες της συγκεκριμένης κοινωνίας.

Κατά συνέπεια ο αντικειμενικός σκοπός του συγκεκριμένου έργου είναι να επιτευχθεί η διάθεση των αποβλήτων με χρήση των διαθέσιμων οικονομικών πόρων και με την ελάχιστη δυνατή ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι σαφές, όμως, ότι οποιοδήποτε τεχνικό έργο έχει κάποια πιθανότητα να αστοχήσει, δηλαδή να μη συμπεριφερθεί όπως μελετήθηκε. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση αστοχίας, η ρύπανση του περιβάλλοντος από το συγκεκριμένο έργο θα υπερβαίνει τα αποδεκτά όρια ρύπανσης για τα οποία μελετήθηκε το έργο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα παρακολούθησης της συμπεριφοράς του έργου, ώστε η πιθανή αστοχία να εντοπισθεί έγκαιρα, να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα επέμβασης για την αποκατάστασή της και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθούν οι δυσμενείς περιβαλλοντικές συνέπειες από την αστοχία.

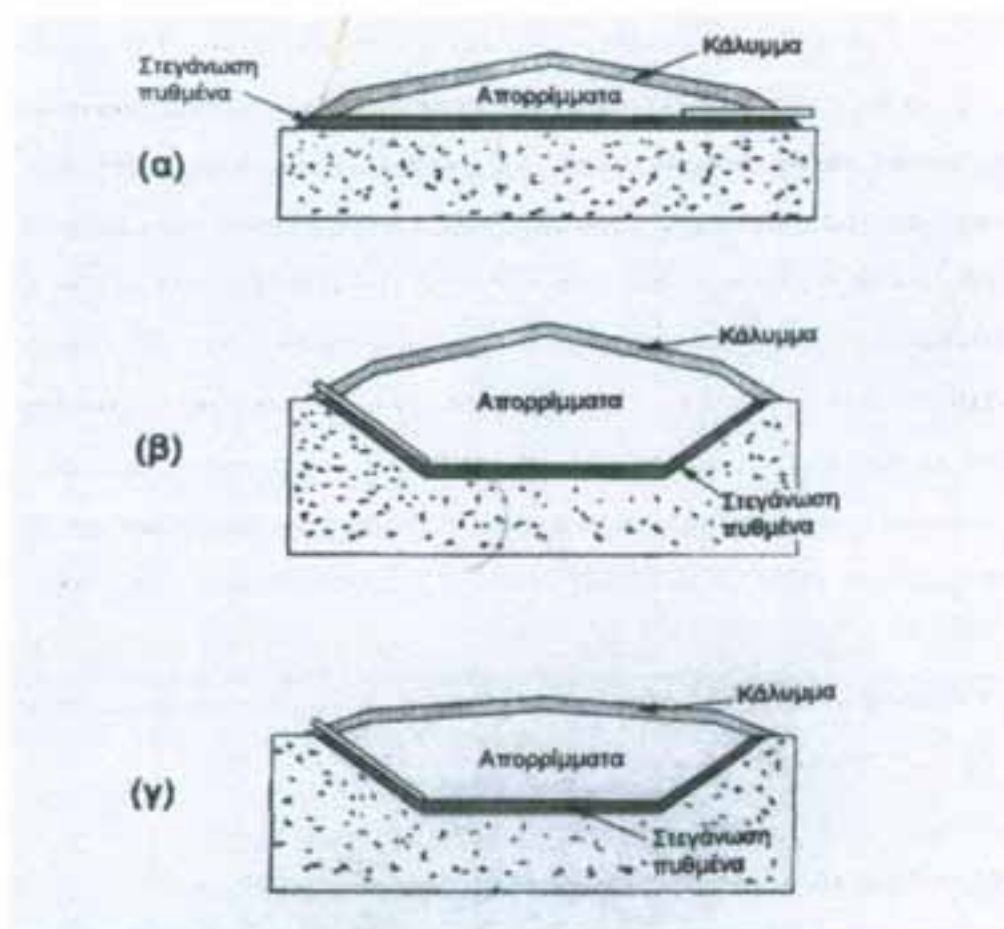
Ο όρος **“στερεά απόβλητα”** όπως αναφέρθηκε περιλαμβάνει τα πάσης φύσεως απόβλητα με εξαίρεση:

1. Τα αστικά λύματα (domestic sewage)
2. Τα παραπροϊόντα μεταλλευτικών δραστηριοτήτων (mining waste)
3. Ειδικά πυρηνικά απόβλητα υψηλής ραδιενέργειας
4. Απόβλητα μη-συγκεντρωμένης διάθεσης (non-point-source discharge), τα οποία περιλαμβάνουν τα γεωργικά φάρμακα και τα λιπάσματα.

Από πλευράς τεχνολογίας των χώρων διάθεσης, τα στερεά απόβλητα συνήθως διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Αστικά απορρίμματα
2. Αδρανή οικοδομικά υλικά κατεδαφίσεων
3. Βιομηχανικά απόβλητα

4. Γαιώδη υλικά που έχουν ρυπανθεί (π.χ. τα γαιώδη προϊόντα απορρύπανσης μιας περιοχής με αφαίρεση της επιφανειακής εδαφικής στρώσης)
5. Επικίνδυνα ή τοξικά απόβλητα.



Σχήμα 3: Τυπική διάταξη αποδέκτη ταφής στερεών αποβλήτων
(α) υπέργειος, (β) ημι-υπόγειος, (γ) υπόγειος.

Τυπικές Διατάξεις των Σύγχρονων Αποδεκτών

Ένα από τα πρώτα θέματα που θα πρέπει να προσδιορισθεί κατά το σχεδιασμό ενός σύγχρονου αποδέκτη στερεών αποβλήτων είναι η θέση του ως προς την επιφάνεια του εδάφους, δηλαδή εάν πρόκειται για υπέργειο, ημι-υπόγειο ή υπόγειο αποδέκτη (Σχήμα 3).

Τα υπέργεια έργα προτιμώνται κυρίως σε περιπτώσεις όπου ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια και συνεπώς η όποια εκσκαφή θα μειώσει το πάχος της εδαφικής στρώσης μεταξύ του πυθμένα της “χωματερής” και της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.

Οι υπέργειες κατασκευές έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι το διήθημα ή στράγγισμα (leachate) που συγκεντρώνεται στον πυθμένα της “χωματερής” μπορεί να αποστραγγιστεί δια βαρύτητας (δηλαδή χωρίς άντληση). Τέλος, η κατασκευή της στεγανωτικής στρώσης στον πυθμένα της χωματερής είναι περισσότερο ευχερής αφού κατασκευάζεται στην επιφάνεια του εδάφους. Οι ημι-υπόγειες και οι υπόγειες κατασκευές πλεονεκτούν ως προς τη χωρητικότητα και επιπλέον τα προϊόντα των εκσκαφών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως υλικά για την καθημερινή κάλυψη της “χωματερής”. Τέλος, οι υπόγειες κατασκευές έχουν το πλεονέκτημα ότι η περιοχή μπορεί να επιπεδωθεί μετά την πλήρωσή της και να επαναχρησιμοποιηθεί.

Οι σύγχρονοι αποδέκτες στερεών αποβλήτων διαθέτουν ειδικά συστήματα για τον έλεγχο και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Ειδικότερα, τα συστήματα αυτά έχουν τους εξής σκοπούς:

1. Να ελαχιστοποιήσουν την κατείδυση των επιφανειακών υδάτων (βροχόπτωση, χιονόπτωση και επιφανειακές απορροές) εντός του σώματος της “χωματερής”, ώστε να μειωθεί κατά το δυνατόν ο όγκος του υγρού στραγγίσματος.
2. Να συγκεντρώσουν και να απαγάγουν με κατάλληλο τρόπο το υγρό στράγγισμα (leachate) και το παραγόμενο βιο-αέριο.
3. Να ελαχιστοποιήσουν τη διαφυγή του στραγγίσματος προς το υπέδαφος.

Για την πραγματοποίηση των ανωτέρω σκοπών οι σύγχρονοι αποδέκτες στερεών αποβλήτων διαθέτουν:

1. Ειδική στεγανωτική στρώση στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρηνή (base liner).

2. Σύστημα συλλογής και απαγωγής του υγρού στραγγίσματος (leachate collection system).

3. Σύστημα συλλογής και ελεγχόμενης απαγωγής του βιο-αερίου.

4. Ειδικό κάλυμμα στην επιφάνεια της “χωματερής” τόσο κατά τις ενδιάμεσες φάσεις πλήρωσης της “χωματερής” (καθημερινή κάλυψη) όσο και μετά την τελική της πλήρωση (τελική κάλυψη).

Το Σχήμα 3 παρουσιάζει μερικές τυπικές διατάξεις σύγχρονων αποδεκτών στερεών αποβλήτων. Στα επόμενα περιγράφεται αναλυτικά η τεχνολογία μελέτης και κατασκευής των ανωτέρω συστημάτων προστασίας από τη ρύπανση.

4.3. Κριτήρια Επιλογής της Θέσης του Αποδέκτη

Στην επιλογή της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία ενός σύγχρονου αποδέκτη στερεών αποβλήτων (συνήθως αστικών απορριμμάτων) υπεισέρχονται διάφοροι παράγοντες, όπως η απόσταση από την πηγή γένεσης των αποβλήτων, το κλίμα, η γεωλογία/υδρογεωλογία, η απόσταση από αεροδρόμια, οι διαθέσιμες εκτάσεις, αλλά κυρίως οι αντιδράσεις των διάφορων κοινωνικών ομάδων. Οι κάτοικοι μιας περιοχής αν και γενικά δέχονται ότι είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός αποδέκτη στερεών αποβλήτων, ταυτοχρόνως αντιδρούν έντονα στην κατασκευή του σε θέση που βρίσκεται στην περιοχή τους⁴. Η αντίδραση αυτή κυρίως αφορά την πιθανή όχληση και τη μείωση της αξίας των ακινήτων στην περιοχή παρά τον φόβο για πιθανές επιπτώσεις από την ενδεχόμενη ρύπανση. Στις περιπτώσεις αυτές έχει αποδειχθεί ότι η ενημέρωση των κατοίκων (σε πρόωμη φάση του έργου) για τον τρόπο λειτουργίας ενός σύγχρονου αποδέκτη στερεών αποβλήτων και η περιγραφή όλων των μέτρων που προβλέπεται να ληφθούν για τον περιορισμό της όχλησης συχνά δρουν αποφασιστικά στον περιορισμό των κοινωνικών αντιδράσεων και στην αποδοχή της κατασκευής του έργου στη συγκεκριμένη περιοχή.

Μια άλλη μέθοδος για την αντιμετώπιση των κοινωνικών αντιδράσεων σχετικά με την επιλογή της θέσης κατασκευής ενός νέου αποδέκτη στερεών αποβλήτων είναι η επέκταση ενός ήδη υπάρχοντος αποδέκτη, δεδομένου ότι συνήθως υπάρχουν πολύ λιγότερες αντιδράσεις για την επέκταση μιας ήδη λειτουργούσας μονάδας παρά για την ανάπτυξη μιας νέας σε άλλη θέση. Τέλος, μια άλλη εναλλακτική λύση είναι η νέα μονάδα να κατασκευασθεί σε μια περιοχή όπου ήδη υπάρχουν και άλλες μονάδες διάθεσης στερεών αποβλήτων.

Στην επιλογή της θέσης κατασκευής ενός σύγχρονου χώρου διάθεσης (αποδέκτη) στερεών αποβλήτων λαμβάνονται υπόψη και συναξιολογούνται τα εξής τεχνικά στοιχεία:

1. Χάρτες και λοιπά στοιχεία αποτύπωσης της περιοχής που περιλαμβάνουν:

(α) Τοπογραφικούς χάρτες για τον εντοπισμό κατάλληλων φυσικών κοιλωμάτων, την κατανόηση του συστήματος φυσικής αποστράγγισης της περιοχής, την παρουσία υδροβιότοπων, περιοχών που πλημμυρίζουν συχνά, καλλιεργήσιμων εκτάσεων κλπ.

(β) Αεροφωτογραφίες για τον προσδιορισμό της χλωρίδας της περιοχής, των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, συστημάτων υδρογεωτρήσεων ύδρευσης κλπ.

(γ) Κυκλοφοριακοί χάρτες με σκοπό τον προσδιορισμό του διαθέσιμου κυκλοφοριακού δικτύου για τη μεταφορά των αποβλήτων από την πηγή γένεσης στο χώρο απόθεσης.

(δ) Γεωλογικοί και υδρογεωλογικοί χάρτες για τον προσδιορισμό του είδους των πετρωμάτων και των υδροφορέων, τη δίαυτα του υπόγειου νερού, την παρουσία πηγών, τη διαθεσιμότητα δανειοθαλάμων για την απόληψη των εδαφικών υλικών ημερήσιας κάλυψης των απορριμμάτων κλπ.

(ε) Υδρογεωλογικά και μετεωρολογικά στοιχεία που αφορούν το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις), τη θερμοκρασία και την αναμενόμενη εξατμισοδιαπνοή. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν τις ποσότητες των επιφανειακών υδάτων που θα πρέπει να αποστραγγιστούν (ώστε να μην αυξηθεί ο όγκος του υγρού στραγγίσματος). Τέλος, η ένταση και διεύθυνση των ανέμων επηρεάζει τη διάδοση οσμών, ρύπων και σκόνης προς τα κατάντη.

2. Στοιχεία για το είδος, την ποσότητα και τη σύνθεση των αποβλήτων. Το κυριότερο στοιχείο που πρέπει να καθορισθεί είναι εάν πρόκειται για επικίνδυνα ή μη-επικίνδυνα απόβλητα. Στην περίπτωση μη-επικινδύνων αποβλήτων, θα πρέπει να διευκρινισθεί αν πρόκειται για αμιγώς αστικά ή για μίγμα με βιομηχανικά απόβλητα. Στην περίπτωση αστικών αποβλήτων θα πρέπει να διευκρινισθεί αν στα συνήθη αστικά απορρίμματα θα περιέχονται και απόβλητα άλλων τύπων σε σημαντικές ποσότητες (π.χ. ορυκτέλαια αυτοκινήτων ή απόβλητα από παρανόμως λειτουργούσες και ρυπαίνουσες βιοτεχνίες-βιομηχανίες). Στην περίπτωση των βιομηχανικών αποβλήτων θα πρέπει να διευκρινισθεί το είδος των αποβλήτων, το ρυπαντικό τους φορτίο και οι αναμενόμενες ποσότητες.

Η εκτίμηση της ποσότητας των αναμενόμενων αποβλήτων σε περίπτωση αστικών απορριμμάτων γίνεται συνήθως με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία από άλλες “χωματερές” στην ίδια περιοχή. Σε περίπτωση έλλειψης τέτοιων στοιχείων και για προκαταρκτικές εκτιμήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ημερήσια παραγωγή 1-2 kg απορριμμάτων ανά άτομο ή ισοδύναμα 1.5 - 3.0 lt ανά άτομο. Στον όγκο των αποβλήτων που προκύπτει με βάση τον προβλεπόμενο πληθυσμό της περιοχής και την ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά άτομο, θα πρέπει να προστεθεί και ο όγκος των εδαφικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων. Μια λογική εκτίμηση της σχέσης των εδαφικών υλικών προς τα απορρίμματα είναι 1:4 - 1:5.

3. Οι προοπτικές ανακύκλωσης ή καύσης των απορριμμάτων στο εγγύς μέλλον. Με τους τρόπους αυτούς μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο προβλεπόμενος όγκος των απορριμμάτων και να τροποποιηθεί ο σχεδιασμός του αποδέκτη των απορριμμάτων (π.χ. στην περίπτωση που ο αποδέκτης θα χρησιμοποιείται τελικώς για την απόρριψη της στάκτης των καύσεων αντί των απορριμμάτων).

4. Στοιχεία για τις ήδη διαθέσιμες “χωματερές” και τις δυνατότητες επέκτασής τους, αντί της κατασκευής νέου αποδέκτη.

5. Το κόστος κατασκευής του νέου αποδέκτη, που περιλαμβάνει το κόστος των ερευνών και μελετών, το κόστος κατασκευής του έργου, το σύνηθες κόστος λειτουργίας του (μεταφορά των απορριμμάτων, συλλογή και επεξεργασία του υγρού στραγγίσματος, συλλογή και επεξεργασία του βιοαερίου, καθημερινή κάλυψη του χώρου) αλλά και το κόστος της παρακολούθησης της συμπεριφοράς του αποδέκτη και το πιθανό κόστος της απαιτούμενης επέμβασης σε περίπτωση αστοχίας του έργου και ρύπανσης του υπεδάφους.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις ελάχιστων αποστάσεων ενός αποδέκτη αστικών απορριμμάτων, συνήθως εφαρμόζονται τα εξής:

1. Ελάχιστη απόσταση 300 μέτρων από λίμνες. Η ελάχιστη απόσταση θα πρέπει να αυξηθεί σε περίπτωση που υπάρχει δυνατότητα επιφανειακής απορροής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων από την περιοχή της “χωματεράς” προς τη λίμνη.

2. Ελάχιστη απόσταση 100 μέτρων από ποταμούς.

3. Απαγόρευση κατασκευής “χωματερών” σε περιοχές που υπάρχει πιθανότητα να πλημμυρίζουν. Συνήθως ως όριο χρησιμοποιείται η πιθανότητα πλημμύρας για βροχόπτωση με περίοδο επαναφοράς 100 ετών.

4. Ελάχιστη απόσταση 300 μέτρων από εθνικές οδούς, εθνικά πάρκα κλπ. Ο περιορισμός αυτός τίθεται κυρίως για αισθητικούς λόγους και μπορεί

να μειωθεί εάν κατασκευασθεί κατάλληλο διάφραγμα οπτικής απομόνωσης (π.χ. συστοιχία δένδρων).

5. Απαγόρευση κατασκευής “χωματερών” σε προστατευόμενους βιότοπους και υδροβιότοπους.

6. Ελάχιστη απόσταση 3000 μέτρων από αεροδρόμια που χρησιμοποιούνται από αεριωθούμενα αεροσκάφη και 1500 μέτρων από αεροδρόμια που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από ελικοφόρα αεροσκάφη (USEPA, Subtitle D Regulations).

Ο περιορισμός αυτός επιβάλλεται για την αποφυγή όχλησης των αεροπλάνων από τα πουλιά που συνήθως συγκεντρώνονται στις περιοχές των “χωματερών”.

7. Ελάχιστη απόσταση 400 μέτρων από πηγάδια υδρεύσεως. Η απόσταση αυτή μπορεί να αυξηθεί σε περίπτωση ύπαρξης πηγαδιών προς τα κατάντη της “χωματερός”. Ο περιορισμός αυτός δεν καλύπτει την περίπτωση οργανωμένων υδρογεωτρήσεων για την ύδρευση οικισμών, όπου η ελάχιστη απόσταση θα πρέπει να καθορίζεται μετά από ειδική υδρογεωλογική μελέτη.

8. Ελάχιστη απόσταση 60 μέτρων από τεκτονικά ρήγματα τα οποία εκτιμάται ότι έχουν ενεργοποιηθεί κατά το Ολόκαινο.

Εκτός από τους ανωτέρω περιορισμούς, στην επιλογή των χώρων για την κατασκευή αποδεκτών στερεών αποβλήτων εφαρμόζονται τα εξής τεχνικά κριτήρια:

4.3.1. Γεωτεχνικά κριτήρια

Α. Διαπερατότητα

Η διαπερατότητα του εδάφους επηρεάζει τη δυνατότητα διαφυγής ρύπων προς τους υδροφορείς της περιοχής σε περίπτωση αστοχίας των τεχνικών μέτρων σφράγισης του πυθμένα της “χωματερός”. Είναι προφανές ότι εδάφη μικρής διαπερατότητας προτιμώνται για την κατασκευή χωματερών.

1. Το ΡΗ του εδαφικού νερού

Χαρακτηρίζει την ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων. Υψηλότερες τιμές του pH είναι προτιμότερες (μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων).

2. Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC)

Χαρακτηρίζει την ικανότητα του εδάφους να αδρανοποιεί ποικίλους ρύπους μέσω των μηχανισμών ανταλλαγής κατιόντων και προσρόφησης. Υψηλότερες τιμές του δείκτη CEC είναι προτιμότερες.

3. Φύση των επιφανειακών εδαφικών στρώσεων

Επηρεάζει τις απαιτήσεις θεμελίωσης του έργου (π.χ. συμπύκνωση του φυσικού εδάφους πριν από την κατασκευή της στεγανωτικής μεμβράνης), τις συνθήκες ευστάθειας των περιμετρικών πρανών της εκσκαφής (σε περίπτωση υπόγειας “χωματερής”), τις πιθανές υποχωρήσεις κλπ. Γενικώς, η παρουσία στιφρών αργιλικών εδαφών είναι προτιμητέα τόσο λόγω της μικρής τους συμπίεστότητας όσο και λόγω της μικρής τους διαπερατότητας.

B. Διαθέσιμα υλικά

Θα πρέπει στην περιοχή να διατίθενται δανειοθάλαμοι σχετικώς αδιαπέρατων εδαφικών υλικών για την καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων. Οι απαιτούμενοι όγκοι των εδαφικών υλικών είναι σημαντικοί (20 - 25% του όγκου των απορριμμάτων)

4.3.2. Γεωλογικά Κριτήρια

1. Φύση και εμφάνιση του υποβάθρου

Η παρουσία ασβεστόλιθων σε μικρό βάθος και ιδίως επιφανειακά δεν είναι ευνοϊκή για την κατασκευή “χωματερών”, λόγω της πιθανής καρστικοποίησης

τους και της ως εκ τούτου αύξησης της διαπερατότητας. Το ίδιο ισχύει και για άλλους τύπους βραχωδών σχηματισμών που εμφανίζουν έντονη ρηγμάτωση. Γενικώς, η παρουσία εδαφικού καλύμματος μεγάλου πάχους είναι ευνοϊκή.

2. Τεκτονικά ρήγματα

Η παρουσία τεκτονικών ρηγμάτων δεν είναι ευνοϊκή λόγω της γενικώς αυξημένης διαπερατότητας κατά μήκος των αξόνων των ρηγμάτων αλλά και των πιθανών μετακινήσεων (στις περιπτώσεις ενεργών ρηγμάτων).

4.3.3. Υδρογεωλογικά Κριτήρια

1. Παρουσία υδροφορέων

Η παρουσία υδροφορέων με αξιόλογο δυναμικό (ανεξαρτήτως του εάν βρίσκονται υπό καθεστώς εκμετάλλευσης) σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους αποτελεί απαγορευτικό παράγοντα για την κατασκευή “χωματερής” στην περιοχή λόγω της πιθανής ανεξέλεγκτης ρύπανσης σε περίπτωση αστοχίας των τεχνικών μέτρων στεγάνωσης του αποδέκτη των αποβλήτων. Σε περίπτωση υδροφορέων που βρίσκονται υπό καθεστώς εκμετάλλευσης για την ύδρευση οικισμών, οι περιορισμοί είναι ακόμη αυστηρότεροι (όσον αφορά το απαιτούμενο ελάχιστο βάθος).

2. Ποιότητα του υπόγειου νερού

Περιοχές στις οποίες οι υδροφορείς έχουν φτωχή ποιότητα υπόγειου νερού (π.χ. λόγω υφαλμύρυνσης ή ρύπανσης από διαφορετικά αίτια) είναι προτιμητέες για την κατασκευή χωματερών.

3. Δίαιτα του υπόγειου νερού

Περιοχές στις οποίες η κίνηση του υπόγειου νερού είναι τέτοια ώστε να το απομακρύνει από κατοικημένες περιοχές ή όπου η κατακόρυφη κίνηση του

υπόγειου νερού γίνεται από κάτω προς τα άνω είναι προτιμητέες για την κατασκευή “χωματερών”. Επίσης, περιοχές με μικρή εποχιακή διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού είναι προτιμητέες, επειδή με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η διασπορά των ρύπων από τη μερικώς κορεσμένη ζώνη προς τον υδροφόρο. Τέλος, είναι προφανές ότι προτιμητέες είναι οι περιοχές όπου η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους.

4.3.4. Τοπογραφικά Κριτήρια

1. Κλίση του φυσικού εδάφους

Είναι προτιμότερες περιοχές σχεδόν οριζόντιες ή με κατά το δυνατόν μικρές κλίσεις (μέχρι 15 - 20 %). Στην περίπτωση μεγαλύτερων κλίσεων είναι πιθανή η επέκταση της ρύπανσης μέσω της ανεξέλεγκτης επιφανειακής απορροής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.

2. Διαβρωσιμότητα του εδάφους

Περιοχές με έντονα τοπογραφικά χαρακτηριστικά διάβρωσης του εδάφους δεν συνιστώνται για την κατασκευή “χωματερών” λόγω της ανάγκης περιορισμού της διάβρωσης των εδαφικών υλικών από τα επιφανειακά νερά με περιμετρικά αναχώματα, αναβαθμούς ανάσχεσης των πλημμύρων κλπ.

4.4. Επιφανειακή Υδρολογία

1. Ένταση και κατανομή των βροχοπτώσεων

Οι έντονες βροχοπτώσεις σε μια περιοχή δεν ευνοούν την κατασκευή χωματερών λόγω της ανάγκης αποστράγγισης των υδάτων, ώστε να

περιορίζεται κατά το δυνατόν ο όγκος του υγρού στραγγίσματος.

2. Εξατμισοδιαπνοή

Έντονη εξατμισοδιαπνοή περιορίζει τον όγκο του υγρού στραγγίσματος.

Αντίθετα, δεν ευνοεί την κατασκευή χωματερών με αργλικές στεγνωτικές μεμβράνες (clay liners), λόγω της ρηγμάτωσης της αργίλου από τη συρρίκνωση που προκαλείται κατά την ξήρανση.

3. Λίμνες, ποταμοί, πηγάδια, πηγές, πλημμυριζόμενες εκτάσεις κλπ.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, θα πρέπει να τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις από τα ανωτέρω.

4.5. Παραγωγή Στραγγίσματος και Βιο-Αερίου

1. Γενικά

Η παραγωγή στραγγίσματος (leachate) και βιο-αερίου στους αποδέκτες αστικών απορριμμάτων (αλλά και άλλων τύπων στερεών αποβλήτων) αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό τους. Ειδικώς τα αστικά απορρίμματα περιέχουν ποικίλα οργανικά υλικά (π.χ. υπολείμματα τροφών, χαρτί, υφάσματα, φυτικές ύλες, ελαστικά και πλαστικά υλικά) τα οποία με την πάροδο του χρόνου αποσυντίθενται. Η αποσύνθεση των ανωτέρω οργανικών ουσιών γίνεται με την παρουσία υγρασίας, κατάλληλης θερμοκρασίας και συχνά οξυγόνου⁶. Η υγρασία που είναι απαραίτητη για την αποσύνθεση προέρχεται εν μέρει από τη φυσική υγρασία των απορριμμάτων⁷, εν μέρει από την κατείδυση της βροχόπτωσης (κυρίως στις περιπτώσεις που η κάλυψη των απορριμμάτων είναι ανεπαρκής) αλλά κυρίως από το νερό που παράγεται από τις χημικές αντιδράσεις της ίδιας της αποσύνθεσης.

Συγκεκριμένα, κατά την αποσύνθεση οι οργανικές ύλες των απορριμμάτων διασπώνται από ένζυμα (τα οποία παράγονται από βακτηρίδια) με τρόπο ανάλογο με τη χώνευση της τροφής από τον άνθρωπο. Κατά την αποσύνθεση παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και άλλα αέρια (υδροθείο, άζωτο κλπ), ενώ ταυτόχρονα εκλύεται έντονη θερμότητα λόγω της εξώθερμης φύσης των αντιδράσεων της αποσύνθεσης. Τα αέρια που παράγονται κατά την αποσύνθεση των απορριμμάτων αποτελούν το λεγόμενο βιο-αέριο. Το παραγόμενο βιο-αέριο κινείται προς τα επάνω και φθάνει στην επιφάνεια όπου και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο το βιο-αέριο είναι εύφλεκτο. Σημειώνεται ότι μίγμα μεθανίου με αέρα σε ποσοστό μεθανίου 8-15% κατ' ελάχιστον αποτελεί εκρηκτικό μίγμα. Επιπλέον, το βιο-αέριο μπορεί να διαλυθεί στο υγρό στράγγισμα και να επαυξήσει το ρυπαντικό του φορτίο. Το νερό που παράγεται κατά την αποσύνθεση μαζί με τη φυσική υγρασία των απορριμμάτων και τις τυχόν διηθούμενες ποσότητες νερού λόγω των βροχοπτώσεων αποτελούν το υγρό στράγγισμα (leachate). Ως γνωστόν, τους πόρους των απορριμμάτων μπορεί να συγκρατηθεί κάποια ποσότητα νερού (μέσω των τριχοειδών δυνάμεων και της συνάφειας). Όταν η ποσότητα του νερού υπερβεί τη δυνατότητα συγκράτησης των πόρων, αρχίζει η κίνηση του στραγγίσματος προς τα κάτω.

Καθώς το στράγγισμα κινείται διαμέσου της μάζας των απορριμμάτων, διαλύει και παρασύρει διάφορες ρυπογόνες ουσίες οι οποίες αποτελούν το ρυπαντικό φορτίο του στραγγίσματος. Εάν ο πυθμένας της “χωματερής” δεν είναι επαρκώς στεγανός, το στράγγισμα διεισδύει στο υποκείμενο έδαφος και τελικώς μπορεί να φθάσει στον υποκείμενο υδροφορέα και να τον ρυπάνει. Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις που ο πυθμένας της “χωματερής” έχει επαρκή στεγανότητα, το ύψος της στρώσης του συγκεντρουμένου στραγγίσματος βαθμιαία αυξάνει με αποτέλεσμα να αυξάνει το υδραυλικό φορτίο στη στεγανωτική στρώση του πυθμένα και συνεπώς να αυξάνει η πιθανότητα διαφυγής του στραγγίσματος διαμέσου ρωγμών, κατασκευαστικών

ατελειών κλπ. Για τους ανωτέρω λόγους, είναι απαραίτητη η αποστράγγιση του στραγγίσματος από τον πυθμένα της “χωματερής”.

Στους σύγχρονους αποδέκτες στερεών αποβλήτων προβλέπεται ειδικό σύστημα συλλογής και απαγωγής του βιο-αερίου και του υγρού στραγγίσματος, ώστε να αποκλείεται η ανεξέλεγκτη διαφυγή τους στο περιβάλλον.

4.6. Σύστημα Απαγωγής Του Βιο-Αερίου

Έργα διαχείρισης βιοαερίου

Γενικά:

Η βιοαποδόμηση των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στα απορρίμματα δημιουργεί το βιοαέριο. Για το λόγο αυτό στους ΧΥΤΑ πρέπει να υπάρχουν συστήματα διαχείρισης του βιοαερίου.

Η διαχείριση του βιοαερίου στους ΧΥΤΑ αποσκοπεί:

- α) στη μείωση των εκπομπών,
- β) στη αποτροπή των οσμών, που αντιπροσωπεύει τον πιο σημαντικό παράγοντα όχλησης στους κατοίκους,
- γ) στην ασφάλεια του ΧΥΤΑ τόσο στο εσωτερικό όσο και στη γύρω περιοχή και την αποτροπή κινδύνου,
- δ) στη μείωση των εκπομπών CH_4 , που συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- στ) στην προστασία της γλωρίδας.

Ο έλεγχος των εκπομπών του βιοαερίου στο περιβάλλον, επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό των παρακάτω μέτρων:

1. Σύστημα στεγάνωσης.
2. Σύστημα ανάκτησης.
3. Δίκτυα συλλογής.
4. Μονάδα άντλησης.
5. Πυρσό καύσης.
6. Μονάδα αξιοποίησης.
7. Σύστημα περιβαλλοντικού ελέγχου και μέτρα ασφάλειας.

Η παραγωγή του βιοαερίου εξαρτάται από παραμέτρους όπως: σύνθεση απορριμμάτων, θερμοκρασία, υγρασία, καθώς επίσης και τις συνθήκες λειτουργίας του χώρου κ.α.. Η δυναμικότητα της παραγωγής πρέπει να αναλύεται αφού λαμβάνονται υπόψη οι διάφοροι παράμετροι.

Εκτός της εκτίμησης της αθροιστικής παραγωγής του βιοαερίου είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την παραγωγή του σε σχέση με το χρόνο. Τα συστήματα διαχείρισης του βιοαερίου σχεδιάζονται σύμφωνα με τις μεγαλύτερες τιμές παραγωγής του έτους προσαρμοσμένο με συντελεστή ασφάλειας τουλάχιστον 1,50.

Το σύστημα συλλογής και απαγωγής του βιοαερίου τίθεται σε λειτουργία το αργότερο ένα εξάμηνο από την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Η διάθεση του βιοαερίου αποκλειστικά σε πυρσό καύσης επιτρέπεται μόνο στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ενεργειακή αξιοποίηση του.

Η αδειοδότηση λειτουργίας της μονάδας θα είναι σύμφωνα με το αρ.10 της 69728. Σε μικρούς χώρους όπου η καύση του βιοαερίου είναι ανέφικτη τεχνικοοικονομικά, επιτρέπεται ο παθητικός εξαερισμός μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων τμημάτων της τεχνικής επιφάνειας ή ειδικών φρεατίων.

Συστήματα διαχείρισης

Υπάρχουν τρεις τρόποι διαχείρισης του βιοαερίου:

- α. Παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας
- β. Αντληση βιοαερίου με φρεάτια
- γ. Σύστημα ενεργητικής απαγωγής

Παθητικός εξαερισμός μέσω της επιφάνειας

Το βιοαέριο εξέρχεται από το εσωτερικό του ΧΥΤΑ μέσα από τμήματα (παράθυρα) της επιφανειακής κάλυψης τα οποία διαστρώνονται με οργανικό εδαφικό υλικό (Βιοφίλτρο). Υπολογίζεται ότι εδαφικό υλικό κάλυψης πλούσιο σε βακτηρίδια μπορεί από μόνο του να αποκοδομήσει το μεθάνιο σε νερό και οξυγόνο με ρυθμό 50 κ.μ. CH₄/T.M./ΕΤΟΣ. Στην περίπτωση που προβλέπονται περιμετρικοί τάφροι εξαέρωσης πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην στεγανοποίηση της απόληξης της τάφρου έτσι ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο όμβριων στα απορρίμματα.

Παθητικός εξαερισμός με οριζόντιους ή κατακόρυφους σωλήνες.

Πρόκειται για σύστημα <<καθοδηγούμενου>> εξαερισμού. Στην περίπτωση αυτή στα άκρα των σωλήνων τοποθετούνται φίλτρα compost ώστε τα βακτηρίδια να αποκοδομούν μέρος οργανικών ενώσεων, οι οποίες ως επί το πλείστον δημιουργούν τις οσμές. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατακόρυφων να

μην είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερες των 50 μέτρων και η ακτίνα επιρροής 25 μέτρα.

Αντλήση βιοαερίου με κατακόρυφα ή οριζόντια φρεάτια

Η μέθοδος αυτή συνιστάται όταν οι ποσότητες του βιοαερίου είναι μεγάλες και δεν επαρκεί ο παθητικός εξαερισμός, επίσης όταν προβλέπεται ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου.

- Οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων συλλογής βιοαερίου να είναι τουλάχιστον 60m.
- Τα κάθετα συστήματα συλλογής βιοαερίου να διεισδύουν εντός του σώματος των αποβλήτων σε βάθος ίσο με το 80 - 90% του συνολικού πάχους των αποβλήτων και να απέχουν από τη στρώση στεγάνωσης τουλάχιστον 2m.
- Το υλικό του συστήματος ενεργητικής απαγωγής να είναι ανθεκτικό στις αναμενόμενες φυσικές (βάρος, θερμοκρασία), χημικές (στραγγίσματα, βιοαέριο) και βιολογικές (μικροοργανισμοί) επιβαρύνσεις.

Κατασκευή του δικτύου συλλογής στο σύστημα ενεργητικής απαγωγής

Δύο μέθοδοι εφαρμόζονται για την κατασκευή των κατακόρυφων φρεατίων:

- α. Κατασκευή και καθ' ύψος επέκταση των φρεατίων παράλληλα με τις εργασίες διάθεσης των απορριμμάτων.
- β. Διάνοιξη γεωτρήσεων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών διάθεσης.

Για την κατασκευή οριζόντιου συστήματος συλλογής, η τοποθέτηση των αγωγών συλλογής γίνεται σε οριζόντιους τάφρους πλάτους τουλάχιστον 0,50

μέτρα. Οι οριζόντιοι τάφροι συλλογής διατάσσονται επί της επιφάνειας, σε βάθος τουλάχιστον 60 μέτρα.

Κατά την επιλογή των υλικών και την διαστασιολόγηση του δικτύου πρέπει να εξασφαλίζεται:

α. Ταχύτητα αερίων εντός των αγωγών κάτω των 10 m/sec.

β. Ανθεκτικότητα των αγωγών σε χημικές επιδράσεις.

γ. Καθαρισμός των αγωγών από τα σχηματιζόμενα συμπυκνώματα στα χαμηλά σημεία του δικτύου χωρίς να επιτρέπεται η είσοδος οξυγόνου στο σύστημα.

δ. Απομάκρυνση συμπυκνωμάτων σύμφωνα με την διαθέσιμη τεχνική.

Μονάδα άντλησης και Πυρσός καύσης.

Ο σχεδιασμός της μονάδας γίνεται με βάση τον υπολογισμό της μέγιστης αναμενόμενης παραγωγής βιοαερίου. Η μονάδα εγκαθίσταται σε σταθερό έδαφος.

Θα περιλαμβάνονται διατάξεις αφύγρανσης, ανάσχεσης φλόγας, ελέγχου παροχών, δειγματοληψίας αερίου, ρύθμισης φλόγας και αυτοματισμοί λειτουργίας. Ο ηλεκτρικός κινητήρας είναι αντικρηκτικού τύπου. Όλες οι σωληνώσεις είναι γαλβανισμένες. Η ελάχιστη θερμοκρασία πυρσού καύσης είναι 850° C.

Παρακολούθηση - μέτρα ασφάλειας

Εξωτερικά της επιφάνειας διάθεσης εκεί που η μορφολογία το επιτρέπει συνίσταται να κατασκευαστούν γεωτρήσεις παρακολούθησης για πιθανές διαρροές βιοαερίου. Ανάλογος έλεγχος πρέπει να γίνεται και στις γεωτρήσεις

παρακολούθησης των υπογείων νερών, στις κεντρικές εγκαταστάσεις και στο περιβάλλον εργασίας.

Σε περίπτωση που εμφανιστεί βιοαέριο στις γεωτρήσεις παρακολούθησης απαιτείται:

- Να εντοπιστεί η αιτία διαρροής.
- Να αυξηθεί ο έλεγχος για όλη την περιοχή.
- Να παρθούν μέτρα ασφαλείας για τους εργαζόμενους και τον ΧΥΤΑ.

Προκειμένου να αποφευχθεί η αναρρόφηση αέρα πρέπει η υποπίεση που εφαρμόζεται κατά την άντληση να είναι όσο το δυνατόν χαμηλή (50/100 hPa). Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμοί πρέπει να υπάρχουν από τον αγωγό προς το κέντρο άντλησης προκειμένου να διακόπτεται η άντληση όταν υπάρχει υπέρβαση ορίων των ορίων. Η μονάδα άντλησης ως και η μονάδα αξιοποίησης να έχει αντιεκρηκτικού τύπου εξοπλισμό.

Φλόγοπαγίδες

Τοποθετούνται πριν και μετά τα σημεία όπου δύναται να δημιουργηθούν αναφλέξεις (πυρσός, μηχανές αερίου, περιοχή υποπίεσης, περιοχή συμπύκνωσης). Οι φλόγοπαγίδες πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό ελέγχου και να τοποθετούνται βάσει των προδιαγραφών του κατασκευαστικού οίκου.

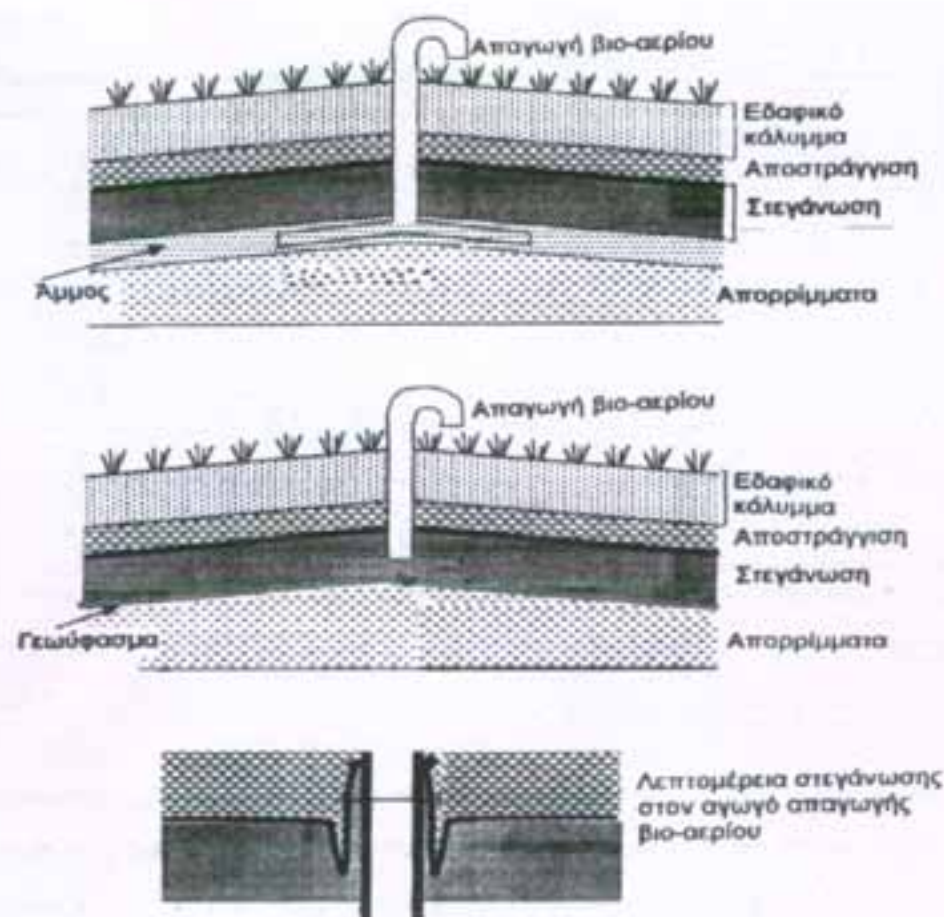
Επιθεώρηση

Το δίκτυο πριν τεθεί σε λειτουργία, αμέσως μετά την κατασκευή ή μετά από κάθε επισκευή πρέπει να επιθεωρείται από τον αρμόδιο τεχνικό και να διαπιστώνεται ότι πληροί τους όρους ασφαλείας. Ο έλεγχος κατ' αρχήν γίνεται

βάσει του δελτίου ασφάλειας. Μια φορά το χρόνο επιβάλλεται να γίνεται υπηρεσιακός έλεγχος και πιστοποίηση για τήρηση των κανόνων ασφαλείας. Έκτακτοι έλεγχοι επιβάλλονται μετά από περιστατικά αστοχίας, υπέρβασης ορίων φθορών από εξωτερικούς παράγοντες. Σε κάθε έλεγχο τηρείται πρωτόκολλο όπου καταγράφονται και τα αποτελέσματα.

Κανόνες λειτουργίας

Επειδή το δίκτυο του βιοαερίου αποτελεί μια πολύπλοκη τεχνική εγκατάσταση η αποτελεσματικότητα και ασφάλεια του προϋποθέτει κανονική συντήρηση, παρακολούθηση, περιοδικό και τακτικό έλεγχο των τμημάτων του. Η λειτουργία του δικτύου γίνεται μόνο από εξειδικευμένο και εκπαιδευμένο γι' αυτό το σκοπό προσωπικό. Το προσωπικό πρέπει να εφαρμόζει σαφείς και λεπτομερείς οδηγίες λειτουργίας.



Τυπικές διατάξεις συστημάτων παθητικής απαγωγής του βιο - αερίου

Θεσμικό πλαίσιο για αποδέκτες στερεών αποβλήτων

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το θεσμικό πλαίσιο που περιλαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την κατασκευή αποδεκτών στερεών αποβλήτων ποικίλει από χώρα σε χώρα. Με την εισαγωγή της πρόσφατης Οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη Διάθεση των Αποβλήτων (1991) εκτιμάται ότι στο μέλλον θα επιτευχθεί κάποια ομοιομορφία ως προς τις ελάχιστες απαιτήσεις για τους αποδέκτες στερεών αποβλήτων. Θα πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι η ανωτέρω Οδηγία περιέχει απλώς Γενικές Αρχές και δεν υπεισέρχεται στις λεπτομέρειες του σχεδιασμού των χώρων διάθεσης στερεών αποβλήτων. Αντίθετα, διάφορες χώρες της Ε.Ε έχουν λεπτομερείς Κανονισμούς που περιλαμβάνουν αναλυτικά τις ελάχιστες απαιτήσεις που ισχύουν στην συγκεκριμένη χώρα. (Παραρτήματα Α' & Β')

4.7 Στεγανωτικές Στρώσεις Πυθμένα

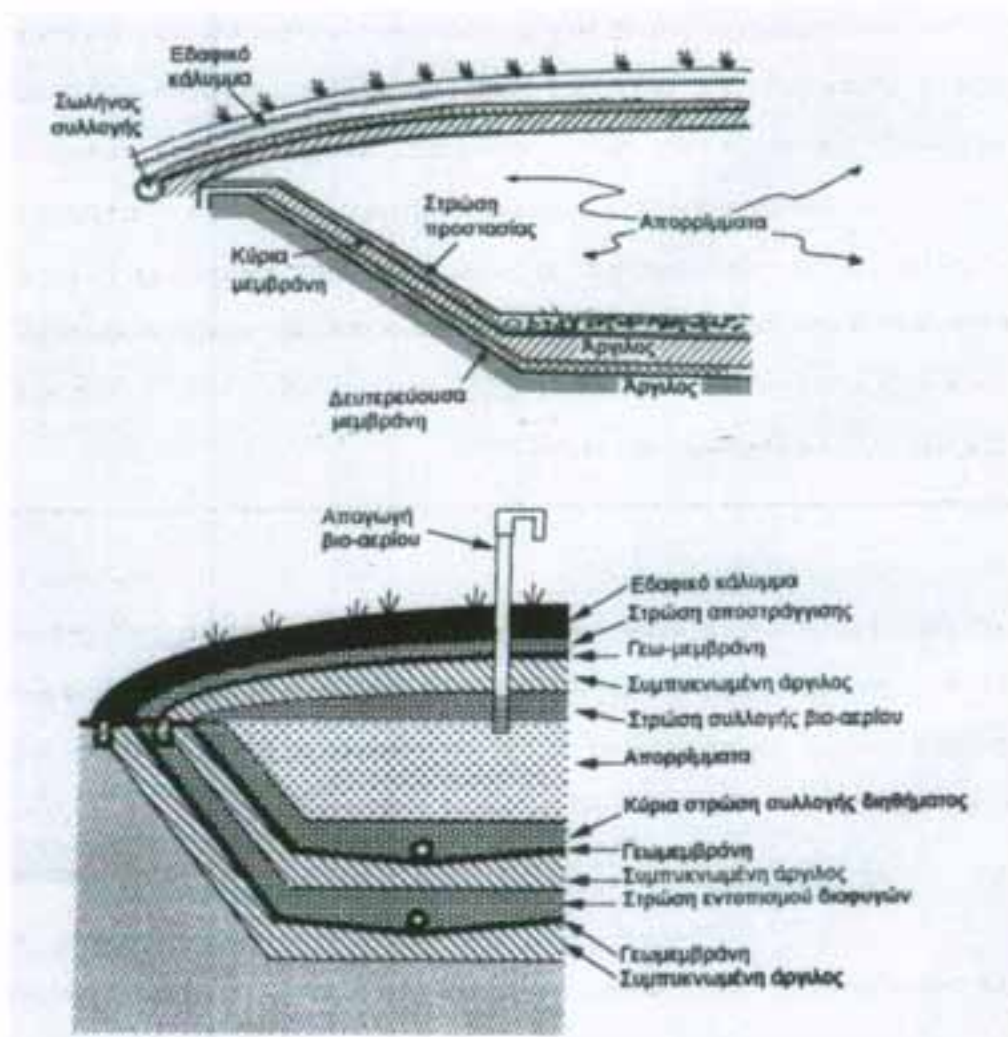
Όλοι οι σύγχρονοι αποδέκτες στερεών αποβλήτων διαθέτουν στεγανωτικές στρώσεις στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρανή, που έχουν σκοπό να ελαχιστοποιήσουν τη διαφυγή του υγρού στραγγίσματος προς το υπέδαφος. Οι στρώσεις αυτές μπορεί να είναι:

1. Απλή στρώση συμπυκνωμένης αργίλου (compacted clay liner).
2. Μεμβράνη από συνθετικό υλικό (synthetic liner), όπως το χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE) κλπ.
3. Σύνθετη στεγανωτική μεμβράνη (composite liner), που αποτελείται από μια συνθετική μεμβράνη τοποθετημένη πάνω σε μια στρώση συμπυκνωμένης αργίλου.
4. Γεω-συνθετική αργλική στεγανωτική μεμβράνη (geo-synthetic clay liner), που αποτελείται από μια λεπτή αργλική στρώση (πάχους μερικών χιλιοστών) τοποθετημένη ανάμεσα σε δυο λεπτές συνθετικές μεμβράνες.

5. Διπλή στεγανωτική στρώση με ενδιάμεση αποστραγγιστική στρώση (για τον εντοπισμό και τη συλλογή των πιθανών διαφυγών διαμέσου της ανώτερης στεγανωτικής στρώσης). Το σύστημα αυτό προσφέρει τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια έναντι διαφυγών και χρησιμοποιείται συνήθως στους αποδέκτες επικινδύνων ή τοξικών αποβλήτων. Η κάθε μια από τις δυο στεγανωτικές στρώσεις μπορεί να είναι κάποια από τις ανωτέρω περιπτώσεις (1), (2), (3) ή (4). Στα επόμενα περιγράφονται οι παραπάνω τύποι στεγανωτικών στρώσεων.

4.7.1. Στρώσεις Συμπυκνωμένης Αργίλου

Στρώσεις συμπυκνωμένης αργίλου χρησιμοποιούνται συχνά ως η μοναδική επένδυση του πυθμένα αποδεκτών μη-επικινδύνων αποβλήτων, αν και οι νεώτεροι κανονισμοί απαιτούν και τη χρήση συνθετικής μεμβράνης στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρανή. Στις περιπτώσεις αποδεκτών επικινδύνων στερεών αποβλήτων οι συμπυκνωμένες αργλικές στρώσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με κάποια άλλη στεγανωτική επένδυση (π.χ. συνθετικές μεμβράνες ή γεω-συνθετικές μεμβράνες). Όπως αναφέρθηκε, τα αργλικά υλικά όταν συμπυκνωθούν με κατάλληλη υγρασία αποκτούν μικρή διαπερατότητα και μπορούν να λειτουργήσουν ως στεγανωτική μεμβράνη. Κατά τη χρήση όμως των συμπυκνωμένων αργλικών υλικών ως στεγανωτικών μεμβρανών στον πυθμένα και τις παρειές των σύγχρονων αποδεκτών στερεών αποβλήτων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:



Τυπική διάταξη αποδεκτή στερεών αποβλήτων

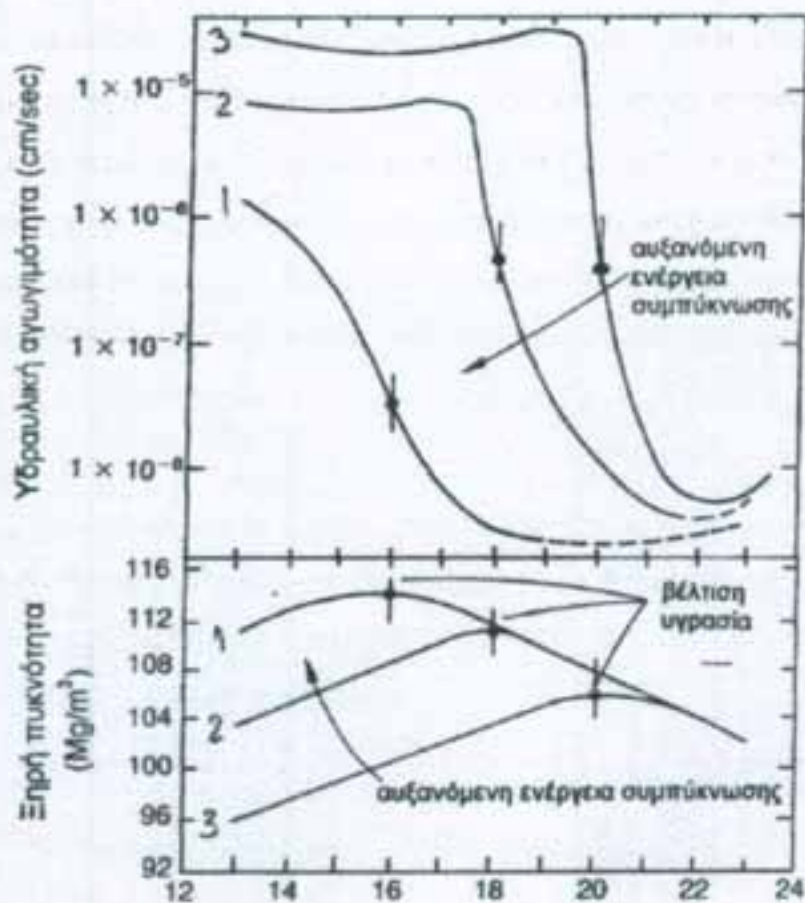
1. Ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας (διαπερατότητας) της συμπυκνωμένης αργιλικής στρώσης θα πρέπει γενικώς να είναι μικρότερος από το 10^{-7} cm/sec.

Ως ενδεικτικές απαιτήσεις για την επίτευξη του ανωτέρω περιορισμού είναι:

- (α) Ποσοστό λεπτοκόκκου κλάσματος (< No 200): κατ' ελάχιστον 20 – 30 %
- (β) Δείκτης πλαστικότητας: κατ' ελάχιστον 7 - 10 %
- (γ) Ποσοστό “χαλίκων” (> No 4, $d = 4.75$ mm) μικρότερο από 30 %
- (δ) Μέγιστη διάσταση κόκκου: 25 - 50 mm

Οι ανωτέρω είναι ενδεικτικές τιμές των αντίστοιχων ιδιοτήτων, και συνεπώς ο επιτυγχανόμενος συντελεστής διαπερατότητας θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται με επαρκή αριθμό δοκιμών μέτρησης της διαπερατότητας. Ανεξάρτητα όμως από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, κατά την επιλογή των υλικών κατασκευής της αργιλικής στεγανωτικής στρώσης θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή και σε κατασκευαστικά θέματα που συνδέονται κυρίως με τη διαφορά κλίμακας μεταξύ των εργαστηριακών δοκιμών και της επιτόπου συμπεριφοράς της συμπτυκνωμένης αργιλικής στρώσης. Έτσι, π.χ. η παρουσία υψηλού ποσοστού χαλίκων (50-60%) μπορεί να μην αυξάνει την υδραυλική αγωγιμότητα πάνω από το αποδεκτό όριο κατά τις εργαστηριακές δοκιμές όπου η ανάμειξη των υλικών είναι ικανοποιητική. Κατά τις επιτόπου εργασίες συμπίκνωσης, όμως, είναι πολύ πιθανόν να προκληθεί απόμειξη των υλικών και να δημιουργηθούν θύλακες με αυξημένο ποσοστό χαλίκων (άνω του 60%), όπου η διαπερατότητα θα είναι ασφαλώς αυξημένη και θα προκληθούν διαρροές.

2. Ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας των αργιλικών υλικών επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία συμπτύκνωσης και την εφαρμοζόμενη ενέργεια. Το Σχήμα 4 παρουσιάζει τυπικές καμπύλες της μεταβολής της υδραυλικής αγωγιμότητας για διάφορες τιμές της υγρασίας κατά τη συμπίκνωση και την εφαρμοζόμενη ενέργεια συμπίκνωσης. Η υδραυλική αγωγιμότητα προφανώς μειώνεται με την αύξηση της ενέργειας συμπίκνωσης. Επιπλέον, η υδραυλική αγωγιμότητα μειώνεται σημαντικά (κατά 10-100 φορές) με την αύξηση της υγρασίας συμπίκνωσης κατά 2-3% πάνω από τη βέλτιστη τιμή. Κατά συνέπεια, στην περίπτωση χρήσης των συμπτυκνωμένων αργίλων ως στεγανωτικών μεμβρανών συνιστάται η υγρασία της συμπίκνωσης να είναι ελαφρά μεγαλύτερη (κατά 2% περίπου) από τη βέλτιστη υγρασία.

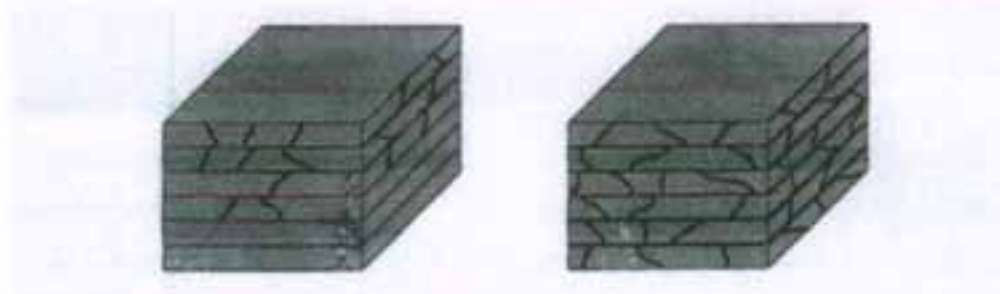


Σχήμα 4: Μεταβολή του συντελεστή διαπερατότητας των συμπτυκνωμένων αργίλων με την ενέργεια και την υγρασία κατά την συμπίκνωση

3. Τα αργιλικά υλικά όταν ξηραθούν συρρικνώνονται και ρηγματώνονται. Η τάση για συρρίαργιλου. Οι αργλικές στεγανωτικές μεμβράνες στον πυθμένα “χωματερών” γενικώς εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία πριν από την αρχική κάλυψή τους, με συνέπεια να ξηραίνονται και να υπάρχει κίνδυνος να ρηγματωθούν. Για τους λόγους αυτούς:

(α) Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αργιλικά υλικά υψηλής πλαστικότητας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο δείκτης πλαστικότητας θα πρέπει να είναι μικρότερος του 30-35%, ιδίως στις περιπτώσεις όπου προβλέπεται αξιόλογη ξήρανση του υλικού.

(β) Η συμπίκνωση των επάλληλων στρώσεων της αργλικής στεγανωτικής στρώσης γενικώς αυξάνει με την αύξηση του δείκτη πλαστικότητας της μεμβράνης θα πρέπει να γίνεται ταχέως ώστε να αποφεύγεται η παρατεταμένη έκθεση της επιφάνειας της αργίλου στην ηλιακή ακτινοβολία, η ξήρανσή της και συνεπώς η ρηγμάτωσή της (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Τυπική ξήρανση των επάλληλων στρώσεων συμπτυκνωμένης αργλικής μεμβράνης

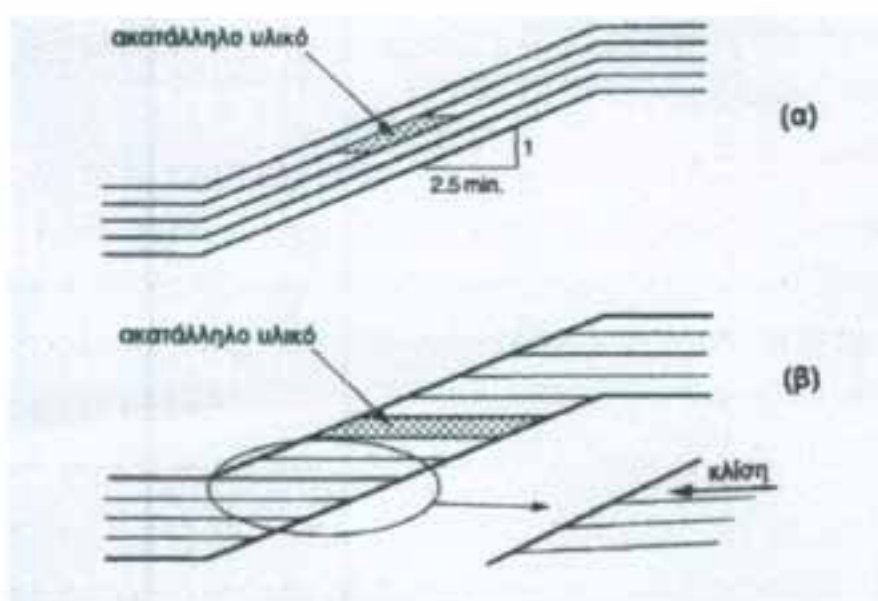
(γ) Η τελική επιφάνεια της συμπτυκνωμένης αργλικής μεμβράνης θα πρέπει να καλύπτεται ταχέως με την διαπερατή (αμμώδη) στρώση συλλογής του υγρού στραγγίσματος, ώστε να αποφεύγεται η ξήρανση και η ως εκ τούτου ρηγμάτωσή της. Επιπλέον, η πλήρωση του αποδέκτη στερεών αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε η στεγανωτική μεμβράνη του πυθμένα να καλύπτεται ταχέως από την πρώτη στρώση αποβλήτων η οποία θα προστατεύσει τη μεμβράνη και από την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.

(δ) Σε περιοχές έντονου ψύχους, η αργλική στεγανωτική στρώση θα πρέπει να προστατεύεται και από τον παγετό. Για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες, η κάλυψη της αργλικής μεμβράνης με την αμμώδη στρώση συλλογής του υγρού στραγγίσματος είναι συνήθως επαρκής για την αποφυγή βλαβών της αργλικής στρώσης λόγω παγετού.

4. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται κατά τη συμπίκνωση της αργλικής στεγανωτικής μεμβράνης στις παρειές του αποδέκτη στερεών αποβλήτων (Σχήμα 6). Η συμπίκνωση σε οριζόντιες στρώσεις δεν συνιστάται, επειδή

γενικώς η διαπερατότητα κατά μήκος των διεπιφανειών μεταξύ των επάλληλων στρώσεων είναι αυξημένη με συνέπεια πιθανές διαφυγές του στραγγίσματος. Αν τελικώς επιλεγεί η συμπύκνωση σε οριζόντιες στρώσεις, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε η διεπιφάνεια μεταξύ των επάλληλων στρώσεων να έχει κλίση προς το εσωτερικό του αποδέκτη. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται οι διαφυγές του υγρού στραγγίσματος εκτός του αποδέκτη (υπό την προϋπόθεση βεβαίως ότι το στράγγισμα απομακρύνεται από τον πυθμένα της "χωματερής" και δεν δημιουργεί στάθμη).

5. Οι χημικές ουσίες που περιέχονται στο υγρό στράγγισμα μπορούν να προσβάλλουν τη συμπυκνωμένη αργιλική στρώση και να μεταβάλουν τις ιδιότητές της (π.χ. να αυξήσουν τη διαπερατότητα ή να τη διαβρώσουν πλήρως).



Σχήμα 6: Συμπύκνωση αργιλικής στεγανωτικής μεμβράνης στις παρειές του αποδέκτη στερεών αποβλήτων (α)παράλληλα με την κλίση της πρανούς και (β) σε οριζόντιες στρώσεις.

Συγκεκριμένα:

(α) Ισχυρά οξέα και βάσεις μπορούν να διαλύσουν τα αργιλικά ορυκτά και να διαβρώσουν την αργιλική μεμβράνη.

Ορισμένα οξέα όπως το υδροφθορικό και το φωσφορικό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα από την άποψη αυτή.

(β) Ποικίλες ανόργανες και οργανικές ουσίες του υγρού στραγγίσματος μπορούν να μεταβάλουν το πάχος της διπλής στρώσης των αργιλικών ορυκτών, να τροποποιήσουν τη δομή τους και να μεταβάλουν την υδραυλική τους αγωγιμότητα.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι διάφοροι ρύποι προκαλούν 15 μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας πράγμα που είναι ευνοϊκό για τη λειτουργία της στεγανωτικής μεμβράνης. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις, προκαλείται θρόμβωση (floculation) της δομής των αργιλικών ορυκτών με συνέπεια τη ρηγμάτωση της αργίλου και την αύξηση της διαπερατότητας. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται “συναίρεση” (syneresis) και οι αναπτυσσόμενες ρωγμές “συναιρετικές ρωγμές”.

Για τους ανωτέρω λόγους, θα πρέπει να εκτελούνται ειδικές δοκιμές συμβατότητας (compatibility tests) για τον έλεγχο της επιρροής του αναμενόμενου στραγγίσματος των απορριμμάτων στα συγκεκριμένα αργιλικά υλικά που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της αργιλικής στεγανωτικής μεμβράνης.

Πάντως, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση μιας απλής αργιλικής στεγανωτικής μεμβράνης στον πυθμένα ενός αποδέκτη στερεών αποβλήτων είναι πιθανόν να παρουσιάσει αξιόλογες διαρροές στραγγίσματος προς το περιβάλλον για κάποιον από τους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Έτσι, στους περισσότερους αποδέκτες στερεών αποβλήτων χρησιμοποιούνται σύνθετες στεγανωτικές στρώσεις που περιλαμβάνουν και άλλες στρώσεις εκτός από την αργιλική μεμβράνη.

4.8. Συνθετικές Μεμβράνες

Μέχρι το 1982 η στεγάνωση του πυθμένα των αποδεκτών στερεών αποβλήτων συνίστατο σχεδόν αποκλειστικά από στρώσεις συμπακνωμένης αργίλου. Όμως η χρήση της συμπακνωμένης αργίλου ως μοναδικής στεγανωτικής μεμβράνης παρουσιάζει δυο βασικά μειονεκτήματα:

1. Είναι δυσχερής (αν όχι αδύνατη) η κατασκευή μιας εκτεταμένης στρώσης συμπακνωμένης αργίλου χωρίς περιοχές αυξημένης διαπερατότητας (π.χ. λόγω της τυχαίας παρουσίας κάποιας ποσότητας χονδρόκοκκου υλικού).
2. Είναι δύσκολο να αποφευχθεί η ρηγμάτωση μιας εκτεταμένης στρώσης συμπακνωμένης αργίλου λόγω ξήρανσης και συρρίκνωσης.

Τα μειονεκτήματα αυτά θεραπεύονται από τις λεγόμενες συνθετικές μεμβράνες (synthetic liners) ή γεω-μεμβράνες (geomembrane liners) των οποίων η βιομηχανική παραγωγή παρουσίασε ραγδαία ανάπτυξη στις αρχές της δεκαετίας του 1980 λόγω αντίστοιχης ανάπτυξης της τεχνολογίας των πολυμερών. Έτσι, σήμερα η χρήση συνθετικών μεμβρανών στον πυθμένα και τις παρειές των αποδεκτών των περισσότερων στερεών (αλλά και υγρών) αποβλήτων είναι επιβεβλημένη από τους Κανονισμούς όλων των προηγμένων χωρών.

Τρεις κατηγορίες πολυμερών προσφέρονται για την κατασκευή γεω-μεμβρανών: τα θερμοσκληρυνόμενα ελαστομερή, τα βιτουμενιούχα (ασφαλτικά) πολυμερή και τα θερμοπλαστικά πολυμερή. Τα θερμοσκληρυνόμενα ελαστομερή χρησιμοποιούνται σπανίως για τη στεγάνωση του πυθμένα “χωματερών” λόγω της δυσχέρειας στη συρραφή των φύλλων τους σε συνθήκες εργοταξίου.

Τα βιτουμενιούχα πολυμερή επίσης χρησιμοποιούνται σε λίγες περιπτώσεις κυρίως λόγω της μικρής μηχανικής τους αντοχής¹⁸. Έτσι, το σύνολο σχεδόν των συνθετικών γεω-μεμβρανών που χρησιμοποιούνται στους αποδέκτες στερεών αποβλήτων υπάγονται στην κατηγορία των θερμοπλαστικών. Τα

Θέρμο-πλαστικά υλικά έχουν την ιδιότητα να μαλακώνουν (λιώνουν) όταν θερμανθούν και να επανέρχονται πρακτικώς στην αρχική τους κατάσταση αφού ψυχθούν. Τα κυριότερα είδη θερμοπλαστικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή γεω-μεμβρανών είναι:

1. Το πολυ-αιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (High Density Poly-Ethylene, HDPE) με λεία ή τραχεία επιφάνεια.
2. Το πολυ-αιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (Low Density Poly-Ethylene, LDPE) με λεία ή τραχεία επιφάνεια.
3. Το χλωριωμένο πολυ-αιθυλένιο (Chlorinated Poly-Ethylene, CPE) είτε απλό είτε ενισχυμένο (οπλισμένο) με πλέγμα από συνθετικές ίνες για την αύξηση της μηχανικής αντοχής σε εφελκυσμό.
4. Το χλωρο-θειωμένο πολυ-αιθυλένιο (Chloro-sulfonated Poly-Ethylene, CSPE), συνήθως ενισχυμένο (οπλισμένο) με πλέγμα από συνθετικές ίνες για την αύξηση της μηχανικής αντοχής σε εφελκυσμό.
5. Το χλωριούχο πολυ-βινύλιο (Poly-Vinyl Chloride, PVC).

Τα ανωτέρω θερμοπλαστικά υλικά συνήθως κατεργάζονται με διάφορα πρόσμικτα (additives) που έχουν ως σκοπό τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους. Έτσι, προκύπτουν τελικώς πολλές ποικιλίες υλικών με διάφορα εμπορικά ονόματα. Οι συνθετικές γεωμεμβράνες κυκλοφορούν στο εμπόριο με τη μορφή φύλλων πάχους 0.3χιλιοστών (ή και περισσότερο) σε ρολά εύρους 5-8 μέτρων και μήκους μερικών δεκάδων μέτρων.

Η παραγωγή των φύλλων από τη θερμοπλαστική μάζα του πολυμερούς γίνεται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

1. Με πίεση διαμέσου του κενού που δημιουργείται από δυο κυλινδρικούς σωλήνες που περιστρέφονται με αντίθετη φορά (extrusion, calendering). Με τον τρόπο αυτό παράγονται οι απλές γεω-μεμβράνες (δηλαδή οι μη-οπλισμένες).

2. Με βαφή και εμποτισμό (spread coating) της θερμοπλαστικής ύλης πάνω σε ένα πλέγμα από συνθετικές ίνες οι οποίες αποτελούν και τον οπλισμό της γεωμεμβράνης.

Η καταλληλότητα των γεω-μεμβρανών ως στεγανωτικών υλικών στον πυθμένα των σύγχρονων “χωματερών” εξαρτάται από τις ιδιότητές τους. Οι κυριότερες ιδιότητες των γεω-μεμβρανών είναι (σε παρένθεση δίνεται ο αριθμός της Αμερικανικής προδιαγραφής ASTM για τον έλεγχο της συγκεκριμένης ιδιότητας):

1. Φυσικές ιδιότητες

Όπως το πάχος της μεμβράνης (D751), το ειδικό βάρος (D792 ή D1505), το βάρος ανά μονάδα επιφάνειας (D1910), η διαπερατότητα (E96), η περιεκτικότητα σε άνθρακα (D1603) κλπ.

2. Μηχανικές ιδιότητες

Όπως η εφελκυστική αντοχή και η αντίστοιχη παραμόρφωση (D638), η αντοχή έναντι σχισίματος (D1004), η αντοχή έναντι διατρήσεως (FTMS 101 B), η ψαθυρότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες (D746), η αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες), η αντοχή σε ρηγμάτωση (D1693), η αντοχή σε γήρανση (D573, D1349) κλπ.

3. Χημικές ιδιότητες

Όπως η αντοχή σε διόγκωση (D570), η αντοχή έναντι του όζοντος (D1149) και η αντοχή έναντι υπεριώδους ακτινοβολίας (D3334, G23, G26, G53). Επιπλέον, προσδιορίζεται η αντοχή έναντι του υγρού στραγγίσματος των απορριμμάτων με τη μέθοδο 9090 της U.S.EPA (1985) που ελέγχει τη συμβατότητα της γεω-μεμβράνης με συνήθεις ρύπους των υγρών στραγγισμάτων “χωματερών”.

4. Βιολογικές ιδιότητες

Όπως η αντοχή στην ανάπτυξη μυκήτων (G21) και έναντι βακτηριδίων (G22). Στις ανωτέρω δοκιμές ελέγχονται κυρίως τα πρόσμικτα υλικά της μεμβράνης δεδομένου ότι τα πολυμερή υλικά είναι αδρανή έναντι τέτοιων επιδράσεων.

Επίσης θα πρέπει να ελέγχεται η αντοχή της μεμβράνης στα τρωκτικά και στη διάτρηση από τις ρίζες διάφορων φυτών (ζιζανίων).

Τυπικές τιμές των ανωτέρω ιδιοτήτων για θερμοπλαστικές γεω-μεμβράνες είναι:

Ιδιότητα	Απλή μεμβράνη	Ενισχυμένη μεμβράνη (οπλισμένη)
Εφελκυστική αντοχή (kN/m)	10 - 50	20 - 200
Παραμόρφωση θραύσεως (%)	100 - 500	10 - 30
Ανηγμένο βάρος (kg/m ²)	0.3 - 1.5	0.6 - 2.0

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που επηρεάζουν τη στεγανότητα είναι η προσεκτική συρραφή των φύλλων. Είναι προφανές ότι λόγω της μεγάλης έκτασης της επιφάνειας που καλύπτεται με τη γεω-μεμβράνη απαιτούνται συρραφές μήκους πολλών χιλιομέτρων.

Οι συρραφές των μεμβρανών γίνονται με τρεις τρόπους:

1. Με κανονική συγκόλληση (extrusion welding) κατά την οποία ένα πρόσθετο θερμό θερμοπλαστικό υλικό τοποθετείται στην επαφή των δυο μεμβρανών οι οποίες λιώνουν και συγκολλώνται. Η μέθοδος αυτή είναι ανάλογη της ηλεκτροσυγκολλήσεως των μεταλλικών φύλλων. Η κανονική συγκόλληση χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε γεω-μεμβράνες από πολυαιθυλένιο (HDPE, LDPE).

2. Με θερμική επεξεργασία, δηλαδή με θέρμανση των δυο φύλλων της μεμβράνης στην περιοχή της επικάλυψης (χωρίς πρόσθεση άλλου υλικού) και συγκόλλησή τους λόγω της υψηλής θερμοκρασίας. Η θέρμανση συνήθως γίνεται μέσω ηλεκτρικώς θερμαινόμενου μεταλλικού στελέχους το οποίο έρχεται σε επαφή με τις μεμβράνες στην περιοχή που επικαλύπτονται.

3. Με διάφορες άλλες μεθόδους όπως με υπερήχους, με χημικούς διαλύτες κλπ.

Οι συρραφές των γεω-μεμβρανών είναι τα ασθενέστερα σημεία στα οποία υπάρχει πιθανότητα διαρροών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για τον έλεγχο των συγκολλήσεων στις θέσεις συρραφής των μεμβρανών. Μια από τις συνηθέστερες μεθόδους συρραφής είναι η επίθεση δυο φύλλων κατά 10-20 cm περίπου και η διπλή συρραφή τους με δυο παράλληλες συγκολλήσεις.

Στη συνέχεια, η ποιότητα της συρραφής δοκιμάζεται με εισπίεση νερού στο θύλακα που δημιουργείται μεταξύ των δυο επάλληλων φύλλων και των δυο ραφών. Τυχόν ατέλειες στη συγκόλληση εντοπίζονται μέσω της παρατηρούμενης απώλειας πίεσης και της διαφυγής νερού. Στατιστικές μετρήσεις που έγιναν για τη διερεύνηση της συχνότητας των ατελειών στη συρραφή των μεμβρανών δείχνουν ότι, αναλόγως της μεθόδου συρραφής και της ικανότητας και επιμέλειας του τεχνίτη, η συχνότητα των ατελειών είναι από μια ανά 10 μέτρα ραφής έως μια ανά 300 μέτρα ραφής. Έτσι, για τις συνήθεις διαστάσεις των φύλλων των μεμβρανών οι πιθανές ατέλειες κυμαίνονται μεταξύ των δέκα ατελειών ανά στρέμμα καλυπτόμενης επιφάνειας και των τριών ατελειών ανά δέκα στρέμματα καλυπτόμενης επιφάνειας. Λόγω των διαφυγών που αναμένονται στις θέσεις των ατελειών των ραφών, συνήθως χρησιμοποιούνται σύνθετες στεγανωτικές μεμβράνες, όπως αναφέρεται στα παρακάτω.

Οι συνθετικές μεμβράνες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε διάτρηση από αιχμηρά αντικείμενα και σχίζονται εύκολα. Επίσης είναι γενικώς ευαίσθητες στην υπεριώδη ακτινοβολία αν και προσφάτως έχουν κατασκευασθεί συνθετικές γεω-μεμβράνες με ειδικά πρόσμικτα οι οποίες έχουν ικανοποιητική αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Για το λόγο αυτό:

- (1) Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτηση και συρραφή των φύλλων της μεμβράνης ώστε να αποφευχθούν βλάβες από αιχμηρά αντικείμενα κλπ.
- (2) Οι μεμβράνες θα πρέπει να καλύπτονται με την (αμμώδη) στρώση συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος αμέσως μετά την τοποθέτησή τους ώστε αφενός να προστατεύονται από σχίσμο και διάτρηση και αφετέρου να μην εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία.

Ο ακόλουθος Πίνακας 9 παρουσιάζει τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κυριότερων τύπων θερμοπλαστικών και βιτουμενιούχων συνθετικών μεμβρανών.

Οι μεμβράνες που εξετάζονται είναι:

1. Θερμοπλαστικές μεμβράνες,

Πολυαιθυλενίου (HDPE, LDPE)

Χλωριωμένου Πολυαιθυλενίου (CPE)

Χλωρο-θειωμένου Πολυαιθυλενίου (CSPE)

Χλωριούχου Πολυβινυλίου (PVC)

2. Βιτουμενιούχες μεμβράνες :

Βουτυλίου (BR)

Αιθυλενίου-Προπυλενίου (EPDM)

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (ΠΙΝΑΚΑΣ 9)

Ιδιότητα	HDPE LDPE	CPE	CSPE	PVC	BR	EPDM
Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία	ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ
Αντοχή σε υψηλές/χαμηλές θερμοκρασίες	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ
Αντοχή στη διάτρηση	ΚΑΚΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΚΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΚΗ	ΜΕΤΡΙΑ
Μηχανική αντοχή	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ
Αντοχή στα βακτηρίδια	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ
Αντοχή στα πετρελαιοειδή	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ
Ευχέρεια στη συρραφή	ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ

Σε περίπτωση κατασκευής του αποδέκτη στερεών αποβλήτων σε περιοχή όπου η μόνιμη στάθμη του υπογείου ορίζοντα είναι υψηλότερη από τη στάθμη του πυθμένα του αποδέκτη (ή όταν υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα με στάθμη υψηλότερη από τη στάθμη του αποδέκτη), η στεγανωτική μεμβράνη του πυθμένα και των πρανών θα πρέπει να ελέγχεται έναντι υδροστατικής ανύψωσης. Στις παραπάνω περιπτώσεις υπάρχει κίνδυνος να συγκεντρωθεί νερό στην κατώτερη επιφάνεια της στεγανωτικής μεμβράνης και να προκληθεί ανύψωση της μεμβράνης. Ο κίνδυνος αυτός είναι αυξημένος στις αρχικές φάσεις της λειτουργίας του

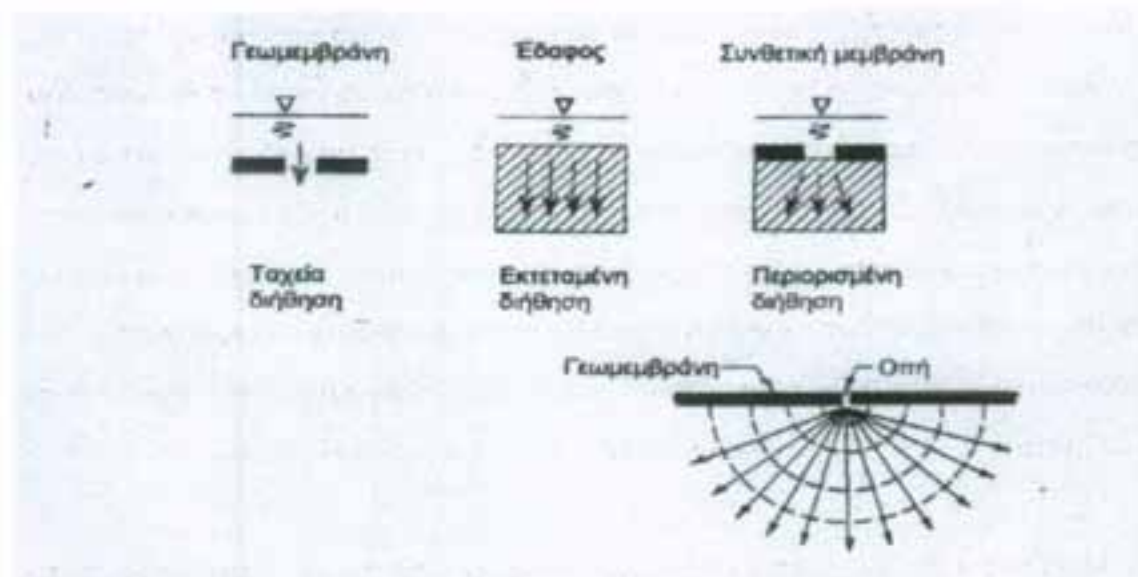
έργου, όταν δηλαδή η “χωματερή” είναι άδεια. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να κατασκευάζεται ειδικό σύστημα αποστράγγισης του φυσικού εδάφους κάτω από τη στεγανωτική στρώση του πυθμένα της “χωματερής”, ώστε να αποφεύγεται η συγκέντρωση των υπογείων υδάτων και η αύξηση των υδροστατικών πιέσεων.

Κατά το σχεδιασμό των στεγανωτικών στρώσεων στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρανή των σύγχρονων “χωματερών”, το πάχος της συνθετικής γεωμεμβράνης καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

1. Τις ελάχιστες απαιτήσεις των Κανονισμών για το συγκεκριμένο τύπο αποδέκτη.
2. Τυχόν ειδικές απαιτήσεις (όπως π.χ. η πιθανή κυκλοφορία βαρέων οχημάτων επί της μεμβράνης κλπ).
3. Τη μέγιστη εφελκυστική δύναμη που αναπτύσσεται στη μεμβράνη λόγω του βάρους της στρώσης κάλυψης της μεμβράνης στα πρανή του αποδέκτου.

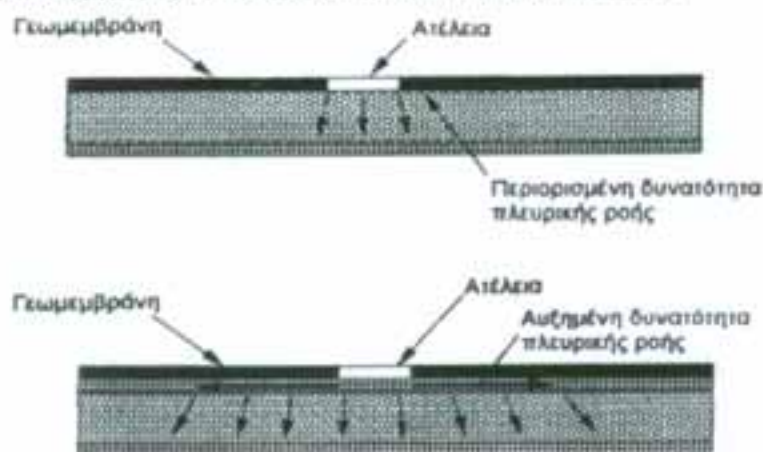
4.8.1. Σύνθετες Μεμβράνες

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο , οι συνθετικές γεω-μεμβράνες έχουν τυχαίες ατέλειες (κυρίως κατά μήκος των συρραφών μεταξύ γειτονικών φύλλων), με συνέπεια τη διαφυγή υγρού στραγγίσματος προς το υπέδαφος διαμέσου των οπών της μεμβράνης στις θέσεις των ατελειών. Το μειονέκτημα αυτό των απλών συνθετικών μεμβρανών αναιρείται σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση των λεγόμενων σύνθετων μεμβρανών (composite liners). Οι σύνθετες μεμβράνες αποτελούνται από μια συνθετική μεμβράνη η οποία τοποθετείται στην άνω επιφάνεια μιας συμπακνωμένης αργλικής στρώσης.



Σχήμα 6 : Περιορισμός των διαφυγών στραγγίσματος στις θέσεις των ατελειών της συνθετικής μεμβράνης μέσω της υποκείμενης αργιλικής στρώσης.

Το παραπάνω Σχήμα 6 παρουσιάζει το μηχανισμό της δραστηκής μείωσης της διήθησης διαμέσου μιας μικρής οπής της συνθετικής μεμβράνης στην περίπτωση σύνθετης μεμβράνης (δεξι μέρος του σχήματος). Το αριστερό μέρος του σχήματος παρουσιάζει τη διαφυγή στραγγίσματος διαμέσου μιας μικρής οπής της συνθετικής μεμβράνης χωρίς υποκείμενη αργιλική στρώση. Ακόμη και στην περίπτωση μιας πολύ μικρής οπής, η διηθούμενη παροχή είναι μεγάλη. Το κεντρικό μέρος του σχήματος δείχνει τη διήθηση διαμέσου μιας αργιλικής στρώσης χωρίς υπερκείμενη συνθετική μεμβράνη.



Σχήμα 7 : λειτουργία της σύνθετης μεμβράνης σε περίπτωση (α) καλής επαφής και (β) μη καλής επαφής, μεταξύ μεμβράνης και αργιλικής στρώσης

Η διηθούμενη παροχή μπορεί να είναι σημαντική (ακόμη και για μικρές τιμές της διαπερατότητας της αργίλου), λόγω της μεγάλης επιφάνειας επαφής του στραγγίσματος με την υποκείμενη άργιλο. Το δεξί μέρος του σχήματος παρουσιάζει τη λειτουργία της σύνθετης μεμβράνης στην περίπτωση μιας μικρής οπής της συνθετικής μεμβράνης: η διηθούμενη παροχή είναι μικρή, επειδή η όποια διήθηση διαμέσου της οπής υποχρεώνεται στη συνέχεια να διέλθει διαμέσου της υποκείμενης αργλικής στρώσης που έχει μικρή διαπερατότητα. Η καλή λειτουργία της σύνθετης μεμβράνης βασίζεται στην τέλεια επαφή (πρόσφυση) μεταξύ της συνθετικής μεμβράνης και της υποκείμενης αργλικής στρώσης. Το παραπάνω Σχήμα 7 παρουσιάζει τη λειτουργία της σύνθετης μεμβράνης σε περίπτωση καλής πρόσφυσης (άνω μέρος) και κακής πρόσφυσης (κάτω μέρος). Στην περίπτωση κακής πρόσφυσης, η διαρροή στραγγίσματος διαμέσου μιας μικρής οπής της συνθετικής μεμβράνης συνοδεύεται από κίνηση του στραγγίσματος στην οριζόντια διεύθυνση κάτω από τη συνθετική μεμβράνη. Με τον τρόπο αυτό η επιφάνεια “προσβολής” της υποκείμενης αργλικής στρώσης από το στράγγισμα μεγαλώνει πολύ με συνέπεια τη σημαντική αύξηση της παροχής που διηθείται διαμέσου της αργλικής στρώσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

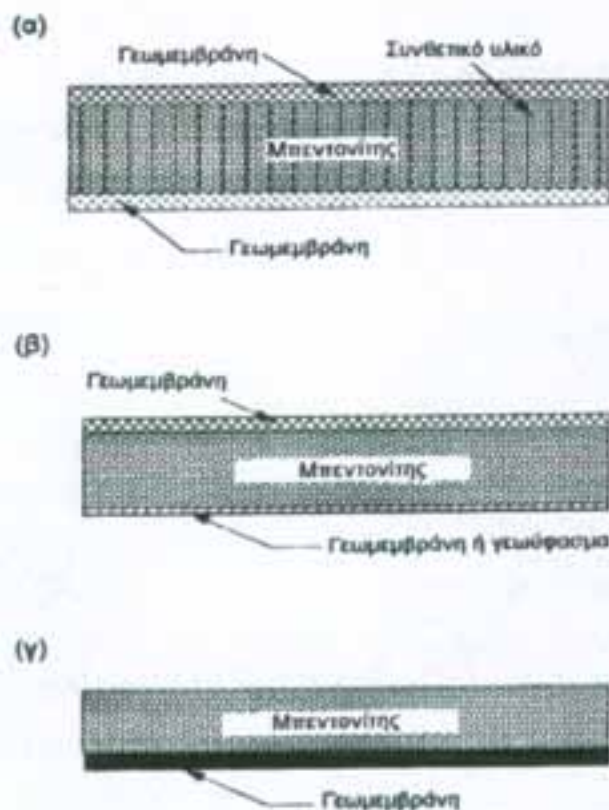
Τύπος μεμβράνης	Παροχή διηθήσεως (Λίτρα ανά ημέρα ανά στρέμμα)
Γεωμεμβράνη*	250
Συμπυκνωμένη άργιλος**	115
Σύνθετη μεμβράνη (κακή πρόσφυση)	47
Σύνθετη μεμβράνη (καλή πρόσφυση)	5

* με 2 οπές ανά στρέμμα

** $k = 10^{-7}$ cm/sec

Ο προηγούμενος πίνακας 10 παρουσιάζει τις μετρηθείσες παροχές διηθήσεως ρύπου διαμέσου (α) μιας συνθετικής γεω-μεμβράνης, (β) μιας συμπυκνωμένης αργλικής στρώσης και (γ) μιας σύνθετης μεμβράνης που αποτελείται από τις ανωτέρω δυο στρώσεις.

Κατά την κατασκευή/τοποθέτηση των σύνθετων μεμβρανών θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή βλάβης της συνθετικής μεμβράνης από σχίσμο ή διάτρηση με αιχμηρά αντικείμενα. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος της στεγανότητας των συρραφών των φύλλων σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές. Τέλος, η συνθετική μεμβράνη θα πρέπει να προστατεύεται κατά το δυνατόν από την υπεριώδη ακτινοβολία (π.χ. με ταχεία κάλυψή της με την αμμώδη στρώση συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος). Η προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία στην περίπτωση των σύνθετων μεμβρανών θα πρέπει να γίνεται και για την αποφυγή της ξήρανσης, συρρίκνωσης και τελικώς ρηγμάτωσης της συμπυκνωμένης αργλικής στρώσης που υπόκειται της συνθετικής γεω-μεμβράνης.



Σχήμα 8 : διάφοροι τύποι γεω- συνθετικών μεμβρανών.

Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο σε χώρες με έντονη ηλιοφάνεια (όπως η Ελλάδα), επειδή κατά την έκθεση της συνθετικής μεμβράνης στην ηλιακή ακτινοβολία αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες.

4.8.2. Γεω-Συνθετικές Μεμβράνες

Οι γεω-συνθετικές αργιλικές μεμβράνες (Geosynthetic Clay Liners, GCL) αποτελούν ένα πρόσφατο επίτευγμα της τεχνολογίας στεγανωτικών μεμβρανών για τον πυθμένα και τα περιμετρικά πρανή των σύγχρονων αποδεκτών στερεών και υγρών αποβλήτων. Η μεμβράνη τύπου GCL αποτελείται από μια λεπτή αργιλική στρώση (πάχους λίγων εκατοστών του μέτρου) η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ δυο λεπτών συνθετικών μεμβρανών (πάχους εκάστης 0.75-1.5 mm περίπου), ή εναλλακτικά αποτελείται από μια λεπτή αργιλική στρώση (πάχους λίγων εκατοστών) συγκολλημένη επί μιας λεπτής συνθετικής μεμβράνης (πάχους 1-2 mm).

Το Σχήμα 8 παρουσιάζει τυπικές περιπτώσεις γεω-συνθετικών αργιλικών μεμβρανών. Η λειτουργία της μεμβράνης GCL είναι αντίστοιχη με τη λειτουργία της σύνθετης μεμβράνης που περιγράφηκε παραπάνω. Το πλεονέκτημα της γεω-συνθετικής αργιλικής μεμβράνης είναι ότι διατίθεται έτοιμη στο εμπόριο και συνεπώς δεν απαιτείται η χωριστή κατασκευή της κάθε στρώσης στο εργοτάξιο. Συνεπώς αποφεύγονται τα πιθανά προβλήματα αυξημένης διαπερατότητας της συμπυκνωμένης αργίλου λόγω τυχαίας απόμειξης των υλικών στο εργοτάξιο. Επιπλέον, λόγω της βιομηχανικής της παραγωγής, η γεω-συνθετική αργιλική μεμβράνη εξασφαλίζει την καλή πρόσφυση μεταξύ των επάλληλων στρώσεων και συνεπώς επιτυγχάνει πολύ μικρές τιμές διαπερατότητας με υψηλή αξιοπιστία σε μεγάλη κλίμακα.

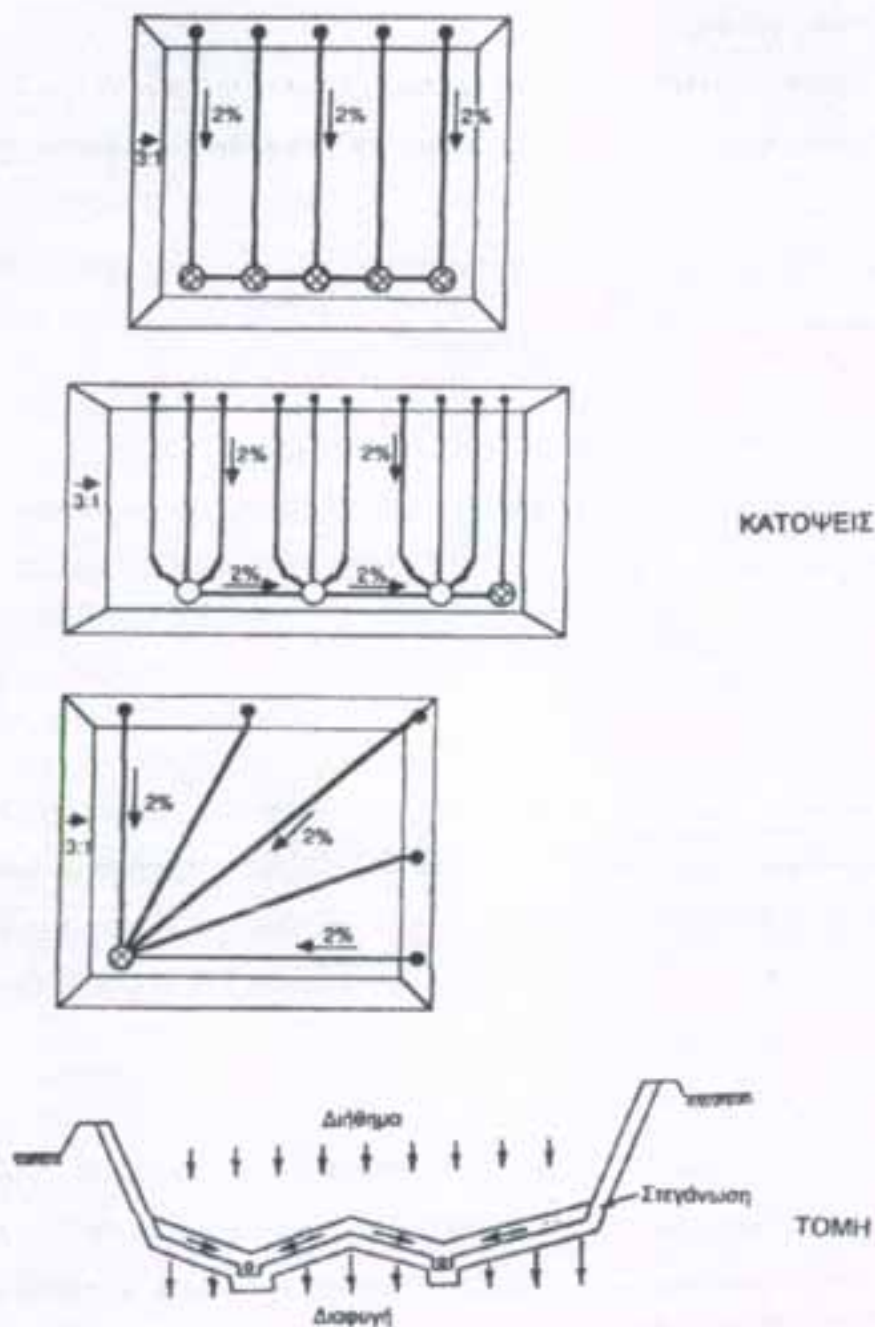
Σύστημα συλλογής του στραγγίσματος

Η συλλογή και απομάκρυνση του υγρού στραγγίσματος (leachate) των απορριμμάτων που συγκεντρώνεται στον πυθμένα των αποδεκτών στερεών αποβλήτων είναι τελείως απαραίτητη για την επιτυχή λειτουργία του συστήματος στεφανώσεως. Όπως αναφέρθηκε, το υγρό στράγγισμα που συγκεντρώνεται στον πυθμένα των “χωματερών” οφείλεται:

1. Στην κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχόπτωση, χιόνι) και στην εισροή επιφανειακών υδάτων, λόγω πλημμελούς κάλυψης και περιμετρικής αποστράγγισης του χώρου.
2. Στη φυσική υγρασία των απορριμμάτων.
3. Στο νερό που παράγεται κατά τις χημικές αντιδράσεις αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών.

Το υγρό στράγγισμα έχει αξιόλογο ρυπαντικό φορτίο και συνεπώς η τυχόν διαφυγή του στο υπέδαφος μπορεί να προκαλέσει σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Ακόμη και στην περίπτωση ύπαρξης στεγανωτικής μεμβράνης στον πυθμένα της “χωματελής”, το υγρό στράγγισμα που συγκεντρώνεται (αν δεν απομακρυνθεί με κατάλληλο σύστημα αποστράγγισης) δημιουργεί στάθμη, αυξάνει το υδραυλικό φορτίο στην υποκείμενη στεγανωτική μεμβράνη και ως εκ τούτου πολλαπλασιάζεται η παροχή διηθήσεως διαμέσου των ατελειών της αλλά και του υποκείμενου εδαφικού υλικού.



Σχήμα 11 : Σύστημα συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος από τον πυθμένα χωματερής.

Για το λόγο αυτό:

1. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή συστήματος περιμετρικής αποστράγγισης της “χωματερής”, ώστε να αποφεύγεται η εισροή επιφανειακών υδάτων στο χώρο της “χωματερής”.
2. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην καθημερινή κάλυψη των

απορριμμάτων με εδαφικό υλικό το οποίο θα πρέπει να επιτεδώνεται, η επιφάνειά του να διαμορφώνεται με κατάλληλες κλίσεις και να προβλέπεται σύστημα συγκέντρωσης και απαγωγής των όμβριων υδάτων (μέσω τάφρων, φρεατίων κλπ).

3. Πάνω από τη στεγανωτική μεμβράνη του πυθμένα της “χωματερής” θα πρέπει να κατασκευάζεται ειδικό σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης του στραγγίσματος.

Τυπικές διατάξεις τέτοιων έργων φαίνονται στο Σχήμα 11.

Στην περίπτωση πρόβλεψης διπλής στεγανωτικής μεμβράνης στον πυθμένα της “χωματερής” (όπως π.χ. απαιτείται στους αποδέκτες επικινδύνων αποβλήτων), τότε θα πρέπει να κατασκευάζονται και δυο συστήματα συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος:

(1) Το κύριο σύστημα συλλογής του στραγγίσματος (primary leachate collection system) που κατασκευάζεται στην επιφάνεια της ανώτερης στεγανωτικής μεμβράνης. Το σύστημα αυτό συνήθως αποτελείται από μια στρώση ελευθέρως στραγγιζόμενου εδαφικού υλικού (π.χ. χάλικες) πάχους 30-40 cm η οποία προστατεύεται ως εξής:

(α) Στην ανώτερη επιφάνειά της φέρει στρώση φίλτρου από άμμο (πάχους 15-20 cm) ή διαπερατό συνθετικό γεω-ύφασμα (geotextile) με σκοπό την προστασία της υποκείμενης στρώσης στράγγισης από ογκώδη/αιχμηρά απορρίμματα αλλά και την κατακράτηση των στερεών κόκκων που τυχόν αιωρούνται εντός του στραγγίσματος (ώστε να μην αποφραχθεί η υποκείμενη στρώση στράγγισης).

(β) Στην κατώτερη επιφάνειά της φέρει ειδικό συνθετικό γεω-ύφασμα για την προστασία της υποκείμενης στεγανωτικής μεμβράνης από τη διάτρηση, (λόγω των χαλίκων της στρώσης στράγγισης).

Κατά θέσεις, εντός της στρώσης στραγγίσισης τοποθετούνται και διάτρητοι σωλήνες για τη συλλογή και ταχεία αποστράγγιση του στραγγίσματος. Οι σωλήνες αυτοί οδηγούνται σε φρεάτια απ' όπου το στραγγίσμα απάγεται είτε με φυσική ροή είτε (συνηθέστερα) με άντληση.

(2) Το δευτερεύον σύστημα συλλογής του στραγγίσματος (secondary leachate collection system). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια αποστραγγιστική στρώση (άμμο πάχους 20-30 cm, διαπερατό συνθετικό γεω-ύφασμα κλπ) που τοποθετείται μεταξύ των δυο στεγανωτικών μεμβρανών. Όπως στο πρωτεύον σύστημα, έτσι και στο δευτερεύον προβλέπεται σύστημα συλλογής του τυχόν διαφεύγοντος στραγγίσματος μέσω σωλήνων, φρεατίων, άντλησης κλπ. Το δευτερεύον σύστημα συλλογής του στραγγίσματος έχει τους εξής σκοπούς:

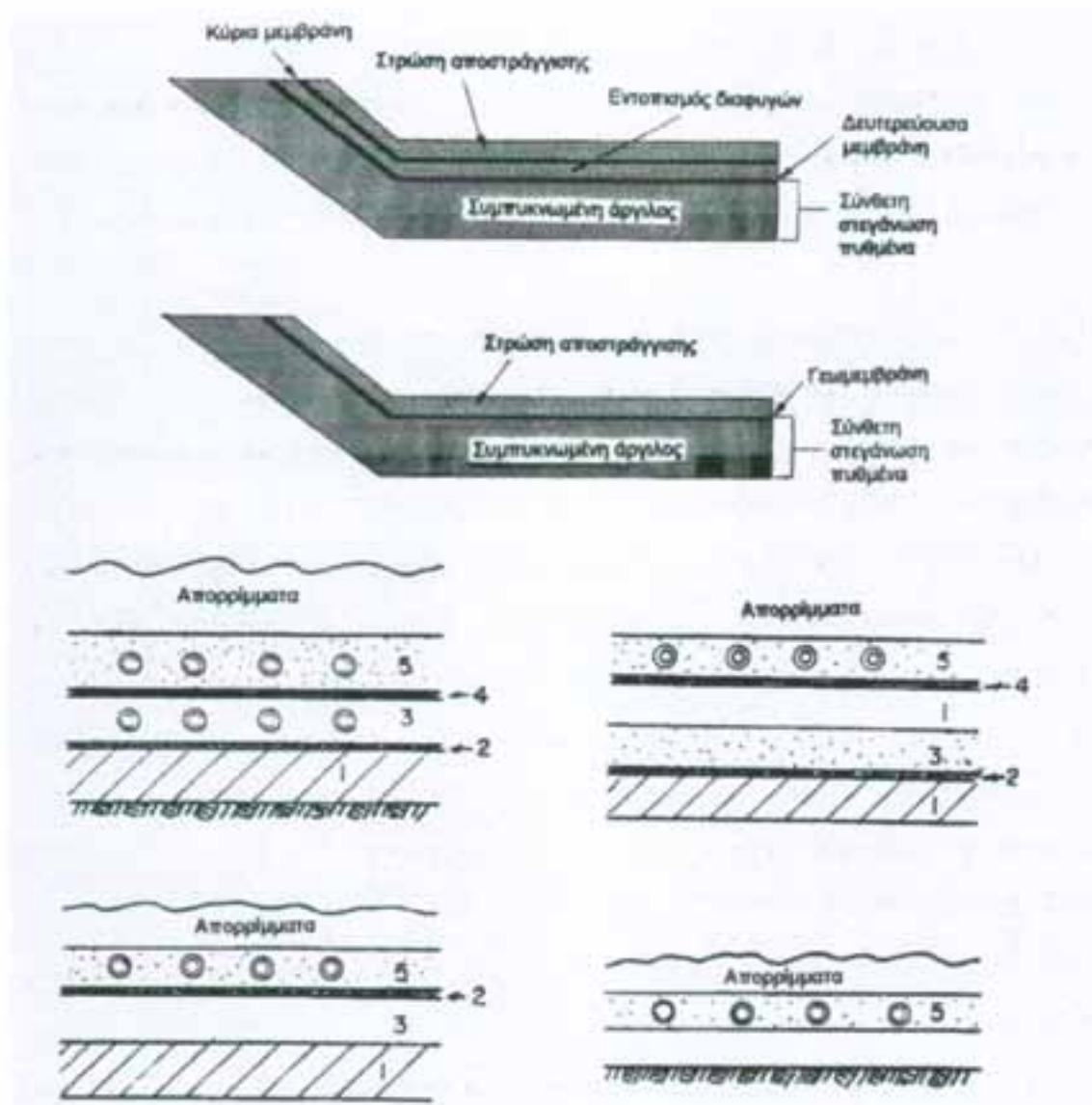
(α) Να εντοπίσει τη θέση και το μέγεθος των τυχόν διαρροών στραγγίσματος διαμέσου της ανώτερης (κύριας) στεγανωτικής στρώσης.

(β) Να συλλέξει και να απαγάγει τις ανωτέρω διαφυγές.

(γ) Να λειτουργήσει ως κύρια αποστραγγιστική στρώση στην περίπτωση που η ανώτερη αποστραγγιστική στρώση καταστραφεί (π.χ. λόγω απόφραξης από στερεά υλικά του στραγγίσματος, ανάπτυξη μυκήτων κλπ).

Το παρακάτω Σχήμα 12 παρουσιάζει τυπικές διατάξεις απλών και διπλών συστημάτων συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος από τον πυθμένα "χωματερών".

Οι ελάχιστες απαιτήσεις του συστήματος συλλογής και αποστράγγισης του υγρού στραγγίσματος προβλέπονται από τους κανονισμούς των διάφορων χωρών.



Συστήματα στεγάνωσης: 1 συμπιεσμένη άργιλος μικρής διαπερατότητας, 2 εύκαμπτη μεμβράνη (flexible membrane liner-FML), 3 σύστημα συλλογής/παρακολούθησης του στραγγίσματος, 4 εύκαμπτη μεμβράνη (FML), 5 πρωτεύον σύστημα συλλογής του στραγγίσματος

Σχήμα 12 : τυπικές διατάξεις ακλών και δικτύων συστημάτων αποστράγγισης του στραγγίσματος.

Έτσι, για παράδειγμα, οι Αμερικανικοί Κανονισμοί (USEPA, 1985) έχουν τις εξής ελάχιστες απαιτήσεις για την κύρια στρώση στράγγισης στην περίπτωση αποδεκτών επικινδύνων αποβλήτων:

- (1) Πάχος 30 cm τουλάχιστον.
- (2) Υδραυλική αγωγιμότητα $k > 0.01$ cm/sec (Σημείωση: προσφάτως υπάρχει η τάση η τιμή αυτή να αυξηθεί στο 1 cm/sec).
- (3) Κλίση της στρώσης 2% τουλάχιστον (για τη διευκόλυνση της αποστράγγισης).
- (4) Ύπαρξη διάτρητων σωλήνων στο εσωτερικό της στρώσης
- (5) Ύπαρξη στρώσης φίλτρου πάνω από τη στρώση στράγγισης
- (6) Η στρώση αποστράγγισης πρέπει να κατασκευάζεται στο σύνολο του πυθμένα και των παρειών του αποδέκτη.

Ένα από τα κυριότερα θέματα των συστημάτων συλλογής και αποστράγγισης του στραγγίσματος είναι η αποφυγή της έμφραξης τους (clogging) κατά τη λειτουργία της “χωματερής” αλλά και για 30-40 χρόνια μετά την τελική κάλυψη του αποδέκτη (δηλαδή μέχρις ότου εξασθενήσει επαρκώς το ρυπαντικό φορτίο του στραγγίσματος).

Η έμφραξη του συστήματος αποστράγγισης μπορεί να συμβεί για τους εξής λόγους:

- (1) Συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών ουσιών του στραγγίσματος στους πόρους της στρώσης αποστράγγισης.
- (2) Ανάπτυξη μικροοργανισμών (κυρίως μυκήτων) στο εσωτερικό της στρώσης αποστράγγισης με συνέπεια τη μείωση του ενεργού πορώδους.
- (3) Προσρόφηση ρύπων στην επιφάνεια των κόκκων της στρώσης αποστράγγισης.

Για την αποφυγή της έμφραξης θα πρέπει τα υλικά της στρώσης στράγγισης να είναι χονδρόκοκκα (π.χ. χάλικες), η διαπερατότητά τους να είναι υψηλή (π.χ. > 0.01 cm/sec ή και ακόμη υψηλότερη), η στρώση να έχει επαρκές πάχος (άνω των 30 cm), να διαθέτει διάτρητους σωλήνες στράγγισης και τέλος να υπάρχει σύστημα φίλτρου στην ανώτερη επιφάνεια της στρώσης στράγγισης.

4.9. Σύστημα Τελικής Κάλυψης

Το σύστημα τελικής κάλυψης ενός αποδέκτη στερεών αποβλήτων έχει ως σκοπό τον περιορισμό της κατείδυσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχόπτωσης, χιονιού) μετά την πλήρωση του αποδέκτη ώστε να περιορισθεί ο παραγόμενος όγκος του υγρού στραγγίσματος, αλλά και τη διαμόρφωση της επιφάνειας του αποδέκτη έτσι ώστε να μπορεί να επανενταχθεί στο περιβάλλον. Το σύστημα τελικής κάλυψης αποτελείται από επάλληλες στρώσεις, κάθε μια από τις οποίες εξυπηρετεί έναν συγκεκριμένο σκοπό. Μια τυπική διάταξη έργου τελικής κάλυψης αποτελείται από τις εξής στρώσεις (από κάτω προς τα πάνω):

1. Μια στρώση επιπέδωσης (grading layer) πάχους 15-60 cm. Η στρώση αυτή έχει σκοπό την επιπέδωση της επιφάνειας των απορριμμάτων ώστε να καταστεί ευχερής η κατασκευή των επόμενων στρώσεων. Η στρώση επιπέδωσης συνήθως αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά (π.χ. αμμοχάλικα). Σε περίπτωση που τα υποκείμενα υλικά (απορρίμματα) είναι ιδιαίτερα ασταθή και συμπίεστα, συχνά η στρώση επιπέδωσης ενισχύεται με ένα συνθετικό γεώπλέγμα αξιολογής εφελκυστικής αντοχής.
2. Μια σφραγιστική στρώση (barrier layer) η οποία αποτελεί την κύρια στεγανωτική στρώση για τον περιορισμό της κατείδυσης των επιφανειακών υδάτων. Η στρώση αυτή αποτελείται είτε από συμπυκνωμένη άργιλο (πάχους 0.50 μέτρων περίπου) είτε από μια συνθετική γεω-μεμβράνη πάχους 1-2 mm (40-80 mils).
3. Μια προστατευτική στρώση που έχει σκοπό να προστατεύει την υποκείμενη σφραγιστική στρώση από τις εναλλαγές της θερμοκρασίας (παγετός και έντονη θερμότητα) που θα μπορούσαν να προκαλέσουν την ξήρανση της αργλικής

σφραγιστικής στρώσης και τη ρηγμάτωσή της. Τέλος, η στρώση αυτή έχει σκοπό να επιτρέψει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών.

Η προστατευτική στρώση έχει πάχος 30-100 cm αναλόγως της περιοχής και του είδους της υποκείμενης σφραγιστικής στρώσης.

4. Μια επιφανειακή γαιώδης στρώση (φυτικές γαίες) πάχους 10-20 cm για την αρχική ανάπτυξη των φυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Σύστημα Παρακολούθησης Χ.Υ.Τ.Α

Over the last few decades, studies have demonstrated that compounds causing genotoxic effects are widespread in the environment.

Virginia S. Houk,
1834-1902
Toxicological Evaluations of
Hazardous Effluents and
Emissions using Genetic
Bioassays, 1991

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σύστημα Παρακολούθησης Χ.Υ.Τ.Α (monitoring)**5.1. Εισαγωγή**

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.

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. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται για να υπάρχει ολοκληρωμένη καταγραφή της εξέλιξης των φυσικοχημικών και μηχανικών διεργασιών που συντελούνται σε έναν οργανωμένο χώρο.

5.2. Παράμετροι που Παρακολουθούνται

Το έργο της διαχρονικής παρακολούθησης ορισμένων παραμέτρων της χωματερής πρέπει να θεωρείται σημαντικό αφού συνδέει την διάγνωση της πραγματικής εξέλιξης ορισμένων φαινομένων με την λήψη των συναφών αποφάσεων διαχείρισης της χωματερής. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218, τα φαινόμενα που χρειάζονται διαχρονική παρακολούθηση είναι:

α. Οι καθιζήσεις στα διάφορα σημεία του χώρου

β. Η γένεση και σύνθεση του βιοαερίου

γ. Η γένεση και σύσταση των στραγισμάτων

δ. Η σύσταση και η ποιότητα των υπόγειων υδάτων

Η πρόταση Κανονισμού 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 έλεγχό 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 Πίνακες 11-14.

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.

Πίνακας 11: Μετεωρολογικά στοιχεία

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 βιοσποικοδόμηση 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 ταμπανιού 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 κατόντη του χώρου ταφής. Οι παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται , φαίνονται στον Πίνακας 12:

Πίνακας 12: Παράμετροι που μετρούνται στα στραγγίσματα και συχνότητα μέτρησης

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

Τουλάχιστον μια φορά το χρόνο πρέπει να ελέγχεται η αγωγιμότητα των στραγγισμάτων. Η αναγκαιότητα των μετρήσεων σχετικά με τα επιφανειακά νερά προσδιορίζεται από τον αρμόδιο φορέα διαχείρισης. Οι παράμετροι που πρέπει να μετρώνται σχετικά με τη σύσταση των στραγγισμάτων μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με το είδος των απορριμμάτων που έχουν ταφεί και θα προσδιοριστούν με λεπτομέρεια παρακάτω.

Ιδιαίτερη σημασία, έχει η παρακολούθηση και προστασία του υδροφόρου ορίζοντα, αλλά και της ευρύτερης υδροφορίας της περιοχής. Για το λόγο αυτό συνήθως γίνονται μία σειρά ενέργειες οι οποίες είναι :

- **Δειγματοληψίες**

Οι μετρήσεις θα πρέπει να παρέχουν πληροφορίες για τα υπόγεια ύδατα που ενδέχεται να επηρεάζονται από την παρουσία των αποβλήτων, με ένα τουλάχιστον σημείο μέτρησης στην περιοχή εισροής και δύο στην περιοχή εκροής (ΚΥΑ 114218). Για το σκοπό αυτό, θα χρησιμοποιηθούν οι γεωτρήσεις παρακολούθησης των στραγγισμάτων. Ο αριθμός αυτός μπορεί να αυξηθεί βάσει ειδικής υδρογεωλογικής μελέτης και της ανάγκης να εντοπίζεται εγκαίρως κάθε τυχαία διαρροή στραγγισμάτων στα υπόγεια ύδατα (δειγματοληψία κατά ISO 5667, Μέρος 11, 1993).

- **Παρακολούθηση**

Οι παράμετροι των οποίων πρέπει να γίνεται ανάλυση στα δείγματα πρέπει να συνάγονται από την αναμενόμενη σύνθεση των στραγγισμάτων και την ποιότητα των υπόγειων υδάτων στην περιοχή. Οι παράμετροι προς ανάλυση πρέπει να επιλέγονται βάσει της κινητικότητας στην ζώνη των υπόγειων υδάτων ώστε να εξασφαλίζεται η έγκαιρη αναγνώριση τυχόν αλλαγών της ποιότητας του νερού. Τέτοιες συνιστώμενες παράμετροι είναι το pH, ο ολικός οργανικός άνθρακας, οι φαινόλες, τα βαρέα μέταλλα, το φθόριο, ο λόγος

πετρελαίου / υδρογονάνθρακες. Στον Πίνακα 13, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι μετρούμενες παράμετροι και η προτεινόμενη συχνότητα μέτρησής τους.

Πίνακας 13: Μετρούμενες παράμετροι και συχνότητα μετρήσεων για τα υπόγεια ύδατα.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	Φάση λειτουργίας	Φάση μεταφροντίδας
Στάθμη υπογείων υδάτων	Ανά εξάμηνο ή συχνότερα αν μεταβάλλεται η στάθμη των υδάτων	Ανά εξάμηνο
Σύνθεση υπογείων υδάτων	Ανάλογα με τον εξεταζόμενο χώρο	Ανάλογα με τον εξεταζόμενο χώρο

- **Επίπεδα συναγερμού**

Ένα επίπεδο συναγερμού προσδιορίζεται λαμβανομένων υπόψη των συγκεκριμένων υδρογεωλογικών σχηματισμών της περιοχής του χώρου ταφής και της ποιότητας των υπογείων υδάτων.

Οι παρατηρήσεις πρέπει να αξιολογούνται με γραφικές παραστάσεις έλεγχου, με καθορισμένους κανόνες και επίπεδα ελέγχου για κάθε φρέαρ στα κατάντη της υδραυλικής κλίσης. Τα επίπεδα ελέγχου θα προσδιορίζονται βάσει των τοπικών διακυμάνσεων της ποιότητας των υπογείων υδάτων.

Τέλος, μια άλλη κρίσιμη ομάδα παραμέτρων που πρέπει να μετρούνται αφορούν το βιοαέριο. Η παρακολούθηση του βιοαερίου στοχεύει στον διαρκή

εντοπισμό των μεθανογόνων περιοχών του κοιτάσματος, την περιεκτικότητα του βιοαερίου κάθε γεώτρησης σε μεθάνιο, την παροχή βιοαερίου ανά γεώτρηση, τις συγκεντρώσεις CO_2 , O_2 και N_2 την πίεση που αναπτύσσεται σε κάθε γεώτρηση, το ποσοστό % LEL (χαμηλού ορίου έκρηξης) και άλλες χρήσιμες πληροφορίες καθοριστικές για την ασκούμενη στρατηγική διάθεσης του βιοαερίου. Η παρακολούθηση και επιτήρηση της υπεδάφιας μετανάστευσης του γίνεται μέσω συστήματος φρεατίων, που θα περιγραφεί στη συνέχεια.

Η αντιπροσωπευτικότητα των δειγματοληψιών είναι προϋπόθεση για την αξιοπιστία των συμπερασμάτων. Η συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης περιγράφεται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14: Μετρούμενες παράμετροι και συχνότητα μετρήσεων.

Εκπομπές αερίων και ατμοσφαιρική πίεση (CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S , H_2 κ.λ.π.)	Μία ανά εξάμηνο.
--	------------------

Είναι δυνατόν οι αναλύσεις αυτές να γίνονται και σε αραιότερα διαστήματα αν υπάρχουν ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα των μετρήσεων στην περίπτωση αυτή. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να θεωρείται βέβαιο ότι η σωστή και ολοκληρωμένη παρακολούθηση του χώρου έχει εξίσου μεγάλη σημασία με τη σωστή καθημερινή δόμηση του όγκου των απορριμμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σχεδιασμός Αποκατάστασης Χ.Υ.Τ.Α

*We can be ethical only in relation to something we can see,
feel, understand, love, or otherwise have faith in.*

Aldo leopold
A Sand County Almanac, 1949

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Σχεδιασμός Μελλοντικής Αποκατάστασης Χ.Υ.Τ.Α**6.1. Κριτήρια**

Το σχέδιο αποκατάστασης ενός ΧΥΤΑ 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, καθώς και η ομαλή συλλογή των στραγγισμάτων. Η τελική στρώση του χώρου θα είναι από χώμα (μεταβλητού πάχους), κατάλληλο για φυτεύσεις. Οι φυτεύσεις που θα ακολουθήσουν θα γίνουν με φυτά και δένδρα όπως αυτά που κυριαρχούν στην περιοχή. Η επιτυχία της αποκατάστασης είναι καθοριστικής σημασίας για την κοινωνική επίδραση της λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Ουσιαστικό στοιχείο της διαδικασίας αποκατάστασης είναι ότι αυτή θα γίνει τμηματικά. Κάθε κύτταρο 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. Στη συνέχεια καταγράφονται ορισμένες λεπτομέρειες για την αποκατάσταση ενός χώρου.

6.2 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 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' όψιν 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:

1. 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.
2. 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 καλλωπισθεί η περίμετρος του χώρου, να βελτιωθεί η ασφάλειά του και να αναπτυχθούν οι σχέσεις με τον ΟΤΑ που φιλοξενεί το χώρο

Λιαμόρφωση 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 υπ' όψιν την υφισταμένη κατάσταση της ευρύτερης περιοχής στον χώρο διάθεσης και τις προτεινόμενες τελικές του χρήσεις. Σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν 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 αναμειγνύεται με την γειτονική γη 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.

Νέες χρήσεις του χώρου

Στην μελέτη αποκατάστασης θα επιλεγούν οι χρήσεις που προτείνονται για τον νεοδημιουργηθέντα χώρο, λαμβάνοντας υπ' όψιν 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.

Γενικά οι νέες χρήσεις τις οποίες ένα σχέδιο αποκατάστασης μπορεί να προβλέπει και να περιλαμβάνει, είναι φυτεύσεις/καλλιέργειες, κατασκευές, δενδροφυτεύσεις και άλλη βλάστηση στον χώρο.

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

- ποιές οι διαδικασίες φυσικής διαδοχής της βλάστησης στις επιφάνειες των χωματερών,
- πως μπορεί να επιταχυνθεί ο ρυθμός της φυσικής διαδοχής,
- ποιά τα κριτήρια επιλογής φυτικών ειδών για εισαγωγή στην επιφάνεια της χωματερός,
- ποιές τεχνικές (γεωπονικές, εδαφοβελτιωτικές κλπ) πρέπει να εφαρμοστούν τόσο στα σπέρματα ή άλλα βλαστητικά όργανα των

φυτών, όσο και στο χώμα επίστρωσης της χωματερής, ώστε να ευδοκιμήσουν τα φυτά,

- ποιά τα κριτήρια επιλογής του χώματος και πως καθορίζεται η καταλληλότητα του ως υλικού επίστρωσης,
- ποιά τα γεωμορφολογικά στοιχεία που επηρεάζουν την επιλογή και την καταλληλότητα του χώματος επίστρωσης της χωματερής,
- πως καθορίζεται και ποίοι παράγοντες επηρεάζουν την επιλογή και την καταλληλότητα του χώματος επίστρωσης της χωματερής,
- πως καθορίζεται και ποίοι παράγοντες επηρεάζουν το πάχος του χώματος επίστρωσης, πως συσχετίζεται αυτό με την εξέλιξη της διαδοχής και ποιές είναι οι σχέσεις πάχους επίστρωσης-διαμόρφωσης της επιφάνειας του ΧΥΤΑ.

Στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν 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 οικοφυσιολογικές διαδικασίες θρέψης των φυτών. Είδη φυτεύσεων που μπορεί να εγκατασταθούν σ' ένα χώρο στον οποίο έχουν προηγηθεί έργα αποκατάστασης είναι γρασίδι, δένδρα και φυσική επαναφύτευση για κοινή χρήση. Χρησιμοποιώντας αυτά τα είδη αποφεύγεται η αλλοίωση της χλωρίδας και επιτυγχάνεται ουσιαστικότερη επανένταξη του χώρου στο περιβάλλον. Επίσης εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο η βεβαιότητα ότι τα επιλεγθέντα είδη είναι κατ' αρχήν προσαρμοσμένα στις

ευρύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Συχνά όμως, εξ' αιτίας της ιδιομορφίας των χωρών 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.

Τελική 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.

Κατασκευή της κάλυψης

Η κάλυψη της χωματερής πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικά που έχουν περατότητα $1 \cdot 10^{-6}$ 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 κατάλληλα οι φυτεύσεις με τρόπο ώστε να παρεμποδίζεται η εισροή υδάτων ευνοώντας την απώλεια νερού μέσω εξατμοσποδιαπνοής. Η πρακτική εμπειρία δείχνει ότι είναι δυνατή η κατασκευή αδιαπερατών 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. Η κάλυψη προστατεύεται από τις δυο πλευρές με την δημιουργία προστατευτικών ζωνών. Όταν αυτή αποτελείται από συνθετικά υλικά, η ζώνη πρέπει να έχει πάχος 0,5μ 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.

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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

...in the extended future, the methodology of pathways analysis provides a useful tool for evaluating the consequences of waste management decisions to impacts on public health and the environment.

Donald W. Lee & David C. Kocher
Use of Pathways Analysis as a Tool
for Effective and Safe Waste
Management, 1991

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.**7.1. Μέθοδοι Εκτίμησης Βασικών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**

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

- Επιφανειακά ύδατα (ρύπανση επιφανειακών υδάτων)
- Υπόγεια ύδατα (παραγωγή στραγγισμάτων και ρύπανση υπόγειων υδάτων)
- Ποιότητα ατμόσφαιρας (εκπομπή αερίων, δυσοσμία, διασκορπισμός ελαφρών μικροαπορριμμάτων, αύξηση θορύβου)
- Πανίδα - Χλωρίδα (ανάπτυξη μικροοργανισμών, τρωκτικών, εντόμων, πτηνών, ζωφίων, προσέλκυση ζώων, αλλοίωση της φυσικής βλάστησης)
- Κυκλοφοριακό (αύξηση της κυκλοφορίας, ρύπανση του οδοστρώματος, παραγωγή σκόνης, αύξηση θορύβου, δονήσεις, διασκορπισμός μικροαπορριμμάτων κατά τη πρόσβαση στο ΧΥΤΑ)
- Ευστάθεια χώρου (καθίζηση, κατολίσθηση, διάβρωση υλικού επικάλυψης)
- Φυσικό τοπίο (μεταβολές στην αισθητική του τοπίου, αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος)

7.2 Επιπτώσεις στα Υπόγεια Νερά

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

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

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

Για το λόγο αυτό εκτιμούνται οι αναμενόμενες συγκεντρώσεις στην επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα δύο ενδεικτικών στοιχείων, του χλωρίου (Cl^-) και του τριχλωροαιθυλενίου (C_2HCl_3). Το χλώριο επιλέχθηκε ως συντηρητικό, ανόργανο στοιχείο και το τριχλωροαιθυλένιο ως τοξική, οργανική ουσία. Η προσομοίωση γίνεται με τη χρήση του προγράμματος H/Y POLLUTE v5.2.0. Το πρόγραμμα αυτό είναι 1½-D και υπολογίζει τις συγκεντρώσεις των ρυπαντών στη βάση του X.Y.T.A., λαμβάνοντας υπόψη και την ταχύτητα του υδροφόρου ορίζοντα στο κάτω όριο του X.Y.T.A., σε διεύθυνση παράλληλη με τη ροή του νερού.

Για παράδειγμα η εφαρμογή της προσομοίωσης σε συγκεκριμένη περίπτωση ΧΥΤΑ έδωσε μέγιστη συγκέντρωση χλωρίου ίση με 259 mg/L σε 155 χρόνια από το κλείσιμο του Χ.Υ.Τ.Α. και μέγιστη συγκέντρωση τριχλωροαιθυλενίου ίση με 0,022 mg/L σε 1025 χρόνια από το κλείσιμο του Χ.Υ.Τ.Α. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι ικανοποιητικές λαμβάνοντας υπόψη ότι:

- Οι επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις του χλωρίου και του τριχλωροαιθυλενίου στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/L και 0,050 mg/L, αντίστοιχα (U.S. Environmental Protection Agency, 1987; World Health Organization, 1984; European Standards, 1981; Ontario Ministry of the Environment, 1990; Canadian Drinking Water Quality Guidelines, 1988).
- Στην εκτίμηση των συγκεντρώσεων δεν λαμβάνεται υπόψη η διασπορά των μολυντών μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα (αραιώση). Η εκτίμηση των συγκεντρώσεων σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή (Χ.Υ.Τ.Α.) θα απαιτούσε 2-D προσομοίωση.

Στην προσομοίωση δεν συμπεριλήφθηκε γεωμεμβράνη HDPE (παρά το γεγονός πρόκειται να τοποθετηθεί γεωμεμβράνη πάχους 1,5 - 2 mm), ο ρόλος της οποίας εξαρτάται τόσο από την τοποθέτηση της όσο και από τη μακροχρόνια συμπεριφορά της, για την οποία δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή στοιχεία που να αποδεικνύουν τη διατήρηση των φυσικών και μηχανικών της χαρακτηριστικών σε μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ωστόσο είναι βέβαιο ότι βραχυπρόθεσμα αναμένεται μεγαλύτερη προστασία του.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως στο παράδειγμα που αναφερθήκαμε με τη χρήση του σύνθετου τεχνητού γεωλογικού φραγμού επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο προστασίας του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η ορθή λειτουργία του προγράμματος monitoring, ιδιαίτερα δε η συστηματική χρήση των γεωτρήσεων ελέγχου των υπογείων υδάτων και οι

συχνές δειγματοληψίες και αναλύσεις, θα επιτρέψουν τον γρήγορο εντοπισμό του προβλήματος και την άμεση αντιμετώπισή του.

7.3. Επιπτώσεις στην Ποιότητα της Ατμόσφαιρας

Οι σοβαρότερες επιπτώσεις από τη διαφυγή του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα οφείλεται στη διασπορά των αέριων ρύπων σε γειτονικές περιοχές και οικισμούς. Η καθημερινή κάλυψη των απορριμμάτων του ΧΥΤΑ έχει σαν αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των παραγομένων οσμών από τα φρέσκα απορρίμματα. Για να εκτιμηθεί η επίπτωση του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα, απαιτείται πρώτα μια σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά των κυριότερων ρύπων που περιέχονται στο βιοαέριο.

Το μεθάνιο παρουσιάζει υψηλή θερμογόνο δύναμη και για αυτό το λόγο επιδιώκεται η ενεργειακή αξιοποίησή του. Το όριο οκτάωρης έκθεσης του ανθρώπου στο μεθάνιο, σε κλειστό χώρο, καθορίζεται από την Occupational Safety and Health Administration (OSHA) και είναι 50 ppm ή $0,335 \text{ gr/m}^3$. Δεν υπάρχουν νομοθετημένα όρια για τις συγκεντρώσεις του μεθανίου στην ατμόσφαιρα.

Το διοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται άφθονο στην ατμόσφαιρα και η δημιουργία και κατανάλωση του, μέσω των φυσικών κύκλων, οδηγεί σε ισορροπία τη συγκέντρωσή του. Η ισορροπία αυτή διαταράσσεται σοβαρά όμως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Όσον αφορά το υδρόθειο, ο OSHA έχει καθορίσει ως όριο οκτάωρης έκθεσης του ανθρώπου τα 20 ppm ή τα $0,03 \text{ gr/m}^3$. Δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα όρια που να αφορούν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, αλλά σε

συγκεντρώσεις άνω των 6 ppm το υδρόθειο γίνεται αντιληπτό ως δυσάρεστη οσμή. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) προτείνει το όριο των 7 mg/m³ για μέση έκθεση 30 λεπτών και το όριο των 0,15 mg/m³ για έκθεση 24 ωρών.

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

Τέλος, οι διάφορες ιχνοενώσεις που περιέχονται στο βιοαέριο σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, έχουν τα ακόλουθα όρια:

- Διχλωρομεθάνιο: 3 mg/m³, για συνεχή έκθεση (WHO)
- Διχλωροαιθάνιο: 0,7 mg/m³ για συνεχή έκθεση (WHO)
- Τριχλωροαιθυλένιο: 1 mg/m³, για 24ωρη έκθεση (WHO)
- Τετραχλωροαιθυλένιο: 5 mg/m³, για 24ωρη έκθεση (WHO)

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

- **Εκρήξεις ή πυρκαγιές**, οφειλόμενες στη συλλογή αερίων, σε περιορισμένους χώρους, όπως κτίρια, υπόνομοι, φρέατα (το μεθάνιο είναι εκρηκτικό σε ατμοσφαιρική συγκέντρωση 5-15% κατ' όγκο). Ιδιαίτερος κίνδυνος είναι η πυρκαγιές βάθους. Οι πυρκαγιές βάθους ξεκινάνε από το πρανές. Αυτό το είδος της πυρκαγιάς είναι δύσκολο να συγκρατηθεί κυρίως στους μεγάλους χώρους διάθεσης. Αυτό συμβαίνει λόγω των αερίων της ζύμωσης που συντηρούν την πυρκαγιά μέσα στη μάζα. Στο είδος αυτό της πυρκαγιάς υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι π.χ. εάν το στρώμα των απορριμμάτων είναι καλυμμένο με άργιλο, καθώς καίγονται μέσα τα απορρίμματα, δημιουργείται ένα κενό με από πάνω την κρούστα της αργίλου. Εάν περάσουν μηχανήματα από πάνω, μπορεί

- να σπάσει η κρούστα και να βγει έξω η φωτιά, με απρόβλεπτες συνέπειες και κινδύνους για τη ζωή των εργαζομένων στον χώρο. Να σημειωθεί ακόμα ότι εάν έχει γίνει ανάφλεξη μεθανίου λόγω του ότι είναι άχρωμο, δεν γίνεται αντιληπτό και αρκεί μόνο η εισπνοή ατόμου που θα πλησιάσει επικίνδυνα, για να προκληθεί ατύχημα.
- Έξοδος του αερίου από ρωγμές στην επιφάνεια με κίνδυνο να ανάψει και να προκαλέσει πυρκαγιά στα απορρίμματα.
- **Επιζήμια αποτελέσματα στις καλλιέργειες ή την βλάστηση που καλύπτει το χώρο διάθεσης και τη γειτονική περιοχή.** Αν και το μεθάνιο δεν είναι τοξικό για τα φυτά, η δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου, απομακρύνει το οξυγόνο από τη ζώνη των ριζών της βλάστησης και ξηραίνει τα φυτά, διότι εμποδίζει την αναπνοή του εδάφους. Επιπλέον, λόγω της υγροσκοπικότητάς του, ξηραίνει το έδαφος και τις ρίζες των φυτών. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει από μεγάλες ποσότητες CO₂, το οποίο είναι τοξικό για τις ρίζες των φυτών. Επιβλαβή είναι επίσης και τα αποτελέσματα των H₂S και CO (δηλητηριώδες για τις ρίζες των φυτών σε συγκέντρωση 10%).
- **Κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία από τις εκπομπές αερίων.** Τα εκπεμπόμενα αέρια διαλύονται εξερχόμενα του χώρου, 1000 φορές και άνω μέσα στον αέρα. Επίσης διαλύονται και οι περιεχόμενες οργανικές ενώσεις, σε όρια αρκετά κάτω από τα επιτρεπόμενα. Όταν όμως ο χώρος δέχεται ειδικά απορρίμματα, πρέπει να ελέγχεται εάν δημιουργούνται τοξικά αέρια.
- **Προβλήματα ενοχλήσεων, κυρίως από οσμές.** Οι οσμές στη διάθεση μπορεί να γίνουν φοβερά ενοχλητικές, όταν η απαιτούμενη αραιώση δεν επιτυγχάνεται λόγω των καιρικών συνθηκών. Επιπροσθέτως το πρόβλημα των οσμών, είναι χειρότερο τους ψυχρούς και υγρούς μήνες του χειμώνα, από ότι το καλοκαίρι, διότι πιστεύεται ότι το χειμώνα γίνεται λιγότερη βιοχημική οξείδωση. Το βιοαέριο περιέχει συχνά ίχνη

- θειούχων (υδρόθειο, πολυθειούχα), οξέα, αλδεύδες, που προκαλούν δυσάρεστες οσμές. Βιοχημική οξειδωση του βιοαερίου, μπορεί να γίνει μέσω ενός φίλτρου πάχους 1-2 μ από ακατέργαστους λίθους, τοποθετημένους πάνω στην επιφάνεια του αεριστήρα. Όσο το φίλτρο λειτουργεί αερόβια, μπορεί να ελαττωθεί η οσμή με βιοχημική οξειδωση. Η κακοσμία οργανικής προέλευσης, μπορεί να βιοαποδομηθεί ή να απορροφηθεί, στη βακτηριολογική μεμβράνη που σχηματίζεται πάνω στους λίθους.

7.4 Εκπομπές Οσμών

Οι οσμές από το ΧΥΤΑ είναι ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα που σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι εκπομπές οσμής από ΧΥΤΑ διαφοροποιούνται ως εξής:

- Από χώρο που χρησιμοποιείται καθημερινά για διάθεση απορριμμάτων:

66,7 - 500 Μονάδες Οσμής (ΜΟ) / (m²*min)

- Από χώρο που είναι σκεπασμένος με το καθημερινής χρήσης επικαλυπτικό υλικό:

33,3 - 100 ΜΟ / (m²*min)

- Από χώρους που έχουν πλήρως επικαλυφθεί με τελική επικάλυψη (χωρίς δένδροφύτευση):

10 - 42 ΜΟ / (m²*min)

Μετά από 1 χρόνο λειτουργίας του ΧΥΤΑ, το καλυμμένο, με τελική επικάλυψη, τμήμα της Κυψέλης 1 θα είναι περίπου 8 στρέμματα. Οι εκπομπές οσμών από αυτό το τμήμα θα είναι:

$$8000 \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ MO} / (\text{m}^2 \cdot \text{min}) = 240.000 \text{ MO/min} \text{ ή } 4.000 \text{ MO/sec}$$

Το ίδιο χρονικό διάστημα, περίπου άλλα 4 στρέμματα θα είναι καλυμμένα με το καθημερινής χρήσης επικαλυπτικό υλικό. Οι εκπομπές οσμών από αυτό το τμήμα θα είναι:

$$4000 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ MO} / (\text{m}^2 \cdot \text{min}) = 200.000 \text{ MO/min} \text{ ή } 3.330 \text{ MO/sec}$$

Τέλος άλλο ένα στρέμμα θα είναι καθημερινής χρήσης. Οι εκπομπές οσμών από αυτό το τμήμα θα είναι:

$$1000 \text{ m}^2 \cdot 300 \text{ MO} / (\text{m}^2 \cdot \text{min}) = 300.000 \text{ MO/min} \text{ ή } 5.000 \text{ MO/sec}$$

Η συνολική εκπομπή οσμών θα είναι επόμενα: **12.330 MO/sec**

Εφαρμόζοντας γκαουσιανό μοντέλο, αντίστοιχο με αυτό που παρουσιάστηκε πριν για το μεθάνιο και το υδρόθειο, προκύπτει ότι οι μέγιστες συγκεντρώσεις οσμών είναι εξαιρετικά μικρές και δεν δημιουργούν κανένα πρόβλημα στον οικισμό του Πολύγυρου.

7.5 Οπτική Ρύπανση

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

Επίσης τα έργα προκάλυψης (δεντροφύτευσης) έχουν ιδιαίτερη σημασία για την οπτική αποκοπή του χώρου από πιθανούς επισκέπτες και κυρίως από μελλοντικές δραστηριότητες που μπορεί να αναπτυχθούν στην περιοχή μελέτης.

Εκτός της μείωσης ή της εξάλειψης της οπτικής ρύπανσης, η προκάλυψη εμποδίζει τη μετάδοση των πιθανών οσμών, της σκόνης από την λειτουργία του χώρου, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και βοηθάει στη σταδιακή αποκατάσταση του χώρου και στην ένταξή του στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Οικονομικές Εκτιμήσεις

The goal of life is living in agreement with nature.

Zeno, 335-263 B.C.
Diogenenes Laertius

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Οικονομικές Εκτιμήσεις**8.1 Οικονομικές Εκτιμήσεις**

(βασιζόμενες σε μοναδιαίες δαπάνες)

Είναι δυνατόν να γίνουν οικονομικές εκτιμήσεις δαπανών, για την μελέτη και ερευνά των χωρών, την ανάπτυξη τους, την λειτουργία τους και την αποκατάσταση τους, βασιζόμενοι στην μοναδιαία δαπάνη για κάθε στοιχείο.

Σημειώνεται ότι τα έξοδα λειτουργίας μπορούν να υποστούν διαφοροποιήσεις με την πάροδο του χρόνου όταν π.χ. μεταβληθεί η ποσότητα των εισρέοντων απορριμμάτων ή όταν προκύψουν μισθολογικές αλλαγές.

Τα έξοδα που θα προκύψουν για τα επόμενα χρόνια μπορούν να εκτιμηθούν ως κατωτέρω.

Εκτιμάται το συνολικό κεφαλαίο που χρειάζεται για να χρηματοδοτηθεί ο χώρος για την ανάπτυξη και λειτουργία του , για ολόκληρη την ζωή του.

Για κάθε μελλοντικό χρόνο, τα έξοδα ή έσοδα πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή, ώστε να αναχθούν σε αντίστοιχες τιμές του πρώτου έτους. Το άθροισμα αυτών των επιμέρους δαπανών δίνει την ανωτέρω συλλογική δαπάνη.

Πίνακας 15**Εξοδα για έρευνες και μελέτες
χώρων διάθεσης απορριμμάτων με υγειονομική ταφή.**

Αντικείμενο	Δαπάνη σε £ (τιμές 1984)	Μονάδα
1. Αναγνωρίσεις, συλλογή στοιχείων, συνεννοήσεις με αρχές, προετοιμασία έκθεσης καταλληλότητας χώρου και επισήμανση προβλημάτων	3000-8000	Ανά χώρο διάθεσης
2. Έρευνα αγοράς - Τύποι και ποσότητες απορριμμάτων, εξεύρεση χρηστών καύσης βιοαερίου κλπ.	2000-6000	Ανά χώρο διάθεσης
3. Προκαταρκτικές έρευνες εδάφους, δοκιμαστικά φρέατα, δειγματοληψίες κλπ.	2000-6000	Ανά χώρο διάθεσης
4. Πλήρης γεωλογική και υδρογεωλογική έρευνα, μελέτη χώρου	9000-60000	Ανά χώρο διάθεσης
5. Δημόσιες συζητήσεις κλπ.	1000-10000	Ανά χώρο διάθεσης

Πίνακας 16

Έξοδα ανάπτυξης χώρου διάθεσης

Αντικείμενο	Δαπάνη σε £ (τιμές 1984)	Μονάδα
1. Απόκτηση του χώρου	Τιμή μεταβλητή	ανά μ ²
2. Αυλάκι αποστράγγισης επιφανειακού νερού		
1μ βάθος	1 ⁹ 278	μ
2μ βάθος	8428	μ
3. Στράγγιση υπόγειων νερών		
3μ βάθος	40 ⁹	μ
5μ βάθος	50-60	μ
Αποστράγγιση μέσω γεωτρήσεων	40	μ
4. Στεγανοποίηση με επένδυση (lining)		
Φυσικό υλικό επί τόπου	0,5-1	μ ²
Αργίλος μεταφερομένη	2-4	μ ³
Πλαστική μεμβράνη (HDPE)	4,5-6	μ ²
Πλαστική μεμβράνη μόνο για τοίχωμα	7-8	μ ² του τοιχώματος
Μπετονίτης (0,3μ πάχος)	2,5-4	μ ²
5. Συλλογή διασταλαζόντων υγρών		
Φαροκόκκαλο και φρεάτια	2000	εκτάριο
Στραγγιστική στρώση + προστα- τευτικό υλικό + φρεάτια	3500	εκτάριο
6. Απομάκρυνση υγρών		
Αντλίες	3000-10000	τεμ.
Καλώδια (αν απαιτούνται)	6-8	μ
Αγωγός μεταφοράς	8-10	μ
7. Επεξεργασία υγρών σε δεξαμενές (έργα πολ. μηχ. και ηλεκτρολογικά)	40-80	μ ³ χωρητικότητας
8. Αφαίρεση επιφανειακού εδάφους	0,7-1,2	μ ³
9. Χωματουργικά έργα για επιχώματα και χωματισμούς οδών: πλευρικές κλίσεις 1:1,5 ή 1:2 υλικά επί τόπου	1,5-2	μ ³
10. Οδός προσπέλασης πλάτους 5,5 μ. (άσφαλτος)	20	μ ²
11. Περίφραξη ύψους 2μ.	8-20	μ
12. Φυτεύσεις		
Συνήθη δένδρα	10-15	τεμ.
Θάμνοι	0,5-0,75	τεμ.
13. Κτίριο χώρου	5000-30000	τεμ.
14. Διάταξη για καθάρισμα τροχών	10000-25000	τεμ.
15. Ζυγιστήριο	8000-25000	τεμ.
16. Γκαράζ, Συνεργείο, εγκατάσταση καυσίμων	4000-20000	τεμ.
17. Αεριστήρες	3000-5000	εκτάριο
18. Εγκατάσταση χρησιμοποίησης βιοαερίου	20000 και πλέον	εκτάριο
19. Λεπτομερής μελέτη του χώρου διάθεσης	2-10% των εξόδων επένδυσης	

Πίνακας 17

Δαπάνες λειτουργίας

Αντικείμενο	Δαπάνη σε £/χρόνο (τιμές 1984)	Μονάδα
1. Αμοιβές για μισθούς και ημερομίσθια	10000	ανά υπάλληλο
2. Εξοπλισμός	25000	τεμ.
Συμπιεστής	10000	τεμ.
Μπουλντόζα	10000	τεμ.
Φορτωτής	30000	τεμ.
Σκρέιπερ		
3. Συντήρηση εξοπλισμού (ανά ώρα λειτουργίας)		
Συμπιεστής	5,5	ώρα
Μπουλντόζα	3,5	ώρα
Φορτωτής	2,5	ώρα
Σκρέιπερ	8,0	ώρα
4. Καύσιμα, λάδια και λιπαντικά	0,15	ανά τόνο διατιθεμένων απορριμμάτων
5. Μεταφερόμενο υλικό κάλυψης	0,5-2	μ ³
6. Συντήρηση χώρου (δρόμοι κλπ.)	5000-25000	ανά χώρο διάθεσης
7. Περιβαλλοντικός έλεγχος (σκουπίδια κλπ.)	10000-15000	Μικρός χώρος
	15000-25000	Μεσαίος χώρος
8. Υγρά απορριμμάτων		
Επεξεργασία στο χώρο	0,1-0,5	μ ³
Διάθεση σε υπόνομο		
προεπεξεργασμένων υγρών	0,3-0,75	μ ³
Διάθεση σε υπόνομο		
μη επεξεργασμένων υγρών	1,0-3	μ ³
9. Λεριστήρες	5000-10000	ανά έτος

Πίνακας 18

Δαπάνες αποκατάστασης

Αντικείμενο	Δαπάνη σε £ (τιμές 1984)	Μονάδα
1. Επικάλυψη με μεταφερθείσα άργιλο	2-4	μ ³
2. Μπετονίτης (στρώση 0,3 μ.)	3	μ ²
3. Πλαστική μεμβράνη χαμηλής πυκνότητας	2,5	μ ²
προστασία με άμμο	2	μ ²
4. Προσθήκη χωμάτων	2-4	μ ³
5. Στραγγιστήρες	1000-2000	εκτάριο
6. Φυτεύσεις		
Δένδρα	10-15	τεμ.
Φράκτης από θάμνους	0,6-0,9	μ
7. Κόψιμο γλόης, καλλιέργεια κ.λπ.	0,12-0,25	μ ²

Πίνακας 19

Δαπάνες διατήρησης του αποκατασταθέντος χώρου
(πέντε πρώτα χρόνια)

Αντικείμενο	Δαπάνη σε € (τιμές 1984)	Μονάδα
1. Συντήρηση για πέντε χρόνια συνολικά	400-700	εκτάριο
2. Αντιμετώπιση καθιζήσεων κ.λ.π.	150-300	εκτάριο
3. Επεξεργασία διασταλαζόντων υγρών στο χώρο	0,1-0,5	μ ³
Διάθεση σε υπονόμους προεπεξεργασμένων υγρών	0,3-0,75	μ ³
Διάθεση σε υπονόμους μη επεξεργασμένων υγρών	1-3	μ ³
4. Αεριστήρες (ολικό)	300-1000	εκτάριο
5. Περιβαλλοντική παρακολούθηση (ολικό)	800-2000	εκτάριο
Ολική δαπάνη για τα πρώτα πέντε χρόνια	—	
Δαπάνες διατήρησης του αποκατασταθέντος χώρου (Επόμενα πέντε χρόνια)		
6. Συντήρηση για την μετά τα πέντε χρόνια περίοδο	50	εκτάριο/χρόνο
7. Διασταλάζοντα υγρά	0,10-0,50	μ ³
Επεξεργασία στο χώρο		
Διάθεση σε υπονόμους	0,30-0,75	μ ³
προεπεξεργασμένων υγρών		
Διάθεση σε υπονόμους	1-3	μ ³
μη επεξεργασμένων υγρών		
8. Αεριστήρες	50-200	εκτάριο/χρόνο
9. Περιβαλλοντική παρακολούθηση	100-250	εκτάριο/χρόνο
Ολική δαπάνη για τα επιπλέον πέντε χρόνια	—	
Εκτιμήσεις για τα επόμενα δέκα χρόνια	—	

8.2. Ανάλυση των Εξόδων Εκμετάλλευσης

Η ανάλυση αυτών των εξόδων βασίζεται σε ορισμένα βοηθητικά στοιχεία , που είναι τα παρακάτω:

- Εύρεση της καθημερινής ποσότητας των απορριμμάτων, που γίνονται δεκτά στο χώρο διάθεσης.

Ο προσδιορισμός αυτός αφορά τα διάφορα είδη απορριμμάτων που γίνονται δεκτά στο χώρο διάθεσης, καθώς και το υλικό κάλυψης αν αυτό μεταφέρεται από έξω. Η εύρεση γίνεται μέσω γεφυροπλάστιγγας ενώ στην περίπτωση που αυτή παθαίνει βλάβη, μέσω εκτίμησης του μεταφερομένου φορτίου.

- Εβδομαδιαία αποτίμηση των ωρών εργασίας και των μισθών.

Η αποτίμηση αφορά μόνο το προσωπικό που εργάζεται στον χώρο διάθεσης (οδήγηση των μηχανημάτων, ζύγιση, επίβλεψη, συντήρηση). Δεν πρέπει να συμπεριληφθούν οι μισθοί του διοικητικού προσωπικού (γραμματέας, λογιστής, κ.τ.λ.).

- Αποτίμηση της συντήρησης του μηχανικού εξοπλισμού.

Κάθε εξοπλισμός πρέπει να εξετάζεται περιοδικά, για την γενόμενη συντήρηση που περιλαμβάνει:

- Τον αριθμό ωρών χρησιμοποίησης.
- Την δαπάνη καύσιμου ή ηλεκτρικού.

- Την δαπάνη εφοδίων.
 - Τις δαπάνες χειρωνακτικής συντήρησης.
 - Τις ειδικές δαπάνες επισκευών.
 - Τα έξοδα στέγασης των μηχανών κατά περιόδους ακινητοποίησης, για μεγάλης διάρκειας επισκευή.
-
- Αποτίμηση γενικών εξόδων

Περιλαμβάνει κυρίως :

- Τις γενικές επιβαρύνσεις (ασφάλειες, φόροι, κ.τ.λ).
- Μισθοί διοικητικού προσωπικού.
- Συντήρηση κτιριακών εγκαταστάσεων και γενικά έργων πολιτικού μηχανικού.
- Έξοδα γραφείου και αλλά.

- Υπολογισμός των εξόδων εκμετάλλευσης.

Γίνεται με την βοήθεια των προηγούμενων αποτιμήσεων και μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε τα ευαίσθητα σημεία της εκμεταλλεύσεις (π.χ. ποσοστό υλικού κάλυψης ανά τόνο απορριμμάτων, ποσοστό συμπληρωματικών ωρών, κ.τ.λ.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Χώρος Υγειονομικής Ταφής Πατρών (Ξερόλλακα)

The truth is rarely pure, and never simple.

Oscar Wild, 1856-1900

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Χώρος Υγειονομικής Ταφής Πατρών**9.1. Εισαγωγή**

Η κατασκευή έργων υποδομής του νέου χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων του Δήμου της Πάτρας, όπως είναι ο τίτλος της εργολαβίας, έχει ως ιδιοκτήτη τον Δήμο Πατρέων ο οποίος είναι και ο φορέας κατασκευής του έργου μαζί με την διεύθυνση έργων.

Το κόστος του έργου ανήλθε σε 1.000.000.000 δρχ. και η χρηματοδότηση του έγινε από το ταμείο συνοχής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η έναρξη λειτουργίας του έργου έγινε το Σεπτέμβρη του 1995.

Η έκταση του ΧΥΤΑ του Δήμου της Πάτρας είναι 70.000 m² ενώ ο τελικός όγκος του χώρου ανέρχεται στα 2.100,000 m³. Η ετήσια ποσότητα των απορριμμάτων φτάνει τους 67.600 τόνους ενώ η συμπίεση τους 0.7 τόνους ανά m³. Ο χρόνος ζωής του ΧΥΤΑ ορίζεται από το σχεδιασμό στα 18 χρόνια.

Τη μελέτη και τη κατασκευή του έργου ανέλαβε η εταιρία

ΚΟΡΩΝΙΣ Α.Ε. – ENVITEC Α.Ε. σε συνεργασία με SECIT S.p.A.

9.2. Γενικά Στοιχεία Χ.Υ.Τ.Α. Πατρών

Ο νέος χώρος υγειονομικής ταφής του δήμου της Πάτρας βρίσκεται στην θέση Ξερόλλακα της περιοχής Άνω Συχαινών, περίπου 10 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά της Πάτρας. Η συνολική έκταση των εγκαταστάσεων είναι 400 στρέμματα, 70 στρέμματα εκ των οποίων έχουν διαμορφωθεί ως χώρος ταφής. Ο Χ.Υ.Τ.Α του Δήμου της Πάτρας εξυπηρετεί τις ανάγκες διάθεσης των

στερεών αστικών απορριμμάτων ισοδύναμου πληθυσμού 150.000 κατοίκων, δέχεται περίπου 70.000 τόνους ετησίως και θα λειτουργεί επί 18 έτη.

Ο σχεδιασμός των έργων υποδομής για την κατασκευή του χώρου ταφής



των απορριμμάτων ακολούθησε τις πλέον σύγχρονες προδιαγραφές, υπ' όψιν τις απαιτήσεις για ορθολογική ανάπτυξη και σταδιακή αποκατάσταση του χώρου, τις τοπικές συνθήκες επιφανειακής απορροής και προστασίας του υπεδάφους και υπόγειων νερών, τις απαιτήσεις για αποτελεσματική διαχείριση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου, καθώς και τις απαιτήσεις για συνεχόμενη περιβαντολλογική παρακολούθηση.

9.3 Γενική Διάταξη του Χώρου

Οι εγκαταστάσεις του νέου Χ.Υ.Τ.Α. του Δήμου Πάτρας έχουν έκταση 400 στρεμμάτων εκ των οποίων τα 70 στρέμματα έχουν διαμορφωθεί ως χώρος ταφής μέσα σε φυσική μισγαγγεία, με γενική διεύθυνση Β-Ν και γενική κλίση

10° προς Β. Ο χώρος ταφής που οριοθετείται δυτικά από επιμήκη λοφοειδή έξαρση και ανατολικά από μικρό ρέμα, έχει υψόμετρο 240μ έως 320μ και έχει διαμορφωθεί με εκσκαφές πυθμένα και πρανών σε μορφή λεκάνης με σκοπό την σταδιακή πλήρωση σε διακριτές φάσεις.

Οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή του Χ.Υ.Τ.Α χαρακτηρίζονται από την παρουσία μεγάλου πάχους ακολουθιών πλειοπλειστοκαινικών λεπτομερών ιζημάτων με φακοειδείς εναλλαγές ψαμμιτοκροκαλοπάγων, οι οποίες στο χώρο ταφής δεν συντηρούν αξιόλογη υπόγεια υδροφορία.

Η λειτουργία του χώρου ταφής ακολουθεί την τεχνική των φάσεων, όπου σαν φάσεις θεωρούνται οι περιοχές Α1, Β1, Α2 και Β2. Το τελικό ανάγλυφο του ΧΥΤΑ θα φθάσει σε υψόμετρο 320μ και θα επιτευχθεί στην διάρκεια πολλών ετών λόγω της προοδευτικής κάλυψης του με απορρίμματα τις διακριτές φάσεις.

Η τμηματική πλήρωση του χώρου ταφής επιτρέπει την προοδευτική αποκατάσταση του χώρου, περιορίζει την δημιουργία στραγγισμάτων και ελαττώνει και διαβαθμίζει το κόστος των χωματουργικών εργασιών και προετοιμασιών.

Πριν την έναρξη κατασκευής του νέου χώρου υγειονομικής ταφής ο δήμος Πάτρας προχώρησε στην κατάλληλη διαμόρφωση τμήματος του χώρου (φάση Α) σε έκταση 15 στρεμμάτων (Σχήμα 13).

Η πλήρωση της φάσης αυτής ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο του 1995, όπου ξεκίνησε η λειτουργία του νέου χώρου ταφής. Η φάση Α έχει πλέον αποκατασταθεί και λειτουργεί σύστημα άντλησης και καύσης του βιοαερίου από τα υφιστάμενα απορρίμματα.



- | | |
|--|--|
| 1. Είσοδος - Πύλη / Entrance - Gate | 11. Πλαστική πηνύγος αποστράγγισης - Είσοδος - Εξόδος / Drainage tunnel / Entrance - Exit |
| 2. Φυλάκεια - Ζυγατέριο / Entrance office - Weighroom | 12. Εκτροπή ανατολικού ρέματος / Diverted east stream |
| 3. Γεφυροκλίμακας / Weighbridge | 13. Φρέσια και δειγματοληπτικές συλλογές υατρών / Leachate collection wells and holding tank |
| 4. Γραφείο - Χημείο - Χώροι προσωπικού / Office - Laboratory - Personnel facilities | 14. Φάση Α - Ανακαταστάση - Πεδίο άντλησης βιοαερίων / Phase A - Restoration - Gas extraction field |
| 5. Χώρος στάθμευσης απορριμματοφόρων / Parking area for waste disposal vehicles | 15. Μονάδα άντλησης και καυσής βιοαερίων / Landfill gas extraction and flaring unit |
| 6. Δρόμοι πρόσβασης / Access roads | 16. Σάκρο καθαρισμού ελαστικών / Wheel cleaning screen |
| 7. Σταθμός κούτσικας / Fecal station | 17. Πλυντήριο οχημάτων / Car wash |
| 8. Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αδρανών και Ογκωδών Απορριμμάτων / Demolition and bulky waste landfill | 18. Διάρτη Βιολογικού καθαρισμού αποβλήτων πλυντηρίου / Biological treatment plant for the car wash wastewater |
| 9. Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Φάσεις Α, Α1, Β1, Β2, Α2 / Sanitary Landfill, Phases A, A1, B1, B2, A2 | 19. Γεωφράκτης μέτρησης υπόγειου νερού / Groundwater monitoring well |
| 10. Περιμετρική Ακτινωτή Διαρροή / Perimetrical drainage trench | 20. Χώρος εποπτικής παρακολούθησης / Surveillance area |

Σχήμα 13

Ο ΧΥΤΑ του δήμου Πάτρας διαθέτει την πλέον σύγχρονη υποδομή για την περίφραξη και περιφρούρηση του χώρου, ζύγιση και έλεγχο των εισερχόμενων φορτίων απορριμμάτων, γραφείου και εξυπηρέτησης του προσωπικού, οδικό δίκτυο πρόσβασης στο χώρο και εσωτερικό δίκτυο του χώρου ταφής, καθώς και χώρο στάθμευσης των απορριμματοφόρων.

Επιπλέον διαθέτει ειδική εσχάρα για των καθαρισμό των ελαστικών των απορριμματοφόρων που εξέρχονται από τον χώρο ταφής, πλυντήριο απορριμματοφόρων και διάταξη βιολογικού καθαρισμού των απόβλητων της πλύσης. Στο υψομετρικά ανώτερο τμήμα του χώρου ταφής έχει διαμορφωθεί ειδική εξέδρα για την εποπτική παρακολούθηση των εργασιών στο χώρο ταφής.

Τέλος, μέσα στα όρια των εγκαταστάσεων έχει κατασκευαστεί ειδικός χώρος για την διάθεση των αδρανών υλικών και ογκωδών απορριμμάτων. Ο ΧΥΤΑ αδρανών και ογκωδών έχει έκταση 12 στρεμμάτων και έχει επενδυθεί με αργιλική στεγανοποίηση για την αποφυγή ρύπανσης του υπεδάφους.

9.4 Αποστράγγιση Χώρου

Η αποστράγγιση και η προστασία του χώρου από τα εισρέοντα επιφανειακά ύδατα λαμβάνει χώρα μέσω τεχνικών έργων :

- Εγκαθωτισμός της κοίτης του ρέματος που εισρέει από τα δυτικά στο χώρο ταφής με κατασκευή πλακοσκεπούς αγωγού, ορθογωνικής διατομής 2.50* 2.80 , μήκους 450 μέτρων, για την παροχέτευση των υδάτων του ρεύματος εκτός του χώρου ταφής.
- Εκτροπή του ρεύματος που οριοθετεί από τα ανατολικά το χώρο ταφής με την κατασκευή συμπυκνωμένου αργιλικού αναχώματος.



- Περιμετρική ανεπένδυτη τάφος στο νότιο υψηλότερο όριο του χώρου ταφής για τη συλλογή των επιφανειακών υδάτων που εισέρχονται στο χώρο από το ανάντι.



- Περιμετρική επενδεδυμένη τάφος και σωληνωτός αγωγός στο όριο των φάσεων Α1 – Β1 και Α2 –Β2, για τη συλλογή των επιφανειακών υδάτων που εισέρχονται στις φάσεις που λειτουργούν πρώτες.

9.5 Σύστημα Στεγανοποίησης

Για την αποτελεσματική συλλογή των στραγγισμάτων και αποφυγή ρύπανσης του υπεδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζονται έλαβε χώρα στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών του χώρου ταφής των απορριμμάτων.



Εφαρμόστηκε το σύστημα " σύνθετης στεγάνωσης " το οποίο αποτελείται από:

- Κατώτερη στεγανωτική στρώση από άργιλο, συμπυκνωμένου πάχους 0.30 m, και διαπερατότητας $10 \cdot 10^{-9}$ m / sec.
- Ανώτερη στρώση από συνθετική στεγανωτική γεωμεμβράνη από υψηλής πυκνότητα πολυαιθυλενίου (HDPE), πάχους 2 mm.
- Η γεωμεμβράνη προστατεύεται από αποστραγγιστικό γεωύφασμα πολυπροπυλενίου.
- Η σύνθετη στεγανοποιητική στρώση καλύπτεται από προστατευτική- αποστραγγιστική στρώση εδάφους, πάχους 0.40 m.



Με το εν λόγω σύστημα επιτυγχάνεται η εξασφάλιση της στεγανότητας του χώρου ακόμα και σε περιπτώσεις αστοχίας, καθώς αφ' ενός υπάρχουν δυο στεγνωτικά μέσα ενώ αφ'ετέρου η επένδυση προστατεύεται με τη σειρά της από λειτουργικές αστοχίες και συγχρόνως υποβοηθά την αποστράγγιση και άρα έλεγχο του μετώπου των στραγγισμάτων στα απορρίμματα .

9.6 Σύστημα Διαχείρισης Στραγγισμάτων

Η αρχή της διαχειρίσεις των στραγγισμάτων είναι αφ'ενός η προσπάθεια ελαχιστοποίησης της παραγωγής τους και αφ'ετέρου η αποτελεσματική αντιμετώπιση της πιθανότητας ανεξέλεγκτης διαφυγής τους. Για τον πρώτο λόγο εκτελούνται τα αντιπλημμυρικά έργα και επιβάλλεται η κατά φάσεις λειτουργία του χώρου, ενώ για το δεύτερο λόγο διαμορφώνεται κατάλληλη κλίση στον πυθμένα του ΧΥΤΑ , κατασκευάζεται η στεγανοποίηση και εγκαθίσταται το σύστημα συλλογής των στραγγισμάτων.



Το σύστημα συλλογής περιλαμβάνει:

- Κατασκευή δικτύου αγωγών συλλογής των στραγγισμάτων. Από διάτρητους αγωγούς HDPE, σε μορφή ραχοκοκαλιάς. Το δίκτυο εκμεταλλεύεται την ολική κλίση του πυθμένα του χώρου περίπου 10° προς Β, για την μεταφορά των στραγγισμάτων προς τα σημεία τελικής συγκέντρωσης.
- Κατασκευή στραγγιστηριών περιμετρικά της αποκατεστημένης φάσης Α του ΧΥΤΑ, για την αποτελεσματική συλλογή των εκεί παραγόμενων στραγγισμάτων.



- Στο κατόπτι του χώρου, τα σημεία τελικής συγκέντρωσης των στραγγισμάτων αποτελούνται από διάταξη φρεατίων και δεξαμενής συλλογής – υπερχείλισης σε περιπτώσεις αυξημένης παροχής. Τα φρεάτια και η δεξαμενή συλλογής των στραγγισμάτων είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα, εσωτερικά επενδεδυμένα με αντιδιαβρωτικά υλικά. Η επεξεργασία των στραγγισμάτων λαμβάνει χώρα με ανακυκλοφορία τους στη μάζα των απορριμμάτων, με σκοπό αφ'ενός την επιτάχυνση της βιοαποκόμισης των απορριμμάτων και αφ'ετέρου την σταδιακή μείωση του οργανικού φορτίου των στραγγισμάτων με την πάροδο του χρόνου.



- Η ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων λαμβάνει χώρα συνεχώς μέσω φρεατίου άντλησης και αγωγών HDPE που επανεκτρέπουν τα στραγγίσματα στη μάζα των απορριμμάτων. Σε περίπτωση αυξημένων παροχών ή βλάβης της αντλίας, τα στραγγίσματα οδηγούνται σε δεξαμενή από όπου γίνεται περιοδικά η ανακυκλοφορία τους.

9.7 Διαχείριση Βιοαερίου

Α. ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στα παθητικά συστήματα έλεγχου βιοαερίου η πίεση του παραγόμενου βιοαερίου αποτελεί την κινητήρια δύναμη για την απελευθέρωση του στην ατμόσφαιρα. Για την αποφυγή πλευρικών και ανεξέλεγκτων διαφυγών βιοαερίου διαμορφώνονται στη μάζα των απορριμμάτων δίοδοι διαφυγής του. Στο ΧΥΤΑ του δήμου Πάτρας λαμβάνει χώρα παθητική απερίωση του χώρου κατά την διάρκεια πλήρωσης των φάσεων με τη σταδιακή δημιουργία περάτων κατακόρυφων διόδων στα απορρίμματα.

Για την σταδιακή κατασκευή των διόδων – φρεάτων χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες – οδηγοί που πληρούνται με χονδρόκοκκο υλικό και ανυψώνονται σταδιακά, δημιουργώντας περατές στήλες στο κέντρο των οποίων τοποθετούνται εσωτερικοί διάτρητοι αγωγοί από HDPE .



B. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΑΝΤΛΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ)

Στα ενεργητικά συστήματα έλεγχου βιοαερίου, ο έλεγχος της ροής του επιτυγχάνεται με την δημιουργία υποπίεσης από κατάλληλο εξοπλισμό. Στο ΧΥΤΑ Πάτρας ήδη λαμβάνει χώρα άντληση και καύση του βιοαερίου από τα απορρίμματα της φάσης Α, που έχει ολοκληρωθεί. Με την ολοκλήρωση της λειτουργίας της φάσης Α τα απορρίμματα καλύφθηκαν με προσωρινή στεγανή κάλυψη από αργλική στρώση, πάχους 0,60 – 0,80 m και διανύθηκαν γεωτρήσεις στα απορρίμματα για την κατασκευή των φρεάτων συλλογής βιοαερίου. Στην κορυφή κάθε φρέατος τοποθετήθηκε ειδική κεφαλή για την συλλογή του βιοαερίου. Οι κεφάλες είναι τύπου εσωτερικής μετακίνησης , ακολουθούν δηλαδή τις καθιζήσεις του ανάγλυφου των απορριμμάτων, χωρίς να διατρέχουν κίνδυνο να αστοχήσουν στην επιφάνεια του χώρου. Οι κεφάλες συνδέονται με δίκτυο οριζόντιων αγωγών συλλογής βιοαερίου από HDPE το οποίο καταλήγει σε μονάδα άντλησης και καύσης βιοαερίου σε πυρσό.

Η μονάδα καύσης έχει παροχή 500 m³/h και είναι εξοπλισμένη με προωθητή αερίου, πυρσό καύσης με ανυψωμένη φλόγα αυτοματοποιημένη λειτουργία μέσω PLC, καθώς και ενσωματωμένους μετρητές παραμέτρων της καύσης (παροχή, θερμοκρασία της φλόγας), αναλυτές μεθανίου, οξυγόνου και καταγραφικό.



Η σύσταση του βιοαερίου στην μονάδα καύσης είναι 45- 50 % μεθανίου και 1- 1,5% οξυγόνου.

Γ. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΕΡΙΟΥ

Λόγω της μεγάλης αναμενόμενης παραγωγής βιοαερίου το σύστημα διαχείρισης του βιοαερίου στο ΧΥΤΑ Πάτρας είναι δυνατό να αναβαθμιστεί σε σύστημα εκμεταλλεύσεις του βιοαερίου για παραγωγή ενέργειας στο κοντινό μέλλον.



9.8 Τελική Αποκατάσταση του Χώρου

Στο ΧΥΤΑ του δήμου Πάτρας θα εφαρμοστεί η τεχνική της προοδευτικής τελικής αποκατάστασης. Με το πέρας λειτουργίας κάθε φάσης του ΧΥΤΑ κατασκευάζεται η τελική κάλυψη, εγκαθίστανται έργα περιβαντολλογικού έλεγχου και ο χώρος αποδίδεται στο περιβάλλον. Τα απορρίμματα θα καλυφθούν με μια στρώση αργλικού υλικού επικάλυψης και από πάνω θα τοποθετηθεί γεωμεμβράνη από VLDPE (πολύ χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο), για την υδραυλική απομόνωση των απορριμμάτων. Στη συνέχεια θα τοποθετηθεί αποστραγγιστική στρώση αμμογάλικων και τέλος, στρώση υγιών χωμάτων, που θα αποτελέσει την υπόβαση για την ανάπτυξη των φυτεύσεων. Ως τελευταία στρώση τοποθετείται φυτόχωμα και με τις

κατάλληλες φυτεύσεις ο χώρος του ΧΥΤΑ θα διαμορφωθεί ως χώρος πράσινου και θα αποδοθεί στο περιβάλλον.



9.9 Περιβαντολογική Παρακολούθηση Χ.Υ.Τ.Α

Το πρόγραμμα περιβαντολογικής παρακολούθησης των χωρών υγειονομικής ταφής εφαρμόζεται ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία και το περιβάλλον από το ενδεχόμενο διαφυγής ρυπαντών από το χώρο ταφής απορριμμάτων. Στα πλαίσια ενός προγράμματος παρακολούθησης πρέπει να εκτελείται ένα ελάχιστο πρόγραμμα δειγματοληπτικών και μη μετρήσεων τόσο κατά την φάση λειτουργίας ως βοήθεια για την γενική διαχείριση του χώρου υγειονομικής ταφής, όσο και κατά την φάση επιτήρησης μετά την περάτωση λειτουργίας του, το οποίο περιλαμβάνει τη συστηματική καταγραφή των παρακάτω παραμέτρων :

- **Μετεωρολογικά στοιχεία και υδατικό ισοζύγιο στο χώρο ταφής.**
Καταγραφή των στοιχείων από το κοντινό μετεωρολογικό σταθμό της Πάτρας.

- **Στοιχεία για την ποσότητα και ποιότητα των στραγγισμάτων.**

Για τον σκοπό αυτό λειτουργεί χημείο όπου γίνεται συστηματική καταμέτρηση του BOD, του COD, αζώτου κατά kjeldahl, pH και REDOX παραγόμενων στραγγισμάτων, καθώς και αναλύσεις του επιφανειακού και υπόγειου ύδατος που εισρέει και απορρέει από τον χώρο ταφής.

- **Έλεγχος των υπόγειων υδάτων.**

Για τον σκοπό αυτό έχουν διανυθεί γεωτρήσεις έλεγχου του υπόγειου ύδατος, μια ανάντι του χώρου ταφής ως γεώτρηση αναφοράς και δυο κατόντη του χώρου ως γεωτρήσεις έλεγχου.

- **Έλεγχος των εκπομπών αέριων γύρω από τον χώρο ταφής.**

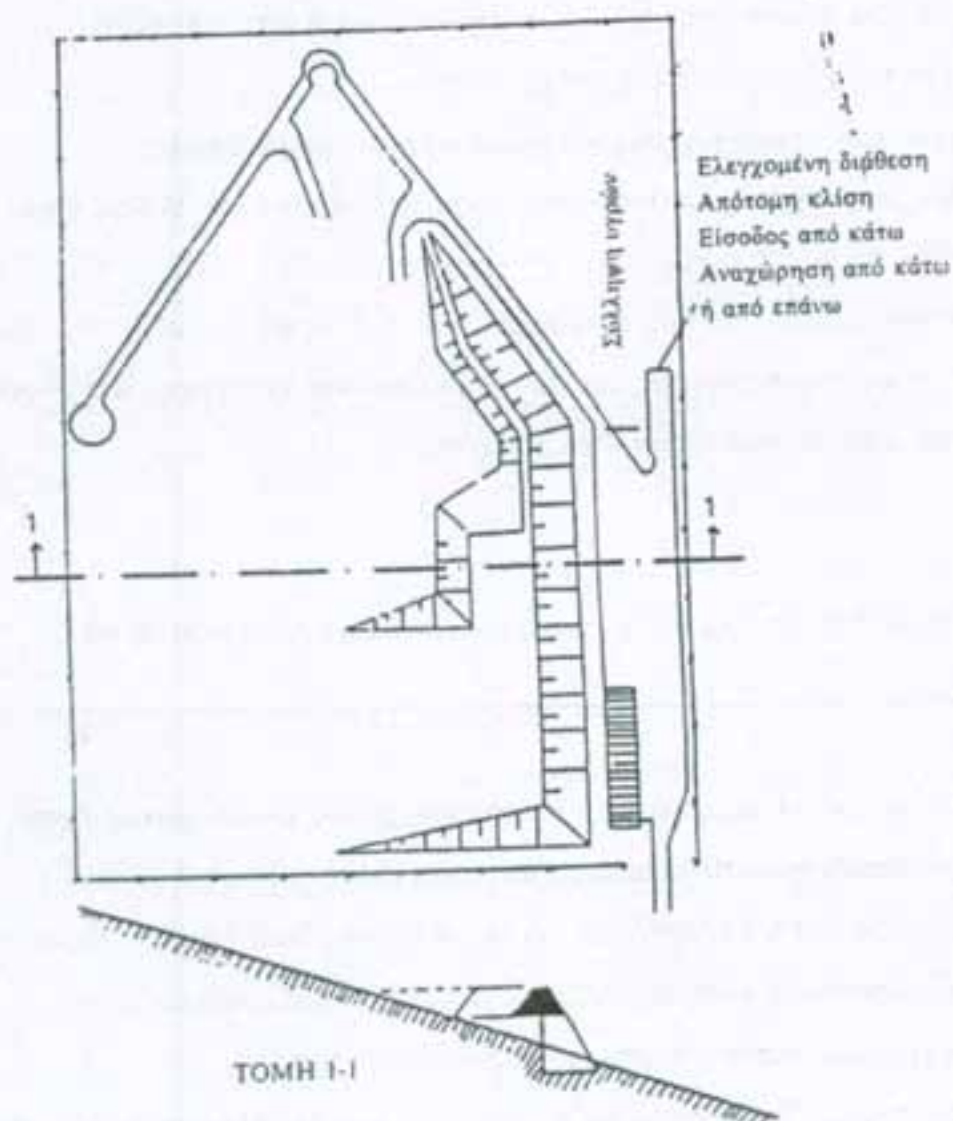
Γίνεται με φορητούς αναλυτές και ανιχνευτές αέριων σε θέσεις γύρω από τον χώρο ταφής απορριμμάτων.

- **Τοπογραφία του χώρου :** στοιχεία για τον όγκο υγειονομικής ταφής. Έλεγχος της συμπεριφοράς των απορριμμάτων και του όγκου του χώρου με μετρήσεις σε κάρναβο μέσα στον χώρο ταφής.

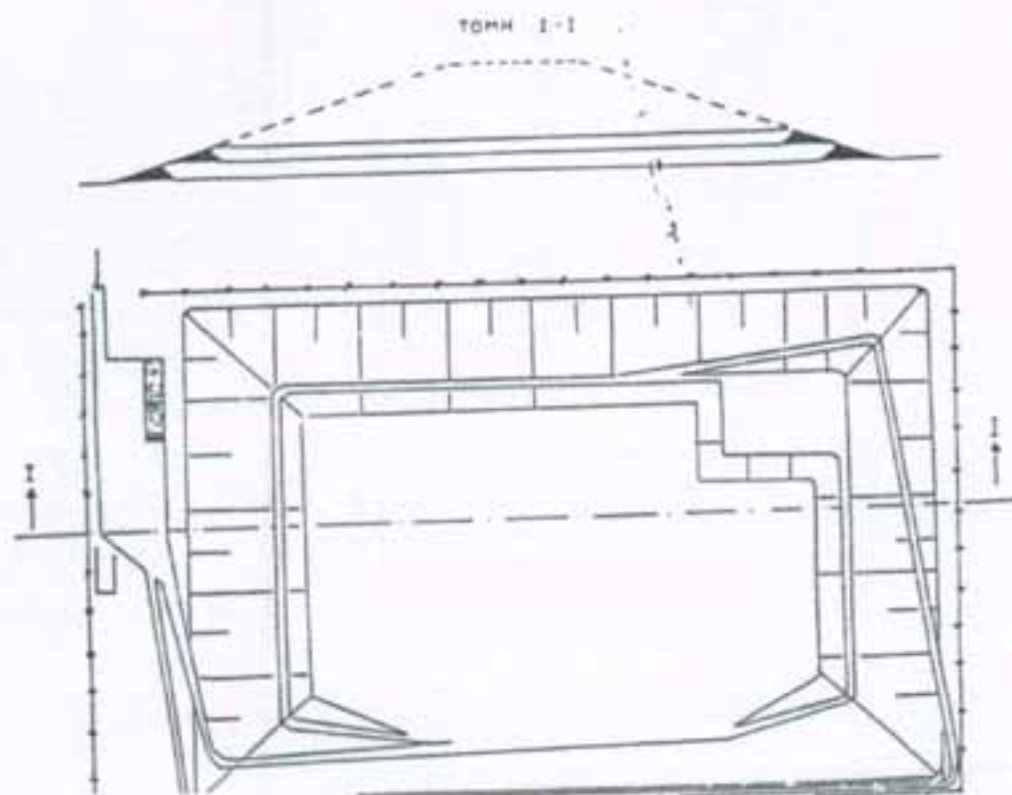
9.10 Τυπικά Σχέδια Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

- Στο σχήμα 14 παριστάνεται σε κάτοψη χώρος υγειονομικής ταφής που έχει τοποθετηθεί σε έκταση με απότομη κλίση.
- Στο σχήμα 15 παριστάνεται χώρος διάθεσης που δημιουργείται πάνω στην επιφάνεια εδάφους, με διαδοχικές στρώσεις απορριμμάτων.
- Στο σχήμα 16 παριστάνεται χώρος ταφής σε τάφρους.
- Στο σχήμα 17 παριστάνεται σε τομή, η εργασία πλήρωσης ενός χώρου υγειονομικής ταφής σε κεκλιμένο έδαφος.

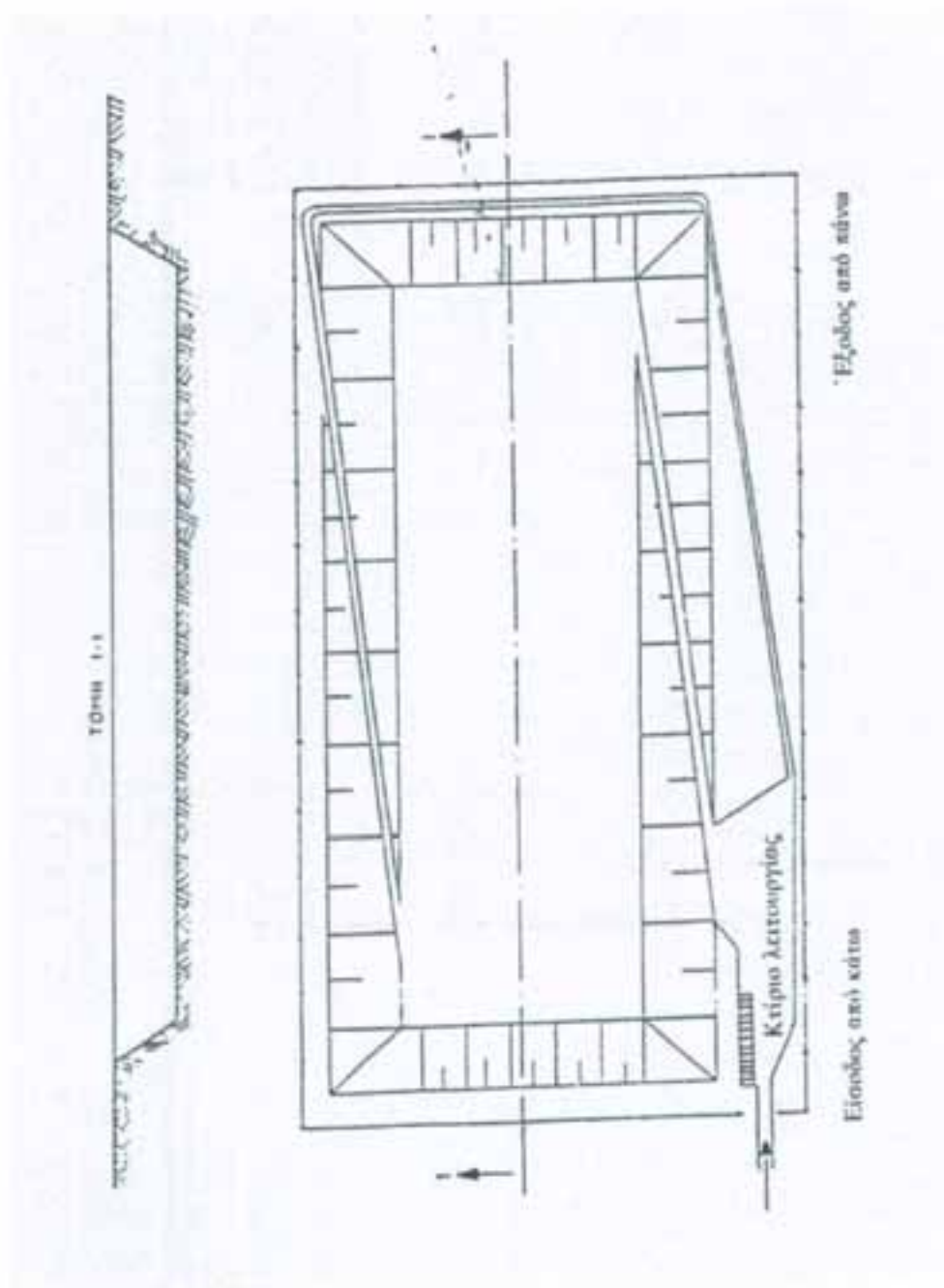
- Στο σχήμα 18 δείχνεται η διάθεση με υγειονομική ταφή στην επιφάνεια του εδάφους σε διαδοχικές στρώσεις που καταλήγουν στην δημιουργία λόφου απορριμμάτων.
- Στο σχήμα 19 φαίνεται η πλήρωση με απορρίμματα τάφρου, με τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα κοντά στον πυθμένα.
- Στο σχήμα 20 φαίνεται η διάθεση και υγρών σε ανάμιξη με τα απορρίμματα.



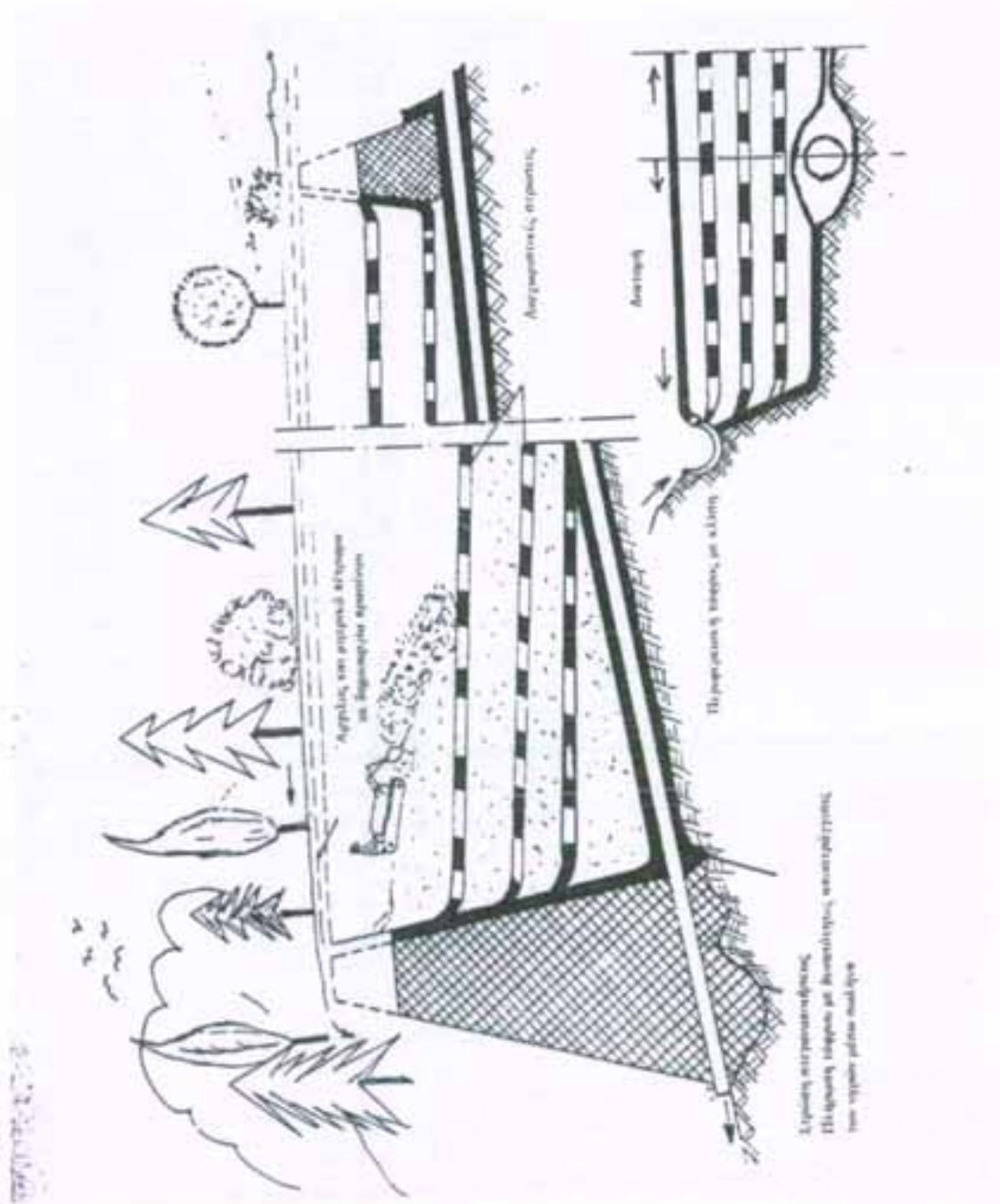
Σχήμα 14 Υγειονομική ταφή. Απότομη κλίση. Είσοδος από κάτω. Αναχώρηση από κάτω ή από πάνω.



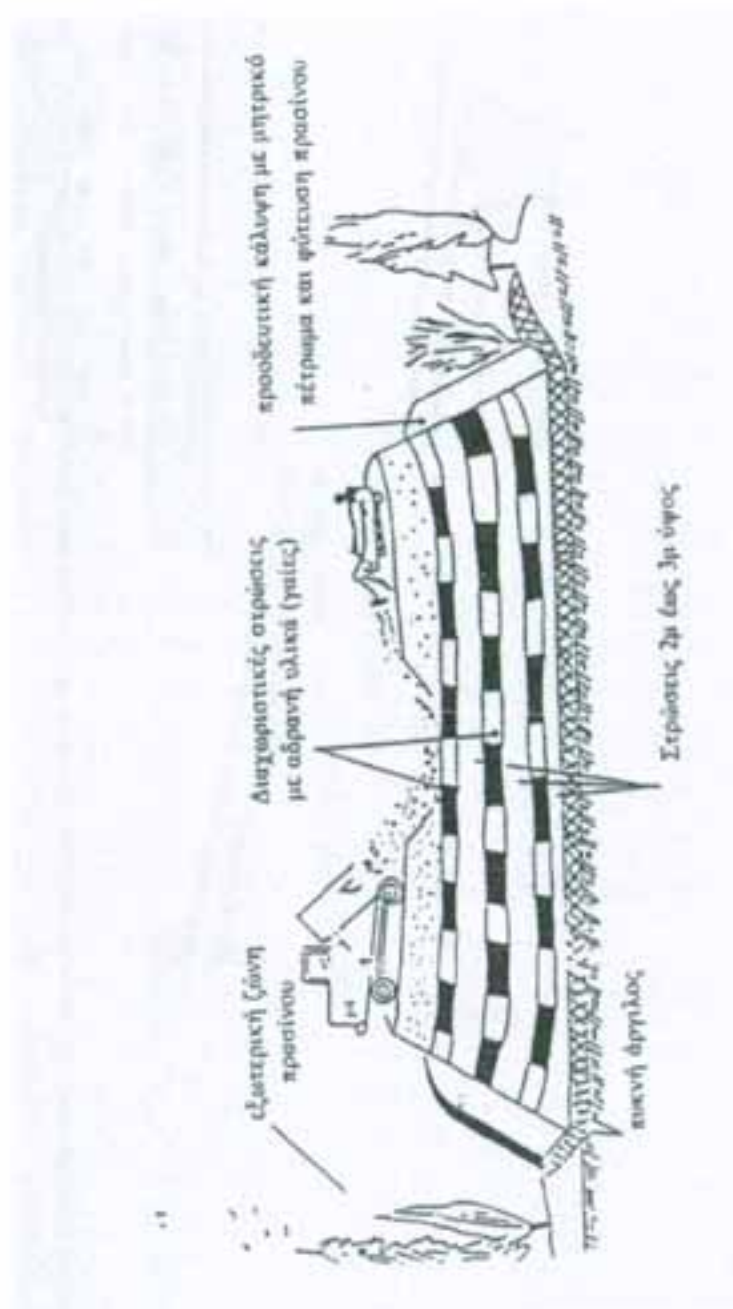
Σχήμα 15: επιφανειακή διάθεση απορριμμάτων.



Σχήμα 16 : Υγειονομική ταφή απορριμμάτων σε τάφρους.



Σχήμα 17 : Στρώση στεγανοποίησης – πλήρωση τάφρου με δυνατότητες αποστράγγισης των υγρών μέσω σωλήνα.



Σχήμα 18 : Επιφανειακή υγειονομική ταφή των απορριμμάτων που καταλήγει στην δημιουργία λόφου απορριμμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Μηχανολογικός Εξοπλισμός

Of what is significant in one's own existence one is hardly aware ... what does a fish know about the water in which swims all his life?

Albert einstein 1879-1955
Self-Portrait, 1936

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**10.1. Γεωσυνθετικά Υλικά**

Παρακάτω θα αναφέρουμε υλικά και μεθόδους που χρησιμοποιούνται στο χώρο υγειονομικής ταφής Πατρών, όσον αφορά τα στραγγίσματα, τη συλλογή αλλά και τη παρακολούθηση του βιοαερίου καθώς επίσης και τις καύσεις του.

A. Ενίσχυση

Γεωσυνθετικά υλικά τοποθετούνται από κάτω ή και ενδιάμεσα από στρώσεις εδάφους προκειμένου να βελτιώσουν τις μηχανικές ιδιότητες του δέχοντας τάσεις εφελκυσμού και ελαχιστοποιώντας τις αλλοιώσεις του. Γεωσυνθετικά, γεωπλεγμάτα και άλλα συνθετικά υλικά χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές όπως για αντιστήριξη, σταθεροποίηση πρανών ή ενίσχυση θεμελίων φραγμάτων, όπου το υπέδαφος εμφανίζει χαμηλή ικανότητα αντοχής. Η χρησιμοποίηση γεωσυνθετικών υλικών σε τέτοιες εφαρμογές ελαχιστοποιεί τα ακριβά κατασκευαστικά μεγέθη, μειώνει το αναμειγνύωμα του χώματος και ελαχιστοποιεί την ανάγκη τοποθέτησης επιπλέον του προβλεπόμενου χώματος.



Β. Διαχωρισμός

Γεωφασματα χρησιμοποιούνται ως διαχωριστικές στρώσεις προκειμένου να εμποδίσουν παρακείμενες στρώσεις υλικών ή υλικού επίστρωσης από το να αναμειχθούν μεταξύ τους. Συνθετικά γεωφασματα με ικανότητα επιμήκυνσης είναι αυτά που επιλέγονται στις περισσότερες εφαρμογές. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού εξαρτάται από τον τύπο των υλικών επίστρωσης και από τα φορτία που υπολογίζουμε να δεχτούν. Η κύρια χρήση των διαχωριστικών γεωφασματων είναι στην κατασκευή υδραυλικών, χυτά, αθλητικών έργων, κτλ.



Γ. Φιλτράρισμα

Σε υδραυλικά και αποστραγγιστικά έργα τοποθετούνται στο να φιλτράρουν το έδαφος και να επιτρέπουν τη διέλευση των υγρών δια μέσου αυτών. Το πόσο ικανό είναι το γεωφάσμα στο να κρατάει ικανή ποσότητα εδάφους και υδραυλική ικανότητα φιλτρανσης είναι χαρακτηριστικό του, όπως και με τα πετρώδη στρώματα φίλτρων η πυκνότητα του γεωφασματος έχει ως επακόλουθο τη μεγαλύτερη διάρκεια μηχανικής και υδραυλικής ικανότητας φιλτρανσης.



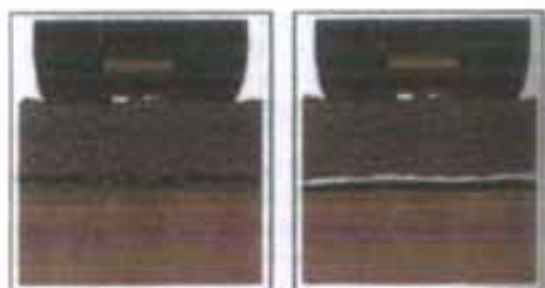
Δ. Φράξιμο

Ενεργώντας ως μέσο φραγμού υγρών και αερίων, οι γεωμεμβρανες έχουν αποτελέσει στοιχειώδες υλικό στις κατασκευές εξαιτίας της ανάγκης προστασίας του υδροφόρου ορίζοντα. HDPE γεωμεμβρανες πάχους 1,5mm και άνω είναι εκείνες που χρησιμοποιούνται πιο συχνά.



Ε. Προστασία

Οι γεωμεμβρανες όσο και άλλες κατασκευές πρέπει να προστατεύονται από πιθανές μηχανικές ζημιές. Ζημιά μπορεί να προκληθεί από μπετόρα αντικείμενα, την ανώμαλη επιφάνεια του υπεδάφους ή του υλικού κάλυψης. Ειδικά υλικά από πολυπροπυλένιο ή HDPE συνήθως χρησιμοποιούνται για την προστασία τους. Για τα γεωφασμάτα η προστασία τους μετριέται ως προς την πυκνότητα τους ανά την έκταση.



Στ. Αποστράγγιση

Υλικά αποστράγγισης και φιλτραρίσης απαιτούνται για την συλλογή στραγγισμάτων και βιοαερίου μέσω ενός κατάλληλου συστήματος. Τέτοια συστήματα σχεδιάζονται ως ανεξάρτητα στρώματα ή σε συνδυασμό με άλλα υλικά. Ένας συνδυασμός τέτοιων υλικών αποτελείται τουλάχιστον από ένα στρώμα φίλτρου και ένα στρώμα στράγγισης. Το στρώμα φίλτρου χρειάζεται

για την ροή και διήθηση μέχρι κάποιο σημείο συλλογής. Μονά και πολλαπλά γεωσυνθετικά συστήματα αποστράγγισης κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο καθώς και από πολυπροπυλένιο και αντικαθιστούν τις συμβατικές στρώσεις γεώδους υλικού ως μέσο αποστράγγισης και φιλτραρίσματος.



Ζ. Έλεγχος Διάβρωσης

Στρώσεις γεωσυνθετικών υλικών χρησιμοποιούνται για την αποφυγή φαινομένων διάβρωσης πρανών επιφανειών. Παρεμποδίζοντας τέτοια φαινόμενα σε πλάγιες ή κανάλια εγγυόμαστε την δυνατότητα γρήγορης βλάστησης με την τοποθέτηση κατάλληλων αντιδιαβρωτικών στρωμάτων.



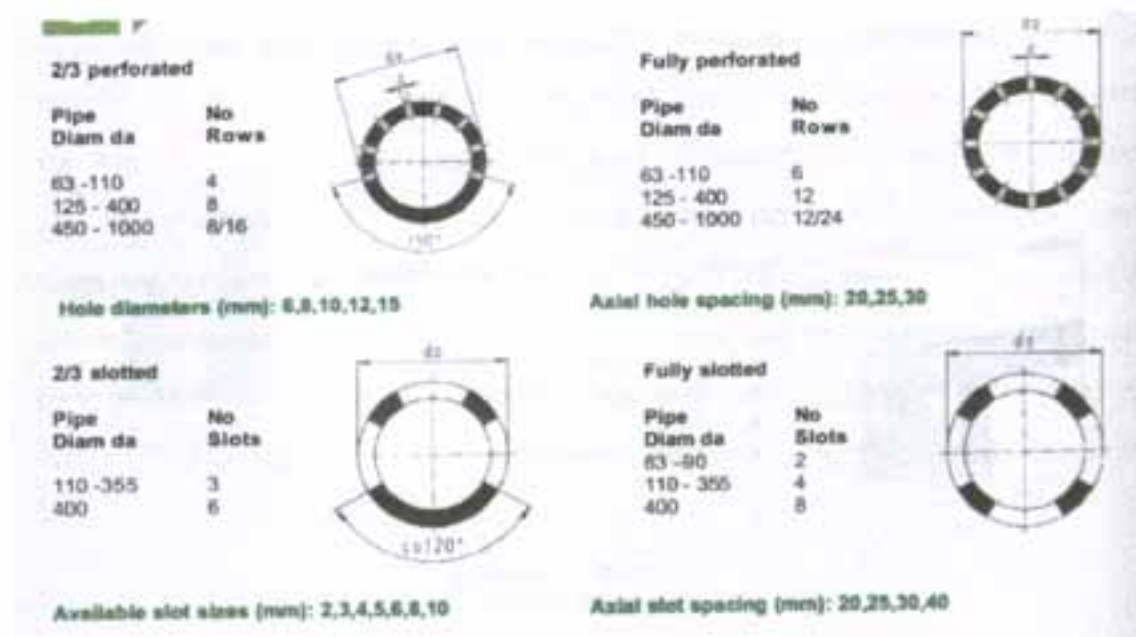
10.2. Συλλογή Βιοαερίου

Για την συλλογή, ασφάλεια και τον επαρκή έλεγχο του βιοαερίου χρησιμοποιούνται διάφορα προϊόντα, όπως διάτρητοι HDPE σωλήνες, παγίδες συμπυκνωμάτων, σωλήνες πολλαπλών παροχών και συνδέσεων και κεφάλες

φρεατίων άντλησης βιοαερίου. (Σχήμα 21) Οι διάτρητοι σωλήνες κατασκευάζονται από HDPE και χρησιμοποιούνται για κάθετη και οριζόντια συλλογή του βιοαερίου. Μπορούν να έχουν διάμετρο από 63 ως 630mm και είναι ποικίλων τρόπων σύνδεσης όπως : βιδωτοί, τηλεσκοπικοί, πίεσης, συγκόλλησης. (Σχήμα 22) Τα δοχεία συλλογής και άντλησης συμπτυκνωμάτων είναι ένα ουσιώδες τμήμα του συστήματος συλλογής βιοαερίου καθώς αποφεύγουμε εμφράξεις των σωλήνων μεταφοράς του βιοαερίου από τα συμπτυκνώματα που δημιουργούνται μέσα στους σωλήνες μεταφοράς.



Σχήμα 21



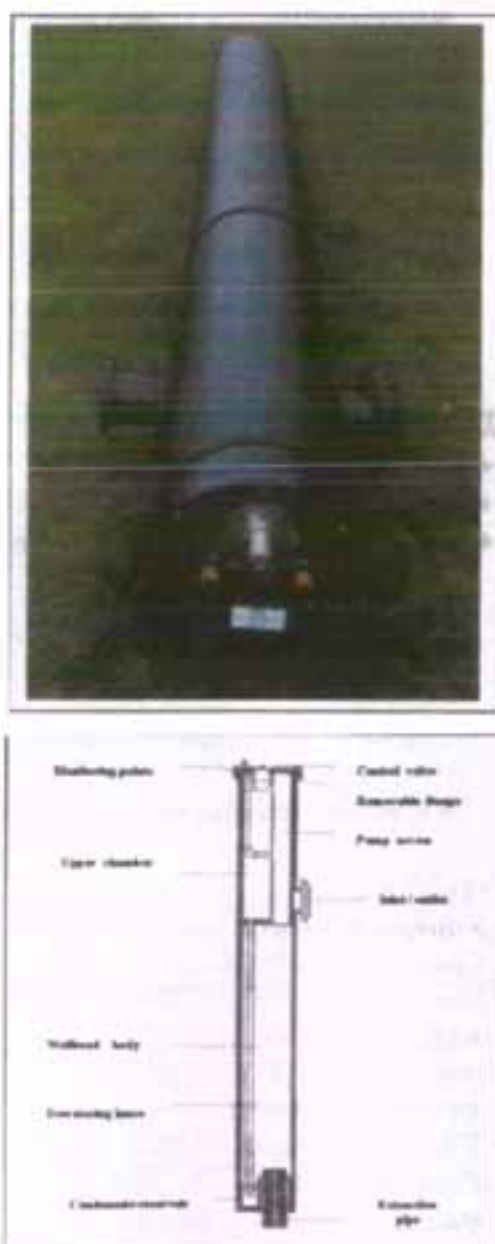
Σχήμα 22

10.2.1. Κεφαλές Φρεατίων

Ένας από τους χαρακτηριστικούς τύπους κεφαλής φρεατίου που χρησιμοποιείται είναι ο παρακάτω: (Σχήμα 23)

Είναι ένας συνδυασμός κεφαλής εξαγωγής βιοαερίου και συμπυκνωμάτων, ο οποίος επιτρέπει την ακριβή ρύθμιση της ροής και την παρακολούθηση καθενός φρεατίου μεμονωμένα στον ΧΥΤΑ. Περιλαμβάνει ένα θάλαμο μέσα στον οποίο το εξαγόμενο βιοαέριο δροσίζεται και δημιουργεί συμπυκνώματα. Ένας σωλήνας αφυγρανσης ενώνει τον παραπάνω θάλαμο με ένα ρεζερβουάρ βρισκόμενος στον πάτο της κεφαλής από όπου το βιοαέριο μπορεί να ξαναβρεθεί πάλι στο φρεάτιο. Σε ένα μεγάλο διαμέτρου εσωτερικό σωλήνα βρισκόμενου από την κορυφή ως τον πάτο του θαλάμου μπορεί να τοποθετηθεί μια αυτόματη αντλία, η οποία θα ελέγχει τη στάθμη της διήθησης μέσα στο φρεάτιο.

Ο εξωτερικός συνδυασμός τοποθετείται στην κορυφή του αγωγού εξαγωγής και μπορεί να καθαρίσει μέχρι 2 μέτρα βάθους. Η παραπάνω κεφαλή μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα σύστημα συλλογής in-line, όπου το βιοαεριο περνά διαμέσου καθεμίας κεφαλής και συνέχεια αφυγρηνεται ή end-of-line συνδέοντας ξεχωριστούς αγωγούς σε ένα σταθμό ρεγουλαρίσματος. Κατασκευάζεται από HDPE αντοχής.



Σχήμα 23 Κεφαλή φρεατίου

πίεση στα κάθετα φρεάτια απαγωγής του βιοαερίου συνιστούνται οι εξής παράμετροι:

- Αξονική, πλευρική κίνηση κατά την διάρκεια εναπόθεσης των απορριμμάτων.
- Το φρεάτιο να δρα σαν ενιαίος σωλήνας και όχι τμηματικά.
- Να έχουμε την ελάχιστη πλευρική εκτροπή στις ενώσεις.
- Η ικανότητα του να επιτρέπει την τοποθέτηση των συνδέσεων καθ' όλο το ύψος.

Έτσι λοιπόν χρησιμοποιούμε φρεάτια απαέρωσης βιοαερίου για να μπορούμε να παρακολουθούμε και να αντλούμε τα στραγγίδια στον ΧΥΤΑ, φρεάτια τα οποία πρέπει να είναι τηλεσκοπικού τύπου για να μπορούν να τοποθετούνται κατά την διάρκεια εναπόθεσης των απορριμμάτων. Η εναπόθεση αυτή δημιουργεί πρόβλημα γιατί καθώς τοποθετούμε τα απορρίμματα η τριβή μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του αγωγού του φρεατίου και των σκουπιδιών είναι αρκετή να προκαλέσει στο φρεάτιο μια κάθετη συμπίεση προς τη βάση του. Η καθετή αυτή πίεση μπορεί να προκαλέσει βλάβη δεδομένου ότι οι σωλήνες θεμελιώνονται στη βάση του ΧΥΤΑ και σε στερεό υλικό. Επιπλέον η συμπίεση ενισχύει την πίεση στο σωλήνα, η οποία στη συνέχεια δημιουργεί μεγάλης κλίμακας φορτία στα θεμέλια ικανά να προκαλέσουν τη λυγισή του κάθετου αγωγού η ακόμα και καταστροφή της βάσης του φρεατίου. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα να χάσουμε την επικοινωνία με όργανα παρακολούθησης η μηχανήματα άντλησης η ακόμα και την καταστροφή της υπεδαφιας προστασίας-μεμβρανών.

10.3. Βιοφίλτρο

Το Βιοφίλτρο είναι ένα εξωτερικών χώρων σύστημα εξουδετέρωσης του παραγόμενου βιοαερίου για φρεάτια απαγωγής βιοαερίου σε ΧΥΤΑ. Είναι ένα

ειδικό Βιοφίλτρο, το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε τύπο φρεάτιο άντλησης βιοαερίου, αερίζοντας το σωλήνα ή το θάλαμο εξαγωγής του βιοαερίου. (Σχήμα 25) Το Βιοφίλτρο παρέχει μια περιβαλλοντική και ασφαλή λύση για τον εξαερισμό των φρεατίων στους ΧΥΤΑ. Εξασφαλίζει την ασφάλεια του προσωπικού που εργάζεται σε αυτούς. Χρησιμοποιημένο σε συνδυασμό με κεφαλές φρεατίων άντλησης μπορεί να αποτρέψει τη δυνατότητα των πυρκαγιών και των εκρήξεων.



Σχήμα 25 Βιοφίλτρο

10. 4. Παγίδες Συμπυκνωμάτων

Η συσσώρευση συμπυκνωμάτων στα οριζόντια δίκτυα αγωγών συλλογής βιοαερίου μειώνει την ευκολία με την οποία αυτό μπορεί να συλλεχθεί. Αν η συσσώρευση αυτή δεν αποφευχθεί τότε οι σωλήνες συλλογής θα πλημμυρίσουν ειδικά στα χαμηλά σημεία και θα προκαλέσουν ένα υδραυλικό μπλοκάρισμα μέσα στο σύστημα. Τα συμπτώματα της ύπαρξης συμπυκνωμάτων θα είναι η επιδείνωση της ποιότητας του βιοαερίου και σταμάτημα του πυρσού καύσης εξαιτίας χαμηλής ποσότητας μεθανίου μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα από την λειτουργία του. Η πιο κοινή μέθοδος έλεγχου των συμπυκνωμάτων είναι η εγκατάσταση knock-out δοχείων στα σημεία έλεγχου των δικτύων ή σε μεμονωμένα χαμηλά σημεία μέσα στο οριζόντιο σύστημα σωλήνων συλλογής. Ανάλογα με την περιοχή τα συμπυκνώματα μπορούν είτε να στραγγιχτούν πίσω μέσα στα απορρίμματα η να αντληθούν από κάποιο σημείο.

Οι **βασικοί παράγοντες** οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υποψιών κατά τον σχεδιασμό μελέτης άντλησης των συμπυκνωμάτων είναι οι εξής:

- Το σημείο που θα τοποθετηθούν, το οποίο πρέπει να είναι σε απόσταση από κάποιο κάθετο φρεάτιο απαγωγής.
- Το μέγεθος του ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή πίεση πτώσης και επαρκής χώρος κράτησης.
- Το βάθος της παγίδας συμπυκνωμάτων ώστε να εξασφαλιστεί ότι το κενό της αναρρόφησης δεν μπορεί να ανυψώσει το συμπύκνωμα πάλι πίσω στο σωλήνα συλλογής.
- Το βάθος υλικού προς αποστράγγιση στο κάτω σημείο πρέπει να είναι τουλάχιστον δυο φορές το βάθος του δοχείου και
- Το βασικότερο είναι ότι από τη στιγμή που τα συμπυκνώματα έχουν παγιδευτεί μέσα στην παγίδα συμπυκνωμάτων να μπορούν να αφαιρεθούν άμεσα απ' αυτήν.

Υπάρχουν δυο κύριοι τύποι knock-out παγίδες συμπυκνωμάτων, όπως φαίνεται παρακάτω:

A. SYPHON TYPE : όπου τα συμπυκνώματα στραγγίζονται με την βαρύτητα μέσα στα απορρίμματα δια μέσου μιας υγρής ασφάλειας στην βάση της παγίδας συμπυκνωμάτων. (Σχήμα 26)



Σχήμα 26 Syphon type

B. PUMPED TYPE : όπου αντλίες πνευματικού τύπου εγκαθίστανται προκειμένου να αντλήσουν τα συμπυκνώματα από κάποιο κατάλληλο σημείο. Αυτού του τύπου παγίδες συμπυκνωμάτων τοποθετούνται συχνά σε σημεία άντλησης υγρών από τα απορρίμματα. (Σχήμα 27)



Σχήμα 27: Pumped type

10.5. Σημεία Παρακολούθησης

1. Κοντέρ αντλιών (Pump Cycle Counter)

Είναι κοντέρ αντλιών, τα οποία μετρούν τις αντλήσεις των αντλιών και τοποθετούνται μεταξύ της αντλίας και του τροφοδότη αέρος. Δε χρειάζονται τροφοδοσία. Μετρούν και δείχνουν πόσες φορές άντλησε η αντλία σε μια ψηφιακή ένδειξη που διαθέτουν. Αποτελούνται από μαγνητικό περίβλημα, έναν εσωτερικά τοποθετημένο μαγνητικό συρτή και ένα ψηφιακό μετρητή.

2. Anti-Foam Dipmeter

Έχει σχεδιαστεί να μέτρα το επίπεδο των στραγγισμάτων εντός των φρεατίων απαγωγής του βιοαερίου. (Σχήμα 28) Η ειδική κάλυψη που έχει δεν επηρεάζεται από την ύπαρξη του αφρού των στραγγισμάτων που βρίσκεται σε σημεία εντός των φρεατίων και συγκεκριμένα στα σημεία στα οποία τα στραγγίσματα αντλούνται ή έχουμε ικανοποιητική απαγωγή βιοαερίου. Καθώς το άκρο του έρχεται σε επαφή με υγρό μας δίνει ένα ηχητικό σήμα παράλληλα με μια φωτεινή κόκκινη ένδειξη.



Σχήμα 28: Anti-foam Dipmeter

3. Μετρητής Στάθμης Νερού (Water Level Meter)

Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της στάθμης του νερού μέσα σε μια γεώτρηση, σωλήνα ή φρεάτιο. Αποτελείται από ένα μετρητή κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, ο οποίος μας παρέχει ασύγκριτη ακρίβεια στις μετρήσεις μας από την επιφάνεια. Καθώς ο μετρητής αγγίζει την επιφάνεια του νερού, ένας συνεχής ήχος ακούγεται και ένα κόκκινο λαμπάκι ανάβει. Ο μετρητής είναι τοποθετημένος σε ένα ελαφρύ καρούλι με φρένο και βάση για την εύκολη λειτουργία του και αποθήκευση.

4. Sureflo Es Range

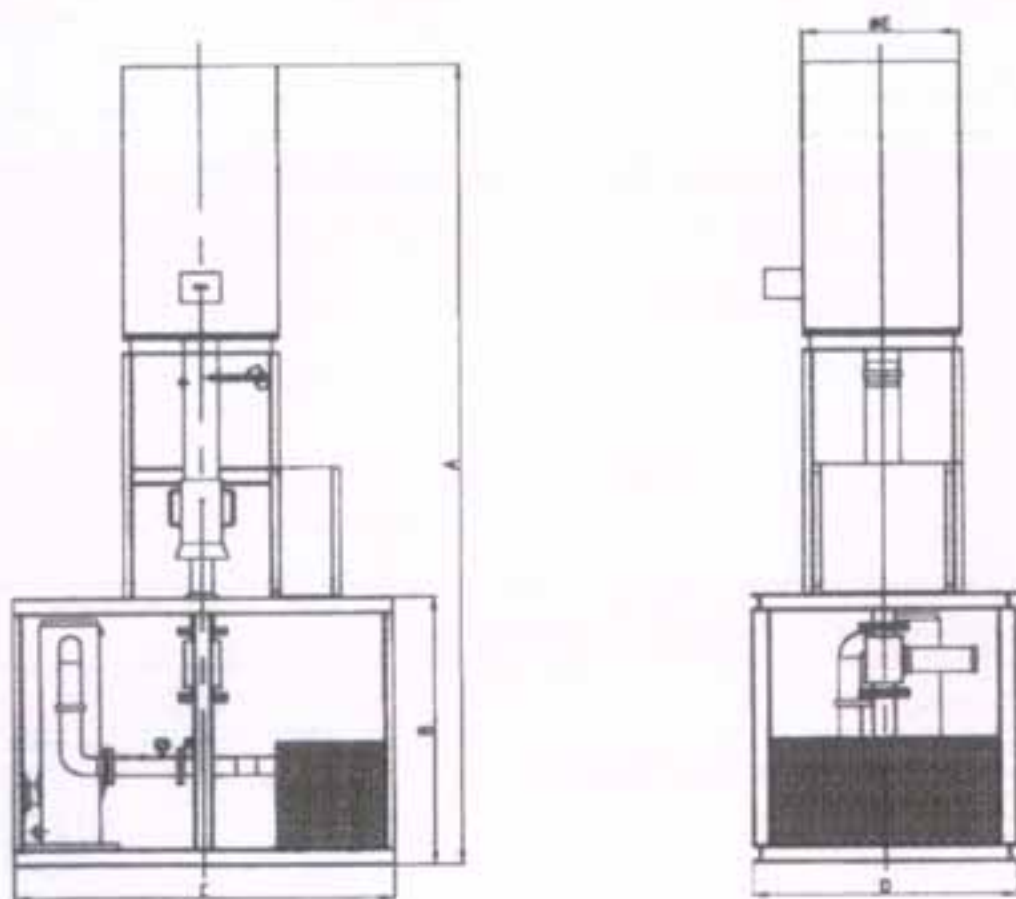
Το σύστημα αυτό είναι ένα ειδικά σχεδιασμένο αυτόματο ηλεκτρικό σύστημα άντλησης για την εξαγωγή των στραγγισμάτων από ανηφορικά δίκτυα απαγωγής βιοαερίου τοποθετημένα σε πρανή επιφάνειες του ΧΥΤΑ. Προσαρμοσμένο σε μια από ανοξείδωτο ατσάλι τροχληωτή βάση είναι εύκολο να τοποθετηθεί και ικανό να κινηθεί σε όλο το μήκος εσωτερικά των σωλήνων. Σχεδιασμένο να τοποθετείται οριζόντια εντός των ανηφορικών σωλήνων μας εξασφαλίζει ότι η στάθμη των στραγγισμάτων παραμένει η λιγότερη δυνατή. Ελέγχεται από έναν εσωτερικά προσαρμοσμένο πομπό πίεσης, ο οποίος ελέγχει τη χαμηλή ή την υψηλή στάθμη αλλά επίσης παρέχει την ύπαρξη στραγγισμάτων σε μια ένδειξη LED στην επιφάνεια.



δειγματοληψίας κατά την είσοδο του βιοαερίου στην μονάδα καύσης αλλά και κατά την έξοδο από τους προωθητήρες. (Σχήμα 30)

Περιέχει δοχείο αφυγρανσης βιοαερίου και δοχείο συλλογής συμπυκνωμάτων καθώς επίσης και μανόμετρα μέτρησης της υπό πίεσης στην είσοδο των προωθητηρίων των μονάδων καύσης. Όλοι οι προωθητήρες είναι 3 φάσεων, 50 hz, φυγοκεντρικοί, αντιακρηκτικού τύπου, φέρουν φτερωτή κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα και συνδυάζονται άμεσα με κοινό άξονα με τον ηλεκτροκινητήρα. Ο κινητήρας του προωθητήρα είναι εξοπλισμένος με εκκινητήρα αστέρα-τριγώνου. Έχουν χειροκίνητες βαλβίδες ρύθμισης της παροχής αλλά και της θερμοκρασίας της φλόγας ακόμα και με τον πυρσό εν λειτουργία, διαθέτουν φλογοπαγίδες και διακόπτη πίεσης στην έξοδο του προωθητήρα για την ανίχνευση πιθανής διακοπής του αερίου.

Οι συσκευές καύσης των μονάδων φέρουν ακροφύσια καύσης κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, καλύμματα και ανιχνευτές υπεριώδους ακτινοβολίας. Έχουν ηλεκτρική ανάφλεξη αυτόματη με την έναρξη λειτουργίας. Η διαδικασία εκκίνησης-διακοπής της λειτουργίας ελέγχεται αυτόματα από προγραμματιζόμενο διακόπτη.



Σχήμα 30 Μονάδες καύσης βιοαερίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Ευρωπαϊκές Οδηγίες για την Διάθεση των Αποβλήτων
Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Ευρωπαϊκές Οδηγίες για τη Διάθεση των Αποβλήτων

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπισθεί μεγάλος αριθμός Οδηγιών που καθορίζουν το θεσμικό πλαίσιο για την διάθεση των αποβλήτων και η εφαρμογή τους είναι υποχρεωτική στις χώρες της Ένωσης. Οι κυριότερες από τις Οδηγίες αυτές κατά χρονολογική σειρά είναι:

75/439/EEC: Council Directive on the disposal of waste oils, OJ L 194
25.7.75 p.23.

75/442/EEC: Council Directive of 15 July 1975 on waste, OJ L 194
25.7.75 p.39. Amended by

91/156/EEC OJ NO 178, 26.3.91 p.32.

76/403/EEC: Council Directive of 6 April 1976 on the disposal of
polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls,
OJ L 108 25.4.76 p.41.

78/176/EEC: Council Directive of 20 February 1978 on waste from the
titanium dioxide industry, OJ 54 25.2.78 p.16.

78/319/EEC: Council Directive of 20 March 1978 on toxic and dangerous
waste, OJ L 84 31.3.78 p.43.

83/29/EEC: Council Directive of 24 January 1983 amending Directive
78/176/EEC, OJ L 32 3.2.83 p.28.

Council Proposals for Directive on hazardous waste submitted on August 16
1988, COM (88) 399 Final - SYN 165, OJ 1988 C. 295 p.3 and 1989 C. 326
p.6.

89/428/EEC: Council Directive of 21 June 1989 on procedures for

harmonising the programmes for the reduction and eventual elimination of pollution caused by waste from the titanium dioxide industry, OJ L 201 14.7.89 p.56.

90/C 122/02/EEC: Council Resolution of 18 May 1991 on waste policy,
OJ No C122. p.1.

91/C 190/01: Council Proposal of 22 July 1991 for a Council Directive on landfill of waste. OJ No C190 p.1.

91/156/EEC: Council Directive of 18 March 1991 amending Directive 75/442/EEC on waste, OJ L 34 26.3.91 p.32.

91/C190/01: Proposal for a Council Directive on the landfill of waste,
COM (91) 102 SYN 335

Submitted by the Commission on 23 April 1991 and dated 22.7.91.

91/689/EEC: Council Directive of 3 December 1991 on hazardous waste,
OJ L 377 31.12.91 p.20.

96/C59/01/EEC: Common Position No 4/96 adopted by the Council, on 6 October 1995 with the view of adopting Council Directive 96/.../EC on the landfill of waste. OJ No C 59, 28.2.96.

Από τις ανωτέρω Οδηγίες, η 75/442/EEC αποτελεί την μητρική Οδηγία και περιλαμβάνει το γενικό πλαίσιο για την διάθεση αποβλήτων. Το πλαίσιο αυτό συμπληρώθηκε με την επίσης πολύ σημαντική Οδηγία 91/C190/01 που περιλαμβάνει τους περιορισμούς που ισχύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την διάθεση αποβλήτων. Οι βασικές αρχές της Οδηγίας του 1991 (91/C190/01) είναι:

1. Επιβάλλεται ο διαχωρισμός των αποδεκτών στερεών αποβλήτων στις εξής κατηγορίες αποβλήτων:

(α) Επικίνδυνα απόβλητα

(β) Αστικά και λοιπά μη-επικίνδυνα απόβλητα

(γ) Αδρανή απόβλητα (κυρίως προϊόντα οικοδομικών κατεδαφίσεων)

και απαγορεύεται η συναπόθεση (multi-disposal) ουσιών διαφόρων κατηγοριών στον ίδιο αποδέκτη.

2. Απαγορεύεται η διάθεση ορισμένων τύπων αποβλήτων σε κοινές χωματερές (π.χ. ραδιενεργά απόβλητα υψηλής ραδιενέργειας, νοσοκομειακά απόβλητα μολυσματικής φύσεως κλπ).

3. Καθορίζονται κριτήρια για την επιλογή της θέσης κατασκευής νέων αποδεκτών στερεών αποβλήτων (ελάχιστες αποστάσεις κλπ).

4. Επιβάλλεται η χρήση κατάλληλων φυσικών (αργιλικών) ή συνθετικών μεμβρανών στον πυθμένα των χώρων διάθεσης στερεών αποβλήτων για την προστασία του εδάφους και του υπόγειου νερού από την επέκταση της ρύπανσης.

5. Επιβάλλεται η κατασκευή ειδικών έργων για τον έλεγχο των επιφανειακών απορροών γύρω από τη “χωματερή” και την απαγωγή του στραγγίσματος και του βιο-αερίου.

6. Καθορίζονται αναλυτικά οι μέθοδοι που θα πρέπει να εφαρμόζονται για την έγκριση της μελέτης και τον έλεγχο της λειτουργίας των αποδεκτών στερεών αποβλήτων.

7. Δίνονται οδηγίες για την τελική κάλυψη και την αποκατάσταση της επιφάνειας των αποδεκτών μετά την πλήρωσή τους.

Ελάχιστες Απαιτήσεις στη Γαλλία

Στη Γαλλία ισχύει ο διαχωρισμός των στερεών αποβλήτων στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

Κατηγορία I - Βιομηχανικά απόβλητα

Κατηγορία II - Αστικά απόβλητα

Κατηγορία III - Αδρανή απόβλητα

Η συναπόθεση αποβλήτων διαφόρων κατηγοριών στον ίδιο αποδέκτη απαγορεύεται.

Για αποδέκτες στερεών αποβλήτων Κατηγορίας I ισχύουν οι εξής περιορισμοί:

1. Η υπόβαση του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών του αποδεκτού θα πρέπει να αποτελείται από εδαφικό υλικό με υδραυλική αγωγιμότητα μικρότερη από 10^{-9} m/sec και πάχος τουλάχιστον 5 μέτρων.

2. Στον πυθμένα και τα πρανή θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη στεγανωτική μεμβράνη.

3. Πάνω από τη στεγανωτική μεμβράνη του πυθμένα και των πρανών θα πρέπει να υπάρχει σύστημα αποστράγγισης του στραγγίσματος (με υδραυλική αγωγιμότητα μεγαλύτερη των 10^{-4} m/sec). Το σύστημα αυτό θα πρέπει να έχει επαρκή αποχετευτική ικανότητα ώστε να μην επιτρέπει τη δημιουργία στρώσης υγρού στραγγίσματος πάχους άνω των 30 cm.

Για αποδέκτες στερεών αποβλήτων Κατηγορίας II οι περιορισμοί είναι λιγότερο αυστηροί και περιλαμβάνουν:

1. Υπόβαση του πυθμένα από γαιώδη υλικά πάχους τουλάχιστον 5 m με υδραυλική αγωγιμότητα μικρότερη από 10^{-6} m/sec.

2. Τελική κάλυψη της επιφάνειας με υλικό μικρής διαπερατότητας.

Τέλος, δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι περιορισμοί για αποδέκτες αποβλήτων Κατηγορίας III.

Ελάχιστες Απαιτήσεις στη Γερμανία

Στη Γερμανία έχει τεθεί ως απώτερος στόχος (δηλαδή μετά από μια 15-ετία) η καύση του συνόλου των αστικών και βιομηχανικών στερεών αποβλήτων, οπότε θα υπάρχει ανάγκη για τη διάθεση μόνον της τέφρας (η οποία έχει πολύ μικρότερο ρυπαντικό φορτίο). Μέχρι τότε, οι αποδέκτες στερεών αποβλήτων διακρίνονται στις εξής Κατηγορίες:

Κατηγορία I - Γαιώδη υλικά που έχουν ρυπανθεί²⁴

Κατηγορία II - Αδρανή υλικά (π.χ. υλικά κατεδαφίσεων)

Κατηγορία III - Αστικά απορρίμματα

Κατηγορία IV - Βιομηχανικά απόβλητα

Κατηγορία V - Τοξικά ή επικίνδυνα απόβλητα

Η συναπόθεση αποβλήτων διαφόρων κατηγοριών στον ίδιο αποδέκτη απαγορεύεται. Για τους αποδέκτες αστικών απορριμμάτων (Κατηγορία III), ισχύουν οι εξής ελάχιστες απαιτήσεις:

Σύνθετη στεγανωτική στρώση στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρηνή του αποδέκτη, η οποία να αποτελείται από:

(α) μια συνθετική γεω-μεμβράνη από υψηλής πυκνότητας πολυ-αιθυλένιο (HDPE)

(β) μια στρώση συμπυκνωμένης αργίλου πάχους 0.75 m με συντελεστή διαπερατότητας μικρότερο από 5×10^{-10} m/sec.

Επίσης προβλέπεται η κατασκευή στρώσης συλλογής και απαγωγής του υγρού στραγγίσματος και του βιο-αερίου και η τελική κάλυψη του αποδέκτη μετά την πλήρωσή του.

Για τους αποδέκτες αδρανών υλικών (Κατηγορία II), απαιτείται επίσης σύνθετη στεγανωτική στρώση από συνθετική γεω-μεμβράνη και στρώση

συμπυκνωμένης αργίλου πάχους 0.50 m με συντελεστής διαπερατότητας μικρότερο από 10^{-9} m/sec.

Για τους αποδέκτες επικίνδυνων ή τοξικών αποβλήτων ισχύουν οι εξής περιορισμοί:

1. Υπόβαση του πυθμένα από άργιλο με διαπερατότητα μικρότερη από 10^{-7} m/sec και πάχος άνω των 3 μέτρων.
2. Ανωτάτη στάθμη του υπογείου ορίζοντα σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός μέτρου από την κατωτάτη στάθμη του πυθμένα του αποδέκτη.
3. Σύνθετη στεγανωτική στρώση στον πυθμένα και τα περιμετρικά πρηνή από:
 - (α) Συνθετική γεω-μεμβράνη πάχους τουλάχιστον 2.5 mm.
 - (β) Στρώση συμπυκνωμένης αργίλου πάχους τουλάχιστον 1.5 m με διαπερατότητα μικρότερη από 5×10^{-10} m/sec.
 - (γ) Κλίση της επιφάνειας του πυθμένα μεγαλύτερη από 3% (για τη στράγγιση του στραγγίσματος).
4. Στρώση τελικής κάλυψης της επιφάνειας που αποτελείται από τα εξής (από κάτω προς τα άνω):

(α) Διαπερατή στρώση διαμόρφωσης πάχους άνω των 30 cm με διαπερατότητα άνω του 10^{-3} m/sec.

(β) Εύκαμπτη συνθετική γεω-μεμβράνη πάχους άνω των 2.5 mm.

(γ) Στρώση συμπυκνωμένης αργίλου πάχους άνω των 50 cm με διαπερατότητα μικρότερη από 5×10^{-10} m/sec και κλίση της επιφάνειας μεγαλύτερη από 5%.

Ελάχιστες Απαιτήσεις στη Βρετανία

Στη Βρετανία δεν υπάρχουν συγκεκριμένες ελάχιστες απαιτήσεις των Κανονισμών για τους αποδέκτες στερεών αποβλήτων, αλλά το κάθε συγκεκριμένο έργο σχεδιάζεται με βάση το είδος των αποβλήτων που

πρόκειται να δεχθεί τις τοπικές γεωλογικές, υδρογεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες, την πιθανότητα ρύπανσης του περιβάλλοντος και τις πιθανές επιπτώσεις από την ενδεχόμενη ρύπανση (δηλαδή την απόσταση από εκμεταλλεύσιμους υδροφορείς, κατοικημένες περιοχές κλπ). Πάντως, συνήθως, η στεγάνωση του πυθμένα των αποδεκτών αστικών απορριμμάτων γίνεται μέσω σύνθετης γεω-μεμβράνης που αποτελείται από συνθετική μεμβράνη πολυαιθυλενίου (HDPE) πάχους 1-2 mm και στρώση συμπακνωμένης αργίλου πάχους ενός μέτρου ($k < 10^{-9}$ m/sec). Επίσης, σε όλες τις περιπτώσεις, πάνω από τη στεγανωτική μεμβράνη κατασκευάζεται στρώση αποστράγγισης και σύστημα συλλογής και απαγωγής του στραγγίσματος.

Ελάχιστες Απαιτήσεις στις ΗΠΑ

Η διάθεση των αποβλήτων (στερεών και υγρών) στις ΗΠΑ διέπεται από την Πράξη Προστασίας και Εκμετάλλευσης Φυσικών Πόρων (Resource Conservation and Recovery Act - RCRA). Η Πράξη αυτή συμπληρώθηκε το 1984 με ειδικούς περιορισμούς για τα επικίνδυνα και τα λυπά στερεά απόβλητα (Hazardous and Solid Waste Amendments - HSWA). Σύμφωνα με τα ανωτέρω, τα στερεά απόβλητα διακρίνονται σε δυο κατηγορίες (όσον αφορά τον τρόπο διάθεσης):

1. Τα επικίνδυνα/τοξικά απόβλητα των οποίων οι αποδεκτοί τρόποι διάθεσης καθορίζονται στο "Εδάφιο C" (Subtitle C Regulations).
2. Τα μη-επικίνδυνα απόβλητα που περιλαμβάνουν τα αστικά απορρίμματα, τις ύλες που προκύπτουν από τη βιολογική επεξεργασία των αστικών λυμάτων και τις στάκτες από την καύση των αστικών απορριμμάτων. Οι αποδεκτοί τρόποι διάθεσης αυτών των αποβλήτων καθορίζονται στο "Εδάφιο D" (Subtitle D Regulations).

Κατά το σχεδιασμό αποδεκτών για τη διάθεση αποβλήτων του Εδαφίου D (μη-επικίνδυνα) εφαρμόζονται δυο μέθοδοι :

1. Η ικανοποίηση των ελάχιστων απαιτήσεων του Κανονισμού. Οι απαιτήσεις αυτές Για τη στεγάνωση του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών είναι (από κάτω προς τα πάνω):

(α) Στρώση συμπυκνωμένης αργίλου πάχους 60 cm με διαπερατότητα μικρότερη από 10^{-9} m/sec.

(β) Εύκαμπτη συνθετική μεμβράνη κατάλληλης ποιότητας και επαρκούς πάχους.

(γ) Σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης του υγρού στραγγίσματος.

2. Η ικανοποίηση του λεγόμενου επιθυμητού αποτελέσματος (performance standard) όσον αφορά τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Η απαίτηση αυτή επιβάλλει ότι το σύστημα στεγάνωσης του πυθμένα του αποδέκτη θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε οι συγκεντρώσεις 24 συγκριμένων ρύπων στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα σε αποστάσεις 0-150 μέτρων από τον πυθμένα της χωματερής να μην υπερβαίνουν τις ελάχιστες αποδεκτές συγκεντρώσεις που καθορίζονται στην Πράξη του Πόσιμου Νερού (The Safe Drinking Water Act).

Κατά το σχεδιασμό της στεγάνωσης του πυθμένα των αποδεκτών για τη διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων του Εδαφίου C, απαιτείται η χρησιμοποίηση διπλής Στρώσης στεγάνωσης που αποτελείται από τα εξής (από κάτω προς τα πάνω):

1. Στρώση συμπυκνωμένης αργίλου πάχους 90 cm με διαπερατότητα μικρότερη από 10^{-9} m/sec.

2. Κατώτερη στεγανωτική συνθετική γεω-μεμβράνη πάχους τουλάχιστον 30 mils (0.75 mm) αλλά συνήθως χρησιμοποιείται πάχος 60-100 mils (1.5-2.5 mm).

3. Διαπερατή στρώση για τον εντοπισμό των διαρροών της ανώτερης στεγανωτικής στρώσης. Η στρώση αυτή αποτελείται από κοκκώδες υλικό με διαπερατότητα μεγαλύτερη από 10-2 m/sec και πάχος 30 cm. Η στρώση θα πρέπει να περιέχει και σύστημα διάτρητων σωλήνων για την απαγωγή και μέτρηση του όγκου του στραγγίσματος που τυχόν διαφεύγει από την ανώτερη στεγανωτική στρώση.

4. Ανώτερη στεγανωτική συνθετική γεω-μεμβράνη πάχους 45 mils (1 mm περίπου) αλλά συνήθως χρησιμοποιείται μεμβράνη πάχους 1.5 - 2.5 mm.

5. Ανώτερη στρώση στράγγισης που αποτελείται από κοκκώδες υλικό με διαπερατότητα μεγαλύτερη από 10-2 m/sec και πάχος 30 cm. Η στρώση θα πρέπει να περιέχει σύστημα διάτρητων σωλήνων για την απαγωγή του στραγγίσματος. Εναλλακτικά, αντί του κοκκώδους υλικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και συνθετική αποστραγγιστική γεω-μεμβράνη με επαρκή διαπερατότητα.

Όσον αφορά το σύστημα τελικής κάλυψης των αποδεκτών επικίνδυνων αποβλήτων (του Εδαφίου C), τούτο θα πρέπει να αποτελείται από τις εξής στρώσεις (από κάτω προς τα άνω):

1. Εδαφική στρώση ισοπέδωσης πάχους 60 cm με διαπερατότητα μικρότερη από 10-9 m/sec.

2. Συνθετική στεγανωτική μεμβράνη πάχους 20 mils (0.5 mm) με κλίση μεγαλύτερη από 2%.

3. Αποστραγγιστική στρώση πάχους 30 cm με διαπερατότητα μεγαλύτερη από 10-5 m/sec.

4. Στρώση φυτικής γης πάχους 60 cm και διαμόρφωση της επιφάνειας με κλίση 3-5%.

Το Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα ισχύει το θεσμικό πλαίσιο για αποδέκτες στερεών αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αναφέρθηκε παραπάνω. Επιπλέον, προσφάτως (1995) έχουν εκδοθεί και τα εξής Σχέδια Προδιαγραφών:

1. Σχέδιο Προδιαγραφών για την Σύνταξη Προμελέτης Οργάνωσης Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Συντάχθηκε από στελέχη του Υπουργείου Εσωτερικών του ΥΠΕΧΩΔΕ και του ΕΕΤΑΑ. Αθήνα 1995.
2. Σχέδιο Προδιαγραφών για την Σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Εγκατάσταση Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Συντάχθηκε από στελέχη του Υπουργείου Εσωτερικών του ΥΠΕΧΩΔΕ και του ΕΕΤΑΑ. Αθήνα 1995.

Τα ανωτέρω κείμενα αποτελούν προς το παρόν Σχέδια Προδιαγραφών και δεν έχουν ακόμη νομική ισχύ. Αναφέρονται στα περιεχόμενα των τευχών των σχετικών μελετών Και περιγράφουν την διαδικασία έγκρισής των, χωρίς να περιλαμβάνουν συγκεκριμένες τεχνικές απαιτήσεις (π.χ. ελάχιστα πάχη των στεγανωτικών μεμβρανών, πάχη των στρώσεων κάλυψης, κλπ).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΧΩΔΕ – Γενική Διεύθυνση περιβάλλοντος
Γενικές Κατευθύνσεις της Πολιτικής Διαχείρισης Στερεών
Αποβλήτων**

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΧΩΔΕ – Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος
Γενικές Κατευθύνσεις της Πολιτικής Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Αθήνα 27-10-97

Αρ. πρ. οικ. 113944

ΘΕΜΑ: Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 12 του Ν. 1650/86 για προστασία του περιβάλλοντος.
2. Τις διατάξεις των άρθρων 23 (παρ. 1) και 24 του Ν. 1558/1985 Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα (Α/137) και των άρθρων 9 και 13 του Π. Δ/τος 473/1985 Καθορισμός και ανακατανομή των αρμοδιοτήτων των Υπουργείων (Α/157).
3. Τις διατάξεις του άρθρου 7 της υπ αριθ. 69728/824/96 Κοινής Υπουργικής Απόφασης Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Β/358).
4. Την οδηγία 91/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕ L 78/32/26.3.1991).
5. Την υπ αριθ. Δ17α/03/99Φ221/1996 Κοινή Απόφαση του Προθυπουργού και του υπουργού ΠΕΧΩΔΕ (ανάθεση αρμοδιοτήτων στους υφυπουργούς ΠΕΧΩΔΕ Θεόδωρο Κολιοπάνο και Χρήστο Βερελή) (ΦΕΚ 1006/Β), αποφασίζουμε:

1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας απόφασης είναι η χάραξη των Γενικών Κατευθύνσεων της Πολιτικής Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων προς εφαρμογή του άρθρου 7 της υπ αριθ. 67728/824/1996 Κοινής Υπουργικής Απόφασης που

συνίσταται:

- στην κατάρτιση γενικού πλαισίου και στην υιοθέτηση επιμέρους διαχρονικών στόχων προς υλοποίηση για τη μελέτη και τον καθορισμό των μεθόδων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.
- στη θέσπιση όρων καταλληλότητας και κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης και επιλογής των χώρων των εγκαταστάσεων διάθεσης και αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων.
- στην καθιέρωση ενιαίων διαδικασιών και όρων για την εκπόνηση και εφαρμογή του σχεδιασμού διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που προβλέπεται στο άρθρο 9 της παρούσας απόφασης.

2. Πεδίο εφαρμογής

Η παρούσα απόφαση εφαρμόζεται από τις υπηρεσίες των συναρμόδιων Υπουργείων και από τις αντίστοιχες Περιφερειακές και Νομαρχιακές Υπηρεσίες, τους ΟΤΑ, τους Συνδέσμους των Βιομηχανιών, τα μελετητικά γραφεία, τους οικολογικούς οργανισμούς καθώς και οποιονδήποτε ενδιαφέρεται για την ίδρυση έργου ή δραστηριότητας.

3. Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων - Γενικό πλαίσιο και επιμέρους διαχρονικοί στόχοι

3.1. Εισαγωγή

3.1.1. Στην παρούσα απόφαση ως απόβλητα νοούνται οι ουσίες και τα αντικείμενα που περιλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, Παράρτημα IB του άρθρου 21 της ΚΥΑ 69728/824/96 (ΕΚΑ, απόφαση 94/3/Ε.Κ.) όπως αυτός τροποποιείται, εξαιρουμένων:

α. Όσων περιλαμβάνονται στον κατάλογο των επικίνδυνων αποβλήτων (απόφαση 94/904/Ε.Κ. του Συμβουλίου) όπως αυτός τροποποιείται.

β. Των ραδιενεργών αποβλήτων.

γ. Των αποβλήτων που προκύπτουν από εργασίες ανιχνεύσεως, εξαγωγής, επεξεργασίας και επαναποθήκευσης των μεταλλευτικών πόρων, καθώς και από

την εκμετάλλευση των λατομείων.

δ. Πτωμάτων ζώων, περιττωμάτων και άλλων φυσικών και μη επικίνδυνων ουσιών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της γεωργικής εκμετάλλευσης.

ε. Των αποχαρακτηρισμένων εκρηκτικών.

στ. Των μολυσματικών αποβλήτων.

3.1.2. Τα απόβλητα αποτελούν μορφή ρύπανσης με αυξανόμενες αρνητικές επιπτώσεις. Ωστόσο ισχυρή και κατάλληλα σχεδιασμένη πολιτική διαχείρισής τους μπορεί να συνεισφέρει αποτελεσματικά στη διατήρηση των σπάνιων φυσικών πόρων, στην προστασία της ποιότητας του περιβάλλοντος και συνεπώς στην αειφόρο ανάπτυξη.

α. Η θέσπιση μιας τέτοιας πολιτικής αποτελεί υποχρέωση του κράτους που απορρέει ευθέως από το Σύνταγμα της Ελλάδας και από το Ν. 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος (Αρθ. 12, παρ. 3).

β. Παράλληλα η Οδηγία του Συμβουλίου 91/156/ΕΟΚ προβλέπει την υποχρέωση των κρατών - μελών για τη λήψη των ενδεδειγμένων μέτρων για την πρόληψη των απορριμμάτων, τη μείωση της παραγωγής και της βλαπτικότητας και την αξιοποίησή τους (Αρθ. 3).

γ. Τέλος, η ΚΥΑ 69728/96 για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, καθιστά συγκεκριμένη την πιο πάνω υποχρέωση του Κράτους, (Αρθ. 7, παρ. 2) ορίζοντας ότι:

2. Οι γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων που... εγκρίνονται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ αποσκοπούν στη λήψη των ενδεδειγμένων μέτρων κατ'εφαρμογή του Αρθ.4 της παρούσας απόφασης? ώστε να προωθούνται οι προαναφερθέντες στόχοι του Αρθ. 3 της οδηγίας 91/156/ΕΟΚ.

δ. Οι Γ.Κ.Π.Δ.Α. (Γενικές Κατευθύνσεις Πολιτικής Διαχείρισης Αποβλήτων) είναι συμβατές με την Κοινοτική Στρατηγική για τη Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων. Η περιβαλλοντική προστασία λαμβάνει υπόψη της την κλιματική εποχιακή και γεωγραφική ποικιλομορφία των περιβαλλοντικών συνθηκών .

3.2. Περιεχόμενο

3.2.1. Το περιεχόμενο των Γ.Κ.Π.Δ.Α. καθορίζεται στο άρθρ. 7 της ΚΥΑ 69728/96 και συνιστάται: Στην κατάρτιση γενικού πλαισίου και στην υιοθέτηση επιμέρους διαχρονικών στόχων προς υλοποίηση για τη μελέτη και τον καθορισμό των μεθόδων διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων.

Στη θέσπιση όρων καταλληλότητας και κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης και επιλογής των χώρων των εγκαταστάσεων διάθεσης και αξιοποίησης των Στερεών Αποβλήτων.

Στην καθιέρωση ενιαίων διαδικασιών και όρων για την εκπόνηση και εφαρμογή του σχεδιασμού διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων.

3.2.2. Για την κατάρτιση των Γενικών Κατευθύνσεων της Πολιτικής Διαχείρισης των Αποβλήτων λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα παρακάτω δεδομένα:

- α. Η κοινοτική και η εθνική πολιτική για το περιβάλλον, που αποσκοπούν στην εξασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Οι εκπομπές από εγκαταστάσεις διαχείρισης στερεών αποβλήτων προς το περιβάλλον (αέρας, νερό, έδαφος) πρέπει να μειώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο και κατά τον πλέον αποδοτικό οικονομικά, τρόπο.
- β. Μόνο αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα με οικονομική εφικτότητα, για όλες τις εγκαταστάσεις διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων μπορούν να συμβάλουν, ώστε να ξεπεραστεί η ανησυχία και δυσπιστία του κοινού για την αποδοχή των έργων ή δραστηριοτήτων.

3.3. Αρχές που διέπουν την πολιτική Διαχείρισης των Αποβλήτων (Π.Δ.Α.)

3.3.1. Η παραγωγή αποβλήτων αποτελεί μορφή ρύπανσης και ταυτόχρονα πραγματική ή εν δυνάμει σπατάλη φυσικών πόρων. Βασικός στόχος της ΠΔΑ είναι η πρόληψη ή μείωση της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση), καθώς και η μείωση της περιεκτικότητάς τους σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση). Επιδιώκεται η αξιοποίηση των υλικών από τα απόβλητα με τη

μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης και την ανάκτηση της ενέργειας. Τα απόβλητα που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης και τα υπολείμματα της επεξεργασίας των αποβλήτων διατίθενται κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό.

3.3.2. Κατά τη διακίνηση των αποβλήτων ισχύει η αρχή της γειτνίασης σύμφωνα με την οποία, αυτά πρέπει να διατίθενται σε μία από τις πλησιέστερες κατάλληλες εγκαταστάσεις.

3.3.3. Επιβάλλεται η αποκατάσταση των χώρων διάθεσης που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις και δεν επιλέγονται για την μετεξέλιξή τους σε οργανωμένους ΧΥΤΑ, με παρεμβάσεις που θα οδηγήσουν σε δύο κυρίως άξονες:

- (α) Τη δραστική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και
- (β) τη δημιουργία προϋποθέσεων για τη φυσική επανένταξη των χώρων στο φυσικό γειτονικό τους περιβάλλον.

3.3.4. Η ευθύνη του παραγωγού. Παίρνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος από την κατασκευή μέχρι το τέλος της χρήσιμης ζωής του, οι παραγωγοί των προϊόντων, οι προμηθευτές του υλικού, οι έμποροι, οι καταναλωτές και οι δημόσιες αρχές φέρουν ειδικές ευθύνες διαχείρισης των αποβλήτων. Ωστόσο ο παραγωγός του προϊόντος είναι εκείνος που έχει τον κυρίαρχο ρόλο. Ο παραγωγός είναι εκείνος που αποφασίζει και για ζητήματα που σχετίζονται άμεσα με τη δυνατότητα διαχείρισης του προϊόντος του, όπως ο σχεδιασμός, η χρήση ειδικών υλικών, η σύνθεση του προϊόντος και η εμπορία του. Επομένως ο παραγωγός είναι σε θέση, παρακινούμενος προς τούτο από πρόσφορα κίνητρα και ισχυρά αντικίνητρα που θεσπίζουν οι Δημόσιες Αρχές, να λαμβάνει τα μέτρα αφενός για την επίτευξη της πρόληψης και αφετέρου για την παραγωγή προϊόντων για να είναι πρόσφορα για επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση.

3.4. Επιμέρους θεματικοί διαχρονικοί στόχοι

3.4.1. Πρόληψη

3.4.1.1. Οι επιπτώσεις ενός συγκεκριμένου προϊόντος στο περιβάλλον πρέπει να αξιολογούνται στη διάρκεια όλου του κύκλου ζωής του, δηλ. από το στάδιο της εξόρυξης φυσικών πρώτων υλών, την επεξεργασία, την παραγωγή, τη μεταποίηση, τη μεταφορά, τη χρήση έως τη συμπεριφορά του ως απόβλητο.

3.4.1.2. Η πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων πρέπει να επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της χρήσης καθαρών τεχνολογιών στη διαδικασία παραγωγής, με τις οποίες μπορεί να γίνει ηπιότερη χρήση φυσικών πόρων.

3.4.1.3. Η πρόληψη ή/και η μείωση ενισχύεται με θέσπιση μέτρων και κινήτρων επαναχρησιμοποίησης των υλικών, που προκύπτουν με την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του αντίστοιχου προϊόντος. Τα υλικά αυτά δεν είναι κατά συνέπεια, απόβλητα, αφού ο κάτοχός τους (ο χρήστης του αντίστοιχου προϊόντος) ούτε επιθυμεί ούτε οφείλει να απαλλαγεί από αυτά αλλά, αντίθετα, δύναται να τα επιστρέψει αρμοδίως προς επαναχρησιμοποίηση.

3.4.1.4. Με την αξιοποίηση των παραπάνω εργαλείων, μέτρων και δράσεων, τίθεται ως στόχος η βαθμιαία μείωση του ποσοστού ετήσιας αύξησης των παραγόμενων αποβλήτων, με τρόπο ώστε, μετά την πάροδο πενταετίας η μέση ετήσια παραγωγή απορριμμάτων να φτάσει τα επίπεδα του 1985.

3.4.2. Αξιοποίηση

3.4.2.1. Στις περιπτώσεις που η δημιουργία αποβλήτων δεν αποφεύγεται και η επαναχρησιμοποίησή τους δεν καθίσταται εφικτή, θα πρέπει αυτά να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανακύκλωσης υλικών ή ανάκτησης ενέργειας, όπου αυτό είναι περιβαλλοντικά αποδεκτό και οικονομικά εφικτό.

3.4.2.2. Ανακύκλωση υλικών σημαίνει ότι ορισμένα ή όλα τα υλικά που αποτελούν συστατικά των αποβλήτων διαχωρίζονται και αποτελούν εφεξής χρήσιμα υλικά. Τα υλικά αυτά ανακυκλώνονται επανερχόμενα συνήθως σε παραγωγικούς κύκλους, αφού προηγούμενα δεχθούν, εάν απαιτηθεί,

κατάλληλη επεξεργασία.

3.4.2.3. Η ανακύκλωση των υλικών πραγματοποιείται, είτε με διαχωρισμό των αποβλήτων στην πηγή τους σε δύο ή περισσότερα ρεύματα υλικών και την περαιτέρω ταξινόμησή τους σε κέντρα ανακύκλωσης, είτε με μηχανικό διαχωρισμό απορριμμάτων σε ειδικές προς τούτο εγκαταστάσεις. Και στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις η ανάκτηση ολοκληρώνεται με τη μετατροπή του οργανικού κλάσματος σε εδαφοβελτιωτικό υλικό (compost) σε εγκαταστάσεις αερόβιας, κατά πρώτο λόγο, ή αναερόβιας βιοσταθεροποίησής τους κατά δεύτερο λόγο.

3.4.2.4. Ανάκτηση ενέργειας σημαίνει χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως μέσου καυσίμου με άμεση καύση. Ως ανάκτηση ενέργειας νοείται εκείνη η διαδικασία θερμικής αξιοποίησης κατά την οποία αποδίδεται ως τελικό ισοζύγιο ένα καθαρό θερμιδικό κέρδος.

3.4.2.5. Σε συνέχεια των παραπάνω τίθενται οι παρακάτω στόχοι σχετικά με την ανάκτηση υλικών:

α. Μέχρι το 2005 θα ανακτάται κατ ελάχιστον το 25% των απορριμμάτων των συσκευασιών.

β. Μέχρι το 2010 θα ανακτάται κατ ελάχιστον το 50% των απορριμμάτων των συσκευασιών και κατά μέγιστο το 65%.

γ. Μέχρι το 2010 θα ανακυκλώνεται κατ ελάχιστον το 25% των απορριμμάτων συσκευασίας και κατά μέγιστο το 45% και οπωσδήποτε το 15% κατά βάρος κάθε υλικού συσκευασίας.

3.4.3. Διάθεση

3.4.3.1. Η διάθεση των αποβλήτων πραγματοποιείται με παραδεκτές μεθόδους, οι οποίες πληρούν τους στόχους της Πολιτικής Διαχείρισης Απορριμμάτων και σύμφωνα με το πλαίσιο των Τεχνικών Προδιαγραφών.

3.4.3.2. Απαγορεύεται η απόρριψη αποβλήτων στη θάλασσα ή στο έδαφος.

3.4.4. Αποκατάσταση περιβαλλοντικών βλαβών. Βάση δεδομένων.

Στο πλαίσιο της αποκατάστασης των χώρων που έχουν ρυπανθεί από την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων, επιβάλλεται η παύση λειτουργίας τους, η σταδιακή αναβάθμιση του βλαβέντος τοπίου και η λήψη μέτρων για τον

ουσιαστικό περιορισμό έως εξάλειψη της προκαλούμενης ρύπανσης, όπως αναφέρονται στο πλαίσιο των Τεχνικών Προδιαγραφών, Κεφ. 4.

3.5. Ειδικά απόβλητα

3.5.1. Βασικό στόχο αποτελεί η χρήση της ιλύος, από βιολογική επεξεργασία μη επικίνδυνων υγρών αποβλήτων και επεξεργασία πόσιμου νερού, τόσο σε αγροτικές εφαρμογές, όσο και για την επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον τραυματισμένων φυσικών ανάγλυφων. Απαραίτητο είναι, πριν την τελική χρήση της ιλύος για τους παραπάνω σκοπούς, αυτή να είναι σταθεροποιημένη ή να έχει υποστεί συγκομποστοποίηση με άλλα μη επικίνδυνα βιοαποδομήσιμα απόβλητα και να πληροί περιβαλλοντικά κριτήρια συμβατά με την κείμενη νομοθεσία.

3.5.2. Για τα γεωργικά υπολείμματα και για τα άχρηστα γεωργικά προϊόντα στόχο αποτελεί η αξιοποίησή τους ως πηγή οργανικής ουσίας. Το compost μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αγροτικές καλλιέργειες, για την επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον τραυματισμένων φυσικών ανάγλυφων ή και σε άλλες εφαρμογές.

3.5.3. Για τις ιπτάμενες τέφρες λιθανθράκων και λιγνιτών που προκύπτουν από τους Ατμο-Ηλεκτρικούς Σταθμούς (ΑΗΣ) επιδιώκεται η αξιοποίησή τους στην παραγωγική διαδικασία του τσιμέντου ή για άλλες χρήσεις. Οι τέφρες που δεν αξιοποιούνται να διατίθενται με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο σε ειδικούς χώρους ταφής αποβλήτων. Τα στείρα ή υπερκείμενα που προκύπτουν από μεταλλευτικές δραστηριότητες μπορούν να αξιοποιηθούν για αποκατάσταση τοπίων, κυρίως στους χώρους εξορύξεων. Η φωσφογύψος που προέρχεται από την παραγωγική διαδικασία οξέων, να ελέγχεται για βαρέα μέταλλα, COD, BOD και για το pH και αναλόγως να χρησιμοποιείται, είτε ως εδαφοβελτιωτικό, είτε για αποκατάσταση ελωδών ή βλαβέντων χώρων, είτε τέλος να οδηγείται για ορθή τελική διάθεση.

3.6. Ειδικές περιπτώσεις - παρεκκλίσεις

3.6.1. Μικρά απομονωμένα νησιά μπορούν κατά παρέκκλιση να προβαίνουν σε εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων, που να ανταποκρίνονται στις γεωμορφολογικές και τις εποχιακές ιδιαιτερότητες των νήσων αυτών.

3.6.2. Ορεινές, δυσπρόσιτες και κατά κανόνα αραιοκατοικημένες περιοχές μπορούν να παρεκκλίνουν από την κανονική διαδικασία σχεδιασμού διαχείρισης των αποβλήτων και να ακολουθούν προδιαγραφές προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

4. Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΔΣΑ). Θέσπιση γενικών όρων καταλληλότητας και κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης και επιλογής χώρων εγκαταστάσεων διάθεσης και αξιοποίησης των Στερεών Αποβλήτων (Σ.Α.).

4.1. Διαδικασίες σχεδιασμού

Η ορθολογική αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό, σε περιφερειακό και νομαρχιακό επίπεδο.

Στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό ΔΣΑ λαμβάνονται υπόψη τα βασικά κριτήρια που χαρακτηρίζουν μια ευρύτερη περιοχή, όπως κοινωνικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά στο πλαίσιο εφαρμογής και εξειδίκευσης των γενικών κατευθύνσεων της πολιτικής διαχείρισης των Σ.Α.

Κατά το σχεδιασμό ΔΣΑ εξετάζονται κατά προτεραιότητα η πρόληψη ή/και η μείωση των αποβλήτων, η αξιοποίηση και τέλος η περιβαλλοντικά αποδεκτή και ασφαλής τελική διάθεσή τους.

Ο υπόχρεος φορέας ΔΣΑ κατά το σχεδιασμό επιλέγει την περιβαλλοντικά αποδεκτή και οικονομικά εφικτή λύση. Το πρόγραμμά του δημοσιοποιείται και γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί η κοινωνική αποδοχή του έργου.

4.2. Στόχοι των Τεχνικών Προδιαγραφών σχεδιασμού της ΔΣΑ.

Οι κυριότεροι στόχοι των όρων και διαδικασιών για το σχεδιασμό της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι:

Η σωστή εφαρμογή των νομοθετικών ρυθμίσεων για πρόληψη ή/και μείωση των αποβλήτων, αξιοποίηση και περιβαλλοντικά αποδεκτή διάθεση με ασφάλεια και προστασία της δημόσιας υγείας.

Η ενιαία κατά το δυνατόν αντιμετώπιση της διαχείρισης των αποβλήτων κατά τον σχεδιασμό, την κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων.

Η ασφαλής και ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

4.3. Διαδικασία εκπόνησης σχεδιασμού (κατάρτιση - δημοσιοποίηση) Δ.Σ.Α.

Ο σχεδιασμός Δ.Σ.Α. σε Νομαρχιακό ή Περιφερειακό επίπεδο καταρτίζεται σε δύο στάδια, όπως προβλέπεται στην ΚΥΑ 69728/96.

4.3.1. Α στάδιο σχεδιασμού

Κατάρτιση - έγκριση πλαισίου σχεδιασμού. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει:

4.3.1.1. Τους στόχους που τίθενται ως προς τη μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση των στερεών αποβλήτων. Με βάση τους στόχους που τίθενται στις γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής Διαχείρισης των Σ.Α. και ειδικά για την πρόληψη / μείωση γίνεται αναφορά στις καλύτερες διαθέσιμες τεχνικές, στην ενημέρωση, την παροχή κινήτρων που θα συμβάλουν στην επίτευξη των παραπάνω στόχων καθώς και στην εξειδίκευση προγραμμάτων αντίστοιχων των Γενικών Κατευθύνσεων Σχεδιασμού. Περιγράφονται τα είδη αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση, αξιοποίηση (ανακύκλωση και ανάκτηση) και η τελική διάθεση καθώς και οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν σε αντίστοιχα χρονικά περιθώρια. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις συσκευασίες και τα απόβλητα από συσκευασίες.

4.3.1.2. Προέλευση, ποσότητα και σύνθεση των αποβλήτων.

α. Περιγράφονται σε γενικές γραμμές οι πηγές προέλευσης των αποβλήτων (κατοικίες, εμπορικές επιχειρήσεις, βιοτεχνίες κλπ.) σύμφωνα με τις

κατηγορίες που περιλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, καθώς και οι ποσότητές τους ανά πηγή προέλευσης και κατηγορίας, στη χρονική περίοδο σύνταξης της μελέτης και η εκτίμηση των μελλοντικών ποσοτήτων με την προοπτική ανάπτυξης της περιοχής.

β. Περιγράφονται τα ειδικής φύσεως απόβλητα και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα ογκώδη αντικείμενα, τα παλαιά ελαστικά οχημάτων, τα απορρίμματα από κηπευτικές και αγροτικές καλλιέργειες, τις υλίες βιολογικών καθαρισμών που έχουν υποστεί αφύγρανση, τα απόβλητα από κατεδαφίσεις οικοδομών, τα αδρανή από εκσκαφές οδοστρωμάτων, τα χώματα εκσκαφών κατασκευής συγκοινωνιακών δικτύων. Τα βιομηχανικά απόβλητα, όπως η υπάμενη τέφρα των ΑΗΣ, η φωσφογύψος, τα στείρα και υπερκείμενα μεταλλείων, που δεν χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα, χρήζουν διαφορετικής διαχείρισης από τα υπόλοιπα Σ.Α.

γ. Οι δειγματοληψίες και οι αναλύσεις των αποβλήτων διεξάγονται από αντιπροσωπευτικά δείγματα που καλύπτουν τις εποχιακές διακυμάνσεις (ποσότητες και ποιότητες) των αποβλήτων και πρέπει να γίνονται με διεθνώς παραδεκτές μεθόδους.

δ. Σχετικά με τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) καθορίζονται τιμές αναφορές / προσανατολισμού (μέση, ελάχιστη, μέγιστη τιμή) σχετικά με τις παραμέτρους των στραγγισμάτων, των υπογείων και των επιφανειακών υδάτων, καθώς και του βιοαερίου.

4.3.1.3. Γίνεται αναφορά στις μεθόδους διαχείρισης οι οποίες έχουν επιλεγεί για την προσωρινή αποθήκευση, αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων.

Περιγραφή των εφαρμοζόμενων μέσων προσωρινής αποθήκευσης, αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης αποβλήτων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα και διεθνώς. Τον απαραίτητο αριθμό εγκαταστάσεων μεταφόρτωσης, αξιοποίησης, επεξεργασίας ή / και διάθεσης. Για το σχεδιασμό των παραπάνω εγκαταστάσεων θα χρησιμοποιηθούν τα ήδη υπάρχοντα και τα προβλεπόμενα αναπτυξιακά σχέδια. Θα αναλυθούν και θα

αξιολογηθούν:

- α. Πληθυσμός και μελλοντική δημογραφική εξέλιξη.
- β. Βιομηχανική και βιοτεχνική κατάσταση και εξέλιξή τους.
- γ. Ξενοδοχεία, Νοσοκομεία, σφαγεία, αγροτοκαλλιέργειες κλπ.
- δ. Πολεοδομικό σχέδιο και επέκτασή του.
- ε. Οδικό δίκτυο.

στ. Έρευνα αγοράς και βιωσιμότητα των μονάδων όταν πρόκειται για εγκαταστάσεις ανακύκλωσης, κομποστοποίησης.

4.3.1.4. Τους βασικούς όρους της χρηματοδοτικής πολιτικής (προσδιορισμός πηγών επιχορήγησης ή χρηματοδότησης, τιμολογιακή πολιτική, πλαίσιο αντισταθμιστικών οφελών). Σε όλες τις φάσεις της διαχείρισης με βάση τη βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού:

Να γίνει περιγραφή των επιμέρους αντισταθμιστικών οφελών που θα εφαρμοσθούν σε περιοχές οι οποίες είναι κατάλληλες για την ίδρυση εγκαταστάσεων ΔΣΑ και έχουν κοινωνική αποδοχή.

Να γίνει αναφορά στα κόστη συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης, αποθήκευσης, μεταφοράς, επεξεργασίας, αξιοποίησης και τελικής διάθεσης των αποβλήτων.

Να θεσπιστούν κίνητρα και αντικίνητρα με στόχο τη μείωση των αποβλήτων.

4.3.1.5. Εξειδίκευση των όρων καταλληλότητας ενός χώρου και τα κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησής του.

α. Στάδιο προτάσεων

Για οποιοδήποτε έργο ή δραστηριότητα είναι απαραίτητο να προταθούν οι καταρχήν κατάλληλοι χώροι και αναλόγως να τεθούν και οι όροι που θα το (την) εξειδικεύσουν σε μία συγκεκριμένη περιοχή έρευνας (Περιφέρεια, Νομός, Δήμος).

β. Σχέδιο αποκλεισμού

Η επιλογή ενός ή περισσότερων εναλλακτικών χώρων γίνεται καταρχήν σύμφωνα με τους όρους καταλληλότητας και τα κριτήρια συγκριτικής

αξιολόγησής του (ς).

Με την εφαρμογή των κριτηρίων καταλληλότητας αποκλείονται περιοχές μετά από εισήγηση των ενδιαφερόμενων συναρμοδίων υπηρεσιών. Καταρτίζεται κατάλογος συνεκτιμώμενων κριτηρίων καταλληλότητας περιοχών και χώρων για εγκαταστάσεις διαχείρισης Σ.Α.

Τα κριτήρια ομαδοποιούνται.

Οι ομάδες των κριτηρίων αξιολογούνται ως προς τη σχετική βαρύτητά τους κατά την αξιολόγηση υποψηφίων περιοχών και χώρων.

Για να καταστεί το σύστημα αξιολόγησης λειτουργικό θα υπάρχει για τα κριτήρια δείκτης.

Με βάση τα κριτήρια καταλληλότητας προεπιλέγονται 3-4 χώροι που θεωρούνται καταρχήν κατάλληλοι. Στη συνέχεια οι προεπιλεγμένοι χώροι υποβάλλονται σε συγκριτική αξιολόγηση καταλληλότητας.

Με βάση το είδος του έργου ή της δραστηριότητας και τη μέθοδο διαχείρισης που προτείνεται, να ακολουθούνται κριτήρια αποκλεισμού περιοχών για χωροθέτηση, που αποσκοπούν: στην προστασία από ενδεχόμενη υποβάθμιση των φυσικών πόρων ή περιοχών (βλέπε επίσης κριτήρια προέγκρισης χωροθέτησης), στην προστασία του υδάτινου δυναμικού, στο διαχωρισμό ασυμβίβαστων χρήσεων.

4.3.2. Β στάδιο σχεδιασμού

4.3.2.1. Η κυρίως μελέτη του σχεδιασμού διαχείρισης αναφέρεται στον εντοπισμό και την υπόδειξη των επικρατέστερων χώρων για την εκτέλεση των εργασιών διαχείρισης και εκπονείται σύμφωνα με το πλαίσιο του σχεδιασμού διαχείρισης. Αρχικά προτείνονται για κάθε έργο ή δραστηριότητα τουλάχιστον δύο εναλλακτικοί χώροι και στη συνέχεια ακολουθεί συγκριτική αξιολόγηση και επιλογή της βέλτιστης θέσης που θα αντιστοιχεί για κάθε έργο ή δραστηριότητα διαχείρισης των Σ.Α.

4.3.2.2. Περιγραφή του έργου ή της δραστηριότητας σε συνάρτηση με το χώρο της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και το μέγεθός του.

Γενικά:

Περιγραφή του έργου ή της δραστηριότητας με αναφορά στη δυναμικότητα, στη μέθοδο επεξεργασίας και διάθεσης Σ.Α. όπως: Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ), Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ), ΧΥΤΑ, Θερμικής Επεξεργασίας κλπ.

Να προσδιορισθεί το οδικό δίκτυο προσπέλασης του έργου ή δραστηριότητας και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την κατασκευή του και από τη συχνότητα των διαδρομών των απορριμματοφόρων.

Περιγραφή των φάσεων λειτουργίας της μονάδας, εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μονάδα στο περιβάλλον και μέτρα αντιμετώπισής τους, λαμβάνοντας υπόψη τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπών και τις εξελίξεις της τεχνολογίας.

4.3.2.3. Να προσδιοριστούν τα χωροταξικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής και τα στοιχεία των προτεινόμενων θέσεων εγκατάστασης (εμβαδόν χώρων, ιδιοκτησιακό καθεστώς, σημερινή χρήση, εκτίμηση χωροταξικών επιπτώσεων και προτάσεις για την αντιμετώπιση τους). Η περιγραφή της ευρύτερης περιοχής περιλαμβάνει την οικιστική καταλληλότητα και τη μελλοντική εξέλιξη της γεωργικής/κτηνοτροφικής δραστηριότητας της βιοτεχνικής και βιομηχανικής δραστηριότητας όπως και τις αλληλεπιδράσεις με τις αναμενόμενες περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται σε τυχόν αρχαιολογικούς χώρους και σε περιοχές ιδιαίτερου κάλλους, τουριστικά και παραθεριστικά κέντρα, καθώς και σε βιότοπους, υδροβιότοπους, εθνικούς δρυμούς και τηρούνται οι μέγιστες επιτρεπτές αποστάσεις. Το αυτό ισχύει για τα μεγάλα οδικά δίκτυα, τα αεροδρόμια και τις στρατιωτικές μονάδες.

Σε χάρτες με κλίμακα 1:50.000 ή 1:25.000 επισημαίνονται οι προτεινόμενες θέσεις των εγκαταστάσεων (επιφάνεια της εγκατάστασης και απεικόνιση των μονάδων και κτιριακών εγκαταστάσεων σε σχέδιο κάτοψης). Να διευκρινιστεί το ιδιοκτησιακό καθεστώς του οικοπέδου. Να προβλεφθούν στο στάδιο της μελέτης επανορθωτικά μέτρα για ενδεχόμενη περίπτωση πρόκλησης ρύπανσης

του περιβάλλοντος.

Περιγραφή της υφιστάμενης χρήσης του χώρου και χάρτη χρήσης γης σε κλίμακα 1:50.000 ή 1:25.000.

4.3.2.4. Γεωλογικά, υδρογεωλογικά και υδρολογικά στοιχεία.

4.3.2.4.1. Γεωλογικά στοιχεία.

Αναγνώριση, περιγραφή και τεκμηρίωση του γενικού γεωλογικού καθεστώτος (γεωλογικής δομής) της υπό εξέταση περιοχής όπως και των τεκτονικών συνθηκών και της σεισμικότητάς της, με στόχο τον προσδιορισμό του μεγέθους και της σπουδαιότητας των γεωλογικών περιορισμών και δυνατοτήτων της προβλεπόμενης θέσης.

Ο σχολιασμός του γεωλογικού καθεστώτος της ευρύτερης περιοχής του έργου περιλαμβάνει:

λιθολογικά, ορυκτολογικά, στρωματογραφικά και στρατηγραφικά δεδομένα των γεωλογικών σχηματισμών της ευρύτερης περιοχής, τεκτονικά ρήγματα και σεισμική δραστηριότητα, εδαφομηχανικές ιδιότητες, εκτίμηση υδροπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών και διαπίστωση επαρκούς υδατοστεγανότητας του χώρου, βαθμός αποσάθρωσης, καρστικά φαινόμενα και μελέτη της σχέσης τους με την τεκτονική εξέλιξη, κατολισθητικά φαινόμενα και χώροι πιθανών κατολισθήσεων, αξιολόγηση των γεωλογικών και γεωτεχνικών στοιχείων (υδρογεωλογική συμπεριφορά των λιθοστρωματογραφικών σχηματισμών), χρήσεις γης για όλο το Νομό.

4.3.2.4.2. Υδρογεωλογικά και υδρολογικά στοιχεία.

Διερεύνηση των υδρολογικών και υδραυλικών συνθηκών της ευρύτερης και της άμεσης μελετούμενης περιοχής με στόχο τη διαπίστωση της υδραυλικής σχέσης του έργου με τους υδροφόρους ορίζοντες της ευρύτερης περιοχής.

Στα υπό εξέταση υδρολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής περιλαμβάνονται:

α. Υπόγεια νερά:

περιγραφή υδροφορέα (είδος υδροφορέα), επιφάνεια, διεύθυνση ροής,

υδραυλική κλίση υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και ταχύτητα ροής, ανανέωση / ποιότητα υπογείων νερών, απόσταση του υδροφόρου ορίζοντα από την επιφάνεια (χρόνος κατείσδυσης), πάχος και πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα. ποιότητα νερού.

β. Επιφανειακά νερά:

ποσότητα, παροχή και χρονική διάρκεια απορροής (εκροή).

Όρια λεκάνης απορροής (υδροκρίτης) και υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου, στάσιμα νερά, ποιότητα νερού, πλημμυρικά φαινόμενα (στάθμη νερού)

γ. Χρήση / εκμετάλλευση νερού.

πόσιμο νερό, άρδευση.

δ. Αξιολόγηση των υδρολογικών στοιχείων.

ε. Όγκος επιφανειακής απορροής και όγκος κατεισδυνόντων νερών.

4.3.2.4.3. Χάρτες

Οι παραπάνω εκθέσεις θα συνοδεύονται από:

α. Γεωλογικό χάρτη (κλ. 1:50.000 - 1:25.000).

Στο χάρτη θα αποτυπώνονται:

Άπαντες οι λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί.. Τυχόν τεκτονικά στοιχεία..

Δύο γεωλογικές τομές, που θα διέρχονται από τον προτεινόμενο χώρο.

β. Υδρολογικό χάρτη (κλ. 1:50.000 - 1: 25.000).

Στο χάρτη θα αποτυπώνονται το υδρογραφικό δίκτυο και οι θέσεις όπου παρατηρείται κατά βάθος διάβρωση.

γ. Κατά περίπτωση μπορεί να απαιτηθούν και άλλοι χάρτες.

4.3.2.5. Κλιματολογικά στοιχεία

Τα προς εξέταση μετεωρολογικά φαινόμενα της ευρύτερης περιοχής του έργου αφορούν τη βροχόπτωση, τη θερμοκρασία, την εξατμισιοδιαπνοή καθώς και την ένταση και διεύθυνση του ανέμου.

4.3.2.6. Αιτιολόγηση ένταξης του προτεινόμενου χώρου στο μελετητικό

αντικείμενο.

Με τεκμηριωμένα στοιχεία να αιτιολογηθεί η ένταξη του χώρου στη μελέτη σχεδιασμού σε επίπεδο προμελέτης, έχοντας ως βάση τους όρους καταλληλότητας και τα κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης του χώρου.

Εάν υπάρχουν ιδιαίτεροι λόγοι, οι οποίοι συνηγορούν υπέρ της ένταξης του προτεινόμενου χώρου στο μελετητικό αντικείμενο, παρ' όλα τα αρνητικά στοιχεία που παρουσιάζει, να αναφερθούν αυτά και να αξιολογηθούν από την αρμόδια υπηρεσία για να συνεχισθεί το έργο.

4.3.2.7. Επιλογή μεθόδου διαχείρισης των Σ.Α. για κάθε χώρο.

Περιγράφονται όλες οι μέθοδοι διαχείρισης (συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, αποθήκευση, αξιοποίηση, επεξεργασία και τελική διάθεση) που θα εφαρμοσθούν, καθώς και οι εναλλακτικές μέθοδοι και να συγκριθούν μεταξύ τους, εφόσον είναι εφικτή η σύγκριση. Ως βάση λαμβάνονται υπόψη η προστασία του περιβάλλοντος και η οικονομική εφικτότητα της κάθε μεθόδου.

4.3.2.8. Εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας της εγκατάστασης.

Αναφορά στη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης. Λαμβάνονται υπόψη το είδος της εγκατάστασης, η μέθοδος λειτουργίας και η μέγιστη δυναμικότητά της. Αποφεύγονται οι υπερφορτώσεις.

4.3.2.9. Εντοπισμός και αξιολόγηση των βασικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Περιγραφή των ρυπαντών (σύνθεση - ποσότητα) και των σημείων εκπομπής ρύπων στο περιβάλλον.

Αξιολόγηση των επιπτώσεων στις διάφορες φάσεις της διαχείρισης και εκτίμηση επικινδυνότητας σε σχέση με τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

4.3.2.10. Περιγραφή των μέτρων πρόληψης, μείωσης ή αποκατάστασης των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Η εφαρμογή νέων και καθαρών τεχνολογιών για την πρόληψη ή και τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων εξαλείφει ή ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Περιγραφή των εγκαταστάσεων που εκσυγχρονίζονται, με σκοπό τη βελτίωση των μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος και τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας. Κάθε κατηγορία εκπεμπόμενων ρύπων (αέρια,

σκόνες, οσμές, υγρά, στερεά, και λάσπες) να αντιμετωπιστεί με τη βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική που δε συνεπάγεται υπερβολικό κόστος. Να ερευνηθούν οι περιπτώσεις και δυνατότητες αξιοποίησης των αποβλήτων με επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή ανάκτηση υλικών, ή ενέργειας με θερμική επεξεργασία.

4.3.2.11. Οικονομικά στοιχεία για τις προκαλούμενες οικονομικές συνέπειες και προτάσεις για την κάλυψή τους.

Απαιτείται προϋπολογισμός του έργου ή της δραστηριότητας με τις ενδεικτικές δαπάνες, καταρχήν για μελέτες για την κατασκευή και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων, τα έργα αποκατάστασης και μεταφροντίδας του έργου, συμπεριλαμβανομένων έργων του οδικού δικτύου, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από τα αναφερόμενα παραπάνω και την κάλυψη των συνεπειών αυτών με έργα αποκατάστασης και αναβάθμισης. Γίνεται έρευνα και αναφέρεται από τον εκάστοτε μελετητή η πηγή και ο τρόπος χρηματοδότησης του έργου.

4.3.2.12. Αιτιολόγηση αποκλεισμού ή ένταξης του χώρου προς περαιτέρω έρευνα.

Να αξιολογηθεί η κυρίως μελέτη, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από το έργο ή τη δραστηριότητα που θα ασκείται στο χώρο. Εάν από την αξιολόγηση των επιπτώσεων προκύψει ότι οι όποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορούν να αντιμετωπισθούν, το έργο εντάσσεται προς περαιτέρω έρευνα στη συνέχεια της μελέτης προέγκρισης χωροθέτησης, αλλιώς απορρίπτεται.

4.3.2.13. Φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

Περιγραφή της νομικής μορφής του φορέα διαχείρισης.

Ο φορέας διαχείρισης οφείλει να μεριμνά για την ενημέρωση του κοινού, προκειμένου να επιτευχθεί η κοινωνική αποδοχή του έργου. Ο φορέας διαχείρισης να έχει καλά στελεχωμένη ομάδα για την τεκμηριωμένη ενημέρωση του κοινού σχετικά με την παραγωγική διαδικασία της εγκατάστασης, τις εκπομπές και την επικινδυνότητά τους στην υγεία του

ανθρώπου και το περιβάλλον και τη λήψη μέτρων αντιρρόπησης.

Το Β στάδιο του σχεδιασμού ΔΣΑ σε περιφερειακό και νομαρχιακό επίπεδο εγκρίνεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας ή του Νομάρχη.

4.3.2.14. Αναλυτική περιγραφή των όρων καταλληλότητας και κριτηρίων συγκριτικής αξιολόγησης και επιλογής των χώρων ΔΣΑ αναφέρεται στο Κεφ. 2 του πλαισίου των Τεχνικών Προδιαγραφών ΔΣΑ.

5. Περιεχόμενα Μελέτης Προέγκρισης Χωροθέτησης (ΜΠΧ).

5.1. Εισαγωγή.

5.1.1. Η ΜΠΧ αναφέρεται στον εντοπισμό και την υπόδειξη του επικρατέστερου / καταλληλότερου νέου χώρου για την εγκατάσταση μονάδας διαχείρισης / διάθεσης μη επικίνδυνων αποβλήτων.

5.1.2. Με τη διαδικασία της προέγκρισης χωροθέτησης διαπιστώνεται αν τα προβλεπόμενα έργα διαχείρισης / διάθεσης μη επικίνδυνων αποβλήτων συνάδουν με τις χωροταξικές απαιτήσεις της περιοχής του έργου, την ασφάλεια, καθώς και με την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

5.1.3. Η περιγραφή των εναλλακτικών λύσεων και θέσεων για το έργο, όπως και η συγκριτική αξιολόγηση και αιτιολόγηση της απόρριψής τους γίνεται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Κεφ. 4.

5.1.4. Η ΜΠΧ πρέπει να είναι υπογεγραμμένη από το μελετητικό γραφείο και θεωρημένη από τον ενδιαφερόμενο για το έργο ή τη δραστηριότητα. Σε περίπτωση που ο ενδιαφερόμενος είναι ιδιώτης απαιτείται η χαρτοσήμανση των σελίδων και των σχεδίων.

5.2. Αιτιολόγηση του έργου.

Η αιτιολόγηση του έργου περιλαμβάνει:

5.2.1. Τεχνική έκθεση.

5.2.1.1. Γενικά στοιχεία για το σχεδιασμό. Στα γενικά στοιχεία του έργου

εντάσσονται τουλάχιστον:

5.2.1.1.1. Η επωνυμία και το είδος του έργου ή της δραστηριότητας.

5.2.1.1.2. Τα στοιχεία ταυτότητας:

- του αιτούντος, του φορέα λειτουργίας της μονάδας και του φορέα ή των φορέων υλοποίησης, εφόσον αυτοί δεν ταυτίζονται, - του αναδόχου της μελέτης και της ομάδας των μελετητών.

5.2.1.1.3. Το μέγεθος της μονάδας:

- εμβαδόν γηπέδου,
- εκτίμηση της απόδοσης της μονάδας στη βάση της ετήσιας και της μέγιστης ημερήσιας απόθεσης αποβλήτων (υπολογισμός της μέγιστης προτεινόμενης χωρητικότητας - ογκομέτρηση).

5.2.1.3.4. Χρονοδιάγραμμα:

- προβλεπόμενη χρονική διάρκεια λειτουργίας της μονάδας,
- προβλεπόμενη έναρξη λειτουργίας μονάδας.

5.2.1.1.5. Η αναφορά σε τυχόν προβλήματα κοινωνικής αποδοχής.

5.2.1.1.6. Η οδική πρόσβαση στην προβλεπόμενη μονάδα διαχείρισης / διάθεσης των αποβλήτων.

5.2.1.1.7. Η σχέση του προβλεπόμενου έργου με τυχόν υπάρχοντες ανεξέλεγκτους χώρους διάθεσης απορριμμάτων στην ευρύτερη περιοχή του έργου.

5.2.1.2. Αναγκαιότητα λειτουργίας της μονάδας

Η αναγκαιότητα λειτουργίας της μονάδας συσχετίζεται:

- α. με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων, που δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν ή να αξιοποιηθούν (ανάκτηση, ανακύκλωση),
- β. τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό (ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία) και
- γ. τη σύσταση των αποβλήτων.

Στο πλαίσιο του σχεδιασμού της μονάδας απαιτούνται:

Η αναφορά στην προέλευση, στην εκτίμηση της ποσότητας και στη σύνθεση των προς διάθεση (ή επεξεργασία) αποβλήτων (ροή υλικών).

Η περιγραφή και η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος

και των αναγκών που θα καλύψει η προτεινόμενη μονάδα, στη βάση συγκεκριμένου προγράμματος διαχείρισης αποβλήτων (ενδεχομένως κρίνεται απαραίτητη και η ανάλυση ωφελιμότητας έργου).

Η επισήμανση όλων των προηγούμενων επιβαρύνσεων στον προβλεπόμενο χώρο (ανεξέλεγκτη διάθεση αποβλήτων, βιομηχανική ζώνη κλπ.).

Η αιτιολόγηση της προτεινόμενης λύσης, του επιλεγέντος μεγέθους της εγκατάστασης και της επιλογής της μεθόδου διάθεσης.

Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής των προβλεπόμενων μέτρων.

5.2.1.3. Γεωγραφική θέση του έργου (στοιχεία: περιοχή, ΟΤΑ / Σύνδεσμος, Νομός).

Η καταγραφή των γεωγραφικών συντεταγμένων της μονάδας.

Μορφολογία εδάφους.

Απόλυτο υψόμετρο.

5.2.1.4. Χωροταξικά χαρακτηριστικά.

Η περιγραφή των χωροταξικών χαρακτηριστικών της ευρύτερης περιοχής του προτεινόμενου έργου αφορά: τη χρήση γης, τα δημογραφικά / πληθυσμιακά χαρακτηριστικά, τα οικονομικά χαρακτηριστικά, τα πολιτισμικά στοιχεία, τους δείκτες ανάπτυξης, τις αναπτυξιακές δυνατότητες.

5.2.1.5. Προϋπολογισμός έργου.

Απαιτείται η συνοπτική οικονομική αποτίμηση, αναφορά στις δαπάνες επένδυσης και λειτουργίας της μονάδας, μετέπειτα φροντίδας και μέτρων αποκατάστασης.

5.2.1.6. Μετεωρολογικά φαινόμενα.

Τα προς εξέταση μετεωρολογικά φαινόμενα της ευρύτερης περιοχής του έργου αφορούν: τη βροχόπτωση, την εξατμισιοδιαπνοή, την ένταση και τη διεύθυνση ανέμων, τη θερμοκρασία.

5.2.1.7. Φυσικό περιβάλλον.

Εξέταση, αν η προτεινόμενη περιοχή του έργου έχει ενταχθεί σε ζώνη ιδιαίτερου κάλλους ή σε άλλου είδους προστατευόμενες ζώνες (βλ. Κεφ. 4 των

Τεχνικών Προδιαγραφών).

5.2.1.8. Τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας.

5.2.1.8.1. Απαιτείται η σύντομη περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών του προτεινόμενου έργου στη βάση: των πληθυσμιακών στοιχείων, της ποσότητας και της σύστασης των αποβλήτων, του προβλεπόμενου χρόνου λειτουργίας της μονάδας, των υδρογεωλογικών και των μετεωρολογικών παραμέτρων.

5.2.1.8.2. Αναφορικά με ΧΥΤΑ, σε αυτά περιλαμβάνονται τουλάχιστον:

τα συστήματα μόνωσης, τα συστήματα επεξεργασίας των στραγγισμάτων, τα συστήματα ελέγχου και αξιοποίησης του βιοαερίου, η ευστάθεια του ΧΥΤΑ και των σχετικών κατασκευών, η ασφάλεια από παραμορφώσεις, τα μέτρα ελαχιστοποίησης οχλήσεων και κινδύνων. Αναφορικά με μονάδες αποτέφρωσης, κομποστοποίησης και μηχανικής ανακύκλωσης, σε αυτά περιλαμβάνονται τουλάχιστον: βασικά χαρακτηριστικά μονάδας, εγχειρίδιο στοιχείων μονάδας, είδος και ποσότητα υλικών, ώρες καθημερινής λειτουργίας μονάδας, ασφάλεια εργαζομένων, μέτρα για την αξιοποίηση / διάθεση υπολειμμάτων, βιωσιμότητα μονάδας.

5.2.1.9. Η επιλογή και η διαστασιολόγηση των προτεινόμενων συστημάτων αντιρρύπανσης να στηρίζονται σε αντίστοιχους αναλυτικούς μαθηματικούς υπολογισμούς. Για το σκοπό αυτόν να τηρηθούν οι υπάρχουσες οδηγίες.

5.2.1.10. Χωροταξικές επιπτώσεις από τη λειτουργία της μονάδας. Σε αυτές περιλαμβάνονται:

5.2.1.10.1. Ο εντοπισμός, η περιγραφή και η αξιολόγηση των αναμενόμενων χωροταξικών επιπτώσεων (εκτροπών) που θα συντελεσθούν μετά την ολοκλήρωση του έργου, και ιδιαίτερα οι επιπτώσεις: στη δημόσια υγεία, στη χωροταξική δομή, στο περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής και συγκεκριμένα στη χλωρίδα και πανίδα, στο έδαφος, στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, στην ατμόσφαιρα, το ανάγλυφο στο κλίμα, συμπεριλαμβανομένων και των εκάστοτε αλληλοεπιδράσεων, στα πολιτισμικά αγαθά, στην οικονομία και στην απασχόληση της ευρύτερης περιοχής.

5.2.1.10.2. Η περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων σχετικά με την πρόληψη, τη μείωση, την άμβλυση ή την αποκατάσταση των αρνητικών χωροταξικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων.

5.2.1.10.3. Η περιγραφή των μεθόδων για την αναγνώριση των επιπτώσεων, όπως και τον καθορισμό και τη σημασία τους.

5.2.1.10.4. Αν η μελέτη δείξει ότι οι επιπτώσεις για το περιβάλλον θα είναι μη ανατάξιμες, η πραγματοποίηση του έργου είτε ακυρώνεται, είτε ο χώρος εντάσσεται προς περαιτέρω έρευνα.

5.2.1.11. Αντιμετώπιση επιπτώσεων.

Στα πλαίσια του υπάρχοντος επιπέδου της τεχνικής τα μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων αφορούν:

στην ασφάλεια και την προστασία της δημόσιας υγείας (οχλήσεις, κίνδυνοι, υποβάθμιση), στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων στο περιβάλλον και ιδιαίτερα για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών, στην εξισορρόπηση της φύσης και του ανάγλυφου, στο τελικό κλείσιμο της μονάδας (ασφάλεια, έλεγχος, αποκατάσταση).

5.2.1.12. Περίληψη της τεχνικής έκθεσης και συμπεράσματα.

Η περίληψη του συνόλου της μελέτης να διατυπώνεται με σαφήνεια, ώστε να είναι γενικά κατανοητή. Ακολουθούν τα συμπεράσματα.

5.2.1.13. Ειδικές απαιτήσεις αναφορικά με ΧΥΤΑ.

5.2.1.13.1. Γεωλογική έκθεση.

Αναγνώριση, περιγραφή και τεκμηρίωση του γενικού γεωλογικού καθεστώτος της υπό εξέταση περιοχής, όπως και των τεκτονικών συνθηκών και της σεισμικότητάς της, με στόχο τον προσδιορισμό του μεγέθους και της σπουδαιότητας των γεωλογικών περιορισμών και δυνατοτήτων της προβλεπόμενης θέσης.

Η γεωλογική έκθεση της ευρύτερης περιοχής του έργου περιλαμβάνει: λιθολογικά, ορυκτολογικά, στρωματογραφικά και στρατηγραφικά δεδομένα των γεωλογικών σχηματισμών της ευρύτερης περιοχής, τεκτονικά ρήγματα

και σεισμική δραστηριότητα, εδαφομηχανικές ιδιότητες (γεωτεχνικοί παράμετροι: αντοχή, παραμόρφωση κ.ά.), εκτίμηση υδροπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών και διαπίστωση επαρκούς υδατοστεγανότητας του χώρου, βαθμό αποσάθρωσης, καρστικά φαινόμενα και μελέτη της σχέσης τους με την τεκτονική εξέλιξη, κατολισθητικά φαινόμενα και χώρους πιθανών κατολισθήσεων, αξιολόγηση των γεωλογικών και γεωτεχνικών στοιχείων (υδρογεωλογική συμπεριφορά των λιθοστρωματογραφικών σχηματισμών).

5.2.1.13.2. Υδρολογική έκθεση.

Διερεύνηση των υδρολογικών και υδραυλικών συνθηκών της ευρύτερης και της άμεσης μελετούμενης περιοχής με στόχο τη διαπίστωση της υδραυλικής σχέσης του έργου με τους υδροφόρους ορίζοντες της ευρύτερης περιοχής.

Στα υπό εξέταση υδρολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής περιλαμβάνονται:

α. Υπόγεια νερά.

περιγραφή υδροφορέα (είδος υδροφορέα), επιφάνεια, διεύθυνση κίνησης, υδραυλική κλίση υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και ταχύτητα ροής, ανανέωση / ποσότητα υπογείων νερών, απόσταση του υδροφόρου ορίζοντα από την επιφάνεια (χρόνος κατεισδυσης), πάχος και πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα, ποιότητα νερού.

β. Επιφανειακά νερά.

ποσότητα, παροχή και χρονική διάρκεια απορροής (εκροή), όρια λεκάνης απορροής (υδροκρίτης) και υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου, στάσιμα νερά, ποιότητα νερού, πλημμυρικά φαινόμενα (στάθμη νερού).

γ. Χρήση / εκμετάλλευση νερού.

πόσιμο νερό άρδευση

δ. Αξιολόγηση των υδρολογικών στοιχείων.

ε. Όγκος επιφανειακής απορροής και όγκος κατεισδύοντων νερών.

5.2.1.13.3. Χάρτες.

Οι παραπάνω εκθέσεις θα συνοδεύονται από:

1. Γεωλογικό χάρτη (κλ. 1:25.000).

Στο χάρτη θα αποτυπώνονται:

άπαντες οι λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί σε ακτίνα τουλάχιστον 5 km περιμετρικά του προτεινόμενου ΧΥΤΑ, τυχόν τεκτονικά στοιχεία όπως ρήγματα και ρηξιγενείς ζώνες, σχιστότητα, εφυπεύσεις, επωθήσεις, πτυχώσεις, δύο γεωλογικές τομές, που θα διέρχονται από τον προτεινόμενο χώρο.

2. Υδρολογικός χάρτης (κλ. 1:25.000).

Στο χάρτη θα αποτυπώνονται: το υδρογραφικό δίκτυο, οι θέσεις όπου παρατηρείται κατά βάθος διάβρωση.

3. Κατά περίπτωση μπορεί να απαιτηθούν κι άλλοι χάρτες.

5.2.1.14. Ειδικές απαιτήσεις αναφορικά με μονάδες αποτέφρωσης αποβλήτων, μηχανικής ανακύκλωσης, κομποστοποίησης: βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας, εγχειρίδιο στοιχείων μονάδας, είδος και ποσότητα υλικών, ώρες καθημερινής λειτουργίας μονάδας, ασφάλεια εργαζομένων, βιωσιμότητα μονάδας, μέτρα για την αξιοποίηση / διάθεση υπολειμμάτων.

5.2.1.15. Τοπογραφικά διαγράμματα.

5.2.1.15.1. Τοπογραφικό διάγραμμα προσανατολισμού (κλ. 1:100.000 -

1:50.000). Στο τοπογραφικό διάγραμμα θα επισημαίνονται: η λεκάνη

απορροής εντός της οποίας βρίσκεται η προτεινόμενη μονάδα,

όλοι οι δήμοι / ΟΤΑ / Σύνδεσμοι / Εδαφικές Περιφέρειες, που συμμετέχουν στη διαχείριση / διάθεση των αποβλήτων.

5.2.1.15.2. Τοπογραφικό διάγραμμα ευρύτερης περιοχής (κλ. 1:25.000).

Στο τοπογραφικό διάγραμμα επισημαίνονται / απεικονίζονται οπωσδήποτε:

η θέση του έργου, τα διοικητικά όρια του ή των ΟΤΑ που εκτείνεται το έργο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

INTERNET : links για την περιβαλλοντική διαχείριση

Links για την Περιβαλλοντική Διαχείριση

A. Ελληνικά links:

- www.epper.gr Το site του επιχειρησιακού προγράμματος «Περιβάλλον», με χρηματοδότηση από το Γ'ΚΠΣ με στόχο την περιβαλλοντική αναβάθμιση της χώρας.
- www.minenv.gr Το site του υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ με πληροφορίες για την εθνική και κοινοτική νομοθεσία και τις κρατικές δράσεις προστασίας του περιβάλλοντος.
- www.qualitynet.gr Ένα site που προσφέρει πληροφορίες για την αποτελεσματική εφαρμογή ποιοτικών προδιαγραφών στο περιβάλλον και στη λειτουργία των επιχειρήσεων.
- www.ekraa.gr Το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος προσφέρει εκτενή πληροφορία για την εθνική νομοθεσία.
- www.env.gr Αν και λίγοι, οι Έλληνες περιβαλλοντολόγοι έχουν την Ένωση τους και ένα site με νέα και άποψη για τη διαχείριση περιβάλλοντος.
- www.recycle.gr Το ελληνικό δίκτυο ανακύκλωσης με όλες τις εταιρίες που απασχολούνται στο συγκεκριμένο τομέα.
- www.greenpeace.gr/toxik3.htm Στοιχεία από το ελληνικό τμήμα της Greenpeace σχετικά με την ανεξέλεγκτη διαχείριση των τοξικών αποβλήτων.
- <http://eedsa.duth.gr> Η Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων προσφέρει ένα πλούσιο κατάλογο από links σχετικά με κάθε τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων.

B. Ξενόγλωσσα links:

- <http://waste.elonet.eu.int> Δείτε το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση.
- www.europa.eu.int/scadplus/leg/en/s15002.htm Μέσα στο site της Ευρωπαϊκής Ένωσης βρίσκεται το ειδικό τμήμα για τη διαχείριση αποβλήτων.
- www.wastewatch.org.uk Αγγλικό πόρταλ με πληροφορίες για το κοινό, τις επιχειρήσεις και τις τοπικές κοινωνίες.
- www.mst.dk Πληροφορίες από τη δανική διεύθυνση για την προστασία του περιβάλλοντος στην αγγλική γλώσσα.
- www.environment-centre.net Καθημερινά νέα, νομοθεσία και αναλύσεις για όσους ασχολούνται με τη διαχείριση περιβαλλοντικών θεμάτων.
- www.defra.gov.uk Το site του αγγλικού υπουργείου Περιβάλλοντος με ειδική κατηγορία για την αειφορο ανάπτυξη.
- www.europe.eu.int/comm/environment Το κεντρικό site της διεύθυνσης Περιβάλλοντος της Κομισιον, με το σύνολο των αντίστοιχων ευρωπαϊκών δράσεων, χρηματοδοτήσεων και πολιτικών.
- www.wasteinfo.dk Επίσημο, κυβερνητικό site με νέα, αναλύσεις και περιγραφή του πρότυπου στην Ευρώπη δανικού μοντέλου διαχείρισης αποβλήτων.
- www.compost.org.uk Αγγλικό site με πληροφορίες και νέα για την κομποστοποίηση από τα μέλη του βρετανικού οργανισμού.
- www.wasteguide.org.uk Νομοθεσία, περιπτώσεις, οδηγίες και νέα για όλες τις μεθόδους οικολογικής διαχείρισης σκουπιδιών.

- www.the-environment-council.org.uk Βρετανικό συμβούλιο για το περιβάλλον στο οποίο συμμετέχουν εκπρόσωποι αυτοδιοίκησης, επιχειρήσεων και μη κυβερνητικών οργανισμών.
- www.kedke.gr Το site της κεντρικής ένωσης Δήμων και Κοινοτήτων της Ελλάδος με πληροφορίες για τις δραστηριότητες του.
- www.no-incinerator.org.uk Στο site προωθείται η ανακύκλωση και καταδικάζεται η κατασκευή μονάδων καύσης αποβλήτων σε αστικές και αγροτικές περιοχές.

Γ. Πρόσθετα links:

- <http://waste.eionet.eu.int/> Site του Ευρωπαϊκού Κέντρου για τα απόβλητα.
- www.vnav.nl Site Ολλανδικής Ένωσης επεξεργασίας αποβλήτων.
- www.iswa.org Site Διεθνούς Οργανισμού στερεών αποβλήτων.
- www.ccre.org Site του συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Δήμων και Κοινοτήτων.
- www.gasnet.uk.net Site Ευρωπαϊκών οργανισμών που σχετίζονται με την παραγωγή βιοαερίου.

Βιβλιογραφία

Αραβωσης Κ. 'Η Διαχείριση των Απορριμμάτων', Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ (Επωνύμως), 14/10/96

Αραβωσης Κ. 'Η Σωστή Διαχείριση των Απορριμμάτων και η Ανακύκλωση Εξαρτάται από την Σωστή Ενημέρωση', Τεχνική Επιθεώρηση, 11/12/96

Κόλλιας Π., 'Απορρίμματα', Αθήνα, 1993

Σκορδιλής Α., 'Εισαγωγή στην Επεξεργασία των Απορριμμάτων – Μηχανική Διαλογή', ΤΕΕ 1990

Τεχνική Επιθεώρηση, Τεύχος 125, Σεπτέμβριος 2002, www.mte.gr

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Ενημερωτικό Δελτίο, Τεύχος 2230, 13 Ιανουαρίου, 2003, www.tee.gr

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, 'Τεχνικά Θέματα', Τεύχος 45, Σεπτέμβριος, 2001, www.tee.gr

Brown, L.R.et.al. State of the World 2000, 'The Worldwatch Institute', (New York: W.W Norton & Company, 2000)

Jolley, R L & Wang, R G.M. Effective and Safe: Waste Management: Interfacing Sciences and Engineering with Monitoring and Risk Analysis, (London: Lewis Publishersm 1992)

Seabrooke, W & Miles, C.W.N. (2nd ed.) Recreational Land Management,
(London: E & FN SPON, 1993)

Ενημερωτικά Φυλλάδια από το Γραφείο Διεύθυνσης του Χ.Υ.Τ.Α. Πάτρας

Ελληνικές και Ξενόγλωσσες Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις οι οποίες αναφέρονται
στο Παράρτημα Γ'.



**TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE
OF PATRAS**

Πάτρα Ιούνιος 2003