

# Κεφάλαιο 8

Εισαγωγή στη διαχείριση στερεών  
αποβλήτων

# Εισαγωγή



Πολλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η διατροφή, η άσκηση εμπορικής, βιομηχανικής ή οικοδομικής δραστηριότητας παράγουν στερεά απόβλητα.

Η διάθεση αυτών των αποβλήτων είναι ένα δύσκολο πρόβλημα που έχουν να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες κοινωνίες.

Η αύξηση της ποσότητας των στερεών αποβλήτων οφείλεται στους εξής παράγοντες:

1. Η βελτίωση βιοτικού επιπέδου έφερε αλλαγές των καταναλωτικών συνηθειών.
2. Για λόγους προώθησης πωλήσεων ή «αισθητικούς», ή πρακτικούς, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερα υλικά συσκευασίας τα οποία τελικά απορρίπτονται.
3. Σήμερα σε πολλές περιπτώσεις, ειδικά στις βιομηχανικά προηγμένες χώρες, είναι πιο φθηνό να αγοράσει κανείς ένα καινούριο προϊόν παρά να επισκευάσει το παλιό. Συνεπώς αυξάνονται τα προϊόντα που απορρίπτονται.
4. Η αστικοποίηση έφερε τον άνθρωπο μακριά από το φυσικό περιβάλλον, όπου υπήρχαν απλές και οικολογικές λύσεις για τη διάθεση πολλών στερεών αποβλήτων.
5. Η βιομηχανοποίηση έχει αυξήσει τα στερεά απόβλητα των βιομηχανιών.
6. Η αύξηση του πληθυσμού και η υπερσυγκέντρωση αυτού σε ορισμένα μεγάλα αστικά κέντρα κάνουν το πρόβλημα εντονότερο.

Στον τομέα διαχείρισης στερεών αποβλήτων υπάρχουν πολλά ορατά προβλήματα στη χώρα μας. Ο εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων υπολείπεται συγκριτικά με άλλα κράτη της Ευρώπης.

Το μεγαλύτερο μέρος των στερεών αποβλήτων συλλέγονται και απορρίπτονται σε

- Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.) ή σε
- Χώρους Ανεξέλεγκτης Απόθεσης Απορριμάτων (Χ.Α.Δ.Α. – χωματερές).

Οι διαφορές αυτών των δύο είναι:

1. Η χωροθέτηση ΧΥΤΑ γίνεται μετά από μελέτη η οποία λαμβάνει υπόψη της κριτήρια τεχνικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικής αποδοχής.
2. Σε ένα ΧΥΤΑ υπάρχει μέριμνα ώστε τα διασταλάζοντα νερά να μη ρυπαίνουν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.
3. Το βιοαέριο που παράγεται από ένα ΧΥΤΑ συλλέγεται και αξιοποιείται, ενώ σε έναν ΧΑΔΑ η παραγωγή βιοαερίου γίνεται αιτία για πρόκληση πυρκαγιών.
4. Στο ΧΥΤΑ έχουμε καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων με χώματα.
5. Αφού χρησιμοποιηθεί ο ΧΥΤΑ για ένα χρονικό διάστημα, γίνεται περιβαλλοντική αποκατάσταση του χώρου με φύτευση δένδρων και δημιουργία πάρκου.



ΧΥΤΑ Άρτας



ΧΑΔΑ Πελοποννήσου

- Είναι φανερό ότι οι ΧΥΤΑ αποτελούν έναν προτιμότερο τρόπο απόρριψης αποβλήτων
- Πρόβλημα η εύρεση νέων ΧΥΤΑ λόγω αντιδράσεων

Η αντίδραση αυτή οφείλεται κυρίως στους εξής παράγοντες:

1. Υπάρχει κακή ενημέρωση σχετικά με τις εξελίξεις της τεχνολογίας στο θέμα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Συχνά προκαλείται σύγχυση καθώς πολίτες θεωρούν πως αν η περιοχή τους επιλεχθεί για εγκατάσταση ΧΥΤΑ θεωρούν πως θα εγκατασταθεί χωματερή.
2. Υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης των πολιτών προς τις αρχές.
3. Η εγκατάσταση δραστηριότητας διάθεσης ή επεξεργασίας απορριμμάτων δυνητικά μειώνει τις τιμές της γειτνιάζουσας γης.
4. Καθένας θεωρεί ότι η επίλυση του προβλήματος είναι υπόθεση άλλων και όχι δικιά του (φαινόμενο NIMBY - Not In My Backyard).
5. Μέχρι σήμερα δεν έχει υπάρξει μια ορθολογική πολιτική κινήτρων και αντισταθμιστικών μέτρων στους κατοίκους ενός οικισμού για τη λειτουργία ΧΥΤΑ πλησίον της περιοχής τους.

**Απορρίματα** είναι όλα τα κατά υποκειμενική κρίση άχρηστα προϊόντα ή υλικά που παράγονται από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και δημιουργούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

**Διαχείριση απορριμμάτων** είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων από τη φάση της παραγωγής τους ως και τη φάση της τελικής διάθεσης τους στο περιβάλλον, με ή χωρίς προηγούμενη βιομηχανική επεξεργασία.

Η διαχείριση απορριμμάτων περιλαμβάνει τρεις κύριες φάσεις:

- **Την προσυλλογή**, που γίνεται με ευθύνη του νοικοκυριού σε σάκους, δοχεία ή κάδους.
- **Την αποκόμιση**, που γίνεται με ευθύνη της δημοτικής αρχής και περιλαμβάνει τη συλλογή των απορριμμάτων από τις θέσεις προσυλλογής τους και τη μεταφορά τους στους χώρους διάθεσης.
- **Την υγειονομική ταφή**, που πρέπει να γίνεται με ευθύνη και πάλι της δημοτικής αρχής και να περιλαμβάνει τη διάστρωση, σύνθλιψη, συμπίεση και κάλυψη με χώμα των απορριμμάτων.

Οι περιβαλλοντικά αποδεκτές μέθοδοι διάθεσης απορριμμάτων είναι:

- Υγειονομική ταφή απορριμμάτων
- Κομποστοποίηση (λιπασματοποίηση απορριμμάτων)
- Καύση (αποτέφρωση)
- Μηχανική διαλογή
- Ανακύκλωση



# Αειφορική διαχείριση απορριμμάτων

Διάθεση με  
τρόπο που να  
είναι αποδεκτός από  
το περιβάλλον

Επαναχρησιμοποίηση - ανακύκλωση -  
ανάκτηση υλικών - εκτροπή  
ενέργειας

Μείωση της ποσότητας και της  
επικινδυνότητας των απορριμμάτων

## 1<sup>η</sup> προτεραιότητα

σε ένα σχεδιασμό αειφορικής διαχείρισης απορριμμάτων (σε επίπεδο Εθνικό/Περιφερειακό) είναι η μείωση της ποσότητας και της επικινδυνότητας των απορριμμάτων.

## 2<sup>η</sup> προτεραιότητα

σε ένα σχεδιασμό αειφορικής διαχείρισης είναι η χρήση κάποιων χρήσιμων στοιχείων από τα απορρίμματα. Αυτό μπορεί να γίνει:

1. Με επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων, όπως π.χ. οι γυάλινες φιάλες
2. Με ανακύκλωση υλικών όπως το χαρτί, τα μέταλλα, το γυαλί και τα πλαστικά.
3. Με ανάκτηση χρήσιμων υλικών από τα απορρίμματα, όπως π.χ. η ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από τους καταλύτες των αυτοκινήτων.
4. Με ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα είτε με απευθείας καύση είτε με χρήση του παραγόμενου βιοαερίου.

## 3<sup>η</sup> προτεραιότητα

Διάθεση με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο

# Τύποι Απορριμμάτων

Η ταξινόμηση των απορριμμάτων σε τύπους γίνεται με κριτήριο την πιθανή διαφορετική διάθεση. Οι διάφοροι τύποι απορριμμάτων είναι οι εξής:

1. **Χαρτιά και χαρτόνια**: Ανήκουν στα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλωθούν και σε αυτά που μπορούν να καούν.
2. **Πλαστικά**: Πρόκειται για κάθε είδους πλαστικά αντικείμενα που μετά τη χρήση του αποτελούν συστατικό απορριμμάτων. Αν και μπορούν να καούν καλό είναι αυτό να αποφεύγεται, λόγω των τοξικών ουσιών που παράγονται κατά την καύση.
3. **Υπολείμματα τροφίμων**: Πρόκειται για ζωικά ή φυτικά υπολείμματα που προκύπτουν από το καθάρισμα, την προετοιμασία και την κατανάλωση της τροφής. Επειδή τα υπολείμματα αυτά αποσυντίθενται εύκολα είναι αυτά από τα οποία οφείλεται κυρίως η δυσοσμία των οικιακών απορριμμάτων.
4. **Λοιπά απορρίμματα νοικοκυριού**: Υφάσματα, λάστιχα, δέρματα, ξύλα, καθώς και σκουπίδια από καθαρισμό κήπων.
5. **Γυαλιά και κομμάτια γυαλικών**: Εκτός από τα μπουκάλια που επιστρέφονται, τα υπόλοιπα μπουκάλια και γυαλιά πετιούνται στα απορρίμματα. Σε αυτό συντελεί και το γεγονός πως τα περισσότερα αγαθά (λάδι, ποτά, κτλ.) διατίθεται στην αγορά σε γυάλινη συσκευασία. Αποτελούν τύπο απορριμμάτων που δεν καίγονται.
6. **Λοιπά απορρίμματα μη καύσιμα**: Πρόκειται κυρίως για τα κουτιά από κονσέρβες που πετιούνται σε όλα τα απορρίμματα, άλλα μεταλλικά αντικείμενα, πορσελάνες, σκόνες και υλικά κατεδάφισης.
7. **Στάχτες και υπολείμματα καύσης**: Πρόκειται για υλικά που παραμένουν από την καύση ξύλου, κάρβουνου και άλλων καύσιμων απορριμμάτων.
8. **Ογκώδη απορρίμματα**: Πρόκειται για ποικίλα αντικείμενα όπως παλιές οικιακές συσκευές, παλιά έπιπλα, παλιά στρώματα, μεταχειρισμένα λάστιχα, άχρηστες σιδηροκατασκευές, ποδήλατα, αυτοκίνητα κ.α.

# Τύποι Απορριμμάτων

Πίνακας. Τυπική φυσική σύσταση οικιακών στερεών αποβλήτων στις Η.Π.Α.

Συστατικό	Διακύμανση (%/βάρος)	Μέση τιμή
<b><u>Οργανικά</u></b>		
Υπολείμματα τροφών	6 - 18	9
Χαρτιά	25 - 40	34
Χαρτόνια	3 - 10	6
Πλαστικά	4 - 10	7
Ξύλα	1 - 4	2
<b><u>Ανόργανα</u></b>		
Γυαλί	4 - 12	8
Κονσέρβες	2 - 8	6
Αλουμίνιο	0 - 1	0,5
Λοιπά Μέταλλα	1 - 4	3
Στάχτες	0 - 6	3

Τα απορρίμματα ανάλογα με την προέλευσή τους μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

1. **Οικιακά**: Σε αυτά ανήκουν τα απορρίμματα των νοικοκυριών, δηλαδή υπολείμματα τροφών, υπόλοιπα καύσιμα ή μη καύσιμα απορρίμματα
2. **Βιομηχανικά**: Είναι αυτά που προκύπτουν σαν απόβλητα υλικά της παραγωγικής διαδικασίας, στις κατασκευές, στα διυλιστήρια, σε χημικές εγκαταστάσεις, σε σταθμούς ενέργειας κτλ.
3. **Αγροτικά**: Απορρίμματα που προκύπτουν από καλλιέργειες, κήπους και διάφορες άλλες αγροτικές χρήσεις
4. **Εμπορικά**: Απορρίμματα που προέρχονται από καταστήματα, εστιατόρια, γραφεία, ξενοδοχεία κτλ. Αποτελούνται από συσκευασίες, υπολείμματα τροφών, υλικά κατεδάφισης, κτλ.
5. **Ειδικά**: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν διάφορα άλλα είδη απορριμμάτων όπως αυτά των νοσοκομείων, των γκαράζ, ενδοαστικών μικροεργαστηρίων κτλ.

# Πυκνότητα Απορριμμάτων

Η γνώση της πυκνότητας των απορριμμάτων είναι απαραίτητη για να μπορεί να προσδιοριστεί η συνολική μάζα των απορριμμάτων και ο όγκος του νερού που περιέχουν.

Μερικές τυπικές πυκνότητες διάφορων απορριμμάτων φαίνονται στον Πίνακα.

Συστατικά	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )
Υπολείμματα τροφών	290
Χαρτιά	85
Χαρτόνια	50
Πλαστικά	65
Γυαλιά	195
Μέταλλα	210
Απορρίμματα κήπων	105
Στάχτη, σκόνη, τούβλα	480
Δέρμα	160
Υφάσματα	240
Αδρανή άνω των 20mm	250
Αδρανή κάτω των 20mm	480
Κονσέρβες	90

Η περιεχόμενη υγρασία των στερεών απορριμμάτων εκφράζεται συνήθως ως το βάρος της υγρασίας που περιέχεται στην μονάδα βάρους του υγρού ή ξηρού υλικού.

Σε μια σχέση ισότητας το υγρό βάρος της περιεχόμενης υγρασίας εκφράζεται ως εξής:

$$\text{Περιεχόμενη υγρασία (\%)} = \left[ \frac{A - B}{A} \right] * 100$$

Όπου A = αρχικό βάρος του δείγματος

B = βάρος του δείγματος μετά τη ξήρανση

Για τα περισσότερα αστικά απόβλητα η περιεχόμενη υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 15 – 40%, εξαρτώμενη από τη σύσταση των απορριμμάτων, την εποχή του έτους, τις καιρικές συνθήκες και ιδιαίτερα τη βροχή.

Πίνακας. Τυπικές τιμές υγρασίας απορριμμάτων

Συστατικό	Υγρασία (%)
Υπολείμματα τροφών	70
Χαρτιά	6
Χαρτόνια	5
Πλαστικά	2
Γυαλιά	2
Μέταλλα	3
Κονσέρβες	3
Απορρίμματα κήπων	60
Στάχτη, σκόνη, τούβλα	8
Υφάσματα	10
Αδρανή κάτω των 20 mm	8

# Ποσότητα Απορριμμάτων

Η ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται ανά κάτοικο ποικίλλει πολύ ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή.

Στον Πίνακα δίνονται μερικές χαρακτηριστικές τιμές παραγωγής απορριμμάτων ανά κάτοικο σε διάφορα μέρη.

Περιοχή	kg/άτομο/ημέρα
Χώρες με χαμηλό εισόδημα (π.χ. Αιθιοπία, Ινδία)	0,4
Αναπτυσσόμενα κράτη (π.χ. Αίγυπτος, Βραζιλία)	0,7
Βιομηχανικά ανεπτυγμένα κράτη (π.χ. Γερμανία)	1,1
Πλούσια κράτη (π.χ. Καναδάς, Ελβετία)	2,5
ΗΠΑ	2,0
Ελλάδα	0,8 – 1,0
Εκάλη, Νομός Αττικής	2,0



# Κεφάλαιο 9

Συλλογή απορριμάτων

- Το κόστος της συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων **είναι πολύ μεγαλύτερο** από το κόστος της τελικής διάθεσης
- Η συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων δημιουργεί προβλήματα περιβαλλοντικά, κυκλοφοριακά, αισθητικά, κτλ.
- Σημαντικός ο κατάλληλος σχεδιασμός για τη συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων

## Για την προσωρινή αποθήκευση απορριμμάτων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι:

1. Απλές σακούλες ή ειδικές σακούλες αγορασμένες για αυτό το σκοπό.
2. **Κλειστά δοχεία**, μεταλλικά ή πλαστικά. Στην Ελλάδα εφαρμοζόταν η μέθοδος αυτή τη δεκαετία του 1970, όταν χρησιμοποιούνταν σε πολλά μέρη μεταλλικά βαρέλια για την προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων. Η εκκένωση των δοχείων γινόταν χειρωνακτικά.
3. **Κυλιόμενοι κάδοι**, οι οποίοι προσαρμόζονται στο μηχανισμό ανύψωσης των απορριματοφόρων. Στην Ελλάδα σήμερα είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος.
4. **Κοντέινερ μεγάλων διαστάσεων** που χρησιμοποιούνται για ειδικά κτίρια (π.χ. εμπορικά κέντρα κτλ.) ή για απόρριψη ογκωδών υλικών ή μπαζών.

# Διάκριση της συλλογής με απορριμματοφόρο

## Διακρίνονται οι παρακάτω μέθοδοι:

- **Χειρωνακτική συλλογή** για την οποία είναι απαραίτητοι και οι εργάτες αποκομιδής. Το απορριμματοφόρο μπορεί να είναι με ή χωρίς μηχανισμό ανύψωσης
- Την ημιαυτόματη συλλογή από απορριμματοφόρο με μηχανισμό πλευρικής φόρτωσης.
- Την **αυτόματη συλλογή** που πραγματοποιείται με απορριμματοφόρο εμπρόσθιας φόρτωσης. Η όλη εργασία πραγματοποιείται μόνο από τον οδηγό του οχήματος. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο γρήγορη.



# Τύποι απορριματοφόρων



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται απορριματοφόρα με θερμικό κινητήρα (μηχανή diesel). Σε άλλες χώρες χρησιμοποιούνται και απορριματοφόρα με ηλεκτρικό κινητήρα.

Χαρακτηριστικά	Θερμικός Κινητήρας	Ηλεκτρικός Κινητήρας
Αυτονομία	Απεριόριστη	Μέχρι 100 χλμ.
Βάρος		Αυξημένο λόγω ύπαρξης συσσωρευτών
Ταχύτητα	Μέχρι 100 km/h	Χαμηλή, επαρκής για μέσα στην πόλη
Ιπποδύναμη	90 – 150 KW	25 – 30 KW
Συντήρηση	Μεγάλη φθορά συμπλέκτη και κιβωτίου ταχυτήτων	Ανάγκη επίβλεψης συσσωρευτών
Επένδυση	Κοστίζει λιγότερο	Κοστίζει περισσότερο, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής
Θόρυβος	Πολύς	Ελάχιστος
Κατανάλωση		Πιο οικονομικό
Ρύπανση	Πολλοί αέριοι ρύποι	Μηδενική ρύπανση

# Βελτιστοποίηση διαδρομών απορριματοφόρων



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Η ελαχιστοποίηση των διαδρομών που θα κάνει ένα απορριματοφόρο είναι πολύ σημαντική για τους παρακάτω λόγους:

- 1) Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης την οποία προκαλεί το απορριματοφόρο.
- 2) Μείωση της όχλησης που προκαλεί στην κυκλοφορία.
- 3) Οικονομία στα καύσιμα και στα ημερομίσθια.

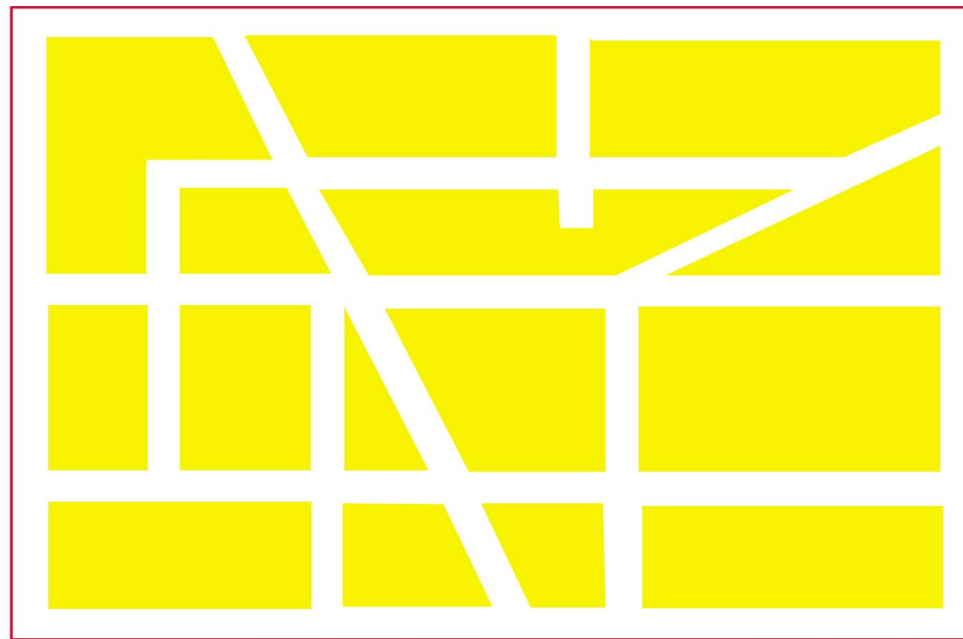
Σε μεγάλες περιοχές η βελτιστοποίηση αυτή μπορεί να γίνει μόνο με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Σε μικρές όμως περιοχές μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της **μεθόδου των περιττών (ή μονών) κόμβων**.

# Μέθοδος των μονών κόμβων

Ονομάζουμε μονό κόμβο ένα σημείο συνάντησης μονού αριθμού δρόμων (3 ή 5 ή 7). Το Σχήμα δείχνει μία περιοχή στην οποία θα εφαρμοσθεί η μέθοδος των μονών κόμβων. Δεχόμαστε ότι στην περιοχή αυτή δεν υπάρχουν καθόλου μονόδρομοι. Επίσης δεχόμαστε ότι το απορριμματοφόρο θα εισέλθει και εξέλθει από την πάνω αριστερά γωνία της περιοχής.

Ο σκοπός είναι να χαράξουμε μία “μονοκονδυλιά” της διαδρομής του απορριμματοφόρου που να είναι η συντομότερη δυνατή.



Σχήμα 9 Περιοχή στην οποία θα εφαρμοσθεί η μέθοδος των μονών κόμβων.

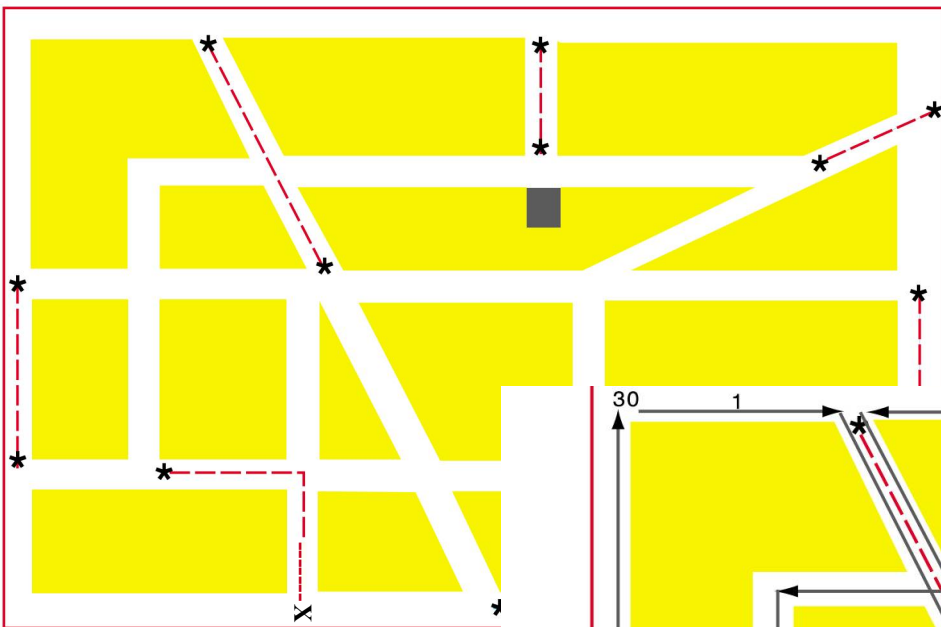
Ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Αφαιρούμε όλα τα αδιέξοδα τμήματα (γιατί δεν είναι ασφαλές να κινείται το απορριμματοφόρο με την όπισθεν). Μπορούμε επίσης να αφαιρέσουμε και κάποιο μικρό τμήμα οδού στο οποίο δεν θα γίνει συλλογή.
2. Βρίσκουμε όλους τους μονούς κόμβους και τους σημειώνουμε με ένα αστεράκι. Πρέπει οπωσδήποτε ο αριθμός των μονών κόμβων να είναι ζυγός. Αλλιώς κάποιον ξεχάσαμε.
3. Συνδέουμε τους μονούς κόμβους ανά δύο προσέχοντας ώστε το συνολικό μήκος των διαδρομών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο.
4. Εκλέγουμε το σημείο εκκίνησης της διαδρομής του απορριμματοφόρου. Συνήθως είναι ο πρώτος κάδος που συναντά το απορριμματοφόρο όταν εισέρχεται στην περιοχή συλλογής από τον χώρο στάθμευσης ή από το σταθμό διάθεσης απορριμμάτων

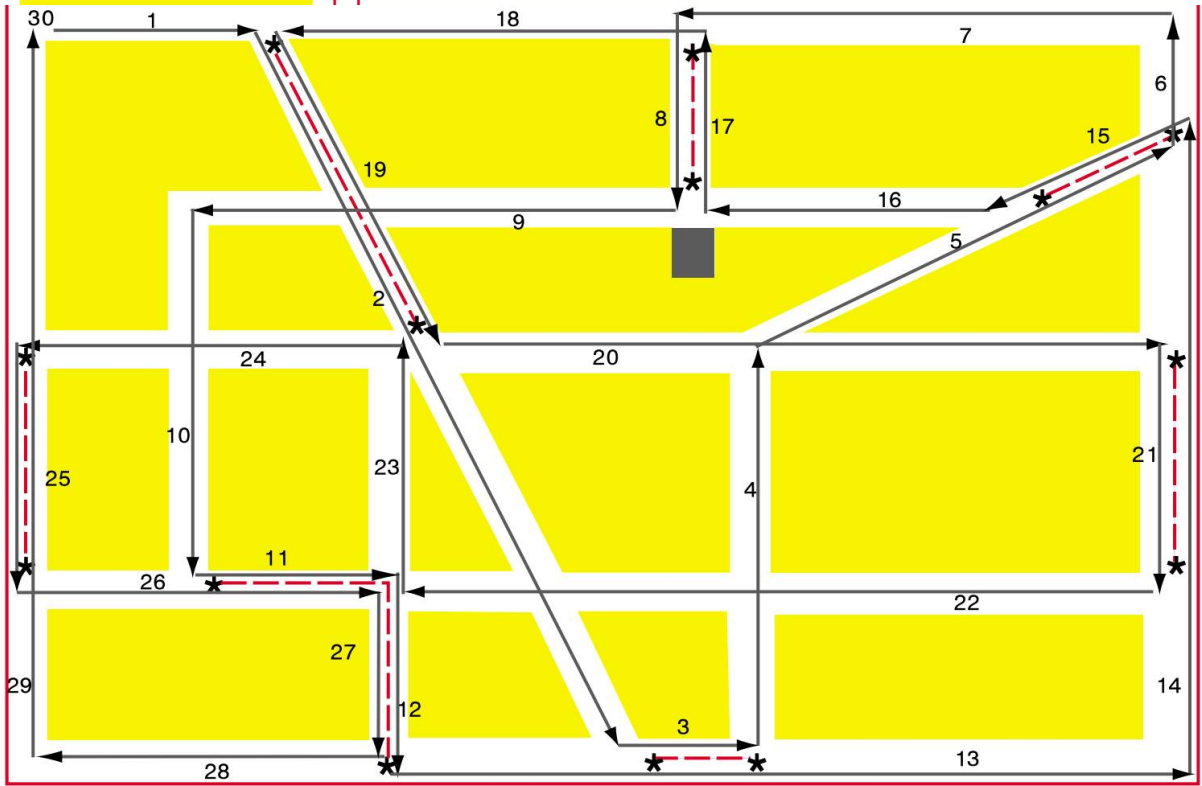
5. Ξεκινάμε απο το προκαθορισμένο σημείο αναχώρησης και χαράσσουμε την πορεία συλλογής με βάση τους παρακάτω κανόνες:
  - Όταν φθάνουμε σε ένα μονό κόμβο ακολουθούμε υποχρεωτικά την γραμμή που τον συνδέει με τον άλλο.
  - Στην περίπτωση αλλαγής διεύθυνσης κατά τήν χάραξη της διαδρομής είναι προτιμότερο να γίνεται αυτή στρίβοντας προς τα δεξιά εξ αιτίας του συστήματος κυκλοφορίας. Στην Αγγλία, στην Ινδία, στην Αυστραλία και στην Ιαπωνία θα γινόταν το αντίθετο, γιατί εκεί τα αυτοκίνητα βαδίζουν στην αριστερή λωρίδα του δρόμου και έτσι προτιμώνται οι αριστερές στροφές από τις δεξιές.
  - Όταν διασταυρώνουμε γραμμή που συνδέει δύο μονούς κόμβους σε ενδιάμεσο σημείο της δεν την ακολουθούμε.
  - Όταν φθάνουμε σε άρτιο κόμβο (κόμβος που δεν έχει αστεράκι) περνούμε απέναντι (δεν στρίβουμε). Σε αυτόν τον κανόνα μπορεί να χρειασθεί να υπάρξουν κάποιες εξαιρέσεις π.χ. όταν στον άρτιο κόμβο συναντούμε μία διακεκομμένη γραμμή στη μέση της, τότε είμαστε υποχρεωμένοι να μην την ακολουθήσουμε και ίσως χρειασθεί να στρίψουμε
6. Ή διαδρομή που χαράξαμε (μονοκονδυλιά) πρέπει να περνάει από όλους τους δρόμους μιά φορά εκτός από τους δρόμους που συνδέουν μονούς κόμβους από όπου πρέπει να περάσει δύο φορές.



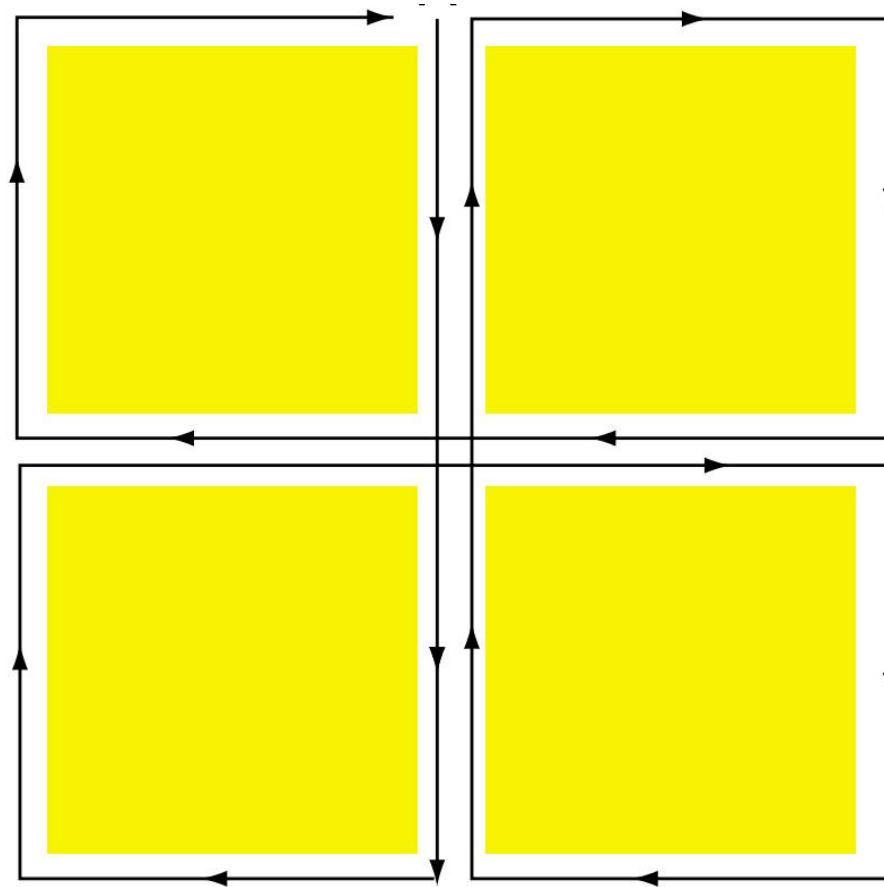
# Μέθοδος των μονών κόμβων



Σχήμα 9.2 Πρώτο στάδιο της με



Σχήμα 9.3 Τελικό στάδιο της μεθόδου των μονών κόμβων. Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση και οι αριθμοί τη σειρά των διαδρομών



**Σχήμα 9.4** Διαδρομή απορριμματοφόρου για συλλογή σε σύστημα 4 τετραγώνων.

Το κόστος συλλογής αποτελεί συνήθως το **80 %** του συνολικού κόστους συλλογής και διάθεσης, όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος της υγειονομικής ταφής για τη διάθεση των σκουπιδιών.

Όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος της καύσης, το κόστος της συλλογής είναι περίπου το **60 %** του συνόλου, γιατί η καύση κοστίζει περισσότερο από την υγειονομική ταφή και συνήθως η καύση γίνεται σε χώρο πιο κοντινό στην πόλη όπου παράγονται τα σκουπίδια.

Η συλλογή γίνεται πιο οικονομική με τη δημιουργία **σταθμού μεταφόρτωσης** απορριμμάτων.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης είναι αποδοτικοί οικονομικά όταν:

1. Μεγάλες ποσότητες πρέπει να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις.
2. Χρησιμοποιούνται σε αστικές περιοχές μικρά απορριμματοφόρα.
3. Ένας σταθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλά απορριμματοφόρα.

# Σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Στην Ελλάδα οι σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι και ένας βασικός λόγος για αυτό είναι ότι πολλές φορές υπάρχουν **διαμαρτυρίες των περίοικων**.

Σήμερα (2016) έχουν αρχίσει σε κάποιες περιοχές να λειτουργούν σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων.

Στη Θεσσαλονίκη λειτουργεί τα τελευταία χρόνια ΣΜΑ στην περιοχή της Καλαμαριάς (Ντεπό), καθώς και στη Νικήτη Χαλκιδικής λειτουργεί επίσης ΣΜΑ.



**Σχήμα 9.5** Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) στη θέση Ασπρονέρι στη Νικήτη της Χαλκιδικής.

# Κεφάλαιο 10

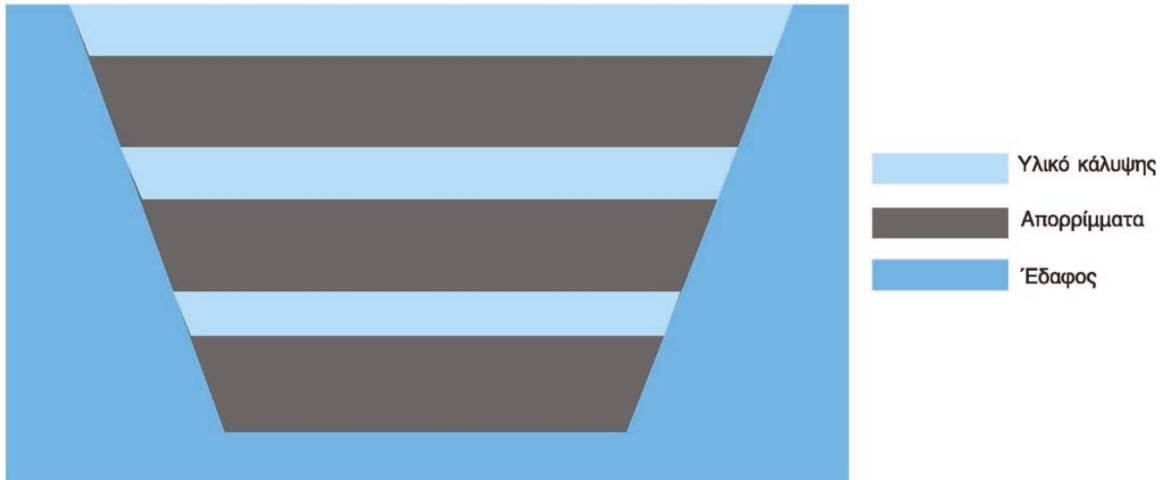
## Υγειονομική Ταφή

Τα είδη των απορριμμάτων που **μπορούν να γίνουν δεκτά** σε ένα χώρο υγειονομικής ταφής δημοτικών απορριμμάτων είναι:

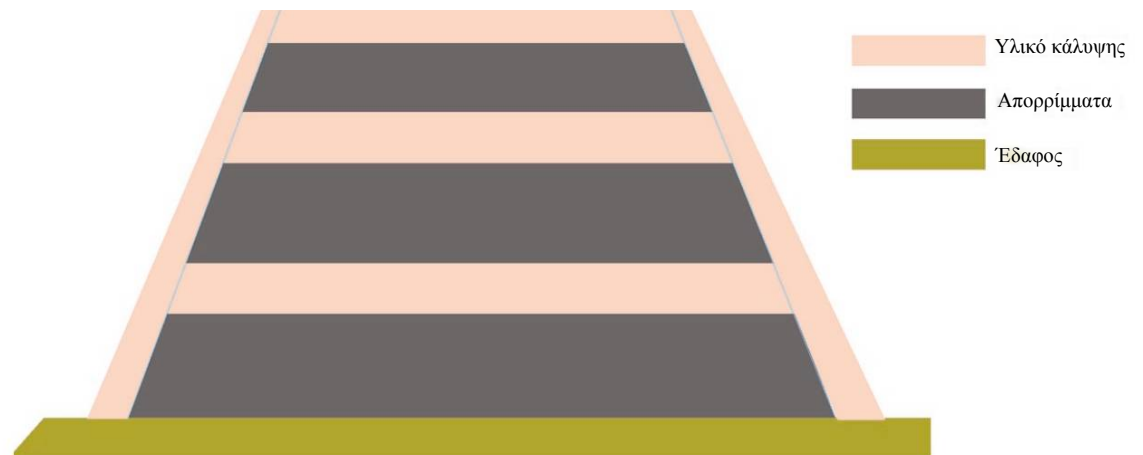
- **Οικιακά απορρίμματα** ή αντίστοιχα απορρίμματα από εμπορικές ζώνες
- **Μπάζα**
- **Τέφρες και σκουριές**, όταν δεν έχουν βαρέα μέταλλα πάνω από ορισμένα όρια
- **Σταθεροποιημένες και αφυδατωμένες λάσπες** που περιέχουν περισσότερα από 20 % στερεά

**Δεν μπορούν να γίνουν δεκτά** για υγειονομική ταφή ραδιενεργά, ειδικά, τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα. Αυτά όλα απαιτούν οργάνωση ειδικών χώρων διάθεσης.

Η υγειονομική ταφή μπορεί να γίνει είτε σε φυσικούς ή τεχνητούς λάκκους είτε στην επιφάνεια του εδάφους με υπερύψωση του εδάφους, πάντα όμως τα απορρίμματα πρέπει να καλύπτονται από χώμα.



**Σχήμα 10.2** Υγειονομική ταφή απορριμμάτων σε λάκκο.



**Σχήμα 10.3** Υγειονομική ταφή απορριμμάτων με δημιουργία υπερύψωσης.

# Τρόποι υγειονομικής ταφής

Η υγειονομική ταφή μπορεί να γίνει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Την παραδοσιακή διάθεση απορριμμάτων.
- Τη διάθεση μετά από προηγούμενη θραύση.
- Τη λιπασματοποίηση επί τόπου.
- Την εξόρυξη παλαιών απορριμμάτων και ταφή νέων.
- Τη διάθεση με συμπίεση.
- Τη δεματοποίηση.
- Τη διάθεση σε προκατασκευασμένο κτίριο από σκυρόδεμα.



**Σχήμα 10.4.** ΧΥΤΑ Ανθεμούντα στη Νέα Τριγλία Χαλκιδικής, στη θέση «Ανατολικά από Συκιές».



Ανάλογα με το βαθμό ελευθερίας των προϊόντων της αποσύνθεσης των απορριμμάτων οι χώροι υγειονομικής ταφής διακρίνονται σε **δύο κατηγορίες**:

1. Περιλαμβάνει τις **πλήρως στεγανοποιημένες θέσεις ταφής** από όπου τα στραγγίσματα δεν έχουν καμία δυνατότητα διαφυγής για αρκετές δεκάδες ή και εκατοντάδες χρόνια. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τη χωροθέτηση σε μη περατά πετρώματα είτε με επίστρωση στεγανών επικαλυπτικών μέσων στον πυθμένα του χώρου απόθεσης.
2. Περιλαμβάνει τις **θέσεις ταφής που επιτρέπουν τη βραδεία κατείδυση** των στραγγισμάτων στα πετρώματα που βρίσκονται από κάτω. Η προστασία των υπογείων οριζόντων επιτυγχάνεται με τη δράση μηχανισμών που αποδυναμώνουν τη ρυπαντική ικανότητα των στραγγισμάτων κατά τη διέλευση τους διαμέσου των πετρωμάτων.



**Σχήμα 10.4.** ΧΥΤΑ Ανθεμούντα στη Νέα Τριγιά Χαλκιδικής, στη θέση «Ανατολικά από Συκιές».

# Παραδοσιακή διάθεση απορριμμάτων

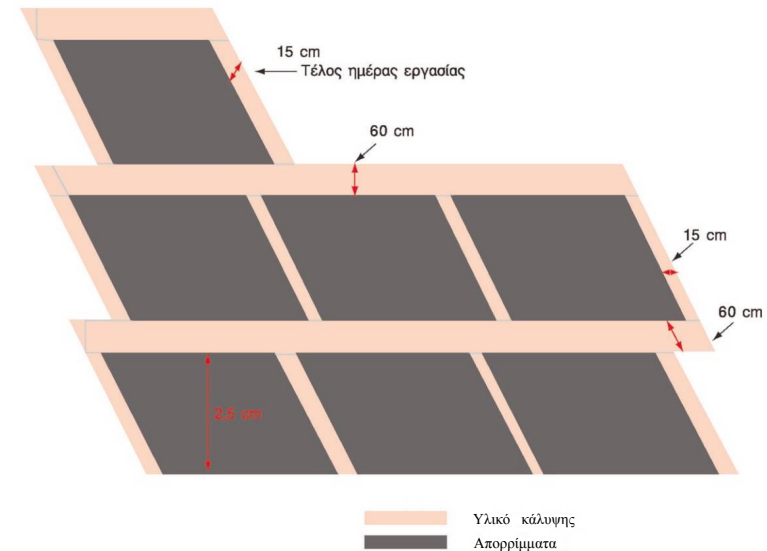
Τα απορρίμματα διατίθενται σε **διαδοχικές επάλληλες στρώσεις 2-3 m** που καλύπτονται κάθε φορά με στρώμα χώματος 0.60 m.

Τα 2.4 - 2.6m θεωρούνται άριστο πάχος στρώσης, γιατί εξασφαλίζουν καλή θέα στους χειριστές των μηχανημάτων.

Το λοξό μέτωπο εργασίας στο τέλος της ημέρας καλύπτεται με χώμα 0.15 m., ώστε να μην ελκύονται τρωκτικά, μύγες, κτλ. **Αυτή είναι και η βασική διαφορά της υγειονομικής ταφής από την απλή απόρριψη.**

Ο χώρος ταφής στο τέλος αποτελείται από επάλληλες αποθέσεις απορριμμάτων, με ενδιάμεσες στρώσεις υλικού επικάλυψης (χώματος) οριζόντιες και λοξές.

Για το σχηματισμό των στρώσεων η εκφόρτωση γίνεται είτε στο πάνω μέρος είτε στο κάτω, και στις δύο περιπτώσεις έχουμε συμπύκνωση και **η τελική πυκνότητα γίνεται 600 - 800 kg/m<sup>3</sup>**



**Σχήμα 10.5** Επάλληλες στρώσεις σε χώρο ταφής απορριμμάτων.

- Διαδεδομένη στο εξωτερικό. Η συμπίεση γίνεται με ειδικές μηχανές (compactors: συμπιεστές) που συμπιέζουν μέχρι μία πυκνότητα  $1000 \text{ kg/m}^3$ .
- Η διάσωση των απορριμμάτων γίνεται σε λεπτές στρώσεις (30-50 cm). Η τεχνική της διάθεσης με συμπίεση ευνοεί την αναερόβια χώνευση των απορριμμάτων.
- Συνήθως δεν απαιτείται η καθημερινή επικάλυψη με χώματα, που απαιτείται στην παραδοσιακή διάθεση. Ο λόγος είναι ότι η μεγάλη συμπίεση δεν ευνοεί την ανάπτυξη ποντικών και εντόμων και η έλλειψη οξυγόνου μειώνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Οικονομία χώρου.
- Μείωση των χωμάτων για επικάλυψη.
- Τα νερά της βροχής διεισδύουν πιο δύσκολα
- Υπάρχει πολύ μικρότερο πρόβλημα καθιζήσεων σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο.

# Διάθεση μετά από θραύση

- Κατά την τεχνική αυτή τα απορρίμματα **τεμαχίζονται σε λεπτά τεμαχίδια (< 5cm)** που μπορούν να περάσουν από κόσκινο 50 mm.
- Σε αντίθεση με την τεχνική της συμπίεσης, η τεχνική της θραύσης **ευνοεί τις αερόβιες διεργασίες**. Έτσι η τεχνική αυτή μπορεί να εξελιχθεί σε **βραδεία κομποστοποίηση**.

Διακρίνουμε δύο διαφορετικές μεθόδους λεπτοτεμαχισμού:

- Τη μέθοδο κατά την οποία γίνεται πρώτα ζύμωση σε σωρούς και μετά τελική διάθεση σε στρώσεις πάχους 1.5 m.
- Τη μέθοδο κατά την οποία γίνεται απευθείας διάθεση σε στρώσεις πάχους 0.5 m και ζύμωση επί τόπου.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Γρήγορη ζύμωση των απορριμμάτων.
- Μείωση των χωμάτων για επικάλυψη.
- Δυνατότητα να εξελιχθεί η τεχνική σε αργή λιπασματοποίηση.

Τα απορρίμματα συμπιέζονται σε δέματα (μπάλες) διαστάσεων 1X1X1m και πυκνότητας 1000 kg/m<sup>3</sup> και βάρους ενός περίπου τόνου.

Η τεχνική εφαρμόζεται σε περιορισμένη κλίμακα κυρίως στην Αγγλία, στην Ιαπωνία και τις Η.Π.Α. Τα δέματα γίνονται με πρέσες.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Εύκολη μεταφορά των δεμάτων.
- Εύκολη τοποθέτηση στο χώρο της υγειονομικής ταφής.
- Τα νερά της βροχής κυκλοφορούν ανάμεσα στα δέματα χωρίς να τα διασχίζουν και έτσι τα διασταλάζοντα υγρά είναι λιγότερο φορτισμένα με ρύπους.

Αυτή η μέθοδος συντελεί στην επιμήκυνση του χρόνου λειτουργίας των χώρων διάθεσης απορριμμάτων.

Μπορεί να εφαρμοσθεί σε χώρο διάθεσης ο οποίος δε συγκεντρώνει την αντίθεση των περίοικων. Έτσι, αντί της εύρεσης νέου χώρου για την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, προτιμάται η επιμήκυνση της λειτουργίας ενός παλαιού χώρου.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Οικονομία χώρου
- Πιθανή χρήση των παλιών απορριμμάτων σαν υλικά κάλυψης
- Πιθανή ανακύκλωση υλικών που είχαν ταφεί (κυρίως μέταλλα και γυαλιά) (Urban Mining)

# Αποθήκευση απορριμμάτων σε υπερυψωμένο κτίριο από μπετόν

Η τεχνική αυτή έχει αναπτυχθεί στις Η.Π.Α.

Το **κόστος είναι σημαντικό** και είναι δύσκολο να εξυπηρετηθεί μία μεγάλη πόλη.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Προστασία έναντι διαρροής των διασταλαζόντων.
- Προστασία των απορριμμάτων από την επαφή με τη βροχόπτωση.

Ένα τέτοιο κτίριο μπορεί να εξυπηρετήσει 25.000 κατοίκους για 10 περίπου χρόνια.

# Πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

Τα πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

1. Είναι η πιο **οικονομική** μέθοδος (από τις περιβαλλοντικά αποδεκτές).
2. Απαιτεί **μικρό κεφάλαιο** επενδύσεων υποδομής.
3. Είναι **πλήρης μέθοδος**, δεν αφήνει δηλαδή υπόλειμμα, όπως π.χ. η καύση, η οποία αφήνει στάχτες ως υπόλειμμα, οι οποίες πρέπει να διατεθούν.
4. Είναι **μέθοδος ευέλικτη** σε ξαφνική αύξηση της ποσότητας των απορριμμάτων.
5. Η **αποκατάσταση** του χώρου μπορεί να δημιουργήσει π.χ. ένα πάρκο και να κάνει τη λύση της υγειονομικής ταφής μακροπρόθεσμα ωφέλιμη για το περιβάλλον.
6. Το παραγόμενο **μεθάνιο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο.



# Μειονεκτήματα της υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

Η μέθοδος έχει και ορισμένα μειονεκτήματα όπως:

1. Υπάρχει μεγάλη **δυσκολία εξεύρεσης** των κατάλληλων χώρων.
2. Πολλές φορές οι χώροι είναι αρκετά **μακριά** από το πολεοδομικό συγκρότημα και έτσι η μεταφορά των απορριμμάτων είναι πολυδάπανη.
3. Χρειάζεται **καθημερινή φροντίδα** (σκέπασμα με χώματα) αλλιώς η υγειονομική ταφή γίνεται απλή απόρριψη η οποία είναι μία μέθοδος μη αποδεκτή περιβαλλοντικά.
4. Υπάρχουν πολλές φορές **διαμαρτυρίες** των περίοικων.
5. Πολλές φορές και ιδίως όταν τα απορρίμματα δεν υφίστανται συμπίεση, το έδαφος υφίσταται **καθίζηση**.
6. Παράγεται **μεθάνιο** το οποίο μπορεί να προκαλέσει φωτιές, εκρήξεις ή να δημιουργεί ανεπιθύμητες οσμές.
7. Τα **διασταλάζοντα** νερά μπορεί να ρυπάνουν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

# Παράμετροι επιλογής κατάλληλου χώρου για υγειονομικά ταφή

1. Η περιοχή πρέπει να είναι ελεύθερη από ρέον ή στάσιμο νερό.
2. Πρέπει να είναι κοντά στο πολεοδομικό συγκρότημα, του οποίου τα σκουπίδια θέλουμε να διαθέσουμε.
3. Πρέπει να είναι **υδρογεωλογικά αποδεκτή**. Συγκεκριμένα καλό είναι τα πετρώματα που βρίσκονται εκεί να έχουν μικρή διαπερατότητα στο νερό και να μην υπάρχει στα εδάφη από κάτω νερό που θα χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση πόλεων.
4. Πρέπει να απέχει ο χώρος της υγειονομικής ταφής τουλάχιστον **500 μέτρα** από το πλησιέστερο σπίτι.
5. Πρέπει ο χώρος να έχει **καλή προσπελασιμότητα** για τα απορριμματοφόρα, να υπάρχουν δηλαδή οι κατάλληλοι δρόμοι ή να είναι εύκολο να γίνουν.
6. Πρέπει να υπάρχουν κοντά στο χώρο ρεύμα, νερό και αποχέτευση.
7. Οι **χρήσεις της γης** έχουν μεγάλη σημασία. Δεν είναι λογικό να χρησιμοποιηθεί γη μεγάλης αξίας (π.χ. γεωργική με μεγάλες αποδόσεις σε καλλιέργειες ή τουριστική).
8. **Αποκλείονται** περιοχές:
  - Αρχαιολογικού ενδιαφέροντος για λόγους οπτικής ρύπανσης και αποφυγής δυσοσμίων.
  - Ιδιαίτερου φυσικού κάλλους για τους ίδιους περίπου λόγους.
  - Που είναι κοντά σε αεροδρόμιο γιατί οι γλάροι που πολλές φορές μαζεύονται σε ΧΥΤΑ δημιουργούν προβλήματα στους κινητήρες των αεροπλάνων.
9. Τέλος σημαντικό ρόλο παίζει και το **ιδιοκτησιακό καθεστώς** της γης. Η γη που ανήκει στο κράτος είναι προτιμότερη από αυτήν που ανήκει σε ιδιώτες.

# Μεθοδολογία επιλογής κατάλληλων χώρων για ΧΥΤΑ

Υπάρχει ένας σημαντικός βαθμός υποκειμενικότητας στις μελέτες για επιλογή ΧΥΤΑ.

Η υποκειμενικότητα αυτή εστιάζεται σε δύο σημεία:

1. Στην επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης
2. Στην επιλογή του συντελεστή βαρύτητας του κάθε κριτηρίου.
3. Στη βαθμολόγηση των χαρακτηριστικών του χώρου υγειονομικής ταφής.

Δεν υπάρχει ενιαίος πίνακας επιλογής των συντελεστών βαρύτητας του κάθε κριτηρίου που να ισχύει για όλη την Επικράτεια.

Στην πράξη ο κάθε μελετητής έχει 3 επιλογές:

- Να αντιγράψει κάποιον από τους προηγούμενους μελετητές
- Να αυτοσχεδιάσει
- Να ακολουθήσει έναν πίνακα αξιολόγησης κριτηρίων που προτείνεται από τοπικούς φορείς (ΟΤΑ, Περιφέρειες, κτλ.)

**Το πρώτο στάδιο** είναι **παίρνοντας το χάρτη** της περιοχής να διαγράψουμε τις περιοχές όπου δεν μπορεί να χωροθετηθεί ο ΧΥΤΑ. Τέτοιες περιοχές είναι:

- Περιοχές αρχαιολογικού τουριστικού ενδιαφέροντος.
- Δάση.
- Προστατευόμενες περιοχές (π.χ. από τη συνθήκη RAMSAR ή περιοχές υπό ένταξη στο δίκτυο NATURA).
- Περιοχές κοντά στη θάλασσα ή κοντά σε λίμνες, υγρότοπους, ή πολύ κοντά σε ποτάμια και ρέματα.
- Περιοχές εξαιρετικά δυσπρόσιτες (π.χ. πολύ ψηλά σε ένα βουνό).
- Περιοχές εντός ορίων σχεδίου πόλης ή οικισμών ή εντός ορίων οικοδομικών συνεταιρισμών ή περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης.
- Περιοχές κοντά σε αεροδρόμια.
- Περιοχές όπου ισχύει απαγόρευση που έχει σχέση με θέματα Εθνικής Ασφάλειας και Άμυνας.

# Πίνακας αξιολόγησης κριτηρίων επιλογής ΧΥΤΑ

A/A	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΜΑΔΑΣ	ΟΜΑΔΕΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ
1	20 %	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	10	2.00
2			ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	20	4.00
3			ΔΙΕΛΕΥΣΗ - ΣΥΡΡΟΗ ΟΜΒΡΙΩΝ	10	2.00
4			ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	15	3.00
5			ΕΥΧΕΡΕΙΑ ΠΡΟΣΚΤΗΣΗΣ ΧΩΡΟΥ	15	3.00
6			ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΧΩΡΟΥ - ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ	10	2.00
7			ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	3	0.60
8			ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ	3	0.60
9			ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ	8	1.60
10			ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ -ΔΕΗ –ΟΤΕ	6	1.20
11	30 %	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ (>2000 μ.)	25	7.5
12			ΟΠΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΥΨΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	15	4.5
13			ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ, ΧΩΡΟΥΣ ΑΝΑΨΥΧΗΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ, ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ	20	6.00
14			ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ (ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ)	20	6.00
15			ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	10	3.00
16			ΓΕΝΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	5	1.50
17			ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ (ΥΨΟΜΕΤΡΟ)	5	1.50
18	35 %	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ	ΥΠΑΡΞΗ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΥ	25	8.75
19			ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΠΑΝΙΔΑ – ΧΛΩΡΙΔΑ	10	3.50
20			ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΑ - ΟΣΜΕΣ - ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ	10	3.50
21			ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	10	3.50
22			ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	10	3.50
23			ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ	10	3.50
24			ΠΛΗΜΜΥΡΟΠΑΘΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗ	10	3.50
25			ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	15	5.25
26	15 %	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΩΝ	20	3.00
27			ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΧΩΡΟΥ	40	6.00
28			ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	30	4.50
29			ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	10	1.50

# Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ

## Προστασία από τα διασταλάζοντα νερά



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Προβλήματα στο χώρο της υγειονομικής ταφής μπορούν να δημιουργηθούν από:

- Τα **νερά διήθησης** δηλαδή αυτά που από την ατμόσφαιρα διοχετεύονται στο έδαφος (νερά βροχής).
- Τα **νερά κατείσδυσης** τα οποία μετακινούνται από ανώτερο σε κατώτερο στρώμα εδάφους.



**Σχήμα 10.12** Εισροή διασταλαζόντων στη μονάδα συλλογής και επεξεργασίας στη Μαυροράχη. Το χρώμα είναι ενδεικτικό του υψηλού οργανικού φορτίου.

# Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ

## Προστασία από τα διασταλάζοντα νερά



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Τα καλύτερα εδάφη για υγειονομική ταφή είναι τα αδιαπέρατα για τα νερά (π.χ. σχιστόλιθοι).

Τα ημιδιαπερατά (αργιλλοαμμώδη, ψαμμίτης) μπορούν να γίνουν δεκτά υπό προϋποθέσεις, ενώ τα διαπερατά (αμμώδη) είναι τελείως ακατάλληλα.

Έδαφος	Διαπερατότητα (μέτρα/ημέρα)
Άργιλλος	$10^{-2}$ - $10^{-7}$
Άμμος- χαλίκια	2-2000
Ψαμμίτης	0.3-3
Ασβεστόλιθος	$10^{-4}$ - $10^{-1}$
Γρανίτης	$10^{-3}$

# Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ

## Προστασία από τα διασταλάζοντα νερά

### 3 επιλογές διαχείρισης για τα διασταλάζοντα νερά:

1. **Επεξεργασία διασταλαζόντων με αερισμό.** Αυτή είναι η περίπτωση στο ΧΥΤΑ Λάρισας. Πρέπει να τονισθεί πάντως ότι η επεξεργασία των διασταλαζόντων είναι πολύ δύσκολη, γιατί το οργανικό φορτίο των διασταλαζόντων είναι συνήθως περίπου 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό των αναπεξέργαστων οικιακών υγρών αποβλήτων.
2. **Μεταφορά στην πλησιέστερη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (ΜΕΥΑ),** αραίωση με λύματα και επεξεργασία. Στο ΧΥΤΑ Βόλου υπάρχει αγωγός που συνδέει τη δεξαμενή των διασταλαζόντων με το αποχετευτικό δίκτυο και εκεί με τη ΜΕΥΑ Βόλου.
3. **Ανακύκλωση,** όταν έχει επικρατήσει στο χώρο του ΧΥΤΑ ανομβρία για αρκετές ημέρες. Τότε τα διασταλάζοντα μπορούν με αντλίες να ανακυκλωθούν μέσα στο χώρο διάθεσης απορριμμάτων. Με τον τρόπο αυτό από τη μια το πρόβλημα περιορίζεται τοπικά και από την άλλη δημιουργείται η απαραίτητη υγρασία η οποία βοηθάει τους μικροοργανισμούς να αποδομήσουν τις οργανικές ουσίες που βρίσκονται μέσα στα απορρίμματα.



Σχήμα 10.13 Αερόβια επεξεργασία διασταλαζόντων στο ΧΥΤΑ Λάρισας.



Σχήμα 10.14 Δεξαμενή αερόβιας επεξεργασίας διασταλαζόντων στο ΧΥΤΑ Μαυρο-ράχης Θεσσαλονίκης.



# Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ

## Προστασία από τα διασταλάζοντα νερά



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ



**Σχήμα 10.15** Προχωρημένη επεξεργασία με αντίστροφη ώσμωση διασταλαζόντων στο ΧΥΤΑ Μαυροράχης.



**Σχήμα 10.16** Λιμνοδεξαμενή συλλογής διασταλαζόντων στο ΧΥΤΑ Ταγαράδων.

# Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ

## Προστασία από το βιοαέριο

Το **βιοαέριο** που παράγεται στους ΧΥΤΑ αν αφεθεί ελεύθερο μπορεί να προκαλέσει **πυρκαϊές και δυσοσμίες**. Αν όμως συλληχθεί (με ειδικούς διάτρητους αγωγούς που διαπερνούν το σώμα του ΧΥΤΑ) **μπορεί να αξιοποιηθεί** κατά τους παρακάτω τρόπους:

- Παραγωγή ζεστού νερού.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. Ταγαράδες στον παλαιό ΧΥΤΑ Θεσσαλονίκης).

Σε κάποιους ΧΥΤΑ δεν έχει αρχίσει ακόμη η εκμετάλλευση του βιοαερίου, το οποίο πρέπει να σημειωθεί ότι αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Τέτοια είναι η περίπτωση του βιοαερίου του ΧΥΤΑ Βόλου όπου το βιοαέριο απλώς καίγεται σε πυρσό, για να μη διοχετεύεται έτσι στο περιβάλλον.



**Σχήμα 10.17** Εγκαταστάσεις αξιοποίησης του βιοαερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο ΧΥΤΑ Ταγαράδων.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την πλήρωση των χώρων διάθεσης.

Οι πιο σημαντικές είναι οι παρακάτω:

## **Μέθοδος πλήρωσης επιπέδων χώρων με φατνώματα, με εκσκαφή.**

Κατά τη μέθοδο αυτή ο χώρος χωρίζεται σε φατνώματα (κυψέλες) ορθογωνικής διατομής με εμβαδό 3-10 στρέμματα.

Η επιθυμητή επιφάνεια του φατνώματος εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. Ποσότητα προσκομιζομένων απορριμμάτων
2. Ετήσια ποσότητα των βροχοπτώσεων
3. Επιθυμητό ύψος πλήρωσης
4. Επιθυμητή υγρασία

Ενδεικτικές διαστάσεις για τέτοια φατνώματα είναι μήκος 100 m, πλάτος 30 m και βάθος (ύψος) 5 m.

## Μέθοδος πλήρωσης επιπέδων χωρίς εκσκαφή.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν το έδαφος είναι ακατάλληλο για την εκσκαφή τάφρων (σκληρό και βραχώδες έδαφος, υψηλός υδροφόρος ορίζοντας).

Η διαφορά της με την προηγούμενη μέθοδο είναι ότι στην περίπτωση αυτή το φάτνωμα δημιουργείται με περιμετρικά επιχώματα. Κατασκευάζονται πρώτα τα επιχώματα στις τρεις πλευρές και αφήνεται η τέταρτη ελεύθερη ώστε να μπαίνουν τα απορριμματοφόρα. Όταν τελειώσει το φάτνωμα, κατασκευάζεται και το επίχωμα της τέταρτης πλευράς.

## Μέθοδος πλήρωσης λάκκων.

Χρησιμοποιείται εκεί όπου υπάρχουν φυσικές ή τεχνητές κοιλότητες, π.χ. χαράδρες, λατομεία, δανειοθάλαμοι, κτλ.

Η ακριβής τεχνική εδώ εξαρτάται από τη γεωμετρία του χώρου, τα υδρολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά και την προσπέλαση προς το χώρο.

Στην περίπτωση χαράδρας π.χ., η διάθεση των απορριμμάτων αρχίζει χαμηλά από το κάτω μέρος και προχωρεί προς τα πάνω σε στρώσεις.