



ΕΛΚΕΠΑ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ : 300 ώρες

1997

ΕΛΚΕΠΑ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ

**ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**



**Στέφανος Αν. Κώνστας
Δρ. Χημικός-Τεχνικός Σύμβουλος**

Δεκέμβριος 1997

ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ **ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχει ήδη αρχίσει στην Ελλάδα μια μεγάλη προσπάθεια να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα των διάσπαρτων σε όλη τη χώρα τεράστιων όγκων απορριμμάτων, που την ρυπαίνουν και ασχημίζουν, δημιουργώντας ταυτόχρονα πολύ σοβαρούς κινδύνους μη αντιστρέψιμης μόλυνσης του εδάφους και των υπόγειων νερών.

Τα επόμενα χρόνια αναμένεται να δαπανηθούν εκατοντάδες δισεκατομμύρια δραχμές στον τομέα της διαχείρισης των κάθε είδους απορριμμάτων. Οι προγραμματισμένες και υπό μελέτη επενδύσεις αφορούν όλους τους τομείς, από τη συλλογή - μεταφορά ως τη διάθεση και πρέπει σε κάθε περίπτωση, να αφορούν έργα που θα καλύπτουν τις ανάγκες της κάθε περιοχής, με τις ιδιαιτερότητές της και τα ειδικά προβλήματά της.

Μεγάλη έμφαση, στα πλαίσια αυτά, έχει δοθεί στην οργάνωση συστημάτων ανάκτησης υλικών που απορρίπτονται, με στόχο την εξοικονόμηση πρώτων υλών ή ενέργειας, αλλά και τη μείωση των όγκων των προς διάθεση απορριμμάτων.

Στον τομέα αυτόν γίνεται σήμερα μια εκτεταμένη προσπάθεια σε όλες τις χώρες του κόσμου και δαπανώνται δισεκατομμύρια ECU, σε προσπάθειες που πολλές φορές, δυστυχώς, βρίσκονται σε λάθος κατεύθυνση και οδηγούν σε αποτυχία.

Οι αντίστοιχες προσπάθειες που έγιναν στη χώρα μας είναι περιορισμένες, συνήθως αποσπασματικές και τα αποτελέσματά τους, συχνά, αρνητικά ή απογοητευτικά.

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι να βοηθήσει στην προσπάθεια εξεύρεσης του ορθότερου τρόπου διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων, καθώς και να προσδιορίσει τους παράγοντες που πρέπει να εκτιμηθούν, για την επιλογή των συστημάτων και των σχετικών διαδικασιών.

Η σωστή αξιολόγηση θα επιτρέψει και την ορθή ιεράρχηση των στόχων της διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων, που αποτελούν σήμερα μείζονα παράγοντα ρύπανσης σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο και, ιδιαίτερα μάλιστα, σε πυκνοκατοικημένες και αναπτυσσόμενες πόλεις

Επειδή γράφονται πάρα πολλά και λέγονται ακόμη περισσότερα, για τις δυνατότητες αξιοποίησης των απορριμμάτων, απαραίτητη προϋπόθεση της επιτυχίας οποιουδήποτε προγράμματος, είναι να γίνουν σαφείς στους

εμπνευστές του ορισμένες βασικές αρχές που διέπουν όλο το σύστημα και επηρεάζουν τη θετική ή αρνητική του πορεία.

1η αρχή.

Δεν υπάρχει σήμερα κερδοφόρος τρόπος διάθεσης - αξιοποίησης των αστικών απορριμμάτων. Οποιοσδήποτε τρόπος και να ακολουθηθεί θα συνεπάγεται ένα μεγαλύτερο ή μικρότερο κόστος, που θα πρέπει να καλύψει ο πολίτης, σύμφωνα με τον γνωστό και από όλους αποδεκτό κανόνα ότι "ο ρυπαίνων πληρώνει".

2η αρχή.

Όπως προκύπτει από όλες τις δημοσιεύσεις, που στηρίζονται σε μια τεράστια διεθνή εμπειρία, όσο πιο φιλικό στο περιβάλλον είναι ένα σύστημα διάθεσης, τόσο μεγαλύτερο είναι και το κόστος του. Έτσι, το κόστος αυξάνεται περίπου με την ακόλουθη σειρά:

1. Απόρριψη
2. Απλή ταφή
3. Υγειονομική ταφή
4. Ανάκτηση υλικών και προϊόντων
5. Αποτέφρωση σε ειδικές εγκαταστάσεις
6. Βιολογική επεξεργασία

3η αρχή.

Οποιοδήποτε σύστημα διάθεσης και να εφαρμοσθεί, τουλάχιστον 25-30% και ως 95% των απορριμμάτων, υπό μορφή προϊόντων διαλογής, τέφρας, υπολειμμάτων επεξεργασίας κ.λπ. θα καταλήξει σε ταφή. Συνεπώς η υγειονομική ταφή δεν καταργείται σε καμιά περίπτωση.

4η αρχή.

Η ανάκτηση εμπορεύσιμων και επαναξιοποιήσιμων υλικών και προϊόντων από το μίγμα των αστικών απορριμμάτων αποτελεί ουτοπία. Μόνον τα μαγνητικά υλικά (σίδηρος) είναι δυνατόν να διαχωρισθούν σε σχετικά καθαρή κατάσταση. Για να αξιοποιηθούν - ανακυκλωθούν, συνεπώς, ορισμένα συστατικά των απορριμμάτων, πρέπει να συλλεγούν χωριστά, σε όσο το δυνατόν καθαρότερη κατάσταση, με μηδενικές σχεδόν προσμίξεις. Από το μίγμα μπορεί να παραχθεί μόνο κομποστ, συνήθως ακατάλληλο για γεωργικές εφαρμογές και καύσιμο (RDF).

5η αρχή.

Κάθε προσπάθεια ανάκτησης υλικών - ανακύκλωσης, είναι καταδικασμένη σε αποτυχία αν δεν έχει προηγηθεί υπομονετική και μακρόχρονη ενημέρωση των πολιτών, για την εξασφάλιση της ενεργού συμμετοχής τους και της πιστής εφαρμογής των σχετικών οδηγιών.

6η αρχή.

Ακόμη και αν η χωριστή συλλογή και ανάκτηση γίνει τέλεια και αποτελεσματικά, για να πετύχει μία προσπάθεια ανακύκλωσης - αξιοποίησης των ανακτώμενων συστατικών πρέπει να έχουν λυθεί τα προβλήματα μεταφοράς και διάθεσής τους

2. ΓΕΝΙΚΑ**Προέλευση**

Σύμφωνα με την Οδηγία 91/156/ΕΟΚ, "κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει ή σκοπεύει ή υποχρεούται να απορρίψει" θεωρείται απόρριμμα.

Η Δημοτική Αρχή είναι υπεύθυνη για την αποκομιδή και διάθεση των απορριμμάτων που παράγονται στην περιοχή της.

Στα δημοτικά απορρίμματα περιλαμβάνονται απορρίμματα από διάφορες πηγές, οι κυριότερες από τις οποίες είναι:

1. τα νοικοκυριά
2. τα γραφεία
3. τα ξενοδοχεία και εστιατόρια
4. οι κοινόχρηστοι χώροι, πάρκα, δρόμοι, πλατείες, γήπεδα, λαϊκές αγορές κλπ.
5. οι εμπορικές επιχειρήσεις
6. οι βιοτεχνίες
7. οι βιομηχανίες
8. τα νοσοκομεία
9. οι βιολογικοί καθαρισμοί
10. οι οικοδομές και άλλα έργα πολιτικού μηχανικού (μπάζα και προϊόντα εκσκαφών)

Πρ' όλο που τα κυρίως αστικά απορρίμματα προέρχονται από τις δραστηριότητες 1-5, ο Δήμος πρέπει να αντιμετωπίσει το σύνολο των απορριμμάτων από κάθε πηγή

Ποσότητες και σύνθεση των αστικών απορριμμάτων

Οι ποσότητες και η σύνθεση των αστικών απορριμμάτων (ΑΑ) ποικίλλουν ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο και την σύνθεση των δραστηριοτήτων κάθε Δήμου και κάθε συνοικίας.

Από τις διάφορες μετρήσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς στην χώρα μας από διάφορους φορείς έχει προκύψει ότι η παραγωγή ΑΑ ανά κάτοικο κυμαίνεται από 1-1,5 χγρ/ημέρα, με τάση ανόδου, ενώ η σύνθεση κυμαίνεται στα όρια που δείχνει ο πίνακας που ακολουθεί:

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	% κατά βάρος
Υπολείμματα τροφών	40-60
Χαρτί-χαρτόνι	18-22
Γυαλί	4-6
Μέταλλα	5-10
Πλαστικά	5-15
Υφάσματα, ξύλα, δέρμα κλπ.	3-8
Αδρανή	3-5
Τοξικά και επικίνδυνα	1-2
Ογκώδη αντικείμενα	3-5
Υγρασία	30-35

Στην κατηγορία των τοξικών και επικίνδυνων ανήκουν

1. τα φυτοφάρμακα και οικιακά εντομοκτόνα
2. τα υλικά καθαρισμού και απολυμαντικά
3. τα φάρμακα
4. τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά
5. οι συσσωρευτές και οι μπαταρίες
6. οι βαφές και τα διαλυτικά
7. λοιπά χημικά προϊόντα
8. τα μολυσματικά

Τα προϊόντα αυτά είναι εκείνα που δημιουργούν τα μεγαλύτερα προβλήματα σε κάθε προσπάθεια αξιοποίησης ή διάθεσης των ΔΑ και η αποτελεσματική απομακρυσή τους αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας, για τα περισσότερα συστήματα επεξεργασίας και διάθεσης.

Εκτός από τα οικιακά και εμπορικά-βιοτεχνικά, οι ΟΤΑ έχουν να αντιμετωπίσουν και την διαχείριση των απορριμμάτων από βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής τους. Τα απορρίμματα αυτά συνήθως δεν είναι δυνατόν να ενταχθούν στα οικιακά και πρέπει να αντιμετωπισθούν με ειδικούς τρόπους, ανάλογα με την ποσότητα και την σύστασή τους.

Σοβαρότατα προβλήματα δημιουργούνται σε ορισμένους ΟΤΑ από τα αγροτικά απορρίμματα, που κυμαίνονται από περιπτώματα ζώων, ως κλαδέματα και αποσύρσεις προϊόντων, με πολύ έντονες, συχνά εποχικές αιχμές.

Οι βιολογικοί καθαρισμοί αποτελούν μία ακόμη πηγή μεγάλων ποσοτήτων στερεών που πρέπει να διατεθούν από τους Δήμους. Οι απομακρυνόμενοι κατά τις διεργασίες ρύποι συμπυκνώνονται σε μορφή λάσπης, που συχνά απαιτεί πρόσθετη επεξεργασία, πριν διατεθεί είτε σε ΧΥΤΑ είτε ως εδαφοβελτιωτικό, ή με άλλον τρόπο.

Στρατηγική αντιμετώπισης

Σύμφωνα με την πολιτική της ΕΕ για το περιβάλλον, οι δραστηριότητες για την αντιμετώπιση του συνεχώς διογκούμενου προβλήματος, που λέγεται διαχείριση των απορριμμάτων, ιεραρχούνται ως εξής:

1. Ελαχιστοποίηση στην πηγή (στα σημεία παραγωγής)
2. Ανάκτηση προϊόντων
3. Ανάκτηση υλικών
4. Ανάκτηση ενέργειας
5. Τελική διαθεση υπολειμμάτων

Είναι εύλογο και προφανές ότι το πρώτο βήμα σε κάθε προσπάθεια αντιμετώπισης των βουνών απορριμμάτων που μεγαλώνουν συνέχεια, θα έπρεπε να είναι η συστηματική προσπάθεια για μείωση της παραγωγής τους.

Δυστυχώς η μείωση, που σημαίνει κυρίως μείωση των υλικών συσκευασίας και κατάργηση των περιεκτών (δοχείων, μπουκαλιών, βάζων κλπ.) μιάς χρήσης δεν είναι ένα μέτρο που μπορεί να εφαρμοσθεί τοπικά μόνο.

Επειδή η επιβολή τέτοιων περιορισμών θα είχε ευρύτερες οικονομικές συνέπειες όπως ¹

- μείωση στην κατανάλωση πρώτων υλών
- δυσμενείς επιπτώσεις στην διανομή σε μεγάλες αποστάσεις
- ευμενείς επιπτώσεις για τους τοπικούς παραγωγούς
- περιορισμό θέσεων εργασίας σε παραγωγούς πρώτων υλών και προϊόντων συσκευασίας
- εφαρμογή οικονομικών κινήτρων για την επαναχρησιμοποίηση, όπως συμβαίνει με τα μπουκάλια της μπίρας

η εφαρμογή τους θα πρέπει να γίνει με ευρύτερη συναίνεση και συνεννόηση ομάδων κρατών (ΕΕ, ΟΟΣΑ κλπ).

Υπάρχει βέβαια η πίεση των περιβαλλοντικών οργανώσεων και άλλων συνειδητοποιημένων ομάδων για τον περιορισμό της άσκοπης κατανάλωσης, με επιβολή χρησιμοποίησης δοχείων πολλών χρήσεων, για την προστασία των διαθέσιμων πόρων του Πλανήτη μας και την μείωση των εκπομπών που θεωρείται ότι συμβάλλουν στην εξέλιξη του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά, προς το παρόν, η πίεση αυτή δεν μπορεί να υπερνικήσει την οργανωμένη αντίσταση των μεγάλων συμφερόντων που θα έθιγαν μέτρα αυτού του είδους.

Ενθαρρυντικά μηνύματα έρχονται από ορισμένες χώρες, όπως η Γερμανία, όπου η επιβολή ειδικού τέλους συσκευασίας στα πλαίσια της “πράσινης βούλας” (der grüne Punkt) με την οποία σφραγίζονται τα ανακυκλώσιμα υλικά συσκευασίας, επέσπε τις βιομηχανίες να αναζητήσουν τρόπους να μειώσουν τα χρησιμοποιούμενα υλικά, και ήδη να παρατηρείται κάποια μείωση στην χρήση των υλικών αυτών.

Επιλογή μεθόδου διαχείρισης

Η επιλογή της μεθόδου, ή καλλίτερα των συνδυασμών μεθόδων, που θα εφαρμοσθούν σε κάθε περίπτωση για την διαχείριση των ΑΑ, πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

1. την κατάσταση που επικρατεί σήμερα, από άποψη ποσοτήτων και σύνθεσης στην συγκεκριμένη περιοχή
2. την βραχυπρόθεσμα προβλεπόμενη εξέλιξη με βάση τις σημερινές τάσεις
3. την μακροπρόθεσμα αναμενόμενη εξέλιξη με βάση τις υπάρχουσες και υπό προετοιμασία Οδηγίες της ΕΕ, καθώς και τις τάσεις που διαμορφώνονται σε άλλες πιο εξελιγμένες, στον τομέα αυτόν, χώρες

Η εμπειρία άλλων χωρών έδειξε ότι υπήρξαν πολύ θεαματικές μεταβολές στην εικόνα της διαχείρισης των απορριμμάτων, που προκλήθηκαν από την επιτυχή εφαρμογή προγραμμάτων μείωσης ή/και ανακύκλωσης. Το αποτέλεσμα ήταν να υποαπασχολούνται πολύ μεγάλες επενδύσεις, κυρίως σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης, που είχαν πραγματοποιηθεί με βάση την εικόνα που επικρατούσε πριν λίγα χρόνια, με αντίστοιχα δυσμενή οικονομικό αντίκτυπο για τους ΟΤΑ και ιδιώτες που είχαν προχωρήσει σε αυτές τις επενδύσεις.

Στην χάραξη της στρατηγικής πρέπει επίσης να καταβληθεί ιδιαίτερη προσοχή για να μην παρασυρθεί ο ΟΤΑ στην παγίδα των πολύπλοκων και ακριβών σε κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων, που εξυπηρετούν περισσότερο τα συμφέροντα των κατασκευαστικών εταιριών και λιγότερο τους πολίτες για τους οποίους προορίζονται. Η επιβολή ιδιαίτερα αυστηρών περιορισμών στην σύνθεση των αποβλήτων, των εκπομπών, του κομποστ κλπ. πολύ συχνά γίνεται κάτω από την πίεση των lobby των κατασκευαστικών εταιριών και όχι για ουσιαστική προστασία της υγείας ή των πόρων της Γης.

Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι, αν ακολουθηθεί στην Ελλάδα ο ρυθμός επενδύσεων και μεθόδων επεξεργασίας των στερεών απορριμμάτων που ακολουθήθηκε στην Γερμανία, η ετήσια δαπάνη ανά κάτοικο θα πρέπει να φθάσει τις 250.000 δρχ. που σημαίνει σε πανελλήνιο επίπεδο 2,5 τρισεκατομμύρια τον χρόνο!!

Με βάση τη σύνθεσή τους, η οποία δεν παρουσιάζει συνήθως πολύ σημαντικές διακυμάνσεις, τα αστικά απορρίμματα (ΑΑ) μπορούν να αποτελέσουν πηγή για:

α. Ανάκτηση υλικών

Τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- - το χαρτί
- - το γυαλί
- - το αλουμίνιο
- - ο σίδηρος
- - τα πλαστικά (εφ' όσον διαχωρισθούν ανάλογα με τη σύνθεσή τους).

β. Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού

Η παραγωγή γίνεται με ζύμωση του οργανικού κλάσματος αλλά υπάρχει κίνδυνος να μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί το προϊόν, αν περιέχει ανεπιθύμητες τοξικές προσμίξεις όπως τα βαρέα μεταλλα.

γ. Παραγωγή ενέργειας

Η παραγωγή γίνεται είτε με θερμική επεξεργασία του συνόλου του μίγματος των απορριμμάτων σε ειδικούς κλιβάνους ή ανιδραστήρες, είτε με αναερόβια ζύμωση του οργανικού κλάσματος (μετά κατάλληλη επεξεργασία) για την παραγωγή βιοαερίου. Τα υπολείμματα των επεξεργασιών αυτών, αδρανή, τέφρες κλπ. οδηγούνται σε χώρους ταφής.

Όποια μέθοδος από τις παραπάνω και να εφαρμοσθεί, αποτελεί ουσιαστικά μια "ανακύκλωση" ή "αξιοποίηση" των συστατικών των απορριμμάτων, σε αντιδιαστολή με την απόθεσή τους σε χώρους ταφής.

Στα προγράμματα αυτά δεν εντάσσονται τα μη αστικής προέλευσης απορρίμματα, για τα οποία ισχύουν σε γενικές γραμμές τα ακόλουθα:

Βιομηχανικά-βιοτεχνικά: Εάν είναι συμβατά από άποψη σύνθεσης με τα αστικά, τότε γίνονται αποδεκτά στα κέντρα παραλαβής ΑΑ. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να διατεθούν με φροντίδα και ευθύνη των παραγωγών τους, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στους περιβαλλοντικούς όρους που ισχύουν για κάθε μονάδα.

Οικοδομικά-μπάζα: Μπορούν να αξιοποιηθούν σαν υλικό επικάλυψης των ΑΑ. Επειδή όμως ο χώρος σε ΧΥΤΑ υψηλών προδιαγραφών είναι και περιορισμένος και δαπανηρός, πρέπει να γίνονται δεκτές μόνο οι ποσότητες που είναι αναγκαίες για την επικάλυψη. Η περίσσεια πρέπει να οδηγείται σε άλλους χώρους, όπως π.χ. αποκατάσταση παλαιών λατομείων, ή να αξιοποιείται ξανά σε οικοδομικές και κατασκευαστικές εργασίες.

Επικίνδυνα-τοξικά-μολυσματικά: Η διαχείριση των απορριμμάτων αυτών αποτελεί αντικείμενο σχεδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Η Κόρινθος θα πρέπει να ενταχθεί στον σχεδιασμό αυτό, που αναμένεται να αρχίσει να εφαρμόζεται τα προσεχή χρόνια.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναπτύσσονται προτάσεις για την διάθεση των ΑΑ της Κορίνθου.

3. ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΑΡΧΗΣ

Οι ΟΤΑ έχουν υποχρέωση να συλλάγουν και να διαθέτουν τα στερεά δημοτικά απορρίμματα κατά τρόπο σύννομο, που δεν υποβαθμίζει το περιβαλλον. Η υποχρέωση αυτή ισχύει ακόμη και όταν ο ΟΤΑ έχει αναθέσει σε ιδιώτη μέρος ή το σύνολο της εργασίας αυτής.

Παράλληλα ο ΟΤΑ ελέγχει και επιβλέπει τον τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων άλλων, μη αστικών δραστηριοτήτων, όπως βιομηχανίες, γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες κλπ., αναλαμβάνοντας κατά περίπτωση και την συλλογή και διάθεση των προϊόντων αυτών.

Για την κάλυψη των δαπανών της διαχείρισης, ο ΟΤΑ επιβαρύνει αντίστοιχα τους παραγωγούς των απορριμμάτων με τα τέλη διαχείρισης που είναι ανταποδοτικού χαρακτήρα. Ο υπολογισμός των τελών αυτών πρέπει να γίνεται με τρόπο που να επιτρέπει την χρηματοδότηση και των μακροπρόθεσμων αναγκών που δημιουργούνται από την διάθεση, όπως είναι π.χ. το κλείσιμο των χωματερών ή ΧΥΤΑ, αλλά και η χρηματοδότηση νέων έργων διάθεσης.

Για την χάραξη της στρατηγικής και την διευκρίνιση των στόχων της, ο ΟΤΑ πρέπει να λάβει υπόψη του σημαντικό αριθμό στοιχείων και δεδομένων, τα κυριότερα από τα οποία είναι ²

- Διατάξεις και περιορισμοί τοπικής ισχύος.
- Η ισχύουσα εθνική νομοθεσία.
- Οι ισχύοντες κανονισμοί της Ε.Ε.
- Οι διαφαινόμενες τάσεις στην διαχείριση και την νομοθεσία, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Οι ποσότητες αστικών, βιομηχανικών, γεωργικών απορριμμάτων που παραγονται στην περιοχή, η σύνθεσή τους και οι διακυμάνσεις παραγωγής στην διάρκεια του χρόνου.
- Οι ποσότητες τοξικών επικίνδυνων ή μολυσματικών απορριμμάτων που πρέπει να αντιμετωπισθούν.
- Οι αναμενόμενες βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες εξελίξεις από άποψη ποσοτήτων και σύνθεσης των απορριμμάτων.
- Οι επιπτώσεις του τρόπου διαχείρισης στις άλλες δραστηριότητες της περιοχής.
- Ενδεχόμενοι περιορισμοί από γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής.
- Τελευταίο αλλά σημαντικότερο, η εξασφάλιση της συνεργασίας και αποδοχής των πολιτών στις αποφάσεις και την υλοποίησή τους.

Η κοινωνική αποδοχή και συμμετοχή είναι αναγκαία όχι μόνο κατά το στάδιο αναζήτησης της θέσης των έργων, αλλά και κατά την επιλογή του τρόπου διάθεσης, δεδομένου ότι ο τρόπος διάθεσης επηρεάζει τον τρόπο συλλογής, την έκταση της συμμετοχής του πολίτη στις διαδικασίες, αλλά και το ύψος της δαπάνης που θα επιμερίζεται με τα ανταποδοτικά τέλη.

Βασικό λοιπόν στοιχείο σε κάθε προσπάθεια θα είναι η σωστή, πλήρης και έγκαιρη ενημέρωση των πολιτών και των άλλων φορέων που θα κληθούν να

συμμετάσχουν στην εφαρμογή της αλλά και να υποστούν τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και άλλες επιπτώσεις της.

Η ενημέρωση πρέπει να δίνει την πλήρη εικόνα της επικρατούσας κατάστασης και των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων, καθώς και των αναμενομένων επιπτώσεων, που, πέρα από τις οικονομικές και περιβαλλοντικές που αναφέρθηκαν, θα αφορούν και συμμετοχή των πολιτών και φορέων στην όλη διαδικασία, π.χ. με διαλογή στην πηγή, προσκόμιση ορισμένων υλικών σε συγκεκριμένα σημεία, δημιουργία χώρων για κάδους κλπ.

Η εμπειρία από άλλες χώρες έχει δείξει ότι η διαδικασία της ενημέρωσης πρέπει να διαρκέσει τουλάχιστον ένα εξάμηνο, να καλύψει όλους τους εμπλεκόμενους πολίτες και άλλους φορείς και να διεκπεραιωθεί από πρόσωπα που θα έχουν εκπαιδευθεί κατάλληλα.

4. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

Μέχρι ακόμη τα μέσα του περασμένου αιώνα, τα αστικά απορρίμματα ήταν κυρίως υπολείμματα τροφών και περιπτώματα, τα οποία ήταν περιζήτητα από τους αγρότες γύρω από τις πόλεις, που τα χρησιμοποιούσαν ως λίπασμα. Γινόταν δηλαδή μία πλήρης ανακύκλωση. Έτσι η πόλη του Παρισιού έκανε κάθε χρόνο πλειοδοτικό διαγωνισμό για την επιλογή του φορέα που θα αναλάμβανε την αποκομιδή των κάθε είδους απορριμμάτων.

Η παραγωγή των συνθετικών λιπασμάτων, αλλά και η αύξηση της παρουσίας μη ζυμώσιμων συστατικών στα σκουπίδια, άλλαξε γρήγορα την εικόνα, με αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων στην διάθεση. Έτσι άρχισαν να δημιουργούνται γύρω από τις πόλεις οι “χωματερές”, δηλαδή χώροι όπου συσσωρεύονταν τα σκουπίδια. Εκεί η σήψη, οι χοίροι και άλλα ζώα που έβροσκα, αλλά και οι αυταναφλέξεις, φρόντιζαν για την μείωση του όγκου, έτσι ώστε να μην γεμίζουν γρήγορα οι διαθέσιμοι χώροι.. Για την καταπολέμηση της δυσσομίας γινόταν σε αρκετές περιπτώσεις περιοδικά μία κάλυψη των σκουπιδιών με χώμα και μπάζα.

Γύρω στο 1900 η παραγωγή των απορριμμάτων είχε αρχίσει να δημιουργεί πρόβλημα χώρου διάθεσης και έτσι κατασκευάστηκαν οι πρώτες μονάδες αποτέφρωσης, που αποτελούνταν από ένα κατακόρυφο φούρνο, τύπου απλού καμινιού, όπου γινόταν από επάνω η τροφοδοσία και από κάτω η αφαίρεση της στάχτης³.

Οι δύο αυτές μέθοδοι, απόθεση στο έδαφος και αποτέφρωση, κυριαρχούν και σήμερα ως τρόποι διάθεσης, έχοντας όμως βελτιωθεί σταδιακά, στις προηγμένες χώρες, ώστε να περιορισθούν οι οχλήσεις από εκπομπές τοξικών και δύσοσμων ουσιών, τόσο στη ατμόσφαιρα όσο και στο έδαφος και τα νερά.

Στην Χώρα μας υπερέχουν ακόμη αριθμητικά οι χώροι απόρριψης και ανεξέλεγκτης καύσης, ενώ η μεγαλύτερη χωματερή της Ελλάδας (που ανήκει και στις μεγαλύτερες της Ευρώπης) και που δέχεται τα σκουπίδια της μείζονος Αθήνας, αποτελεί και μία από τις μεγαλύτερες εστίες ρύπανσης στον Ελληνικό

χώρο, αφού το μόνο μέτρο προστασίας που λαμβάνεται είναι η επικάλυψη των απορριμμάτων με μπάζα.

Για την κατάργηση αυτών των απαράδεκτων καταστάσεων, αλλά και κάτω από την πίεση της ανάγκης περιορισμού στην σπατάλη υλικών και ενέργειας, έχει αναπτυχθεί σήμερα ένα πλέγμα τεχνολογιών διάθεσης των απορριμμάτων, ενώ η νομοθεσία γίνεται ολοένα αυστηρότερη και απαιτητικότερη στα θέματα αποφυγής ρύπανσης από τα σκουπίδια.

Όπως είναι ευνόητο, οι νέες, “καθαρές”, τεχνολογίες, έχουν και σημαντικά μεγαλύτερο κόστος. Η, εκ πρώτης όψεως, δυσμενής αυτή εξέλιξη, έχει και μία πολύ θετική πλευρά. Αποτελεί αντικίνητρο στην αύξηση του βάρους και του όγκου των απορριμμάτων και κινητήριο δύναμη για την οργάνωση μεθόδων ανάκτησης υλικών από τα σκουπίδια, που και αυτή έχει ένα πολύ δημαντικό κόστος.

5. ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

Μετά την γενική επιταγή μείωσης των απορριμμάτων, η γενική κατεύθυνση σήμερα είναι να αξιοποιηθεί ότι είναι δυνατόν από τα συστατικά τους και να καταλήξει σε ταφή μόνο το αδρανές υπόλειμμα που δεν μπορεί να έχει καμία άλλη χρήση. Όπως θα αναπτυχθεί σε επόμενο κεφάλαιο, υπάρχουν σοβαρές αντιρρήσεις προς την γραμμή αυτή, από εκείνους που έχουν την άποψη ότι η ταφή δεν είναι απλή επικάλυψη και “κρύψιμο”, αλλά ότι ένας καλά σχεδιασμένος ΧΥΤΑ μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργεί σαν βιολογικός αντιδραστήρας που δίνει την δυνατότητα να αξιοποιηθεί, με χαμηλό κόστος, ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας που περιέχεται στα απορρίμματα.

Η μείωση του προς ταφή κλάσματος μπορεί να γίνει με αποτέφρωση, οπότε θάβεται μόνο η τέφρα, που αντιπροσωπεύει μόνο το 25-30% του αρχικού βάρους και ελάχιστο κλάσμα του αρχικού όγκου. Μπορεί ακόμη να γίνει με ανάκτηση, ανακύκλωση, υλικών και προϊόντων που απορρίπτονται, είτε με διαχωρισμό στην πηγή, από τους παραγωγούς των απορριμμάτων, είτε, μηχανικά σε κεντρικές εγκαταστάσεις.

Τα προϊόντα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν αντί να ταφούν είναι μόνο οι γυάλινες συσκευασίες. Τα υλικά είναι τα ακόλουθα:

ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ
γυαλί	επανάτηξη για κατασκευή νέων περιεκτών, κατά κανόνα εγχρώμων.
χαρτί	πολτοποίηση για παραγωγή νέων προϊόντων χαρτόμαζας, συνήθως χαμηλής ποιότητας, ή καύση για παραγωγή ενέργειας
αλουμίνιο	επανάτηξη και παραγωγή όμοιων προϊόντων, υψηλής ποιότητας
σιδηρος	επανάτηξη και παραγωγή χαλύβων, χαμηλότερης κατά κανόνα ποιότητας
πλαστικά	Ανάλογα με την καθαρότητά τους από επαναχρησιμοποίηση, αντί για παρθένο υλικό, ως καύση για παραγωγή ενέργειας
υπολείμματα τροφών	Ζύμωση για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (κομπόστ), είτε αερόβι είτε αναερόβια, οπότε ανακτάται και ενέργεια

Δεδομένου ότι ο οικονομικότερος τρόπος διάθεσης είναι πάντα η υγειονομική ταφή (ΧΥΤΑ), ακόμη και όταν τηρούνται σχολαστικά όλοι περιβαλλοντικοί όροι που περιορίζουν στο ελάχιστο τις οχλήσεις, η έκταση κατά την οποία γίνεται μείωση των ποσοτήτων με ανάκτηση, αποτέφρωση κλπ., αποτελεί συνάρτηση της διαθεσιμότητας χώρων για κατασκευή ΧΥΤΑ και πόρων για την χρηματοδότηση κατασκευής και λειτουργίας των άλλων μονάδων.

Όπως αναφέρθηκε σε διεθνή συνέδρια του 1994 ⁴, και 1995 ⁵, ⁶, παρ' όλο που τα στοιχεία κάθε χώρας δεν είναι απολύτως συγκρίσιμα, η γενική εικόνα των τρόπων διάθεσης των αστικών απορριμμάτων σε διάφορες χώρες της γης, το 1990, ήταν αυτή που δείχνει ο ακόλουθος πίνακας:

ΧΩΡΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ %				
	Απόθεση	Ανακύκλ.	Κομποστ	Καύση	Άλλοι
Αυστρία	68	16	3	12	0
Καναδάς	82	10	0	9	0
Δανία	30	7	9	54	0
Φινλανδία	77	19	2	2	0
Γαλλία	47	4	6	37	6
Γερμανία	77	0	3	17	3
Ελλάδα	100	0	0	0	0
Ουγγαρία	85	0	1	10	4
Ιρλανδία	100	0	0	0	0
Ιταλία	90	0	0	6	4
Ιαπωνία	34	3	0	74	0
Λουξεμβούργο	30	0	0	70	0
Ολλανδία	43	4	4	34	0
Νορβηγία	85	12	0	23	1
Πολωνία	100	0	0	0	0
Ισπανία	75	0	20	0	0
Σουηδία	44	13	3	41	0
Ελβετία	15	0	8	77	0
Ηνωμ. Βασίλειο	70	0	0	15	5
Η.Π.Α.	67	15	2	16	0

Στον πίνακα αυτόν φαίνονται διάφορες που δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική κατάσταση και οφείλονται στον τρόπο που δηλώθηκαν από κάθε χώρα τα στοιχεία διαχείρισης .

Ετσι η Γερμανία π.χ. εμφανίζεται με ανακύκλωση μηδέν διότι, προφανώς, τα υλικά που ανακυκλώνονται στην πηγή δεν θεωρούνται απορρίμματα. Σε αρκετές χώρες το γενικό άθροισμα υπερβαίνει το 100%, επειδή στα απορρίμματα που καταλήγουν σε ταφή περιλαμβάνονται και οι τέφρες της καύσης απορριμμάτων που έχουν ήδη υπολογισθεί στο σύνολο.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η ταφή, σε όλες τις παραλλαγές της, ενώ η καύση έχει εξαπλωθεί κυρίως σε χώρες όπου υπάρχουν προβλήματα εξεύρεσης χώρων για ταφή. Η μέθοδος που εμφανίζει την μεγαλύτερη άνοδο και προς την οποία έχουν στρέψει την προσοχή τους όλες οι χώρες, είναι η ανακύκλωση, η οποία είναι σήμερα ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος για την μείωση των ποσοτήτων των απορριμμάτων.

Μία εικόνα της κατάστασης που επικρατεί σήμερα στον τομέα της διάθεσης των απορριμμάτων, μας δίνει το άρθρο του John Aquino, που δημοσιεύθηκε στο Waste Age Οκτ. 1994 που στηρίζεται σε ανακοινώσεις σε διεθνή συνέδρια της χρονιάς εκείνης και οι ανακοινώσεις των Giagnorio και Rogalski στο συνέδριο της ISWA το 1995. Παραθέτουμε χαρακτηριστικά στοιχεία:

Αλβανία. Τα μισά απορρίμματα συγκεντρώνονται σε δεξαμενές από σκυρόδεμα, όπου καίγονται. Ρακοσυλλέκτες, κυρίως τσιγγάνοι συλλέγουν μετά τα ανακυκλώσιμα, που διατίθενται κυρίως στην αγορά της Ελλάδας.

Αυστρία: Δίνεται μεγάλη έμφαση στην χωριστή συλλογή και επεξεργασία του οργανικού κλάσματος. Το ποσοστό ανάκτησής του στην Βιέννη φθάνει το 40% με στόχο το 60%. Λειτουργούν 55 αερόβιες και μία αναερόβια μονάδα κομποστ. 6 εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν ακόμη μηχανική διαλογή για τον διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος.

Λειτουργούν επίσης μεγάλες μονάδες αποτέφρωσης με παραγωγή ενέργειας.

Αυστραλία: 17 εκατομ. κάτοικοι παράγουν 14 εκατομ. τόννους απορρίμματα, από τα οποία το 46% αστικά, 39% επαγγελματικά και 15% από οικοδομές. Ανακυκλώνεται πάνω από το 25%. Κόστος 650 εκατ. \$ τον χρόνο. Έχουν στόχο να φθάσει η μείωση των απορριμμάτων που καταλήγουν σε ταφή το 50% το έτος 2.000.

Γαλλία: Εφαρμόζει ένα εθνικό πρόγραμμα ανακύκλωσης, αντίστοιχο της πράσινης βούλας των Γερμανών, με στόχο να μειωθούν τα υλικά συσκευασίας που καταλήγουν στα σκουπίδια κατά 75% ως το 2.000.

Σήμερα οι τρόποι διάθεσης κατανέμονται ως εξής:

Διάθεση απορριμμάτων στην ΓΑΛΛΙΑ			
ΤΡΟΠΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	
		εκατομ.τόν.	%
Καύση με ανάκτ. ενέργειας	80	5,6	28
Καύση χωρίς ανάκτ. ενέργειας	229	2,1	11
Κομποστ	76	1,3	7
Ταφή μετά από άλεση	108	1,1	6
Ταφή απλή	1042	2,4	1,2
Ταφή με συνπίεση	203	6	30
Χωρίς επεξεργασία	;	1,2	6

Χρησιμοποιούνται μόνο μη διαχωρισμένα απορρίμματα για την παραγωγή κομποστ σε 75 εγκαταστάσεις. Επειδή εφαρμόζονται ακόμη οι παλαιές, ανεκτικές προδιαγραφές, το προϊόν βρίσκει εφαρμογή στην γεωργία με κύρια εφαρμογή την αμπελοργία, που απορροφά το 60%.

Γερμανία: Η Γερμανία έχει ένα πολύ καλά οργανωμένο, σε εθνική κλίμακα σύστημα διαχείρισης. Χαρτιά και γυαλιά συγκεντρώνονται χωριστά σε μεγάλο ποσοστό. Τα υπόλοιπα οικιακά διαχωρίζονται σε δύο δοχεία, ανακυκλώσιμα, με την πράσινη βούλα και λοιπά. Σε ορισμένες περιοχές διαχωρίζουν και το ζυμώσιμο κλάσμα, που οδηγείται σε επεξεργασία με αερόβιες ή αναερόβιες μεθόδους για την παραγωγή αξιοποιήσιμου κομποστ.

Η τάση αξιοποίησης του οργανικού κλάσματος επικρατεί βαθμιαία σε όλη την Γερμανία. Τις παλαιές εγκαταστάσεις αερόβιας ζύμωσης, εκτοπίζουν γρήγορα οι αναερόβιες μονάδες, που είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον, καταλαμβάνουν μικρότερη έκταση και παράγουν βιοαέριο.

Το 1993 (P. Scherer) λειτουργούσαν ή ήταν υπόκατασκευή στην Γερμανία αρκετές μονάδες αναερόβιας επεξεργασίας οργανικού κλάσματος προερχόμενου από χωριστή συλλογή. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να υποβληθούν σε αναερόβιο ζύμωση μικτά απορρίμματα, από τα οποία 'χει γίνει διαχωρισμός στην πηγή των ανακυκλώσιμων υλικών. Πρέπει να τονισθεί ότι, το παραγόμενο από τα μικτά απορρίμματα κομποστ, παρουσιάζει ουσιαστικές αποκλίσεις, στην περιεκτικότητα βαρέων μετάλλων, από το προερχόμενο από προδιαχωρισμένο οργανικό κλάσμα, αλλά είναι αξιοποιήσιμο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις.

Αερόβιες μονάδες κομποστ έχουν κατασκευασθεί στην Γερμανία συνολικά γύρω στις 375, δυναμικότητας σε προϊόν από 3.500 ως 17.000 τόννους τον χρόνο. ⁷ Στις δεκαετίες '60 και '70 χρησιμοποιούσαν σαν πρώτη ύλη μίγμα απορριμμάτων, με αποτέλεσμα το προϊόν να μην μπορεί να αξιοποιηθεί στην Γεωργία, λόγω των ανεπιθύμητων προσμίξεων. Η σημερινή τάση είναι να χρησιμοποιείται μόνο προδιαχωρισμένο οργανικό κλάσμα, για διασφάλιση της ποιότητας

Το κόστος του προγράμματος της πράσινης βούλας, για την ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας, βαρύνει τους παραγωγούς, που το μετακυλίνουν στην κατανάλωση. Η επιτυχία του προγράμματος ήταν τόσο μεγάλη, ώστε τα υλικά που συγκεντρώθηκαν ξεπέρασαν τις δυνατότητες απορρόφησης από την βιομηχανία και προκλήθηκε μεγάλη πτώση των τιμών του παλιόχαρτου, πριν 2-3 χρόνια. Τώρα τα πράγματα τείνουν να ισορροπήσουν. Τα ανακτώμενα πλαστικά εξάγονται κατά μεγάλο ποσοστό σε χώρες όπως η Βουλγαρία, η Ινδία κλπ. όπου διαχωρίζονται χειρονακτικά και επαναχρησιμοποιούνται.

Η επιτυχία αυτή της ανακύκλωσης είχε την απρόσμενη δυσμενή συνέπεια ότι, τα συγκροτήματα αποτέφρωσης των αστικών απορριμμάτων, που είχαν διαστασιολογηθεί με βάση τις ποσότητες που είχαν μετρηθεί πριν την εφαρμογή του προγράμματος, να υποαπασχολούνται σήμερα (1997) σε σημαντικό βαθμό, λόγω της σημαντικής μείωσης των ποσοτήτων που συλλέγονται.

Δανία: Το οργανικό κλάσμα αποτελείται από 1.800.000 τ/έτος που αναλύονται σε

530.000 τ/έτος οικιακά

325.000 από πάρκα και κήπους

720.000 βιομηχανικά

230.000 βιολογική ιλύς

Στόχος είναι η ανάκτηση να φθάσει το 65-80%.

Λειτουργούν 101 αερόβιες μονάδες κομποστ και 11 αναερόβιες για χωριστά συλλεγόμενα ζυμώσιμα. Υπάρχει επίσης σύστημα επιδότησης για οικιακή παραγωγή κομποστ

Ιταλία. Μόνο 56% των απορριμμάτων διατίθεται κατά σωστό τρόπο. Το υπόλοιπο καταλήγει σε σε χωματερές που δεν ανταποκρίνονται στις σημερινές απαιτήσεις.

Σημαντικό μέρος της διάθεσης έχει αναληφθεί από εταιρίες του ιδιωτικού τομέα. Η χωριστή συλλογή φθάνει μόλις τους 300.000 τόννους το χρόνο και ο μέσος όρος ανάκτησης υλικών είναι:

γυαλί	52%
χαρτί	47%
πλαστικά	0,08%
αλουμίνιο	0,1%

Οι τρόποι διάθεσης των απορριμμάτων κατανέμονται ως εξής:

Διάθεση απορριμμάτων στην ΙΤΑΛΙΑ			
ΤΡΟΠΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	
		εκατομ.τόν.	%
Καύση	43	2,8	15
Ταφή	800	14,8	81
Άλλοι τρόποι (ανακύκλωση, κομποστ κλπ.)	30	0,75	4

Η παραγωγή κομποστ στηρίζεται κυρίως σε οργανικό κλάσμα από μηχανική διαλογή, αλλά ο στόχος είναι να εφαρμόσουν σύντομα την διαλογή του στην πηγή.

Ισπανία: Αντιμετωπίζεται να αρχίσει και εδώ χωριστή συλλογή του οργανικού κλάσματος, που σήμερα διαχωρίζεται μηχανικά για παραγωγή κομποστ

Λατινική Αμερική: Το σύνολο των απορριμμάτων, που συλλέγονται ουσιαστικά μόνο από τις πόλεις, καταλήγει σε χώρους απόρριψης, από όπου ομάδες ρακοσυλλεκτών ξεδιαλέγουν ότι μπορεί να έχει κάποια αξία.

Νορβηγία: Από τις πολλές μονάδες κομποστ που είχαν κατασκευασθεί την δεκαετία του '70, για την επεξεργασία οργανικού κλάσματος από μηχανική διαλογή, λειτουργούν σήμερα το πού 1 ή 2. Γίνεται προσπάθεια να προσαρμοσθούν οι εγκαταστάσεις σε οργανικό κλάσμα συλλεγόμενο χωριστά.

Ολλανδία: Λειτουργούν 25 μονάδες κομποστ και άλλες σχεδιάζονται, για την επεξεργασία οργανικών από χωριστή συλλογή.

Σουηδία: Εδώ έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στην ανακύκλωση, με αποτέλεσμα η ανάκτηση υλικών να έχει φθάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα. Οι στόχοι για το 1997 ήταν:

Αλουμίνιο	90%
Χαρτόνι	65%
Γυαλί	90%
Φιάλες PET	90%
Λοιπά πλαστικά	65%
Χάλυβας	70%

Περίπου τα μισά απορρίμματα καταλήγουν σε ΧΥΤΑ και 20% σε καύση, με παραγωγή ενέργειας για την θέρμανση κατοικιών. Κομποστ παράγεται μόνο από το 2% των απορριμμάτων.

Ηνωμένο Βασίλειο: Και εδώ η έμφαση δίνεται στην ανακύκλωση, με στόχο να επιτύχουν το 25% ως το 2.000, πράγμα για το οποίο δεν είναι τόσο αισιόδοξοι. 85% των απορριμμάτων καταλήγει σε ΧΥΤΑ. Μεγάλο μέρος των δραστηριοτήτων στον τομέα ασκείται από ιδιωτικές εταιρίες.

Από τους 34 αποτεφρωτήρες που αναφέρονται το 1995, μόνο 4 παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και ένας ατμό για θέρμανση. Πάντως σήμερα προωθούνται και μεγάλες μονάδες αποτέφρωσης με ανάκτηση ενέργειας.

ΗΠΑ: Οι περισσότερες πολιτείες έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους μείωσης των απορριμμάτων, κυρίως με ανακύκλωση. Ηδη έχουν πετύχει μείωση περισσότερο από 20%, με ποσοστά ανακύκλωσης

Αλουμίνιο	70%
Χαρτόνι	60%
Γυαλί	25%
Φιάλες PET & HDPE	25%
Χαρτιά γραφείου	30%
Εφημερίδες	50%
Διάφορα	7%

Όπως δείχνουν και τα στοιχεία από τις παραπάνω χώρες, το κύριο βάρος για την αντιμετώπιση των προβλημάτων διάθεσης των απορριμμάτων έχει πέσει στα προγράμματα ανακύκλωσης.

7. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ανακύκλωση είναι η διαδικασία κατά την οποία άχρηστα υλικά ή αντικείμενα που καταλήγουν ή θα κατέληγαν στα απορρίμματα, διαχωρίζονται και επαναξιοποιούνται κατά διάφορους τρόπους,

Παρά το γεγονός ότι η διαδικασία αυτή, λιγότερο ή περισσότερο οργανωμένα, γίνεται από τότε που τα άχρηστα υπολείμματα συγκεντρώνονται σε ειδικούς χώρους, δηλαδή εδώ και χιλιάδες χρόνια, αξίζει να αναφερθεί ότι η διεθνής λέξη για την ανακύκλωση - *recycling* - ούτε αναφερόταν καν στην έκδοση του 1970 του WEBSTER'S COLLEGIATE DICTIONARY.

Είναι λοιπόν ένας πολύ πρόσφατος όρος και είναι φυσικό να του δίνονται διάφοροι ορισμοί. Ο παραστατικότερος είναι εκείνος που θεωρεί την ανακύκλωση σαν σύστημα βελτιστοποίησης της αξιοποίησης των πόρων, με στόχο το καλό της ανθρωπότητας, αλλά και τη μείωση των παραγομένων απορριμμάτων.

Μετά την μείωση, η ανακύκλωση είναι η αποτελεσματικότερη απάντηση λύση στο σύνδρομο Παραγωγή - Κατανάλωση - Απόρριψη, που κυριαρχεί στη ροή των υλικών της σημερινής καταναλωτικής κοινωνίας. Η επιτυχία της όμως δεν είναι πάντα εξασφαλισμένη και προϋποθέτει πολύ καλή προεργασία και ενεργό συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μερών.

Η ανακύκλωση μπορεί να γίνει για ένα ή περισσότερους από τους ακόλουθους λόγους:

1. Οικονομικοί λόγοι

Οικονομικά συμφέρουσα είναι η ανακύκλωση, όταν το κόστος συλλογής και μεταφοράς από το σημείο παραγωγής στο σημείο αξιοποίησης των υλικών είναι χαμηλότερο από το αντίτιμο που καταβάλλει η εταιρεία που τα αξιοποιεί.

Αυτό μπορεί να συμβαίνει όταν:

- -το κόστος συλλογής είναι μικρό, ή η τιμή διάθεσης υψηλή
- - το προϊόν είναι καθαρό και καλής ποιότητας
- - η απόσταση μεταφοράς είναι μικρή
- - οι ποσότητες είναι αρκετά σημαντικές

Ετσι οι περισσότερες βιομηχανίες - βιοτεχνίες που παράγουν προϊόντα από χαρτί, πλαστικό, μέταλλο, τα "στράφια" τους τα πωλούν στις βιομηχανίες παραγωγής. Το ίδιο κάνουν με τα σπασμένα γυάλινα μπουκάλια οι εταιρείες εμφιαλώσεως καθώς και οι βιομηχανίες επεξεργασίας μετάλλου.

2. Οικολογικοί λόγοι

α) Ανακυκλώνουμε το χαρτί για να σωθούν δέντρα, το γυαλί και το αλουμίνιο για εξοικονόμηση ενέργειας, τα πλαστικά για οικονομία πετρελαίου και για περιορισμό της οπτικής ρύπανσης.

β) Ανακυκλώνουμε για να περιορίσουμε την ρύπανση που προκύπτει από την παραγωγή πρωτογενών υλικών.

γ) Ανακυκλώνουμε ακόμη για να μην παραμείνουν στο περιβάλλον τα άχρηστα υλικά, που χρειάζονται χρόνια ή αιώνες για να αφομοιωθούν, ή που δεν αφομοιώνονται ποτέ.

Η πρώτη περίπτωση πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή, επειδή δεν είναι βέβαιο ότι επιτυγχάνει πάντα το στόχο της.

Ετσι ήδη υπάρχει αντίλογος για την ανάκτηση του χαρτιού, από τις χώρες που καλλιεργούν δέντρα για την παραγωγή του, με τον εύλογο ισχυρισμό ότι πρόκειται για ανανεώσιμη βιομάζα, από καλλιέργειες, συνεπώς η κατανάλωσή της δεν κάνει ζημιά στο περιβάλλον.

Ακόμη η ενέργεια που εξοικονομείται από την ανακύκλωση π.χ. γυαλιού, μπορεί να είναι λιγότερη από εκείνη που ξοδεύεται για τη συγκέντρωση και μεταφορά των άδειων μπουκαλιών πίσω στο υαλουργείο.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την ανακύκλωση των βασικών συστατικών - αλουμίνιο, χάλυβας, χαρτί, γυαλί - συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-ΙΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΑ

	Αλουμίνιο	Χάλυβας	Χαρτί	Γυαλί
Μείωση :	%	%	%	%
Κατανάλωση Ενέργειας	90 - 97	47 - 74	23 -74	4 - 32
Ατμοσφαιρική ρύπανση	95	85	74	20
Ρύπανση νερών	97	76	35	-
Κατανάλωση νερού	-	40	58	70

ΠΗΓΗ: Α. Κουσκουρης - Υπ. Εσωτερικων

Τα οφέλη αυτά φυσικά αφορούν το ευρύτερο οικοσύστημα της χώρας ή και ολοκλήρου του πλανήτη και δεν μπορούν να αξιολογηθούν ενιαία κατά την εκτίμηση της σκοπιμότητας μιας οργάνωσης ανακύκλωσης.

Έτσι μια ανακύκλωση που "συμφέρει" οικολογικά για μια περιοχή, μπορεί να είναι ουσιαστικά αδιάφορη για μια άλλη και, όπως και η οικονομικότητα, έτσι και η οικολογική αξία της ανακύκλωσης πρέπει να ελέγχεται σε κάθε περιοχή ιδιαίτερως.

3. Λόγοι έλλειψης χώρων και υψηλού κόστους του τρόπου διάθεσης.

Σε πολλές, κυρίως πυκνοκατοικημένες και αναπτυγμένες περιοχές, έχουν δημιουργηθεί πολύ σοβαρά προβλήματα από την έλλειψη εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων.

Κύριοι τρόποι διάθεσης του συντριπτικά μεγαλύτερου ποσοστού των απορριμμάτων σήμερα, είναι η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση. Από τα εξεταζόμενα υλικά,

- το χαρτί αποσυντίθεται αργά στον ΧΥΤΑ αλλά είναι και καύσιμο
- το πλαστικό δεν αποσυντίθεται αλλά είναι καύσιμο και μάλιστα με μεγάλη θερμική απόδοση
- το γυαλί δεν αποσυντίθεται και δεν καίγεται
- ο σίδηρος θάβεται σε ένα ΧΥΤΑ, ενώ μετά την αποτέφρωση των απορριμμάτων, ανακτάται από την τέφρα
- το αλουμίνιο, αποσυντίθεται πολύ αργά αλλά δεν ανακτάται από την τέφρα.

-τα οργανικά συστατικά έχουν πολύ υψηλό ποσοστό υγρασίας και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στις εγκαταστάσεις ταφής και αποτέφρωσης, ενώ μπορούν, όταν είναι καθαρά να δώσουν ένα αξιόλογο εδαφοβελτιωτικό.

Σε κάθε περίπτωση, οποιαδήποτε μέθοδος διάθεσης και να εφαρμοσθεί, δεν καταργείται ο ΧΥΤΑ, αλλά μειώνεται σημαντικά ο όγκος των προς υγειονομική ταφή υλικών (τέφρα, ογκώδη κ.λπ.)

8. ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ⁸

Η ανακύκλωση με διαχωρισμό στην πηγή δεν ανήκει στις διαδικασίες διάθεσης των ΑΑ, αλλά επηρεάζει σημαντικά το σύστημα συλλογής-μεταφοράς. Κρίνεται αναγκαίο να γίνει ειδική ανάλυση του θέματος, διότι αποτελεί τον κυριότερο και οικονομικότερο ίσως τρόπο μείωσης των ποσοτήτων των ΑΑ, άρα και εξοικονόμησης χώρου στο ΧΥΤΑ, και θα πρέπει να ενταχθεί το γρηγορότερο στο πρόγραμμα όλων των Δήμων.

Μπορούμε να διακρίνουμε 4 βασικά σχήματα ανακύκλωσης.

α) Ανακύκλωση αυτούσιου προϊόντος, χωρίς αλλαγή μορφής

Τέτοια είναι η επαναχρησιμοποίηση των γυάλινων φιαλών ποτών, των πλαστικών κιβωτίων των φιαλών και των καφασιών των φρούτων.

β) Ανακύκλωση της πρώτης ύλης για την επαναπαραγωγή όμοιων αντικειμένων

Ετσι ανακυκλώνεται το χαρτί με πολυτοποίηση, το γυαλί και τα μέταλλα με τήξη, τα καμμένα λάδια με εξευγενισμό.

γ) Ανακύκλωση και χρησιμοποίηση για άλλους σκοπούς, χωρίς αλλαγή υλικού

Ετσι το υαλόθραυσμα γίνεται πρόσθετο σε οικοδομικά υλικά, το χαρτί ηχομονωτικές πλάκες.

δ) Ανακύκλωση με αλλαγή υλικού

Εδώ ανήκουν η καύση, η πυρόλυση, η παραγωγή κομπόστ, η αναερόβια ζύμωση.

Στο σχήμα 8-1 δίνεται μία σχηματική παράσταση των τρόπων ανακύκλωσης.

Στην έρευνα αυτή δεν θα μας απασχολήσει το πρώτο σύστημα, επειδή είναι εσωτερικό της παραγωγής - διακίνησης των εταιρειών.

Για την ανακύκλωση ισχύει, φυσικά, το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα, σύμφωνα με το οποίο όλες οι φυσικές διαδικασίες εξελίσσονται προς μία

κατεύθυνση, είναι δηλαδή μη αντιστρεπτές. Συνεπώς, η επαναφορά στην αρχική κατάσταση απαιτεί την πρόσδοση έργου.

Η εντροπία αυτή είναι τόσο μικρότερη όσο πιά ομοιογενή είναι τα υλικά που θα ανακυκλωθούν και τόσο μεγαλύτερη όσο πιά πολλές είναι οι προσμίξεις που πρέπει να απομακρυνθούν.

Πρώτος στόχος λοιπόν για καλή και αποδοτική ανακύκλωση είναι η αποφυγή ανάμιξης των υλικών μεταξύ τους, άρα η χωριστή συλλογή των συστατικών των απορριμμάτων.

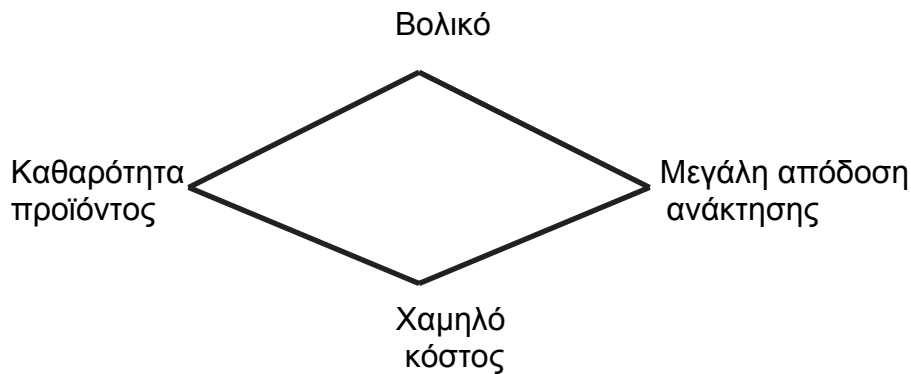
Οι απαιτήσεις που έχει κανείς από ένα σύστημα συλλογής ανακτούμενων υλικών παριστάνονται με τον ρόμβο του σχήματος 8.2.

ΣΧΗΜΑ 8-1

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ					
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ/ΒΙΩΣΙΜΗ					
	ΕΙΔΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ			
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ		<p>ΜΟΝΕΣ ΠΟΡΑΙΩΣΗ ΧΡΗΣΕΩΝ</p> <p>ΣΥΝΕΧΕΤΩΣΕΣ ΠΟΡΑΙΩΣΗ ΧΡΗΣΕΩΝ</p> <p>(Πλαστικά κλάσες φιλμ, Βαρέα μεταφορικά)</p>	ΜΟΝΗ ΑΝΤΙΚΕΙΝ.	ΜΟΝΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΝΑΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ		<p>ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ - ΧΑΡΤΙΟΥ</p> <p>ΑΝΑΘΗΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ</p> <p>ΕΞΕΥΓΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡ. ΘΥΡΥΚΤΕΛΑΙΩΝ</p>	○	+	+
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΆΛΛΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ		<p>ΧΩΡΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ</p> <p>ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΛΗΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ ΣΕ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΠΑΛΗΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ</p>	○	○	+
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ		<p>ΜΕ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ</p> <p>ΚΑΥΣΗ - ΨΥΧΡΟΛΥΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ</p> <p>ΠΑΡΑΓΩΓΗ "ΚΟΜΠΟΣΤ"</p>	○	○	○

+ ΔΙΑΘΕΡΕΙΤΑΙ

○ ΧΑΝΕΤΑΙ

ΣΧΗΜΑ 8-II

Οι τέσσερις απαιτήσεις από το σύστημα συλλογής είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους, αποκλείεται να συνυπάρξουν, και όσο περισσότερο ικανοποιείται η μία, τόσο υποφέρουν οι άλλες.

Ετσι ένα σύστημα βολικό για τον δημότη θα είναι ασφαλώς ακριβότερο από ένα άλλο, όπου ο δημότης καλείται π.χ. να διαχωρίσει και προσκομίσει ο ίδιος τα αξιοποιήσιμα απορρίμματα σε κεντρικό σημείο συλλογής.

Μεγάλη απόδοση ανάκτησης απαιτεί ή μεγαλύτερο έργο του δημότη, ή υψηλότερο κόστος, ενώ απαίτηση για μεγάλη καθαρότητα προϊόντος μειώνει το αξιοποιήσιμο κλάσμα, άρα και την απόδοση.

Αυτή η αντινομία των στόχων πρέπει να μελετηθεί ειδικά σε κάθε περίπτωση, και ο μελετητής να προτείνει την αποδοτικότερη λύση.

Βασική προϋπόθεση για τον σωστό σχεδιασμό της ανακύκλωσης - αξιοποίησης είναι η γνώση της σύνθεσης των απορριμμάτων, αλλά και όλων των τεχνικοοικονομικών στοιχείων της διαχείρισής τους.

Κυρίαρχο ρόλο στην οικονομική αποδοτικότητα ενός συστήματος ανακύκλωσης, παίζει το έμμεσο όφελος που θα προκύψει από την μείωση του προς συλλογή - μεταφορά - διάθεση όγκου των σκουπιδιών.

Ειδικά για το κόστος διάθεσης, πρέπει να τονισθεί ότι θα είναι σοβαρό λάθος κατά την μελέτη να ληφθεί υπ' όψη το σημερινό κόστος διάθεσης, που κυμαίνεται περί τις 1000-2.000 δρχ/τόννο, ποσό εξαιρετικά χαμηλό, επειδή σε όλη σχεδόν την Ελλάδα, τα απορρίμματα διατίθενται από τους ΟΤΑ με τρόπους που προκαλούν υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Το κόστος μιας σωστής υγειονομικής ταφής, σύμφωνης με την κοινοτική οδηγία, αναμένεται ότι θα κυμαίνεται από 15.000 ως 25.000 δραχμές ανά τόνο. Επί πλέον υπάρχει το πρόβλημα του περιορισμένου χώρου σε ένα ΧΥΤΑ καθώς και οι συχνά ανυπέβλητες δυσκολίες για την χωροθέτηση νέων ΧΥΤΑ.

Το κόστος αποτέφρωσης με τρόπο που δεν μολύνεται το περιβάλλον, είναι 50 - 100% υψηλότερο, ενώ η ανάγκη χώρου ΧΥΤΑ μειώνονται στο 25-30%, αλλά δεν καταργούνται.

Οι υψηλές αυτές τιμές δημιουργούν ένα πρόσθετο, οικονομικό αυτή τη φορά, κίνητρο για ανακύκλωση, που μπορεί να εξουδετερώσει ή και να υπερκαλύψει τη διαφορά του κόστους συγκέντρωσης μεταφοράς των προς ανακύκλωση υλικών, από την τιμή διάθεσης.

Όταν λοιπόν εξετάζεται η οικονομική απόδοση ενός συστήματος ανακύκλωσης, πρέπει να συνυπολογίζεται το όφελος που προκύπτει από τη μείωση των προς διάθεση - με ταφή ή αποτέφρωση ή άλλο τρόπο - ποσοτήτων.

9. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Όπως αναφέρθηκε, η ανάκτηση προϊόντων και υλικών μπορεί να γίνει αποτελεσματικά και με καλά ποιοτικά αποτελέσματα, μόνο κατά το στάδιο της συλλογής και αποτελεί ουσιαστικά μέθοδο μείωσης των προς διάθεση απορριμμάτων, και όχι τρόπο διάθεσης.

Παρά το γεγονός ότι, με αυτό το σκεπτικό, η ανακύκλωση δεν εμπίπτει στο αντικείμενο της μελέτης αυτής, κρίθηκε αναγκαίο να γίνει εκτεταμένη και εμπειριστατωμένη ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της, δεδομένου ότι η εφαρμογή της επηρεάζει καθοριστικά τις επιλογές διαδικασιών διάθεσης.

Στα επόμενα κεφάλαια αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάκτηση των βασικότερων υλικών των απορριμμάτων, που είναι:

χαρτί
γυαλί
μέταλλα
πλαστικά
οργανικό κλάσμα

9.1. ΧΑΡΤΙ

9.1.1. Ποσοστό χαρτιού στα απορρίμματα

Στις αναλύσεις, που διενήργησαν ο Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α. και το ΠΕΡΠΑ το 1984 σε διάφορα δείγματα απορριμμάτων της μείζονος περιοχής Αθηνών, προσδιορίστηκε μία περιεκτικότητα σε χαρτί γύρω στο 20% επί των μικτών σκουπιδιών. Αναλύσεις απορριμμάτων που έγιναν σε άλλες ελληνικές πόλεις,

έδωσαν περιεκτικότητες σε χάρτι, που δεν διαφέρουν σημαντικά από τα αποτελέσματα του ΕΣΔΚΝΑ.

Ο αριθμός αυτός είναι οπωσδήποτε αποδεκτός σαν τάξη μεγέθους, ενδέχεται όμως να παρουσιάζει κάποιες αποκλίσεις από την πραγματικότητα για τους εξής δύο λόγους.

α) Δεν προσδιορίστηκε το ποσοστό υγρασίας που περιείχε το χαρτί, υγρασίας που είχε απορροφήσει από τα απορρίμματα κουζίνας κυρίως, με τα οποία ήταν σε επαφή στην πλαστική σακούλα.

β) Ζυγίσθηκαν μόνο τα χαρτιά που ήταν μέσα στους πλαστικούς σάκκους. Συνεπώς, δέματα χαρτιών, χαρτοκιβώτια, περιοδικά κ.λ.π., που καταλήγουν στην χωματερή ή τα συλλέγουν χωριστά οι υπάλληλοι συλλογής των Ο.Τ.Α., καθώς και οι γυρολόγοι, δεν ελήφθησαν υπ'όψη.

Στις μελέτες που έχουν γίνει σε άλλες χώρες, έχουν προκύψει σημαντικές διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε χαρτί.

Συνήθως, όσο ψηλότερο είναι το κατά κεφαλή εισόδημα, τόσο ανεβαίνει η κατανάλωση χαρτιού.

Η συνολική φαινομένη ετήσια κατανάλωση χαρτιού - χαρτονιού στην Ελλάδα ήταν το 1990 γύρω στους 630.000⁹ τόννους, από τους οποίους περίπου 100.000 τόννοι ήταν χαρτί υγείας και σήμερα πρέπει να φθάνει τις 750.000 τόννους περίπου.

Από την ποσότητα αυτή, (Α. Σκορδίλης), ανακυκλώνονταν το 1990 από διάφορα κυκλώματα παλιατζίδων κ.λ.π., γύρω στο 15%, δηλαδή 80.000 τόννοι, ενώ σήμερα η ποσότητα δεν αναμένεται να έχει φθάσει τους προβλεπόμενους 300.000 τόννους, λόγω αθρόας εισαγωγής παλαιού χαρτιού σε χαμηλές τιμές.

Ετσι, από το σύνολο του καταναλισκόμενου στην Ελλάδα χαρτιού, θα έπρεπε να καταλήγουν στις χωματερές γύρω στους 500.000 τόννους/ έτος.

Ετσι αν το σύνολο των απορριμμάτων της χώρας είναι 3,5 εκατομμύρια τόννοι/έτος, με 20% χαρτί, προκύπτουν 700.000 τόννοι/έτος, που καταλήγουν στις χωματερές.

Είναι προφανές λοιπόν ότι, τα στοιχεία που χρησιμεύουν σαν βάση για τους υπολογισμούς έχουν κάποιες αποκλίσεις από την πραγματικότητα, που όμως δεν επηρεάζουν την γενική εικόνα.

9.1.2 Δυνατότητες ανακύκλωσης χαρτιού στην Ελλάδα**9.1.2.1. Γενικά - Τιμή διάθεσης**

Το χαρτί, που μπορεί να ανακυκλωθεί στην παραγωγή, πρέπει να είναι καθαρό, χωρίς προσμίξεις, άρα δεν μπορεί να είναι χαρτί που ανακτήθηκε από το μίγμα των απορριμμάτων. Μπορεί να προέρχεται μόνο από διαχωρισμό και συλλογή στην πηγή.

Το χαρτί που μπορεί να ανακυκλωθεί σήμερα στην χώρα μας, από βιομηχανικά και εμπορικά καταστήματα, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ανακυκλώνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του. Ετσι στόχος για επέκταση της συλλογής είναι κυρίως τα νοικοκυριά, γραφεία και μικρά καταστήματα.

Το χαρτί που μπορεί να συγκεντρωθεί από τα νοικοκυριά αποτελείται κατά 90% από εφημερίδες και περιοδικά και κατά 10% από χαρτόνια, και διάφορες προσμίξεις . Οι ανεπιθύμητες προσμίξεις ποικίλλουν ανάλογα με τον τρόπο συλλογής που εφαρμόζεται.

Αν η συλλογή του χαρτιού γίνεται σε δέματα, τότε οι προσμίξεις είναι ελάχιστες, η ποιότητα του χαρτιού υψηλή και η διάθεση γίνεται χωρίς πρόβλημα. Το χαρτί αυτό μπορεί να διατεθεί απ'ευθείας στις χαρτοβιομηχανίες για πολυτοποίηση. Εκεί μπορεί να γίνει μία διαλογή του χαρτιού εντύπων, από το χαρτί συσκευασίας, που είναι χαμηλότερης ποιότητας.

Αν η συλλογή γίνει σε μεγάλα δοχεία χωριστής συλλογής μόνο για χαρτιά, τότε το πιθανώτερο είναι ότι, στο σημείο συγκέντρωσης, θα πρέπει να οργανωθεί μία διαλογή σε ποιότητες με σύγχρονη απομάκρυνση των ξένων υλών. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται χειρονακτικά σε μεταφορικές ταινίες, και η απόδοσή του μπορεί να υπερβεί τον 1,5 τόννο/εργατώρα.

Η τιμή διάθεσης παλιού χαρτιού κυμαίνεται σημαντικά και επηρεάζεται από διεθνείς παράγοντες. Τον Ιούλιο 1997 οι τιμές οι τιμές χαρτιού παροδοτέου στην βιομηχανία ήταν οι ακόλουθες: ¹⁰

ΕΙΔΟΣ ΧΑΡΤΙΟΥ	ΣΕ ΜΠΑΛΛΕΣ δρχ/κιλό	ΧΥΜΑ δρχ/κιλό
(*) ανάμικτο	10-12	7-10
χαρτοκιβωτίου	14-16	10-13
(*)περιοδικά επιστρεφόμενα σε πακέττα		10-15
εφημερίδες σε δέματα		15-18
δημοσιογραφικό, κοψίδια μεκόλλα	15-18	7
δημοσιογραφικό, κοψίδια χωρίςκόλλα		20-25
σχολικά βιβλία		15
σχολικά βιβλία χωρίς εξώφυλλο		25
λευκά Α', κομπιούτερ, λευκά κοψίδια τυπογραφείου	65-80	50

(*)Σημείωση: Υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην διάθεσή τους

Το συμπέρασμα είναι ότι η αγοράπαλιού χαρτιού έχει γίνει πολύ απαιτητική και ότι για να επιτύχει ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης πρέπει να προσφέρει σταθερή ποιότητα στην αγορά και, αν είναι δυνατόν, υλικό διαχωρισμένο σε κατηγορίες.

9.1.2.2 Κόστος συλλογής παλιού χαρτιού σε άλλες χώρες

Όπως προκύπτει από σωρεία δημοσιευμάτων στον διεθνή τεχνικό τύπο, ο "πράσινο κάδος" των Γερμανών, που είναι ένας κάδος όπου απορρίπτονται όλα μαζί τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά), είναι το ακριβότερο σύστημα, αφού οδηγεί σε ένα απαράδεκτο κόστος συλλογής 60.000 - 90.000,- δρχ./τόννο, ενώ το χαρτί που συγκεντρώνεται είναι μίγμα ποιοτήτων, άρα έχει την χαμηλότερη ποιότητα, και δεν μπορεί να διατεθεί παρά μόνο στην κατώτερη τιμή, δηλαδή κάτω των 10.000,- δρχ./τόννο.

Οι πιο οικονομικοί τρόποι, που δίνουν και καλή ποιότητα χαρτιού, είναι όσοι στηρίζονται στην χωριστή συλλογή για κάθε υλικό. Όπως όμως ήδη αναφέρθηκε είναι τρόποι λιγότερο φιλικόι προς τον πολίτη ,μια και προϋποθέτουν ενεργότερη συμμετοχή του.

Στο βιβλίο του Ο.Ο.Σ.Α. "Οικιακά Απορρίμματα, Επιλεκτική Συλλογή και Ανακύκλωση", που εξέδωσε ελληνικά το ΕΛΚΕΠΑ, ¹¹ περιέχονται στοιχεία κόστους από συλλογή του χαρτιού με το σύστημα πόρτα - πόρτα.

Οι τιμές είναι σε γαλλικά φράγκα, σε ισοτιμίες του 1980. Αν υπολογίσουμε και τον γαλλικό πληθωρισμό, προκύπτουν τιμές συλλογής, σε σημερινές δραχμές, από 8.000,- ως 50.000,- δρχ./τόννο. την μελέτη αυτή προκύπτει ακόμη ότι ο τρόπος οργάνωσης της συλλογής και η συμμετοχή του κοινού παίζουν καθοριστικό ρόλο στην συγκράτηση του κόστους συλλογής σε ανεκτά επίπεδα.

Το κόστος ανάκτησης παλιού χαρτιού συντίθεται από τα εξής στοιχεία:

Το κόστος του τρόπου συγκέντρωσης

Σε αυτό περιλαμβάνεται:

- α) το κεφάλαιο που θα επενδυθεί για δοχεία
- β) το κόστος αναλωσίμων υλικών (π.χ. σύρμα δεματοποίησης)
- γ) τα έξοδα επισκευών και απόσβεση των δοχείων
- δ) το κόστος προσωπικού
- ε) τις διάφορες δαπάνες, όπως ασφάλιστρα κ.λ.π.

Το κόστος συλλογής - μεταφοράς

Σε αυτό περιλαμβάνονται:

- α) Σταθερές δαπάνες των μεταφορικών μέσων, δηλαδή :
 - κόστος κεφαλαίου (απόσβεση, τόκοι, ενοίκιο ή χρονομίσθωση - leasing)
 - φόροι και ασφάλιστρα αυτοκινήτων
 - άλλες δαπάνες, όπως τεχνική επίβλεψη

β) Αναλογικές δαπάνες μεταφοράς, δηλαδή :

- ανταλλακτικά και επισκευές αυτοκινήτων
- συντήρηση
- ελαστικά
- καύσιμα
- λιπαντικά

γ) Δαπάνες προσωπικού

Το κόστος συλλογής - μεταφοράς μπορεί να εκφρασθεί σαν χιλιομετρικό κόστος ή σαν ωριαίο κόστος ή ακόμη και σαν κόστος ανά τόννο χαρτιού, αν διαιρεθεί το συνολικό ετήσιο κόστος με τον συνολικό αριθμό χιλιομέτρων, ωρών εργασίας ή τόννων χαρτιού αντίστοιχα.

Άλλες δαπάνες

Ανάλογα με το σύστημα που εφαρμόζεται, πρέπει να υπολογισθούν επί πλέον τό κόστος της διαλογής και το κόστος συμπίεσης - δεματοποίησης.

Και πάλι έχουμε και εδώ δαπάνες κεφαλαίου, συντήρησης, ενέργειας, εργατικών και αναλωσίμων.

6.1.4 Οικονομικά στοιχεία - τρόπος υπολογισμού

Το οικονομικό αποτέλεσμα μιας προσπάθειας ανακύκλωσης χαρτιού επηρεάζεται από τις εξής μεταβλητές:

1. Το κόστος συγκέντρωσης (ΚΣΧ).

Αν η συγκέντρωση γίνει με ειδικούς κάδους ανακύκλωσης, με χρόνο απόσβεσης την πενταετία, τότε η επιβάρυνση ανά κιλό υπολογίζεται περί τις 5 δρχ.

2. Το κόστος συλλογής και μεταφοράς του παληού χαρτιού σε κεντρικά σημεία για δεματοποίηση και χονδρική διαλογή (ΚΜΧ) εκτιμάται ότι θα φθάνει τις 15 δρχ. ανά κιλό.

3. Το κόστος αποθήκευσης, διαλογής, δεματοποίησης που εκτιμάται σε 5 δρχ/κιλό (ΚΔΧ).

4. Το κόστος μεταφοράς στα εργοστάσια πολτοποίησης (ΚΤΧ) που είναι συνάρτηση της απόστασης που τα χωρίζει και για την Κόρινθο εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται γύρω στις 10.000 δρχ/τόννο.

Το συνολικό κόστος συλλογής δεματοποίησης και μεταφοράς στο εργοστάσιο του χαρτιού φθάνει τις 40.000 δρχ/τόννο.

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι, το παληό χαρτί και χαρτόνι, που συγκεντρώνεται χωριστά και υφίσταται μια στοιχειώδη διαλογή κατά

κατηγορίες, θα μπορεί να διατεθεί στην ενδιάμεση τιμή των 10.000 δρχ/τόννο, με μία ζημιά στο σύστημα γύρω στις 30.000 δρχ/τόννο ανακτώμενο χαρτί.

Ας σημειωθεί ότι η τιμή των 10.000 δρχ/τόννο παρουσιάζει πολύ σοβαρές διακυμάνσεις, εξαρτώμενη κυρίως από την προσφορά παληού χαρτιού από άλλες Κοινοτικές χώρες. Ετσι, στο τέλος του 1993, οι χαρτοβιομηχανίες σταμάτησαν πια να αγοράζουν παληό χαρτί και η τιμή του ανάμικτου έπεσε στις 4-5 δρχ./κιλό.

Συνέπεια αυτού ήταν, αντίστοιχα, να σταματήσουν να συλλέγουν παληό χαρτί οι οργανώσεις και επιχειρήσεις που ασκούσαν την δραστηριότητα αυτή, επειδή δεν εκάλυπταν πια τα έξοδα διακίνησης, συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων.

Για τον σωστό όμως υπολογισμό της οικονομικότητας της ανακύκλωσης του χαρτιού, πρέπει να συνεκτιμηθεί και η εξοικονόμηση δαπανών συλλογής και διάθεσης, προς όφελος του Ο.Τ.Α., από την μείωση του όγκου των προς αποκομιδή απορριμμάτων.

Οι Ο.Τ.Α. δηλαδή θα μπορούσαν να "επιδοτήσουν" τις προσπάθειες ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών, με την οικονομία που προκαλείται στα έξοδα συλλογής και μεταφοράς.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπ.Εσωτερικών, παρατηρούνται σοβαρότατες διακυμάνσεις στον υπολογισμό των δαπανών αυτών από ΟΤΑ σε ΟΤΑ. Για το παράδειγμα αυτό εκτιμήθηκε, ότι 25.000 δρχ. αποτελούν μια αντιπροσωπευτική μέση τιμή.

Όταν ο χώρος διάθεσης γίνει πραγματικός χώρος υγειονομικής ταφής, (ΧΥΤΑ) σύμφωνα και με τη νομοθεσία, τότε η εξοικονόμηση θα κυμαίνεται γύρω στις 15.000-20.000 δρχ./τόννο, με συνέπεια να αλλάζει τελείως το μικτό οικονομικό αποτέλεσμα της ανακύκλωσης του χαρτιού.

Αν ο Δήμος είναι ευνοϊκά τοποθετημένος, σε σχέση με σημαντικές χαρτοβιομηχανίες που χρησιμοποιούν παλιό χαρτί, εκτιμάται ότι μπορεί να εξασφαλίσει ένα όφελος της τάξης των 10-15 δρχ ανά κιλό ανακτώμενου χαρτομίγματος.

Επειδή πάντως οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τους συντελεστές κόστους που αναφέρθηκαν είναι πολλοί, είναι απαραίτητο οι υπολογισμοί έχουν καθαρά ενδεικτικό χαρακτήρα και πρέπει να αποτελούν, σε κάθε περίπτωση, αντικείμενο ειδικής μελέτης για να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα.

9.1.6. Η αγορά παληού χαρτιού στην Ελλάδα

Η διακίνηση μεγάλου μέρους του παληού χαρτιού στην χώρα μας γίνεται κατά τρόπο περιθωριακό, που καταστρατηγεί όλες τις διατάξεις της νομοθεσίας,

χωρίς τήρηση όρων υγιεινής, χωρίς τιμολόγια, από γυρολόγους και μικροεμπόρους, αλλά και από διάφορες “οικολογικές οργανώσεις”.

Συχνά τα καταστήματα, ιδίως εκείνα που έχουν μεγάλες ποσότητες χαρτιού και χαρτονιών, τα τοποθετούν το βράδυ στο πεζοδρόμιο, και το πρωί έχουν εξαφανισθεί.

Οι εργάτες συλλογής συγκεντρώνουν χωριστά όσα χαρτιά και χαρτόνια μπορούν να ξεχωρίσουν και τα παραδίδουν στις "μάνδρες" που περιβάλλουν τις χωματερές.

Μετρήσεις στην Ο.Δ. Γερμανία έδωσαν την ακόλουθη σύνθεση χαρτιού από κατοικίες:

Εφημερίδες	40 - 50%
Περιοδικά	40 - 45%
Χαρτί συσκευασίας	5 - 10%

Η δυνατότητα απορρόφησης δεν είναι ίδια για όλα τα είδη χαρτιού. Με την εξάπλωση της μεθόδου της απομελάνωσης (deinking) έγινε δυνατή η απορρόφηση μεγαλύτερων ποσοτήτων χαρτιών, εφημερίδων και περιοδικών, απαλλαγμένων όμως από άλλες προσμίξεις. Οι χαρτοβιομηχανίες πάντως διαφοροποιούν πολύ σημαντικά τις προσφερόμενες τιμές για ανακυκλισμένο χαρτί, ανάλογα με την προέλευσή του, την ποιότητά του και την καθαρότητά του.

Ας σημειωθεί ότι πριν 2 χρόνια η διεθνής υπερπροσφορά παληού χαρτιού είχε σαν συνέπεια οι τιμές να καταρρακώσουν και στην Ελλάδα, ενώ συχνά οι χαρτοβιομηχανίες δεν μπορούσαν να απορροφήσουν το συλλεγόμενο χαρτί, δημιουργώντας έτσι σοβαρά προβλήματα στις προσπάθειες ανακύκλωσης.

Σήμερα η κατάσταση έχει σχετικά σταθεροποιηθεί και το ενδιαφέρον για παλιό χαρτί είναι αρκετά μεγάλο.

Την στιγμή αυτή υπάρχει στην χώρα ένα κύκλωμα ανακύκλωσης παληού χαρτιού, που κινείται και στον χώρο της παραοικονομίας, αλλά που από άποψη ποσοστού ανακύκλωσης, πρέπει να θεωρηθεί ότι λειτουργεί αποτελεσματικά.

Τα οικονομικά περιθώρια μιας οργανωμένης ανακύκλωσης του χαρτιού είναι πολύ περιορισμένα, υπάρχει δε ο κίνδυνος να ανατραπούν τελείως, αν το έργο αναληφθεί από μεγάλους οργανισμούς, που έχουν κατά κανόνα υψηλότερο κόστος.

Εκείνο που είναι ανμφισβήτητο είναι ότι το χαρτί που θα ανακυκλωθεί πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καθαρότερο για να έχει εμπορική αξία και δεν πρέπει με κανένα τρόπο να έρθει σε επαφή με τα υπόλοιπα οικιακά απορρίμματα. Σημαντικότερο ρόλο συνεπώς, για την ποσοτική και οικονομική επιτυχία ενός δημοτικού προγράμματος ανακύκλωσης, θα παίξει η ευαισθητοποίηση και κινητοποίηση των πολιτών, των οποίων η ενεργός συμμετοχή είναι καθοριστικός παράγοντας.

9.2. ΓΥΑΛΙ

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα στην Ελλάδα, το ποσοστό του γυαλιού στα ελληνικά απορρίμματα κυμαίνεται γύρω στο 2,5%

Συγκεκριμένα έχουν βρεθεί, στην ευρύτερη Αθήνα, διακυμάνσεις από 2,0 - 4,0% και στο Ηράκλειο Κρήτης 1,4%

Με βάση τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι το σύνολο του γυαλιού, που καταλήγει στα ελληνικά απορρίμματα, φθάνει τους 60.000 τόννους περίπου. Η ετήσια φαινόμενη κατανάλωση εκτιμάται (Σκορδίλης 1992) σε 100-120 χιλ τόννους.

Σύμφωνα με το ΥΠ.ΕΣ, η ποσότητα γυαλιού που καταλήγει στα απορρίμματα υπερβαίνει τους 100.000 τόννους τον χρόνο (1989) από το οποίο ανακυκλώνεται το 20%, δηλαδή 20.000 τόννοι περίπου.

Σύμφωνα με άλλη εκτίμηση (Ν. Παπαδόπουλος ¹²) η ανακύκλωση γυαλιού την ίδια χρονιά (1989) ήταν 14.000 τόννοι, ενώ το 1992 έφθασε τους 30.000 τόννους.

Το σύνολο σχεδόν του γυαλιού των απορριμμάτων προέρχεται από συσκευασία (βάζα, φιάλες), ενώ ένα μικρό ποσοστό είναι σπασμένοι υαλοπίνακες και είδη νοικοκυριού.

9.2.2. Η Ελληνική Βιομηχανία Γυαλιού

Υπάρχουν στην χώρα μας πέντε (5) υαλουργεία με μεγάλη κλιμάκωση παραγωγικής ικανότητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2-1

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΥΑΛΟΥΡΓΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ				
ΟΝΟΜΑ	ΠΟΛΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΝΝΟΥΣ		
		φιάλες	υαλοπίνακες	υαλικά
OWENS	Ελευσίνα	85.000		
ΑΕΕΧΠΛ	Δραπετσώνα		60.000	
ΓΙΟΥΛΑ	Αιγάλεω	45.000		7.000
ΚΡΟΝΟΣ	Ελευσίνα			...
ΑΦΟΙ ΒΑΛΑΒΑΝΗ	Λάρισα	18.000		...

Από αυτές είναι κλειστή η εταιρεία OWENS και η συνολική παραγωγή φιαλών αντιστοιχεί σε 100.000 τόννους/έτος περίπου (Ν. Παπαδόπουλος, Χημικά Χρονικά, 1993). Το κενό, που δημιουργείται, καλύπτεται με εισαγωγές. Οι βασικοί αποδέκτες ανακυκλώσιμου γυαλιού είναι η ΓΙΟΥΛΑ και οι ΑΦΟΙ ΒΑΛΑΒΑΝΗ

Από άποψη χρώματος φιαλών, η παραγωγή αναλύεται σε :

- λευκές	60%
- καραμελλέ	25%
- πράσινες	15%

Στην Ελλάδα είναι ακόμη πολύ διαδεδομένες οι φιάλες πολλών χρήσεων. Έτσι οι φιάλες μπύρας, αναψυκτικών και πολλών κρασιών ευρείας κατανάλωσης ανακυκλώνονται για επαναπλήρωση 18 - 32 φορές, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η επίπτωση του κόστους κατασκευής στο κόστος του προϊόντος, ιδίως μάλιστα, επειδή το κόστος επιστροφής της κενής φιάλης είναι αμελητέο, αφού για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα ίδια φορτηγά που διανέμουν τις γεμάτες φιάλες.

9.2.3. Δυνατότητες ανακύκλωσης του γυαλιού

Για να ανακυκλωθεί το γυαλί πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ξένες ύλες, πράγμα που είναι σχετικά απλό, αν δεν προέρχεται από μικτή συλλογή.

Η διαδικασία ανακύκλωσης περιλαμβάνει :

- 1) Θραύση
- 2) Μαγνητική απομάκρυνση σιδηρών καπακιών
- 3) Πλύσιμο
- 4) Κοσκίνισμα, μαγνητικό διαχωρισμό
- 5) Τήξη

Όταν χρησιμοποιείται γυαλί από ανακύκλωση, αντί των πρώτων υλών, επιτυγχάνεται μιά εξοικονόμηση ενέργειας, επειδή η θερμοκρασία τήξης του έτοιμου γυαλιού είναι χαμηλότερη από των συστατικών του.

Προβλήματα στην ανακύκλωση δημιουργεί το χρώμα του γυαλιού. Έτσι για παραγωγή λευκών φιαλών είναι κατάλληλο μόνο λευκό γυαλί.

Καραμελλέ φιάλες μπορούν να παρασκευασθούν από λευκές και καραμελλέ.

Για τις πράσινες μπορεί να χρησιμοποιηθεί μίγμα γυαλιού όλων των χρωμάτων.

Θεωρητικά η ποσότητα που μπορεί να ανακυκλωθεί είναι σχεδόν ίση με την παραγωγή, αν θεωρήσουμε ότι, οι εισαγωγές γυαλιού, σε μορφή συσκευασίας των προϊόντων, είναι ίσες με τις αντίστοιχες εξαγωγές.

Προκύπτει όμως ένα σοβαρό πρόβλημα με το χρώμα των φιαλών. Η ποσότητα των 100.000 τόννων/έτος γυαλί, που χρησιμοποιείται για παραγωγή φιαλών, αναλύεται κατά προσέγγιση σε:

Λευκό	60%	60.000 τόννοι/έτος
Καραμελλέ	25%	25.000 τόννοι/έτος
Πράσινο	15%	15.000 τόννοι/έτος

Αν λοιπόν δεν γίνεται διαχωρισμός των φιαλών ανάλογα με το χρώμα, θα μπορούν να εφαρμοσθεί η ανακύκλωση μόνο για παραγωγή πράσινου γυαλιού, φθάνοντας το πολύ τους 15.000 τόννους/έτος ή, καλύπτοντας έτσι το 100% του συνολικά παραγόμενου πράσινου γυαλιού, που αντιπροσωπεύει όμως μόνο το 15% της ετήσιας Ελληνικής παραγωγής.

Προφανής, συνεπώς, η ανάγκη να γίνεται διαχωρισμός στην πηγή του γυαλιού, και ανάλογα και με το χρώμα - λευκό, καραμελλέ, πράσινο - αν θέλουμε να επιτύχουμε σημαντικό ποσοστό ανακύκλωσης.

9.2.4 Υπολογισμός οικονομικών στοιχείων ανακύκλωσης του γυαλιού.

Για το γυαλί ισχύουν τα αναφερόμενα και στο χαρτί, όπως αντίστοιχος είναι και ο τρόπος υπολογισμού της οικονομικότητας της ανακύκλωσης. Το μικρότερο ποσοστό του γυαλιού, η χαμηλότερη τιμή εξαγοράς από τις υαλοβιομηχανίες, καθώς και το γεγονός ότι υπάρχουν μόνο δύο υαλουργεία που αγοράζουν παλιό γυαλί σήμερα στην Ελλάδα, περιορίζει σημαντικά το οικονομικό ενδιαφέρον για την ανακύκλωσή του.

Οικολογικά κίνητρα είναι δύσκολο να επικληθούν για να δικαιολογηθεί επιδότηση της ανακύκλωσης, δεδομένου ότι το γυαλί καταλαμβάνει μικρό όγκο στους χώρους ταφής, λόγω και του μεγάλου ειδικού του βάρους, ενώ δεν έχει ιδιαίτερα αρνητική επίπτωση στο περιβάλλον, αφού είναι τελείως αδρανές.

Το οικονομικό αποτέλεσμα μιας προσπάθειας ανακύκλωσης γυαλιού επηρεάζεται από τις εξής μεταβλητές:

1. Το κόστος συγκέντρωσης . Αν η συγκέντρωση γίνει με ειδικούς κλάδους ανακύκλωσης, με χρόνο απόσβεσης την πενταετία τότε η επιβάρυνση ανά κιλό υπολογίζεται περί τις 6 δρχ.
2. Το κόστος συλλογής και μεταφοράς του γυαλιού σε κεντρικά σημεία για χονδρική διαλογή που εκτιμάται ότι θα φθάνει τις 20 δρχ. ανά κιλό.
3. Το κόστος αποθήκευσης, διαλογής, που εκτιμάται σε 5 δρχ/κιλό (ΚΔΓ).
4. Το κόστος μεταφοράς στα υαλουργεία που είναι συνάρτηση της απόστασης που τα χωρίζει από τα κέντρα διαλογής. Αν το κόστος μεταφοράς είναι 50 δραχμές/τοννοχιλιόμετρο, μπορεί να φθάσει τις 5 δρχ/κιλό, για μεταφορά σε υαλοβιομηχανία στην Αττική.
5. Η τιμή διάθεσης στα υαλουργεία σήμερα κυμαίνεται γύρω στις 5 δρχ.

6. Με βάση τα στοιχεία αυτά προκύπτει το καθαρό οικονομικό αποτέλεσμα για την ανακύκλωση του γυαλιού που όπως φαίνεται από τον Πίνακα, είναι αρνητικό και κυμαίνεται, γύρω στις 30 δρχ/κιλό γυαλί.

7. Όπως και για την περίπτωση του χαρτιού, τη σωστή οικονομική εικόνα της ανακύκλωσης δίνει η συνεκτίμηση της οικονομίας που επιτυγχάνεται από την αφαίρεση του γυαλιού από το κύκλωμα της συλλογής - διάθεσης των απορριμμάτων.

Ακολουθώντας τους ίδιους συλλογισμούς, όπως στην περίπτωση του χαρτιού, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το όφελος που επιτυγχάνεται προέρχεται από την εξοικονόμηση χώρου ΧΥΤΑ και είναι της τάξης των 10 δρχ/κιλό

9.2.6. Συμπεράσματα - Προτάσεις για το γυαλί

Σήμερα η παραγωγή φιαλών στην Ελλάδα θα κυμαίνεται γύρω στις 100.000 τόννους/έτος.

Η ανακύκλωση, που γίνεται από τα εμφιαλωτήρια και γυρολόγους, φθάνει τις 30.000 - 35.000 τόννους/έτος περίπου.

Αξιόλογη αύξηση της ανακύκλωσης είναι δυνατή μόνο αν γίνεται και διαχωρισμός κατά χρώματα, που μπορεί να επιτευχθεί μόνο με χωριστή συλλογή με ειδικούς κάδους.

Τα οικονομικά περιθώρια από την ανακύκλωση γυαλιού είναι πολύ περιορισμένα, και η επιτυχία και απόδοση ενός συστήματος ανακύκλωσης εξαρτάται άμεσα από την ενεργό συμμετοχή των δημοτών, που ουσιαστικά θα επωμισθούν ένα μέρος των δαπανών συγκέντρωσης, μεταφέροντας οι ίδιοι, και διαχωρίζοντας κατά χρώματα, σε κεντρικά σημεία συλλογής.

Το οικονομικό ενδιαφέρον από την ανακύκλωση του γυαλιού είναι πλιό περιορισμένο από ότι για το χαρτί.

Αυτό, σε συνδυασμό με την ύπαρξη μόνο δύο υαλοουργείων στην Ελλάδα, ένα κοντά στην Αθήνα και ένα στην Λάρισα, έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζονται πολύ οι περιοχές της χώρας που είναι δυνατόν να προγραμματίσουν ανακύκλωση του γυαλιού.

Πάντως, για τους λόγους που αναπτύχθηκαν και λόγω της μειωμένης παρουσίας του γυαλιού στα απορρίμματα, η ανάκτησή του είναι χαμηλής προτεραιότητας.

9.3. ΜΕΤΑΛΛΑ

9.3.1. Ποσοστά και σύνθεση

Η συνολική περιεκτικότητα των ελληνικών σκουπιδιών σε μέταλλα κάθε είδους, σιδηρούχα και μη, πλησιάζει, κατά μέσο όρο το 3,5% και κυμαίνεται, ανάλογα με την περιοχή, από 2,5% - 4,5%

Το σύνολο των μετάλλων στα ελληνικά απορρίμματα εκτιμάται, γύρω στους 100.000 τόννους/έτος.

Στο σύνολό τους σχεδόν τα μέταλλα αυτά προέρχονται από συσκευασία, είναι δηλαδή άδειες κονσέρβες ή δοχεία ποτών - γενικά κουτιά και είδη συσκευασίας.

Υπάρχουν, φυσικά, και μέταλλα άλλης προέλευσης, αλλά στον σκουπιδοτενεκέ καταλήγουν μικρές μόνο ποσότητες, επειδή τα μεγαλύτερα κομμάτια, όπως χαλασμένες οικιακές συσκευές, τα παίρνουν οι παληατζίδες ή μεταπωλούνται από τους εργάτες συλλογής των απορριμμάτων.

Δεν έχει γίνει έρευνα με μετρήσεις, για να διαπιστωθεί η σύνθεση του μεταλλικού μέρους των απορριμμάτων, και έτσι στο σημείο αυτό, αναγκαστικά, θα προχωρήσουμε με υποθέσεις μόνο.

Μέχρι πριν λίγα χρόνια, το σύνολο σχεδόν των μεταλλικών δοχείων συσκευασίας, που κατέληγαν στα απορρίμματα, ήταν λευκοσιδηρά, δηλαδή από επικασσιτερωμένα φύλλα σιδήρου, και αντιπροσώπευαν το 80% περίπου του συνόλου των μετάλλων.

Με την διεύρυνση της χρήσης και άλλων υλικών συσκευασίας, άλλαξε σημαντικά η σύνθεση του μεταλλικού μέρους. Έτσι τώρα βρίσκεται πολύ περισσότερο αλουμίνιο, που προέρχεται κυρίως από τα κουτιά αναψυκτικών και μπίρας, αλλά και από τα βιδωτά πώματα γυάλινων και πλαστικών φιαλών, καθώς και από τα τύπου "easy open" καλύμματα λευκοσιδηρών δοχείων.

Τα αλουμινένια κουτιά ποτών, που διατίθενται στην Ελλάδα, εκτιμώνται, για το 1997, περίπου σε 900.000.000 ¹³ κομμάτια, με τάση να αυξηθούν ακόμη περισσότερο. Η τάση αυτή οφείλεται στην ευκολία που παρέχει στον καταναλωτή, παρά την σημαντική επιβάρυνση που επιφέρει η συσκευασία αυτή της μίας χρήσης στο προϊόν.

Η παραγωγική ικανότητα των μονάδων που κατασκευάζουν τα αλουμινένια κουτιά υπερκαλύπτει την ζήτηση. Με μέσο βάρος 20 γρ./κουτί, προκύπτει ότι απορρίπτονται, μόνο από τα κουτιά αλουμινίου γύρω στους 18.000 τόννοι/έτος αλουμίνιο

Με τους συλλογισμούς αυτούς, και με βάση τα αναφερόμενα σε ελληνικές και ξένες μελέτες, εκτιμάται ότι, η σύνθεση του μεταλλικού μέρους των απορριμμάτων στην Ελλάδα θα είναι περίπου η ακόλουθη :

Σίδηρος	80 - 85 %
Αλουμίνιο	12-15 %
Μόλυβδος	1,5%

Κασσίτερος	0,4%
Βερνίκια - επιχρίσματα	2,0 %

9.3.2. Σιδηρούχα μέταλλα

Με μέση περιεκτικότητα σε μέταλλα 3,5% και αναλογία σιδήρου 80%, προκύπτει ότι, ο ολικός σίδηρος που καταλήγει στα ελληνικά απορρίμματα φθάνει τους 80.000 τόννους/έτος περίπου.

Εφ'όσον γίνεται οποιαδήποτε επεξεργασία των απορριμμάτων, η ανάκτηση του σιδήρου είναι απλή, επειδή μπορεί να διαχωριστεί με μαγνήτες.

Στοιχεία για τον τρόπο ανάκτησης σε μία μονάδα επεξεργασίας απορριμμάτων, και τις δυνατότητες αξιοποίησης, δίνει η μελέτη ομάδας εργασίας του Τ.Ε.Ε., με θέμα την ανάκτηση ενέργειας και υλικών από τα απορρίμματα.

Ο συντελεστής ανάκτησης σιδήρου, με μαγνητικό διαχωρισμό από μίγμα απορριμμάτων, μπορεί να φθάσει μέχρι και 95% εξαρτάται όμως από το βαθμό ομοιογένειας μεγέθους, το ύψος της κλίνης των υλικών στην μεταφορική ταινία και την ταχύτητα μεταφοράς τους.

Για την αύξηση του βαθμού ανάκτησης του σιδήρου, παρεμβάλλεται μαγνητικός διαχωρισμός σε περισσότερα από ένα σημεία του συστήματος επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Τα σιδηρά τεμάχια, που προσκολλώνται στους μαγνήτες, περιέχουν όμως αρκετές ξένες προσμίξεις, προερχόμενες είτε από την κατασκευή τους, είτε από την επαφή τους με τα απορρίμματα..

Οι προσμίξεις αυτές αντιμετωπίζονται με τους ακόλουθους τρόπους :

α) Οργανικά υλικά : Απομακρύνονται μηχανικά, πριν την είσοδο στον κλίβανο ή με αποτέφρωση σε χαμηλή θερμοκρασία.

β) Αλουμίνιο : Μπορεί να δημιουργήσει φουσαλίδες μέσα στον χυτοσίδηρο, αλλά η αντίδρασή του με το O₂ το απομακρύνει από το χάλυβα στη φυσική του διεργασία. Αν περιέχεται σε μεγάλα ποσά, όπως σε σκράπ ατεμάχιστων δοχείων, χρειάζεται πριν τον φούρνο και δευτερεύων τεμαχισμός, ακολουθούμενος από μαγνητικό διαχωρισμό ή θέρμανση στους 1300 °C για την ελάττωση του Al στο σιδηρούχο κλάσμα.

γ) Μόλυβδος : Απο το καλάϊ στα επικασσιτερωμένα δοχεία ο μόλυβδος είναι πολύ περισσότερο επιζήμιος στον χυτοσίδηρο από ότι στον χάλυβα, γιατί επιδρά στην μορφολογία του γραφίτη. Έτσι το επιτρεπόμενο όριο του μολύβδου για τον τελικό χυτοσίδηρο είναι 0,01%..

δ) Κασσίτερος : Πρέπει να γίνεται αποκασιτέρωση, ώστε η αναλογία του κασσίτερου να διατηρείται γύρω στο 0,02%

Το ανακτώμενο σκράπ σιδήρου μπορεί να απορροφηθεί :

- από την βιομηχανία χάλυβα: Για κλιβάνους τύπου BASIC OXYGEN το ποσοστό σκράπ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30% ενώ για OPEN-HEARTH και ηλεκτρικούς κλιβάνους μπορεί να φθάσει μέχρι και 100%
- από μικρές τοπικές βιομηχανίες χάλυβα, που συνήθως κατασκευάζουν ειδικά υλικά μη ευαίσθητα στις προσμίξεις.
- από χυτήρια σιδήρου και χάλυβα: Ο χυτοσίδηρος είναι πολύ περισσότερο ευαίσθητος από τον χάλυβα σε ξένες προσμίξεις. Γι'αυτό χρειάζεται ειδικός προσδιορισμός και έλεγχός του.

9.3.2.1. Η ανακύκλωση σιδήρου στην Ελλάδα

Η περιεκτικότητα των οικιακών απορριμμάτων σε σίδηρο είναι χαμηλή και το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται από δοχεία λευκοσιδήρου (κοινά, OPENTOP ή EASY-OPEN).

Στην περιοχή Αττικής ανάκτηση σιδήρου γίνεται σε μικρό βαθμό από ανεξάρτητα άτομα, κύρια βιοτέχνες ενώ μεγαλύτερες ποσότητες, που εκτιμώνται σε 120 τόννους/ημέρα, ανακτώνται από γυρολόγους και παραδίνονται στα κέντρα εμπορίας στα Α. Λιόσια, Σχιστό κ.λ.π. Ο σίδηρος από τις πηγές αυτές διακρίνεται σε δύο κατηγορίες :

1) στο συμπαγή σίδηρο, που έχει και τη μεγαλύτερη τιμή, δεν ξεπερνάει όμως το 10% στο σύνολο του ανακτώμενου μετάλλου.

2) στα λοιπά εκ σιδήρου αντικείμενα που έχουν σαν βάση τη λαμαρίνα, γενικά καταλαμβάνουν μεγάλο φαινόμενο όγκο και, πριν διατεθούν στην μεταλλουργία, υφίστανται ωρισμένη επεξεργασία (συμπίεση και κόψιμο σε μικρά τεμάχια), για να ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές καμίνευσης. Η τιμή αυτής της κατηγορίας δεν είναι σταθερή και κυμαίνεται ανάλογα με την ποιότητα και την σύνθεση.

Στη χώρα μας υπάρχει σήμερα μία μόνο αξιόλογη εταιρεία που διαθέτει μηχανολογικό εξοπλισμό και επεξεργάζεται αυτής της μορφής το σίδηρο για τη βιομηχανία.

Σημαντικό επίσης ποσοστό καλύπτεται και από τα απορρίμματα της παραγωγικής διαδικασίας. Η συνολική όμως ανάκτηση σιδήρου στη χώρα καλύπτει μόνο το 45 - 50% των αναγκών της ελληνικής βιομηχανίας σιδήρου και χάλυβα. Η διαφορά καλύπτεται με εισαγωγές σκράπ από το εξωτερικό, με συνέπεια συναλλαγματική δαπάνη δισεκατομμυρίων δραχμών.

Απ'όλα τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνεται ότι, η απορροφητικότητα της ελληνικής βιομηχανίας σιδήρου και χάλυβα είναι πολύ μεγάλη και χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ποιότητας.

Η τιμή διάθεσης του σκραπ σιδήρου ανέβηκε πολύ περί τα τέλη του 1993 και κυμαίνεται από 30-35 δρχ./χγρ , προφανώς επειδή ανέβηκε ξαφνικά η ζήτηση από τις αναπτυσσόμενες ασιατικές χώρες. Κατόπιν όμως έπεσε πάλι, με συνέπεια σήμερα να βρίσκεται γύρω στις 5 δρχ./χγρ. ενώ η ζήτηση είναι περιορισμένη.

Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις που μπορούν να απορροφήσουν παλαιό σίδηρο στην Ελλάδα είναι δύο κατηγοριών.

Στην πρώτη ανήκουν οι μεγάλες χαλυβουργίες

- "Ελληνική Χαλυβουργία" στον Ασπρόπυργο
- "Χαλυβουργική" στην Ελευσίνα
- "HELLENIC STEEL" στην Θεσσαλονίκη.

Στην δεύτερη ανήκουν μικρότερες μονάδες, κυρίως χυτήρια, που υπάρχουν διάσπαρτα σε πολλά μέρη, και πολλά από αυτά λειτουργούν παράνομα.

Σύμφωνα με μελέτη του ΠΕΡΠΑ/ΥΠΕΧΩΔΕ (Δ. Τσότσος) μόνο στην περιοχή του Αθηναϊκού λεκανοπεδίου βρεθήκαν 40 χυτήρια, από τα οποία τα μισά χυτεύουν χάλυβα και σίδηρο, ενώ τα υπόλοιπα μπρούντζο και αλουμίνιο μόνο.

Αντίστοιχος αριθμός χυτηρίων που μπορούν να απορροφήσουν παλιοσίδερα βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη, τον Βόλο και, ίσως, την Πάτρα.

Η συμμετοχή της ανάκτησης σιδήρου από τα απορρίμματα στην κάλυψη των αναγκών αυτών είναι αμελητέα, αφού στην καλλίτερη των περιπτώσεων θα φθάσει τους 50.000 τόννους/έτος.

Εκείνο το οποίο είναι εξασφαλισμένο, είναι ότι δεν θα υπάρχει ποσοτικό πρόβλημα διάθεσης του σκραπ από απορρίμματα στα ελληνικά χαλυβουργεία.

Το πρόβλημα που θα δημιουργηθεί, αν αρχίσει να προκύπτει σκραπ σιδήρου από επεξεργασία απορριμμάτων, είναι η χαμηλή τιμή διάθεσής του, που λόγω των προσμίξεων, θα είναι χαμηλότερη από τις 10,- δρχ./kg.

Η ανάκτηση σιδηρούχων μετάλλων από τα απορρίμματα δεν συμφέρει, βέβαια, να είναι αυτοσκοπός μιάς εγκατάστασης. Τα σιδηρούχα μέταλλα προκύπτουν σαν προϊόν της διαδικασίας καθαρισμού των απορριμμάτων πριν από την επεξεργασία τους προς κομπόστ ή καύσιμο, ή ανακτώνται από την τέφρα, στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης. Το μέσο ποσοστό ανάκτησης κυμαίνεται μεταξύ 80% και 90% του συνόλου, και, όπως αναφέρθηκε, οι απόλυτες ποσότητες είναι μικρές.

Ετσι, είναι πιθανό να καταλήγουν στην χωματερή, αν πρόκειται για μικρές απομακρυσμένες μονάδες, ή πάντως και όταν πωλούνται, η τιμή θα καλύπτει περίπου τα έξοδα διαχωρισμού - δεματοποίησης - μεταφοράς.

Πάντως με δεδομένο ότι ο σίδηρος στα οικιακά απορρίμματα είναι σχεδόν στο σύνολο του υπό μορφή λευκοσιδηρών (επικασσιτερωμένων) κουτιών κονσέρβας, η διάθεση του γίνεται ακόμα δυσκολότερη, επειδή πριν αξιοποιηθεί ο σίδηρος πρέπει να προηγηθεί αποκασιτέρωση:

Σύμφωνα με την μελέτη του IOBE ¹⁴ (Γ. Βαμβουκας, Ν. Καρακασίδης, 1993) η γενική εικόνα της ανακύκλωσης του λευκοσιδήρου είναι η ακόλουθη:

Στη Δ. Ευρώπη το 1989 το ποσοστό ανακύκλωσης του λευκοσιδήρου ήταν 32%. Συγκεκριμένα, σε σύνολο 2,9 εκατ. τόννων καταλαλωθέντος λευκοσιδήρου ανακυκλώθηκαν 900.000 τόννοι, δηλαδή ποσοστό 32%. Από την ποσότητα αυτή, οι 500.000 τόννοι αντιπροσωπεύουν scrap κατανάλωσης και ισοδυναμούν με 12.000 εκατ. λευκοσιδηρά κουτιά, από τα οποία 1.200 εκατ. αντιστοιχούν σε κουτιά αναψυκτικών:

Αριθμός ανακυκλωθέντων Λευκοσιδηρών Κουτιών
σε Διάφορες Χώρες της Ευρώπης 1989

Χώρα	Αριθ. κουτιών (εκατομ.)
Βέλγιο	450
Γαλλία	2.250
Γερμανία	5.250
Ιταλία	250
Μ. Βρετανία	1.050
Ολλανδία	825
Άλλες χώρες	925

Σύνολο	12.000

Στην Ελλάδα γίνεται ανακύκλωση μόνον του scrap παραγωγής. Συγκεκριμένα, από 100.000 τόννους λευκοσιδήρου που καταναλώνεται ετησίως, το scrap παραγωγής, που ανακυκλώνεται, ανέρχεται σε ποσοστό 8-10%. Το scrap παραγωγής οφείλεται στα αποκόμματα που δημιουργούνται κατά την κοπή των κορμών και κατσακιών (7-8%) και στα σκάρτα κουτιά (1-2%).

Η εκμετάλλευση του λευκοσιδηρού scrap γίνεται από 5 εταιρείες. Οι εταιρείες αυτές αγοράζουν το scrap και, αφού το αποκασιτερώσουν πουλούν το χάλυβα και τον κασσίτερο. Ο παραγόμενος κασσίτερος έχει καθαρότητα 97-98% και η τιμή του κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 δρχ. το κιλό (ανάλογα με την καθαρότητα και την χρηματιστηριακή του αξία).

Υπολογίζεται ότι στις ελληνικές χωματερές πετιούνται ετησίως περί τους 60.000 τόννοι λευκοσιδηρών κουτιών, από τα οποία μόνον τα 2% περίπου

ανακυκλώνονται (είναι λευκοσιδηρά κουτιά αναψυκτικών που βρίσκονται αναμεμιγμένα με αλουμινένια κουτιά, που περισυλλέγονται). Έτσι το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης λευκοσιδήρου στη χώρα μας φτάνει περίπου το 10%.

9.3.3. Αλουμίνιο

Παρά το γεγονός ότι αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό των απορριμμάτων, το αλουμίνιο έχει ήδη γίνει το επίκεντρο προσπάθειας ανακύκλωσης στην χώρα μας.

Ο λόγος είναι η μεγάλη ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για την παραγωγή του που - παρά το γεγονός ότι είναι από τα πιό διαδεδομένα μέταλλα στην γή - έχει σαν συνέπεια την υψηλή τιμή του.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Ελληνικής Ένωσης Αλουμινίου (Ε.Ε.Α.), η κατεργασία αλουμινίου στην Ελλάδα κυμαίνεται περί τους 100.000 τόννους/έτος.

Από την ποσότητα αυτή προκύπτει μία φύρα γύρω στο 15 - 20% μέσα στα εργοστάσια, η οποία ανακυκλώνεται.

Ανακύκλωση γίνεται και από την διάλυση παλιών μηχανημάτων, αυτοκινήτων κ.λ.π., πάλι από ορισμένες κατηγορίες επαγγελματιών.

Το αλουμίνιο που καταλήγει στα απορρίμματα αποτελείται κυρίως από:

- α) Τα κουτιά αναψυκτικών και μπίρας
- β) Τα καπάκια τύπου easy-open των λευκοσιδηρών κονσερβών
- γ) Τα βιδωτά πώματα φιαλών

Η Ε.Ε.Α. έχει αρχίσει μία εκστρατεία για την ανακύκλωση των κουτιών αναψυκτικών και μπίρας, που αποτελούν την μεγαλύτερη ποσότητα, και αποτελούνται από μαγνησιούχο κράμμα αλουμινίου πολύ καλής ποιότητας, όπως μας πληροφορεί η Ε.Ε.Α., η κατανάλωση των κουτιών έχει ανέλθει αλματωδώς τα τελευταία χρόνια.

Στην Ελλάδα όλα τα κουτιά αναψυκτικών και μπίρας, από το 1986, κατασκευάζονται από αλουμίνιο, ενώ υπάρχει συγκεντρωτισμός κατανάλωσής τους σε αστικά και τουριστικά κέντρα, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Η συμβολή του Τουρισμού είναι μεγάλη, σύμφωνα με μελέτη της Ε.Ε.Α, για όλες τις περιοχές της χώρας, όπου σε αρκετές από αυτές εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης από αυτό που αναλογεί στον πληθυσμό τους.

Τα αλουμινένια κουτιά συσκευασίας ποτών διακινούνται άμεσα από τις βιομηχανίες παραγωγής τους σε ποσοστό 50% και έμμεσα από τους χονδρέμπορους 50%. Οι ποσότητες αυτές καταλήγουν σε οικιακή χρήση από Σούπερ Μάρκετς, κάβες, κ.λ.π. κατά 40% και από επιτόπια κρύα χρήση σε

ποσοστό 60% (Fast Foods, μπάρ, καφεενεία, εργοστάσια, στρατόπεδα, γήπεδα, μέσα συγκοινωνίας κ.λ.π.)

Η συλλογή των μεταχειρισμένων κουτιών αλουμινίου μπίρας και αναψυκτικών γίνεται, κυρίως, από εμπόρους σκράπ αλουμινίου. Αφού περισυλλεγούν με διάφορους τρόπους, τα κουτιά συμπιέζονται με ειδικές πρέσσες και διοχετεύονται στις βιομηχανίες δευτερογενούς χύτευσης.

Η διαφορά κράματος του κυρίως σώματος και του καπακιού δεν δημιουργεί μεγάλα προβλήματα, διότι η μεγαλύτερη ποσότητα Mg, (+5%) του καπακιού αντικαθιστά τις απώλειες Mg, κατά την τήξη.

9.3.3.1. Πρόγραμμα συλλογής αλουμινίου

Στην Αθήνα, με πληθυσμό το 35% της Ελλάδας, καταναλώνεται το 45% της ποσότητας κουτιών αλουμινίου μπίρας και αναψυκτικών. Γι'αυτό και το βάρος της ανακύκλωσης έχει δοθεί από την Ε.Ε.Α. στην μείζονα περιοχή Αττικής, επεκτεινόμενο προοδευτικά και σε άλλες περιοχές.

Η προσπάθεια ανακύκλωσης που είχε αρχίσει δοκιμαστικά στη χώρα μας το 1984, συνεχίστηκε από την Ε.Ε.Α., με αποτέλεσμα το ξεκίνημα ενός νέου, συνεχούς προγράμματος, από το 1986 πάνω σε βάσεις και χρήσιμα στοιχεία από άλλες χώρες με πολυετή θητεία στην ανακύκλωση.

Εντοπίστηκαν κατ'αρχήν τα σοβαρά σημεία κατανάλωσης κουτιών (Fast Foods, καντίνες, γήπεδα, τραίνα, αεροδρόμια, λιμάνια κ.λ.π.) και σε συνεργασία με εμπόρους σκράπ, άρχισε η τακτική περισυλλογή των κουτιών έναντι αντίτιμου προς τους υπεύθυνους των καταστημάτων.

Επίσης προβλέπονται ή λειτουργούν αρκετά κέντρα περισυλλογής κουτιών αλουμινίου, όπου μπορεί κανείς να παραδίδει μεταχειρισμένα κουτιά μπίρας και αναψυκτικών έναντι αντίτιμου 4 δρχ ανά κουτί περίπου.

Προς το παρόν εγκατάσταση για επανάτηση κουτιών αλουμινίου έχει η ΒΙΟΧΑΛΚΟ-ΕΛΒΑΛ στα Οινόφυτα, που καταβάλλει περί τις 250,- δρχ./kg δηλαδή 4-5 περίπου δραχμές ανά κουτί καθώς και η ΕΠΑΛΜΕ στον Ασπρόπυργο.

Φυσικά ο λόγος για τον οποίο ενδιαφέρεται η Ε.Ε.Α. τόσο πολύ για την ανακύκλωση των κουτιών, είναι περισσότερο το συμφέρον των κατασκευαστών παρά το περιβάλλον και η προστασία του.

Σε πολλές χώρες η χρήση του αλουμινίου για κατασκευή κουτιών αναψυκτικών υπόκειται σε μεγάλους περιορισμούς, ακριβώς επειδή η παραγωγή του ενεργοβόρου αυτού προϊόντος προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Προφανώς εδώ ελπίζουν ότι, αν επιτύχουν σημαντικό ποσοστό ανάκτησης, θα έχουν ένα άλλοθι για την συνέχιση της χρήσης. Και όμως, και αν ακόμη το ποσοστό ανακύκλωσης που επιτυγχάνεται

είναι γύρω στο 30%, δεν παύουν να καταλήγουν στα σκουπίδια, την ύπαιθρο και την θάλασσα γύρω στα 650.000.000 κουτιά τον χρόνο.

Πρέπει να τονισθεί ότι, ο σωστός τρόπος ανακύκλωσης των κουτιών αλουμινίου είναι με χωριστή συλλογή στην πηγή και ότι το αλουμίνιο που κατέληξε στα οικιακά απορρίμματα έχει σημαντικά χαμηλότερη αξία, επειδή δεν είναι δυνατή η διαλογή του με τρόπο που να εξασφαλίζει την απαιτούμενη καθαρότητα.

9.4 ΠΛΑΣΤΙΚΑ - ΠΟΛΥΜΕΡΗ

Η συνολική παραγωγή ειδών από πλαστικές ύλες στην Ελλάδα κυμαίνεται σήμερα γύρω στους 350.000 τόννους το χρόνο (Στον πίνακα 4.3.1 φαίνεται η παραγωγή των ετών 1989 και 1990).

Από τη συνολική ποσότητα των παραγομένων στην Ελλάδα πλαστικών ειδών, 100.000 τόννοι περίπου αφορούν υλικά συσκευασίας (Πίνακας 6.4-1).

Μεγάλες ποσότητες πλαστικών εισάγονται επίσης από το εξωτερικό, είτε σε μορφή αντικειμένων και εμπορευμάτων, είτε σε μορφή συσκευασίας, κυρίως τροφίμων αλλά και άλλων εισαγομένων ειδών.

Λόγω της πολύ μεγάλης ποικιλίας των πρώτων υλών, ανάκτηση και ανακύκλωση πλαστικών γίνεται μόνο από τα εργοστάσια κατασκευής πλαστικών ειδών, που αξιοποιούν το ομοιογενές βιομηχανικό σκραπ.

Ανάκτηση και ανακύκλωση πλαστικού από τα οικιακά απορρίμματα δεν γίνεται καθόλου. Οποιαδήποτε απόπειρα οργάνωσης μιας τέτοιας προσπάθειας πρέπει να γίνει με πολύ προσοχή και μετά αναλυτική μελέτη, αφού ληφθούν υπόψη οι αρνητικές κυρίως, εμπειρίες άλλων χωρών.

Στην Γερμανία έχει γίνει μία συστηματική προσπάθεια χωριστής συλλογής πλαστικών, στα πλαίσια του δυαδικού συστήματος (Dual System). Το σύστημα αυτό προβλέπει ότι τα υλικά συσκευασίας καθε προέλευσης, εφ' όσον φέρουν την πράσινη βούλα (gruener Punkt), συγκεντρώνονται σε ειδικούς κάδους και οδηγούνται σε εγκαταστάσεις διαχωρισμού.

Η συνολική αυτή προσπάθεια εντατικής ανακύκλωσης, κινδυνεύει να καταρρεύσει, κάτω από το βάρος της... επιτυχίας της.

Τεράστιες ποσότητες υλικών που έχουν συγκεντρωθεί δεν απορροφώνται από τις βιομηχανίες. Το σημαντικότερο πρόβλημα δημιουργείται με τα πλαστικά, που ο διαχωρισμός τους γίνεται μόνο χειρωνακτικά, με συνέπεια το κόστος ανακύκλωσης να γίνεται απαγορευτικό, φθάνοντας στη Ευρώπη ως και τις 500 δρχ/kg.

Σήμερα η τιμή αγοράς από βιομηχανίες πλαστικών διχωρισμένων πλαστικών (PVC, PET, PE) κυμαίνεται από 18-35 δρχ/κιλό¹⁵ Όπως είναι φυσικό καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες και γίνονται συνεχείς έρευνες από πολλές εταιρίες για να βρεθεί μία βιομηχανοποιημένη λύση.

Έχουν παρουσιαστεί διάφορες μέθοδοι, που όλες βρίσκονται στο πειραματικό στάδιο και που στηρίζονται σε διαφορετικές αρχές.

Γίνεται π.χ. προσπάθεια να διαχωρισθούν τα πλαστικά με βάση τις διαφορές ειδικού βάρους που παρουσιάζουν μεταξύ τους. Αφού πρώτα τεμαχισθούν τα ανάμικτα συνθετικά υλικά, προστίθενται σε υγρά με ειδικό βάρος που ρυθμίζεται έτσι ώστε να καθιζάνει ή επιπλέει κάθε φορά και ένα διαφορετικό συστατικό. Η μέθοδος αυτή είναι πολύπλοκη και ακόμη δεν έχει ωριμάσει.

Μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας έχουν νέες μέθοδοι επεξεργασίας του μίγματος των πλαστικών, χωρίς διαχωρισμό, με αποπολυμερισμό ή πυρόλυση και μετατροπή τους σε κλάσματα υδρογονανθράκων, κατάλληλων για καύση ή άλλες χρήσεις. Και αυτές όμως οι προσπάθειες βρίσκονται ακόμη στο πειραματικό στάδιο και οι προοπτικές επιτυχίας τους είναι άγνωστες, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους επεξεργασίας.

Ισως τελικά αποδειχθεί ότι η καλλίτερη και περιβαλλοντικά πιο αποδεκτή λύση, δεν είναι η ανάκτηση των πλαστικών υλικών, αλλά η παραγωγή ενέργειας, δεδομένου ότι η θερμογόνο δύναμή τους πλησιάζει την του πετρελαίου. Το σοβαρότερο εμπόδιο σε μία τέτοια εξέλιξη προέρχεται από τα χλωριωμένα προϊόντα, (PVC κλπ.), που κατά την καύση ή την πυρόλυσή τους προκύπτουν τοξικά χλωροπαράγωγα και δημιουργείται η ανάγκη μεγάλων και δαπανηρών εγκαταστάσεων καθαρισμού των απαερίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.4-Ι

Παραγωγή πλαστικών προϊόντων στην Ελλάδα κατά χρήση
(σέ τόννους)

	1989	1990
Οικιακή χρήση	12.000	14.800
Συσκευασία	97.000	90.000
Πλαστικά δέρματα	2.300	2.200
Οικοδομικά υλικά	11.500	12.000
Σωλήνες	54.000	56.000
Λοιπά	68.000	75.000
Σύνολο	<u>244.800</u>	<u>250.000</u>

**9.5 Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ - ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΟΜΠΟΣΤ**

Η σημαντικότερη μείωση του όγκου των απορριμμάτων θα μπορούσε να επιτευχθεί με την αξιοποίηση των οργανικών συστατικών τους, κυρίως απορριμμάτων μαγειρίων, κουζίνας και κήπων, που αποτελούν περίπου το 50% του συνολικού βάρους τους.

Για τον σκοπό αυτό προσφέρονται δύο κύριως μέθοδοι:

1. η αερόβια ζύμωση και σταθεροποίηση με παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (κομπόστ)
2. η αναερόβια ζύμωση με παραγωγή ενέργειας, υπό την μορφή βιοαερίου με παράλληλη παραγωγή εδαφοβελτιωτικού

Σημαντικό στάδιο επεξεργασίας αποτελεί το τελικό “ραφινάρισμα” ή εξευγενισμός του κομπόστ, κατά το οποίο, πριν την διάθεσή του, απομακρύνονται με κόσκινα και βαλλιστικούς διαχωριστές οι ανεπιθύμητες προσμίξεις.

Πολυετείς έρευνες έχουν αποδείξει ότι και για τις δύο περιπτώσεις, προκειμένου να είναι δυνατή η χωρίς περιορισμούς αξιοποίηση του παραγόμενου κομπόστ, είναι απαραίτητο να γίνεται επεξεργασία του οργανικού κλάσματος μετά από διαχωρισμό στην πηγή, δηλαδή στα νοικοκυριά και τα μαγειρία.

Όταν γίνεται επεξεργασία μικτών σκουπιδιών, τότε το χουμποποιημένο προϊόν που παράγεται είναι συχνά μολυσμένο με τοξικές ουσίες (κυρίως βαρέα

μέταλλα) και ανεπιθύμητες προσμίξεις και, συνεπώς, ακατάλληλο για εφαρμογή σε καλλιέργειες.

Για τον λόγο αυτό πολλές από τις προσπάθειες έγιναν για τον μηχανικό διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος από το μίγμα των απορριμμάτων (επίπλευση, κόσκινα, αεροδιαχωριστές κλπ.) σημείωσαν αποτυχία και εγκαταλήφθηκαν, ή το παραγόμενο κομποστ χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την επικάλυψη των απορριμμάτων στον ΧΥΤΑ.

Το πρόβλημα σήμερα για την επιλογή της παραγωγικής διαδικασίας, είναι ότι δεν έχουν ακόμη καθιερωθεί από την Ε.Ε. προδιαγραφές για την περιεκτικότητα του κομποστ σε βαρέα μέταλλα και προσμίξεις, παρά το γεγονός ότι η σχετική οδηγία βρίσκεται από χρόνια στο στάδιο της επεξεργασίας.

9.5.1 Η αερόβια επεξεργασία

Μέχρι πριν 10 περίπου χρόνια η αερόβια ζύμωση των απορριμμάτων για παραγωγή κομποστ είχε πιστευθεί ότι θα αποτελούσε την βάση της μεθοδολογίας για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Η πείρα, δυστυχώς, διέψευσε τις προσδοκίες αυτές και σήμερα πολλές είναι οι εγκαταστάσεις αερόβιας χουμοποίησης που υποαπασχολούνται ή αδρανούν.

Η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την παραγωγή καλής ποιότητας χουμικών προϊόντων από το διαχωρισμένο στην πηγή οργανικό κλάσμα, με αερόβια ζύμωση. Ανασταλτικός παράγων στην διάδοση της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος της επεξεργασίας, ιδίως σε περιπτώσεις μεγάλων εγκαταστάσεων, όπου απαιτούνται ειδικά μέτρα για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών οχλήσεων από την διακίνηση, επεξεργασία και αποθήκευση των απορριμμάτων και του κομποστ.

Ετσι η αερόβια χουμοποίηση έχει περιορισθεί σήμερα σε μικρές ως μεσαίες μονάδες αγροτικών περιοχών, οπότε είναι και πιο εύκολη η διάθεση του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι κατά την ζύμωση διαλυτοποιούνται βαρέα μέταλλα περιεχόμενα στις προσμίξεις των ΑΑ, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του προϊόντος και τον περιορισμό των δυνατοτήτων της εφαρμογής του.

Οι επιπτώσεις των βαρέων μετάλλων γίνονται ιδιαίτερα αισθητές κατά την επεξεργασία μικτών ΑΑ ή ακόμη του οργανικού κλάσματος ΑΑ που απομονώνεται με μηχανική διαλογή. Για τον λόγο αυτό εγκαταστάσεις αυτού του τύπου λειτουργούν ακόμη σε χώρες όπου οι προδιαγραφές για την περιεκτικότητα βαρέων μετάλλων στο κομποστ είναι ελαστικές, όπως συμβαίνει σήμερα στην Γαλλία. Η γενική τάση πάντως σήμερα είναι η παραγωγή κομποστ να γίνεται μόνο από οργανικό κλάσμα διαχωρισμένο στην πηγή.

Το κόστος επεξεργασίας για την παραγωγή αερόβιου κομποστ που αναφέρεται σε διάφορες δημοσιεύσεις ποικίλλει και κυμαίνεται, ανάλογα με

την μέθοδο αλλά και την χώρα, γύρω στις 25.000 δρχ ανά τόνο απορριμμάτων, δηλαδή υψηλότερο από το απαιτούμενο για την υγειονομική ταφή.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός μεθόδων αερόβιας ζύμωσης. Σε όλες διακρίνονται δύο φάσεις:

Της εντατικής ζύμωσης, κατά την οποία γίνεται και η σημαντικότερη αποικοδόμηση, με ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, όπου καταστρέφονται οι παθογόνοι οργανισμοί και οι σπόροι των ζιζανίων. Η διάρκεια της φάσης αυτής εξαρτάται από την ακολουθούμενη μέθοδο, και κυμαίνεται από 2-3 ως 30 περίπου ημέρες.

Της ωρίμανσης, που γίνεται συνήθως σε σειράδια, αεριζόμενα ή μη και που διαρκεί 3-6 εβδομάδες.

Ο παλαιότερος και απλούστερος είναι η δημιουργία στατικών σωρών, σειραδιών, και η φυσική ανάπτυξη της ζύμωσης, κάτω από ελεγχόμενες ή μη συνθήκες υγρασίας.

Μετεξέλιξη των υπαίθριων σειραδιών είναι η λειτουργία σε στεγασμένους χώρους και η υποβοήθηση της ζύμωσης με τεχνητό αερισμό και προσθήκη νερού, ανάλογα με τις ανάγκες.

Πιο εξελιγμένη μορφή είναι η ζύμωση μέσα σε αντιδραστήρες, οπότε οι διαδικασίες επιταχύνονται σημαντικά. Οι πρώτοι αντιδραστήρες του τύπου αυτού ήταν κατακόρυφοι πύργοι και ακολούθησαν τα οριζόντια περιστρεφόμενα τύμπανα (DANO). Άλλες εταιρίες πρότειναν ειδικούς θαλάμους ζύμωσης και άλλα ανάλογα συστήματα.

Εφ' όσον οι μονάδες είναι μικρές, ή υπάρχει διαθέσιμος χώρος, η προτιμότερη τεχνολογία είναι των αεριζόμενων σειραδιών, που είναι οικονομικότερη και απλούστερη.

9.5.2 Η αναερόβια επεξεργασία

Αναερόβια αποικοδόμηση των απορριμμάτων λαμβάνει χώραν μέσα στους σωρούς των χωματερών, με αποτέλεσμα την έκλυση των αερίων προϊόντων της αποικοδόμησης, που αποτελούνται κυρίως από μεθάνιο και που είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή ενεργείας.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται σε πολλές χώρες προσπάθεια να κατασκευασθούν εγκαταστάσεις όπου η αποικοδόμηση αυτή των απορριμμάτων θα γίνεται μέσα σε αντιδραστήρες, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο:

- την επιτάχυνση των διαδικασιών

- την καλύτερη απόδοση σε βιοαέριο
- την μείωση της απαιτούμενης έκτασης
- την δυνατότητα αξιοποίησης του οργανικού υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικού
- την χαμηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στο στερεό υπόλειμμα ¹⁶

Από οικολογική άποψη, οι αναερόβιες μονάδες πλεονεκτούν έναντι των αερόβιων επειδή, αντί για την έκλυση αερίων που επιβαρύνουν το περιβάλλον, όπως το CO₂, παράγεται μεθάνιο (βιοαέριο), που αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Η πρώτη εγκατάσταση της κατηγορίας αυτής ξεκίνησε το 1988. Στις αρχές του 1994 υπολογίσθηκε ότι λειτουργούσαν 6-8 μονάδες, ενώ βρίσκονταν στο στάδιο της μελέτης ή της κατασκευής άλλες τόσες περίπου (Πίνακας 6.5-1).

Στην Ελλάδα έχει κατασκευασθεί από το ΕΛΚΕΠΑ, στα πλαίσια των Μ.Ο.Π. μία δοκιμαστική εγκατάσταση στα Ανώγεια της Κρήτης, η οποία όμως δεν έχει ακόμη τεθεί σε λειτουργία.

Οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούν σήμερα την αιχμή της τεχνολογίας επεξεργασίας ΑΑ και είναι βέβαιο ότι θα αποτελέσουν την σημαντικότερη συμβολή στην μείωση του όγκου των απορριμμάτων που τελικά θα οδηγούνται σε ταφή.

Ενα μέρος των δημοσιεύσεων υποστηρίζει ότι, για να εφαρμοσθεί ένα τέτοιο σύστημα διάθεσης, θα πρέπει να γίνεται συλλογή του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων από χωριστούς κάδους και με ιδιαίτερα απορριμματοφόρα, γεγονός που θα έχει σαν συνέπεια την σοβαρή επιβάρυνση του κόστους συλλογής.

Τα υλικά που θα συγκεντρώνονται θα είναι

- υπολείμματα φρούτων και λαχανικών
- ψωμί
- γαλακτερά
- τσάι και καφές, μαζί με το φίλτρο
- φυτά εσωτερικού χώρου και φυτόχωμα
- φύλλα και ψιλά κλαδέματα κήπων
- άχυρα
- γενικά καθαρά φυτικά υπολείμματα σε λεπτά κομμάτια

Δεν επιτρέπεται η ανάμιξη

- κρεατικών
- ψαριών
- οστών
- μαγειρεμένων τροφών
- πτωμάτων μικρών ζώων
- μεγάλων ποσοτήτων χαρτιού

- πλαστικών σάκκων κλπ

Αυτονόητο είναι ότι, με τους περιορισμούς αυτούς, η επιτυχία του συστήματος αυτού εξαρτάται άμεσα από την πειθαρχία των πολιτών και την συμμόρφωσή τους προς τις απαιτήσεις του διαχωρισμού. Αποτελεί συνεπώς ένα προχωρημένο στάδιο διαχείρισης, που μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιοχές όπου οι πολίτες έχουν αποκτήσει την απαιτούμενη περιβαλλοντική ευαισθησία και διάθεση συνεργασίας με τις αρχές.

Από μία συγκριτική έρευνα που έκανε επιτροπή του Γερμανικού κρατιδίου Βάδης Βυρτεμβέργης μεταξύ 5 συστημάτων αναερλοβίας επεξεργασίας προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Μέθοδος VALORGA Γαλλίας

Επεξεργασία	μονοβάθμια - μεσόφικλος με προσθήκη λίγου νερού με πνευματική ανάμιξη
Διάρκεια	15-20 ημέρες
Θέση μονάδας	Amiens, Γαλλία
Εναρξη λειτουργ.	1988
Πρώτη ύλη	Ανάμικτα ΑΑ
Δυναμικότητα	55.000 τόννοι/έτος ΑΑ
Προκατεργασία	Άλεση και διαχωρισμός σε γυαλιά και άλλα αδρανή προς ΧΥΤΑ - σιδηρούχα μέταλλα προς διάθεση - καύσιμο κλάσμα προς ΧΥΤΑ οργανικό κλάσμα προς ζύμωση
Ζύμωση	Μονοβάθμιος αντιδραστήρας Υγρασία 65-70% - Θερμοκρασία 37 °C Ανακύκλωση βιοαρίου για ανάμιξη Συνεχής λειτουργία
Μετεπεξεργασία	Αφυδάτωση προς υγρασία 50% Ωρίμανση επί 6 μήνες Το προϊόν διατίθεται σε αμπελουργούς
Αποδόσεις από 1000 kg 65% στερεά	13% αδρανή προς ΧΥΤΑ 3% σίδηρος 17% καύσιμο κλάσμα προς ΧΥΤΑ 67% λεπτό κλάσμα προς ζύμωση
Από 670 kg οργανικό	130 kg βιοαέριο 540 kg υπόλειμμα 90 kg στον ΧΥΤΑ
Από την μετεπεξεργασία των 540 kg	210 kg απώλειες κατεργασίας 240 kg κομποστ
Τόπος εγκατάστασης	Βιομηχανική περιοχή, κοντά σε καταναλωτές του παραγόμενου ατμού

Μέθοδος WABIO Φινλανδίας

Επεξεργασία	μονοβάθμια μεσόφικλος με προσθήκη νερού με πνευματική ανάμιξη
Διάρκεια	15-20 ημέρες
Θέση μονάδας	Vaasa, Φινλανδία
Εναρξη λειτουργ.	1990
Πρώτη ύλη	Ανάμικτα ΑΑ
Δυναμικότητα	21.000 τόννοι/έτος ΑΑ + 5.000 τ/έ βιολογική ιλύς
Προκατεργασία	Άλεση και διαχωρισμός σε χονδρό κλάσμα προς ΧΥΤΑ σιδηρούχα μέταλλα προς διάθεση καύσιμο κλάσμα προς ΧΥΤΑ οργανικό κλάσμα προς ζύμωση
Ζύμωση	Ανάμιξη με ιλύ και νερό επί 24ώρες Μονοβάθμιος αντιδραστήρας Υγρασία 85% Θερμοκρασία 35 °C Ανακύκλωση βιοαρίου για ανάμιξη Συνεχής λειτουργία
Μετεπεξεργασία	Αφυδάτωση προς υγρασία 55% Το προϊόν διατίθεται για επικάλυψη ΧΥΤΑ
Αποδόσεις από 1000 ΑΑ	1% χονδρά προς ΧΥΤΑ 3% σίδηρος 54% καύσιμο κλάσμα προς ΧΥΤΑ 42% λεπτό κλάσμα προς ζύμωση
Από 420 kg οργανικό πλέον 420 kg ιλύ	170 kg βιοαέριο 670 kg υπόλειμμα
Από την αφυδάτωση των 670 kg	200 kg προϊόν στον ΧΥΤΑ 470 kg νερό προς βιολογικό καθαρισμό
Τόπος εγκατάστασης	Παλαιό λατομείο, σήμερα ΧΥΤΑ. Οι δεξαμενές ζύμωσης είναι υπόγειες

Μέθοδος ΒΤΑ Γερμανίας

Επεξεργασία	διβάθμια μεσόφιλος με προσθήκη νερού με μηχανική ανάμιξη
Διάρκεια	4-6 ημέρες
Θέση μονάδας	Helsingoer Δανία
Εναρξη λειτουργ.	1991
Πρώτη ύλη	Διαχωρισμένο οργανικό κλάσμα
Δυναμικότητα	20.000 τόνοι/έτος
Προκατεργασία	Άλεση και διαχωρισμός σιδήρου και αδρανών οργανικό κλάσμα προς ζύμωση αναμιγνύεται με νερό προς αιώρημα με 10% στερεά. Θερμική-αλκαλική κατεργασία 1 ώρα σε 70 °C
Ζύμωση	Διβάθμιος αντιδραστήρας Στυερά 10 % στην Α' βαθμίδα και 1% στην Β' Θερμοκρασία 35 °C Ανακύκλωση βιοαρίου για ανάμιξη Συνεχής λειτουργία
Μετεπεξεργασία	Αφυδάτωση προς υγρασία 50% Ωρίμανση 1-4 εβδομάδες Το προϊόν διατίθεται σε καλλιέργειες
Αποδόσεις από 1000 οργανικό κλάσμα με 40% στερεά	10% προς ΧΥΤΑ 90 % λεπτό κλάσμα προς ζύμωση
Από 900 kg οργανικό	130 kg βιοαέριο 340 kg υπόλειμμα 430 kg νερό προς διάθεση ως υγρό λίπασμα
Τόπος εγκατάστασης	Βιομηχανική περιοχή

Μέθοδος DRANCO Βελγίου

Επεξεργασία	μονοβάθμια θερμόφιλος χωρίς προσθήκη νερού ανάμιξη με ανακυκλοφορία του περιεχομένου
Διάρκεια	18-21 ημέρες
Θέση μονάδας	Brecht Βελγίου
Εναρξη λειτουργ.	1992
Πρώτη ύλη	Διαχωρισμένο οργανικό κλάσμα
Δυναμικότητα	10.000 τόνοι/έτος
Προκατεργασία	Άλεση σε περιστροφικό κόσκινο 20% χονδρά προς χωματερή λεπτό κλάσμα <40mm προς ζύμωση
Ζύμωση	Μονοβάθμιος αντιδραστήρας Στερεά 30-40 % Θερμοκρασία 55 °C Ανακύκλωση περιεχομένου για ανάμιξη Συνεχής λειτουργία
Μετεπεξεργασία	Αφυδάτωση προς υγρασία 50% Ωρίμανση 1 εβδομάδα Το προϊόν διατίθεται σε καλλιέργειες
Αποδόσεις	
Από 1.000 kg οργανικό	170 kg βιοαέριο 830 kg υπόλειμμα
Τόπος εγκατάστασης	Χώρος ΧΥΤΑ

Μέθοδος RAQUES Ολλανδίας

Επεξεργασία	διβάθμια μεσόφιλος με προσθήκη νερού με μηχανική ανάμιξη
Διάρκεια	6-8 ημέρες
Θέση μονάδας	Breda Ολλανδίας
Εναρξη λειτουργ.	1987
Πρώτη ύλη	Υπολείμματα από αγροτικό συνεταιρισμό
Δυναμικότητα	30.000 τόνοι/έτος
Προκατεργασία	Αλεση
Ζύμωση	Διβάθμιος αντιδραστήρας υδρόλυσης στερεά <10 % Ζύμωση με αιώρημα <0,5 mm' Θερμοκρασία 35 °C Ανακύκλωση βιοαρίου για ανάμιξη Συνεχής λειτουργία
Μετεπεξεργασία	Ουδεμία Το προϊόν διατίθεται με 10% στερεά σε καλλιέργειες
Αποδόσεις από 1000 kg οργανικό κλάσμα	150 kg βιοαέριο 350 kg υγρά απόβλητα 100 kg αδρανή 100 kg εξάτμιση 300 kg κομποστ
Τόπος εγκατάστασης	Βιομηχανική περιοχή

9.5.3. Ποιοτικές απαιτήσεις για το κομποστ

Όταν πρωτοξεκίνησε η συστηματική παραγωγή κομποστ από τα αστικά απορρίμματα, η "αξιοποίηση" αυτή είχε θεωρηθεί ότι αποτελούσε την καλλίτερη αντιμετώπιση του προβλήματος της διάθεσης. Η διαδικασία τότε ήταν απλή:

Το μίγμα των απορριμμάτων μετά από άλεση υποβαλλόταν σε ζύμωση, υπό συνθήκες ελεγχόμενες, σε σειράδια ή αντιδραστήρες, και μετά την χουμοποίηση γινόταν διαχωρισμός των αδρανών, μετάλλων, γυαλιών, πλαστικών κλπ.

Γρήγορα ανακαλύφθηκε ότι το παραγόμενο έτσι προϊόν δεν έβρισκε αγοραστές, λόγω των προσμίξεων, ενώ διαπιστωνόταν ότι κατά την διαδικασία της ζύμωσης του μίγματος γινόταν εμπλουτισμός του οργανικού κλάσματος σε βαρέα μέταλλα, που καθιστούσαν το κομποστ και τοξικό για το χώμα, τα φυτά και τους καταναλωτές των προϊόντων.

Κάτω από την πίεση των γεγονότων αυτών δημιουργήθηκαν προδιαγραφές ποιότητας, που γίνονται ολοένα και αυστηρότερες. Αναμένεται και η έκδοση σχετικής Κοινοτικής Οδηγίας, η οποία όμως καθυστερεί, καθώς οι αρμόδιοι δεν μπορούν ακόμη να καταλήξουν σε κοινά αποδεκτές προδιαγραφές.

Ο Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α. στην διακήρυξη για την νέα μονάδα προεπεξεργασίας στα Λιόσια, εζήτησε το κομποστ να ανταποκρίνεται στις ακόλουθες προδιαγραφές:

Ποιοτικά χαρακτηριστικά κομποστ

- μέγεθος κόκκου	90% < 10 mm
- περιεχόμενη υγρασία	< 40%
- pH	6 to 8
- λόγος C/N	< 25
- εντεροβακτηρίδια	ουδέν
- οργανικές ουσίες	> 35%
- περιεχόμενο πλαστικό	< 0.3% d.w.
- περιεχόμενο γυαλί	< 0.5% d.w.
- καθαρότης	> 99% K. B.

Στο ραφινρισμένο κομποστ, οι τιμές των βαρέων μετάλλων δεν θα υπερβαίνουν σε PPM τις παρακάτω μέγιστες τιμές των επικινδύνων μετάλλων.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα αυτόν, οι προδιαγραφές που έθεσε ο ΕΣΔΚΝΑ είναι εξαιρετικά ελαστικές και δεν ανταποκρίνονται στην διεθνώς επικρατούσα σήμερα τάση, σύμφωνα με την οποία το κομποστ που θα προκύψει από την εγκατάσταση των Ανω Λιοσίων θα είναι ακατάλληλο για γεωργική εφαρμογή

Για την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα σε κομποστ από αναερόβια ζύμωση, αναφέρεται ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές αν προέρχεται από χωριστή συλλογή ή μηχανικό διαχωρισμό. Ο P. Scheger δίνει τα ακόλουθα στοιχεία σχετικά:

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	PPM		
	ΕΣΔΚΝΑ	Γερμανική επιτροπή ποιότητας	Παρασκευαστές κομποστ της Βαυαρίας
Μόλυβδος	---	150	75
Κάδμιο	10	1,5	0,75
Χαλκός	500	100	75
Νικέλιο	200	50	25
Φώσφορος	500		
Ψευδάργυρος	1.500		
Υδράργυρος	6		
Τρισθενές χρώμιο	500	100	100
Δισθενές χρώμιο	10		
Αρσενικό	5		

Περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα κομποστ από αναερόβια επεξεργασία

Πρώτη ύλη	Περιεκτικότητα σε PPM			
	Μικτά Aachen	Μικτά Starnberg	Οργανικό Ismaning	Οργανικό Garching
Μόλυβδος	129	63	85	120
Κάδμιο	0,8	0,9	1,0	2,2
Χαλκός	68	97	52	90
Νικέλιο	52	49	27	34
Υδράργυρος	1,7	<0,9	<0,3	1,1
Ψευδάργυρος	529	482	180	405

Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι δεν υπάρχει διαφορά στην περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, αν το προϊόν προέρχεται από μίγμα ΑΑ ή διαχωρισμένο οργανικό κλάσμα.

Η εταιρία VALORGA που έχει κατασκευάσει την μονάδα στην Amiens, δίνει τα ακόλουθα συγκριτικά στοιχεία για κομποστ αερόβιας και αναερόβιας προέλευσης:

Πρώτη ύλη	Περιεκτικότητα σε PPM	
	Μικτά	Οργανικό κλάσμα
Μόλυβδος	350	43
Κάδμιο	2-3	0,4
Χαλκός	70	27
Νικέλιο	30	7
Υδράργυρος	2-3	0,3
Ψευδάργυρος	400	122

Το κομποστ από μίγμα απορριμμάτων είναι πάντα σε πολύ καλή θέση, συγκριτικά με τις προδιαγραφές του ΕΣΔΚΝΑ, αλλά, σε ορισμένα συστατικά, υπερβαίνει σημαντικά τις γερμανικές προδιαγραφές.

Σήμερα, πολλές από τις μονάδες που επεξεργάζονταν μίγμα απορριμμάτων για αερόβια παραγωγή κομποστ, είτε έχουν κλείσει, είτε το προϊόν τους χρησιμοποιείται μόνο σαν υλικό επικάλυψης των σκουπιδιών στους ΧΥΤΑ. Για την παραγωγή κομποστ που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες, απαραίτητη προϋπόθεση θεωρείται να προέρχεται από οργανικό κλάσμα διαχωρισμένο στην πηγή.

Όσο αφορά στο κόστος παραγωγής, οι πληροφορίες από πηγή σε πηγή διαφέρουν σημαντικά, δεδομένου ότι δεν έχει καθιερωθεί ενιαίος τρόπος υπολογισμού του. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η τιμή διάθεσης είναι πολύ χαμηλότερη από το κόστος, με εξαίρεση ίσως ειδικές περιπτώσεις που απευθύνονται σε ειδικές αγορές, όπως τα σουπερ-μάρκετ, που όμως είναι αμελητέοι πελάτες από άποψη ποσοτήτων.

9. 6 Συμπέρασμα για τον διαχωρισμό στην πηγή

Η ανάκτηση υλικών με διαχωρισμό τους στην πηγή από τον ίδιο τον παραγωγό των απορριμμάτων δίνει την μεγαλύτερη εξασφάλιση καθαρότητας των ανακτώμενων υλικών, αλλά παρουσιάζει ορισμένες σημαντικές δυσκολίες, με συνέπεια η εφαρμογή του να δυσχεραίνεται και να μην μπορεί να προχωρήσει παρά σταδιακά.

Τα σημαντικότερα προβλήματα είναι

1. Η εκπαίδευση και συνειδητοποίηση των δημοτών για τον σωστό διαχωρισμό, που θα προκαλέσει αρκετά προβλήματα και στο νοικοκυριό
2. Η επένδυση που απαιτείται για την προμήθεια των ειδικών κάδων και των οχημάτων συλλογής
3. Η δυσχέρεια εξεύρεσης κατάλληλων χώρων για την τοποθέτηση των κάδων μέσα στην πόλη
4. Η ανάγκη δημιουργίας κέντρων συγκέντρωσης, διαχωρισμού και δεματοποίησης των συγκεντρουμένων υλικών

Φυσικά οι δυσκολίες αυτές δεν σημαίνει ότι τα σχετικά προγράμματα πρέπει να εγκαταληφθούν, ή να καθυστερήσουν πολύ, αλλά ότι η εφαρμογή τους πρέπει να προχωρήσει βήμα-βήμα, ώστε να εξασφαλισθεί η επιτυχία τους.

Σχετικά πρέπει να τονισθεί εδώ ότι βρλίσκεται υπό επεξεργασία νόμος που επιβάλλει την ανακύκλωση ποσοστού 25-45% κάθε υλικού συσκευασίας και την αξιοποίηση με κάθε τρόπο τουλάχιστον του 50-65% των υλικών συσκευασίας.¹⁷

10. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

10.1 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

10.1.1. Περιγραφή Μεθόδου

Είναι η μέθοδος κατά την οποία τα απορρίμματα αποτίθενται σε διαδοχικά στρώματα, διαστρώνονται, συμπιέζονται και καλύπτονται συστηματικά με κατάλληλο αδρανές υλικό. Είναι γνωστές τρεις τεχνικές ελεγχόμενης διάθεσης:

- α. Εναπόθεση και κάλυψη χωρίς συμπίεση.
- β. Συμπίεση σε μπάλλες και εναπόθεση.
- γ. Εναπόθεση και κάλυψη με συμπίεση

α. Εναπόθεση και κάλυψη χωρίς συμπίεση. Η εναπόθεση χωρίς συμπίεση δεν είναι πολύ διαδεδομένη και σκοπεύει στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για ευνοϊκότερη βιολογική αποσύνθεση των απορριμμάτων. Στη χώρα μας οι κλιματολογικές συνθήκες δεν επιτρέπουν της εφαρμογή αυτής της μεθόδου (οσμές, κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών από διάφορους φορείς, κλπ).

β. Συμπίεση σε μπάλλες και εναπόθεση. Η τεχνική της συμπίεσης σε μπάλλες είναι λιγότερο γνωστή και εφαρμόζεται στην Αγγλία και στις Η.Π.Α. Σοβαρό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής για τις Ελληνικές συνθήκες είναι οι μεγάλες ποσότητες στραγγισμάτων που θα παραχθούν κατά τη συμπίεση λόγω της υψηλής υγρασίας των απορριμμάτων της χώρας μας.

γ. Εναπόθεση και κάλυψη με συμπίεση. Η συμβατική μέθοδος της ελεγχόμενης εναπόθεσης με συμπίεση των απορριμμάτων έχει τελικά επικρατήσει και είναι η πιο διαδεδομένη. Με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μηχανημάτων γίνεται διάστρωση και μετά συμπίεση των απορριμμάτων σε στρώσεις 2-2,5 μέτρων περίπου.

Στη συνέχεια τα συμπιεσμένα απορρίμματα επικαλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό πάχους 0,25 μ. Η επικάλυψη των απορριμμάτων στοχεύει στην καταστροφή της λάβρας της μυϊγας και την απομόνωσή τους από τρωκτικά, πτηνά ή σκυλιά που μπορούν να αποτελέσουν φορείς μετάδοσης επιδημιών.

Ο χώρος που καταλαμβάνουν τα απορρίμματα μιας ημέρας καλείται κύτταρο. Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται για ανάπτυξη ικανού μήκους του μετώπου εργασίας προς αποφυγή συμφόρησης των απορριμματοφόρων. Τα πρηνή του κυττάρου, στο τέλος της ημέρας καλύπτονται με υλικό επικάλυψης πάχους 0,15 μ και συμπιέζονται.

Η κλίση των πρηνών είναι σκόπιμο να μην είναι μεγαλύτερη των 30° για να αποφεύγονται οι καθιζήσεις. Σκόπιμη κρίνεται η οδοντωτή διαμόρφωση των πρηνών της χωματερής, από στρώση σε στρώση για μεγαλύτερη ευστάθεια. Η πάνω επιφάνεια του κυττάρου διαμορφώνεται με κλίση (2-3%) για ταχεία απορροή των βρόχινων νερών.

Με τη χρήση ειδικών συμπιεστών με μεταλλικούς οδοντωτούς τροχούς επιτυγχάνεται πυκνότητα συμπιεσμένων απορριμμάτων της τάξης των 0,8 - 1,0 τον./m³. Με την πάροδο του χρόνου αναμένεται περαιτέρω αύξηση της πυκνότητας των απορριμμάτων που κατά βιβλιογραφικές πηγές ανέρχεται σε 20%.

Η μέθοδος εφαρμόζεται με δύο τρόπους ανάλογα με τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του χώρου.

Σε πεδινές περιοχές με χαμηλό φρεάτιο ορίζοντα διανοίγεται όρυγμα βάθους 2-3 μέτρων το οποίο πληρώνεται με απορρίμματα. Σε κλιθείς ή μισγάγγειες, ή σε πεδινές περιοχές με υψηλό υδροφόρο ορίζοντα εφαρμόζεται η επιφανειακή απόθεση των απορριμμάτων.

Μέσα στον όγκο των συμπιεσμένων απορριμμάτων επέρχεται σταδιακά η βιοαποικοδόμηση των οργανικών ουσιών κάτω από αναερόβιες συνθήκες με παράλληλη παραγωγή αερίων (κυρίως μεθανίου) και στραγγισμάτων.

Οι αέριες εκπομπές της χωματερής - που κατά την αναερόβια σταθερή ζύμωση αποτελούνται κατά 30-65% από CO₂, κατά 35-70% από μεθάνιο και από άλλα αέρια H₂S, H₂, CO κ.λ.π. - εάν δεν εξουδερωθούν, είναι δυνατόν να προκαλέσουν τις παρακάτω οχλήσεις:

- Δυσοσμία που οφείλεται στην παρουσία H₂S
- Κίνδυνο για την δημόσια υγεία λόγω της μικρής περιεκτικότητας σε οξυγόνο.
- Πυρκαγιές από αυτοαναφλέξεις.
- Μίγμα μεθανίου και αέρα σε αναλογία 5-15% CH₄ αποτελεί εκρηκτικό μίγμα, σε αναλογία μεγαλύτερη του 15% CH₄ υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης αλλά όχι έκρηξης.
- Κίνδυνοι για τη χλωρίδα του περιβάλλοντος χώρου. Τα αέρια της χωματερής εκδιώκουν το οξυγόνο από τις ρίζες των φυτών με αποτέλεσμα το μαρασμό τους.
- Μέσα στο σώμα της χωματερής αναπτύσσεται πίεση (κατά κανόνα 20 mb, αλλά έχουν μετρηθεί μέχρι και 300 mb), η οποία έχει σαν επακόλουθο την εκπομπή αερίων από το σώμα της χωματερής, ή όταν αυτό δεν είναι δυνατόν να γίνει, την υπόγεια μετανάστευση αερίων σε μακρινές αποστάσεις, όπου μπορούν να προκαλέσουν ασφυξία, εκρήξεις σε κλειστούς χώρους και πυρκαγιές σε δασικές εκτάσεις λόγω αυταναφλέξεως.

Για όλους τους παραπάνω λόγους επιδιώκεται με την κατασκευή ειδικού δικτύου αεραγωγών μέσα στο σώμα της χωματερής η ακίνδυνη απαέρωσή της. Το δίκτυο απαέρωσης μπορεί να αποτελείται είτε από δίκτυο οριζόντιων και κατακόρυφων αγωγών με τους οποίους συλλέγεται (συνήθως αντλείται) αέριο για περαιτέρω αξιοποίηση, είτε από κατακόρυφους διάτρητους τσιμεντοαγωγούς που επιτρέπουν τη διόδο και στη συνέχεια την επιτόπου καύση του αερίου, είτε από κατακόρυφους αγωγούς από διαβαθμισμένο υλικό, διαμέτρου περί τα 60 cm, που επιτρέπουν την ελεύθερη εκπομπή αερίου προς την ατμόσφαιρα.

Τα στραγγίσματα, ή διασταλλάζον υγρό (LEACHATE) προέρχονται κύρια από την εισροή βρόχινου νερού στο σώμα της χωματερής. Σε μικρές (αμελητέες) ποσότητες, στραγγίσματα δημιουργούνται και από τις διαδικασίες βιολογικής αποικοδόμησης στο εσωτερικό της χωματερής. Μακροχρόνιες μετρήσεις στραγγισμάτων χωματερών έδειξαν πως η παραγόμενη ποσότητα διασταλλάζοντος υγρού παραμένει λίγο πολύ σταθερή, ανεξάρτητη από την ημερήσια διακύμανση των βροχοπτώσεων, την επιφανειακή απορροή και την εξατμισοδιαπνοή.

Για προσεγγιστικές εκτιμήσεις έχει προταθεί ο τύπος:

$$Q = 10 - 25\% N$$

όπου : Q = παροχή στραγγισμάτων
N = ποσότητα βροχής

Η διακίνηση του διασταλλάζοντος υγρού μέσα στο σώμα της χωματερής ακολουθεί τις διαδικασίες κίνησης υγρού σε στρωματώδη πετρώματα. Το νερό που διαπερνά την επιφανειακή στρώση κινείται με βάση την αρχή της μικρότερης αντίστασης. Έτσι υπάρχει μεγάλη ανισοκατανομή της υγρασίας στο σώμα της χωματερής, με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση ποσοτήτων νερού σε συγκεκριμένα σημεία, από όπου το διασταλλάζον υγρό βγαίνει από την χωματερή.

Τα στραγγίσματα χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις BOD₅, οργανικών και ανόργανων υλικών, γι'αυτό και αποτελούν σοβαρό κίνδυνο ρύπανσης και μόλυνσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών της περιοχής.

Αναφέρεται συγκέντρωση BOD₅ της τάξης των 10.000 - 20.000 mg/L σε νεαρές χωματερές και συγκέντρωση περί τα 1000 mg/L σε παλιές χωματερές.

Η προστασία του υπεδάφους από τη ρύπανση και τη μόλυνση που θα προκαλούσε πιθανή υπόγεια διοχέτευση του διασταλλάζοντος υγρού, εξασφαλίζεται με τη στεγανοποίηση του πυθμένα του χώρου διάθεσης (είτε με αργιλική στρώση περί τα 0,30 - 0,60 CM, είτε με τοποθέτηση ειδικών πλαστικών φύλλων, είτε με στρώση μπεντονίτη, είτε με συνδυασμό μεθόδων) και τη συλλογή του διασταλλάζοντος υγρού με δίκτυο στραγγιστήρων.

Τα στραγγίδια συγκεντρώνονται σε δεξαμενή εξισορρόπησης των παροχών στα κατάντη του χώρου διάθεσης.

Τα στραγγίδια παλαιών χωματερών - με μειωμένο BOD₅ - μπορούν να διατεθούν, εφόσον αυτό είναι εφικτό, στο δίκτυο συλλογής ακαθάρτων της περιοχής. Τα στραγγίδια όμως των νεαρών χωματερών πιθανόν να απαιτήσουν ιδιαίτερη προεπεξεργασία, σε ειδικές εγκαταστάσεις πριν διοχετευθούν στις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού της περιοχής.

Δραστικό πάντως μέτρο μείωσης της παραγόμενης ποσότητας διασταλλάζοντος υγρού αποτελεί η συλλογή και μεταφορά των ομβρίων υδάτων της ανάντη περιοχής, έξω από το σώμα της χωματερής.

Πίνακας 10.1. : Ουσίες στα στραγγίσματα της χωματερής αστικών απορριμμάτων. (στοιχεία σε mg/l)	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ
Τιμή pH	6,5 - 8
BOD5 (mg/l)	1000 - 2000
TOC (mg/l)	5000
COD (mg/l)	3000 - 6000
Cl ⁻ (mg/l)	400 - 2000
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	10 - 1000
2 ⁻ (mg/l)	0,5 - 2
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	5 - 15
NO ₃ ⁻ (mg/l)	3
K (mg/l)	100 - 1000
Na (mg/l)	1500
Ca (mg/l)	200
Mg (mg/l)	600
NH ₄ ⁺ (mg/l)	120 - 1500
H ₂ S (mg/l)	3
Fe (mg/l)	3 - 400
Mn (mg/l)	1 - 40
Cu (mg/l)	0,03 - 0,3
Cr (mg/l)	0,03 - 0,3
Zn (mg/l)	0,2 - 15
Pb (mg/l)	0,02 - 0,3
Cd, As, Co (mg/l)	0,03 - 0,06
Hg (mg/l)	0,005- 0,01
Ai (mg/l)	0,1 - 1,2
Phenol	0,005
CN ⁻	0,1

[Πηγή: "Εναπόθεση και επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων"
Ινστιτούτο GOTHE, Αθήνα 1984]

Όπως αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο αυτό, ένας χώρος ταφής απορριμμάτων είναι δυνατόν να εξελιχθεί σε κέντρο πολύ σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για τον λόγο αυτό η σημερινή τεχνολογία έχει αναπτύξει πολύ αποτελεσματικές μεθόδους για την αποφυγή των οχλήσεων.

Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών αποτελεί νομική επιταγή και στην χώρα μας και οι μονάδες που κατασκευάζονται λέγονται Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Όταν πριν την ταφή γίνει και διαλογή του χαρτιού και των οργανικών συστατικών, μειώνονται δραστικά οι εκπομπές βιοαερίου και διασταλλαγμάτων, με αποτέλεσμα οι επιπτώσεις να είναι ουσιαστικά αμελητέες.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι αυτή τη στιγμή γίνονται πολλές συζητήσεις στο πλαίσιο της Ε.Ε. για την σταδιακή μείωση του ποσοστού οργανικών συστατικών στα απορρίμματα που θάβονται σε ΧΥΤΑ.¹⁸ Η πρόταση που εξετάζεται είναι να επιβληθεί προοδευτική μείωση στην περιεκτικότητα σε ολικό οργανικό άνθρακα (ΤΟC) των απορριμμάτων που θα γίνονται δεκτά σε ΧΥΤΑ, έτσι ώστε το 2010 να έχει περιορισθεί στο 25% του αντιστοίχου του 1993. Η αρχική πρόταση ζητούσε μείωση στο 10% σε μία πενταετία, αλλά προσέκρουσε σε σοβαρές αντιρρήσεις, κυρίως της Βρετανίας και αναθεωρείται.

Σε κάθε περίπτωση, πάντως, πρέπει να αναμένεται ότι σύντομα θα επιβληθούν περιορισμοί στις ποσότητες οργανικών που θα θάβονται και αυτό πρέπει να ληφθεί υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό των νέων εγκαταστάσεων.

10.1.2. Επιλογή χώρου ελεγχόμενης εναπόθεσης των απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

Ανεξάρτητα από το αν προηγηθεί επεξεργασία των απορριμμάτων και από το είδος της επεξεργασίας, σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται από τους Ο.Τ.Α ή από τους συνδέσμους χώρος ελεγχόμενης εναπόθεσης των απορριμμάτων, ή των υπολειμμάτων της επεξεργασίας..

Βασικός παράγων που επηρεάζει την επιλογή του χώρου είναι η σύσταση και ποσότητα των απορριμμάτων. Για κάθε είδος απορριμμάτων υπεισέρχονται ειδικοί παράγοντες στη μελέτη της επιλογής του χώρου διάθεσης ανάλογα και με την ποσότητά τους.

Για τα οικιακά και γενικότερα τα αστικά απορρίμματα, οι συνθήκες διάσπασής τους είναι γνωστές. Τα απορρίμματα στην αρχή αποσυντίθενται κάτω από αερόβιες συνθήκες και κατόπιν, όταν πάψει η τροφοδοσία τους με οξυγόνο, επικρατούν αναερόβιες συνθήκες με σύγχρονη παραγωγή μεθανίου, αύξηση της θερμοκρασίας κ.α., (πρόβλημα συλλογής βιοαερίου).

Συγχρόνως παρουσιάζεται το πρόβλημα της διήθησης των επιφανειακών νερών, όπου μαζί με την υγρασία των απορριμμάτων από τη διάσπαση των οργανικών ουσιών, δημιουργούνται τα υγρά των απορριμμάτων, (πρόβλημα συλλογής και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων).

Εχοντας υπόψη τους ανωτέρω παράγοντες, η επιλογή του χώρου ελεγχόμενης εναπόθεσης γίνεται κυρίως με τα εξής κριτήρια:

1. **Γεωλογία του εδάφους.** Οι γενικότερες επιπτώσεις των υγρών και των αερίων, που προκύπτουν από το χώρο εναπόθεσης των απορριμμάτων στο περιβάλλον, εξαρτώνται και από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του

εδάφους. Απο πλευράς διαμόρφωσης του εδάφους προτιμάται χώρος σε πλαγιά ή κοιλάδα. Επίσης επιθυμητή περίπτωση είναι η μικρή διαπερατότητα του εδάφους, (πυριγενή και μεταμορφωσιγενή πετρώματα).

2. **Υδρολογία** .Με βάση τα στοιχεία μιας υδρολογικής έρευνας, πρέπει να εκτιμηθεί η ποσότητα των υγρών που θα σχηματιστούν και να εξεταστεί η θέση και κίνηση των υπόγειων νερών σε σχέση με το χώρο εκροής των υγρών αποβλήτων από τα απορρίμματα. Για να ελέγχεται η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και η ποιότητα των υπογείων νερών, κατασκευάζεται φρεάτιο απέναντι στο χώρο εναπόθεσης των απορριμμάτων.
3. **Κλιματολογικές συνθήκες**. Τα κλιματολογικά στοιχεία (άνεμοι, βροχή, θερμοκρασία), επηρεάζουν άμεσα τη λειτουργία της υγειονομικής ταφής.
4. **Εκταση**. Στην διατιθέμενη έκταση πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την δημιουργία, εκτός του ΧΥΤΑ, των πρόσθετων εγκαταστάσεων που θα απαιτηθούν για την μείωση του οργανικού κλάσματος
5. **Χωρητικότητα**. Πρέπει να προβλέπεται χωρητικότητα τουλάχιστον για 15 χρόνια. Με τη βοήθεια τοπογραφικών διαγραμμάτων μπορούμε να εκτιμήσουμε με μεγάλη προσέγγιση τη χωρητικότητα των υπό μελέτη χώρων και τη διάρκεια της εκμετάλλευσής τους.
6. **Υλικό κάλυψης**. Πρέπει να εξασφαλίζονται οι αναγκαίες ποσότητες και η ποιότητα χωμάτων για την κάλυψη των απορριμμάτων.
7. **Προσπέλαση**. Έχει σημασία η καλή βατότητα του δρόμου προσπέλασης προς το χώρο διάθεσης γιατί η κίνηση των οχημάτων γίνεται, οικονομικότερη, γρηγορότερη και χωρίς φθορές.
8. **Απόσταση από την πόλη**. Ο χώρος συνιστάται να απέχει περισσότερο από 1000 μέτρα από κατοικημένη περιοχή και το πολύ 20 χιλιόμετρα από το κέντρο βάρους των εξυπηρετούμενων περιοχών. Οι πιο μεγάλες αποστάσεις σημαίνουν μεγάλα κόστη μεταφοράς. Σε περίπτωση αδυναμίας εξεύρεσης χώρου διάθεσης σε μικρή σχετικά απόσταση, πρέπει να εξετάζεται η περίπτωση σταθμού μεταφόρτωσης.
9. **Αποκατάσταση - αξιοποίηση**. Η τελική μορφή που θα πάρει ο χώρος όταν σταματήσει πλέον, (μετά από 15-20 χρόνια), να χρησιμοποιείται για εναπόθεση απορριμμάτων, είναι βασικό στοιχείο για την επιλογή του. Στόχος είναι η επανένταξή του στο περιβάλλον και η απόδοσή του σε κοινή χρήση.

Επειδή όλες οι άλλες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων αφήνουν κάποια κατάλοιπα, που σημαίνει ότι χρειάζεται κάποιος χώρος για τη διάθεση - ταφή τους, τα παραπάνω κριτήρια μπορούν να θεωρηθούν σαν ισχύοντα εν γένει και για τους απαιτούμενους χώρους διάθεσης για τα υπόλοιπα υλικά των άλλων μεθόδων.

10.2 Η ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ - ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

10.2.1 Αποτέφρωση

Με βάση τεχνολογίες που αρχικά αναπτύχθηκαν κυρίως στην Γερμανία και στην Ελβετία, έχουν κατασκευασθεί δεκάδες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης των απορριμμάτων.

Το μεγάλο προσόν των μονάδων αυτών είναι ότι:

- δέχονται μίγμα απορριμμάτων, χωρίς καμμία απαίτηση διαχωρισμού
- καταλαμβάνουν μικρή έκταση
- μειώνουν τον όγκο των απορριμμάτων που τελικά διατίθενται με υγειονομική ταφή στο 20-25% περίπου
- όταν λειτουργούν σωστά έχουν πολύ περιορισμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον

Το σημαντικότερο μειονέκτημά τους είναι το πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους, που ωφείλεται σε μεγάλο ποσοστό και στην σύμπλοκη και υψηλής τεχνολογίας εγκατάσταση καθαρισμού αερίων που τις συνοδεύει.

Δεν πρόκειται για αξιοποίηση μιας παραμελημένης πηγής ενέργειας, όπως αφήνεται να εννοηθεί σε ορισμένες περιπτώσεις. Είναι μία μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων που μπορεί να έχει σαν παραπροϊόν ηλεκτρική ή/και θερμική ενέργεια, που πάντως δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικές των παραγομένων με τα συμβατικά καύσιμα.

Ειδικά για περιπτώσεις πόλεων μικρού και μεσαίου μεγέθους, η εγκατάσταση αποτέφρωσης είναι ακόμη πιο δαπανηρή, τόσο σε κατασκευή όσο και σε λειτουργία, από τις άλλες δόκιμες μεθόδους. Η εγκαταστάσεις αποτέφρωσης έχουν εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις μεγάλων πόλεων, εξυπηρετώντας συνήθως, ιδίως μάλιστα στις περιπτώσεις που η θερμική ενέργεια αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, πάνω από ένα εκατομμύριο κατοίκους. Η οικονομική τους αποδοτικότητα βελτιώνεται σημαντικά αν υπάρχει δυνατότητα να αξιοποιηθεί πληρέστερα η παραγόμενη θερμική ενέργεια και με την θέρμανση των κατοικιών της περιοχής.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό των θερμοηλεκτρικών εγκαταστάσεων που λειτουργούν με απορρίμματα είναι η έλλειψη ελαστικότητας λειτουργίας, δεδομένου ότι τα σκουπίδια δεν μπορούν να αποθηκευθούν και πρέπει να καίγονται με τον ρυθμό που παράγονται. Το μειονέκτημα αυτό πορεί να παρακαμφθεί μερικά, αν τα καύσιμα συστατικά των απορριμμάτων διαχωρισθούν και συμπιεσθούν σε κύβους, (μπρικέττες, πέλλετς). Η δυνατότητα αυτή θα εξετασθεί ιδιαίτερος, διότι συνδυάζεται με την μηχανική διαλογή.

Για τις ελληνικές συνθήκες, κοινωνικές και οικονομικές, δεδομένου μάλιστα ότι η χώρα μας είναι πολύ πιο αραιοκατοικημένη από τις βορειοευρωπαϊκές και

έτσι δεν προκύπτει έντονο πρόβλημα για την εξεύρεση των απαιτούμενων χώρων για ΧΥΤΑ, το σημαντικότερο και το πιο επείγον, είναι να κατασκευασθούν, σε πρώτη φάση, σωστοί χώροι ταφής, οι οποίοι θα χρειάζονται οποιοδήποτε σύστημα και να εφαρμοσθεί.

10.2.2. Πυρόλυση

Είναι μία θερμική επεξεργασία που βρίσκεται ακόμη στο πειραματικό στάδιο, αλλά που έχει συζητηθεί πολύ, διότι ενδέχεται να μπορεί να εφαρμοσθεί και σε μικρές εγκαταστάσεις.

Σκοπός της μεθόδου είναι η θερμική διάσπαση των οργανικών συστατικών των απορριμμάτων, με θέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία, απουσία αέρα, οπότε παράγονται υδρογονάνθρακες σε υγρή ή/και αέρια μορφή, που μπορούν να χρησιμεύσουν σαν καύσιμη ύλη για την παραγωγή ενέργειας.

Από τις λίγες εγκαταστάσεις που λειτουργούν σήμερα και που έχουν ουσιαστικά πειραματικό χαρακτήρα, προκύπτει ότι η μέθοδος αυτή είναι, για την ώρα, η δαπανηρότερη από όλες και απαιτεί εγκαταστάσεις υψηλής τεχνολογίας.

Προς το παρόν συνεπώς δεν είναι ώριμη ούτε για διερεύνηση, για περιπτώσεις όπως η πόλη της Κορίνθου.

10.2.3 Άλλες μορφές οξειδωσης

Η σπουδαιότητα του προβλήματος και η τεράστια αγορά που ανοίγεται σε κάθε επιτυχημένη μέθοδο, έχει σαν συνέπεια να γίνεται εντατική έρευνα από όλες τις εταιρίες του κλάδου, αλλά και από ερευνητικά ινστιτούτα σε όλο τον κόσμο.

Μία από τις εξεταζόμενες μεθόδους οξειδώνει τα απορρίμματα με αέρα, σε υγρή φάση, σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τα απορρίμματα πρέπει πρώτα να αλεσθούν και λειοτριβηθούν και να αναμιχθούν με νερό, ώστε να γίνουν υδαρή.

Το προσόν της μεθόδου είναι η πλήρης απουσία απαερίων προς καθαρισμό, καθώς και η δυνατότητα αποτελεσματικής αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας.

Και η υγρή οξειδωση βρίσκεται πάντως σε πειραματικό στάδιο.

10.3. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΤΑΦΗ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η χωριστή συλλογή των διαφόρων αξιοποιήσιμων κλασμάτων των απορριμμάτων είναι μία σύμπλοκη διαδικασία, που προϋποθέτει μεγαλύτερη οργάνωση στην αποκομιδή και ενεργό συμμετοχή συνειδητοποιημένων πολιτών. Στα κέντρα μάλιστα των πόλεων είναι δυνατόν οι στενοί δρόμοι και τα κυκλοφοριακά προβλήματα να μην επιτρέπουν την τοποθέτηση μεγάλου αριθμού κάδων συλλογής.

Για την παράκαμψη αυτών των δυσκολιών έχουν κατασκευασθεί σε αρκετές πόλεις του εξωτερικού μονάδες διαλογής του μίγματος των απορριμμάτων με μηχανικά μέσα, με σκοπό την αξιοποίηση ορισμένων συστατικών τους, ή ακόμα απλά την μείωση του όγκου τους. Ήδη έχει υπογραφεί και η σύμβαση για μία αντίστοιχη εγκατάσταση δίπλα στην σημερινή χωματερή των Ανω Λιοσίων του ΕΣΔΚΝΑ, δυναμικότητας σε ΑΑ, βιολογική ιλή και κλαδέματα 1.400 τόννων την ημέρα.

Στόχος της μεθόδου είναι ο διαχωρισμός στα ακόλουθα κλάσματα:

1. Οργανικό, που μπορεί να χρησιμοποιήσει για παραγωγή κομποστ, που περιέχει τα υπολείμματα τροφών, ορισμένα χαρτιά, φύλλα κλπ. Σε αυτό μπορούν να προστεθούν και λάσπες από βιολογικούς καθαρισμούς καθώς και κλαδέματα κήπων και πάρκων.
2. Καύσιμο, όπου περιέχονται κυρίως τα πλαστικά και μέρος των χαρτιών και χαρτονιών.
3. Μέταλλα που διαχωρίζονται είτε μαγνητικά (σίδηρος) είτε με άλλο τρόπο όπως το αλουμίνιο.
4. Αδρανή, χώματα, πέτρες, γυαλιά κλπ. που καταλήγουν σε ταφή.

Δυστυχώς, όπως ήδη έχει αναφερθεί, το βασικό μειονέκτημα του συστήματος είναι ότι τα προϊόντα που απομονώνονται έχουν πολλές προσμίξεις, που μειώνουν σημαντικά τις αξίες τους.

Ειδικά μάλιστα για το κομποστ, το γεγονός ότι εμπλουτίζεται σε βαρέα μέταλλα ¹⁹ έχει συνήθως αποτέλεσμα να γίνεται ακατάλληλο για γεωργικές εφαρμογές και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σαν υλικό επικάλυψης σε ΧΥΤΑ .

Μικρότερα προβλήματα καθαρότητας παρουσιάζει το καύσιμο από απορρίμματα (ΚΑΠΑ - RDF). Η δυσκολία είναι όμως η εξεύρεση πελατών για ένα σχετικά δύσχρηστο και μεταβλητής σύνθεσης υλικό, που διατρέχει και τον κίνδυνο αυτανάφλεξης.

Ορισμένοι ²⁰ προτείνουν την μηχανική διαλογή σαν τρόπο μείωσης των προς ταφή απορριμμάτων, επειδή οι απώλειες επεξεργασίας επιφέρουν μείωση του βάρους κατά 20-40%, ενώ συγχρόνως τα διαχωρισμένα, επεξεργασμένα υλικά έχουν ειδικό όγκο 30% μικρότερο. Έτσι επιτυγχάνεται οικονομία όγκου ΧΥΤΑ 50-60% . Παράλληλα μειώνεται πολύ το ρυπαντικό φορτίο των στραγγιδίων του ΧΥΤΑ καθώς και οι ποσότητες του εκπεμπόμενου βιοαρίου, με συνέπεια να απλοποιούνται οι διαδικασίες λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Το κόστος της μηχανικής διαλογής και, αντίστοιχα των προϊόντων της, ποικίλλουν ανάλογα με την συμπλοκότητα των διεργασιών, την επιζητούμενη καθαρότητα προϊόντων και την μορφή διάθεσης του ΚΑΠΑ (χύμα ή κυβοποιημένο) και του κομποστ (ποσοστό εξευγενισμού, συσκευασία)

Μία πλήρης εγκατάσταση μηχανικής διαλογής ΑΑ αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα

- παραλαβή μέτρηση και τροφοδοσία ΑΑ.
- προεπιλογή ΑΑ για τον διαχωρισμό ορισμένων επαναχρησιμοποιήσιμων καθώς και των ογκωδών κλπ. υλικών που μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στα μηχανήματα
- διαχωρισμός με κόσκινα, αέρα, βαλλιστικά συστήματα και άλλες μεθόδους των ελαφρών, που είναι κυρίως καύσιμα και των βαριών, που είναι τα αδρανή
- διαχωρισμός με μαγνήτες των σιδηρούχων
- ξήρανση και κυβοποίηση ΚΑΠΑ (RDF)
- παραλαβή, τροφοδοσία, και μέτρησης βιολογικής ιλύος
- παραλαβή, τροφοδοσία, επεξεργασία και μέτρηση κλαδιών και χόρτων
- ανάμιξη και ομογενοποίηση των υλικών για κομποστ
- ταχείαβιοαποικοδόμηση (αναερόβια ή/και αερόβια)
- ωρίμανση
- εξευγενισμός κομποστ,
- ενσάκκιση και τοποθέτηση σε παλλέτες του κομποστ
- καθαρισμό και συμπίεση των σιδηρούχων μετάλλων

Προσφέρονται ακόμη συστήματα διαχωρισμού των κουτιών αλουμινίου, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι η καθαρότητα του προϊόντος θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των εργοστασίων ανακύκλωσης.

Οι αποδόσεις της μηχανικής διαλογής ποικίλλουν βέβαια, ανάλογα με την σύνθεση των πρώτων υλών, αλλά σε γενικές γραμμές, από 100 κιλά ΑΑ με ιλύ και κλαδέματα, προκύπτουν

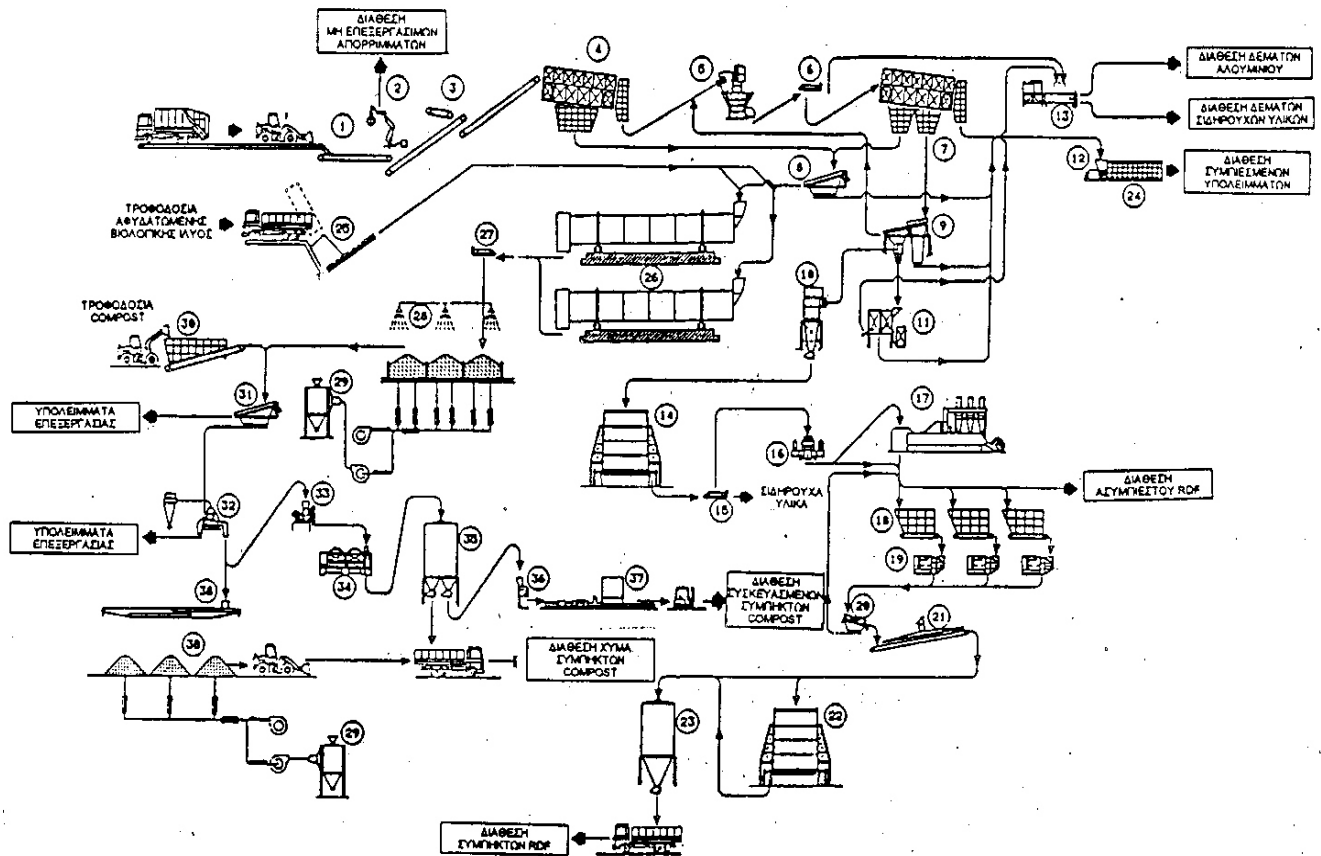
Ογκώδη κλπ. προδιαλογής	3%
Κομποστ	20%
ΚΑΠΑ (RDF)	15%
Σιδηρούχα μέταλλα	2,5%
Υπολείμματα - αδρανή κλπ.	30%
Απώλειες κατεργασίας	30%

Από τα προϊόντα αυτά εμπορεύσιμα είναι

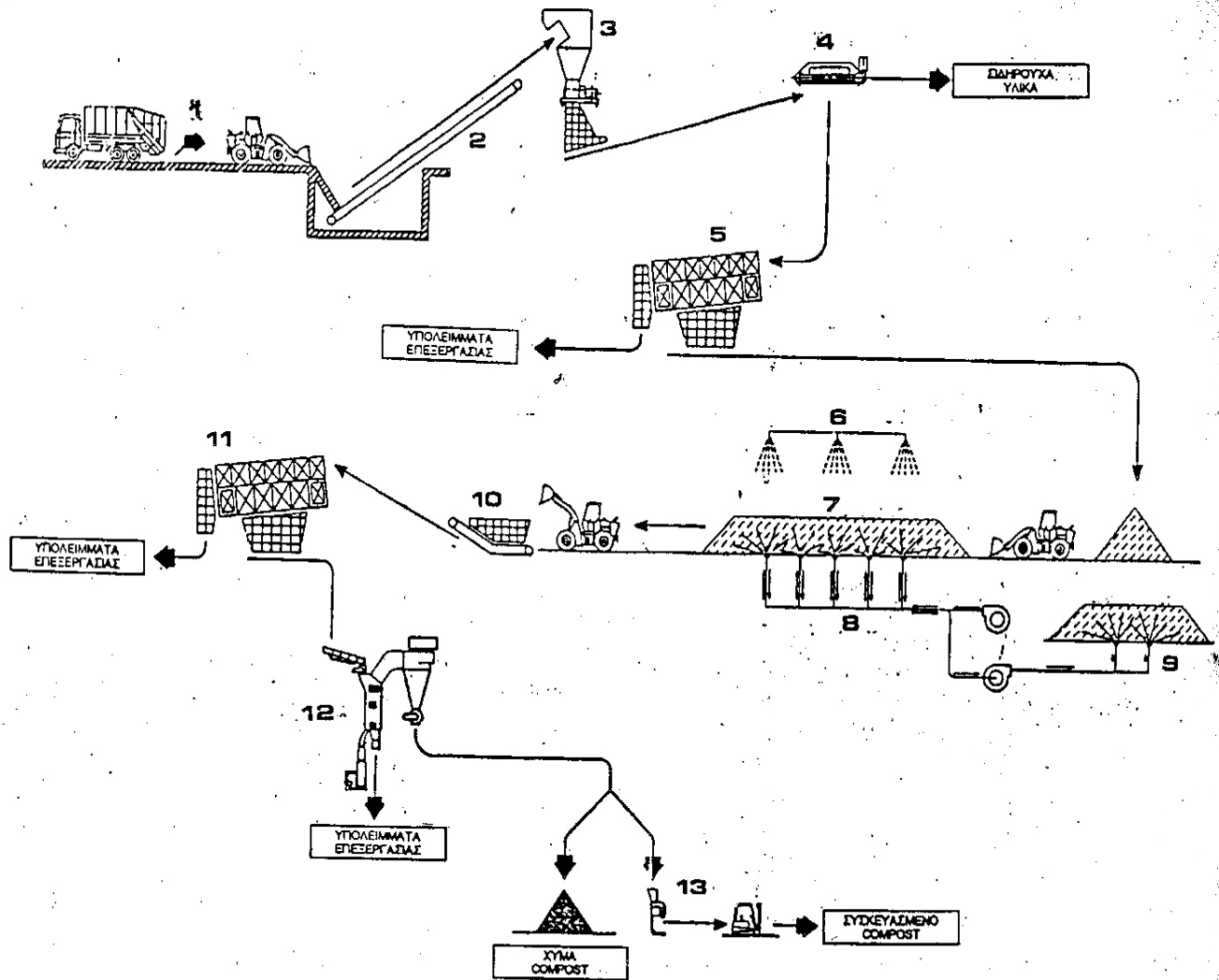
1. **το κομποστ** , εάν είναι εντός των προδιαγραφών για αγροτική εφαρμογή, πράγμα αμφίβολο. Και πάλι όμως η τιμή που θα μπορεί να επιτευχθεί στην αγορά θα είναι της τάξης των 1000 δρχ/τόννο, δεδομένου ότι, κατά ορισμένους, τα οφέλη από την εφαρμογή του στις καλλιέργειες δεν καλύπτουν ούτε την δαπάνη διασποράς του στους αγρούς!!
2. **το ΚΑΠΑ (RDF)**, λόγω της θερμογόνου δύναμής του που είναι περίπου το 40% της αντίστοιχης του πετρελαίου. Δυστυχώς οι δυσχέρειες στον χειρισμό του, οι κίνδυνοι αυτανάφλεξης, οι μεγάλες ποσότητες τέφρας και το πρόβλημα της διάθεσής τους, καθώς και το πρόβλημα του καθαρισμού των απαερίων, περιορίζουν πάρα πολύ τον κύκλο των υποψήφιων πελατών και συρρικνώνουν την δυνατότητα να επιτευχθούν ανεκτές τιμές. Αλλωστε το πρόβλημα διάθεσης καυσίμων απορριμμάτων κάθε είδους, είναι οξύ σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, παρά το γεγονός ότι επιδοτούνται!! Αυτή την στιγμή διαφαίνεται ότι ο ΕΣΔΚΝΑ αντιμετωπίζει δυσκολίες στο πρόβλημα διάθεσης του καυσίμου κλάσματος που θα προκύψει από την μονάδα των Ανω Λιοσίων και εξετάζεται η περίπτωση να καεί επί τόπου(!!!) για παραγωγή ενέργειας.
3. **τα σιδηρούχα μέταλλα** μπορούν να διατεθούν, στο εργοστάσιο, προς 5 δρχ ανά κιλό περίπου, που είναι ζήτημα αν καλύπτουν το κόστος της συλλογής και μεταφοράς τους.

Το διάγραμμα ροής μιας τυπικής μονάδας φαίνεται στο σχήμα που επισυνάπτεται.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΜΙΚΤΩΝ ΑΑ
ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ



1. Ταινιόδρομοι τροφοδοσίας απορριμμάτων	11. Διαχωριστήρας αλουμινίου	21. Ψυχόμενος ταινιόδρομος	31. Δονούμενος διαχωριστήρας αναρροής
2. Διαλογή μη επεξεργασίμων	12. Συμπιεστήρας υπολειμμάτων	22. Οριζόντιο σιλό	32. Εξευγενισμός compost
3. Διάταξη ανοίγματος σάκων	13. Δεματοποιητής σιδηρούχων υλικών	23. Σιλό αποθήκευσης - τροφοδοσίας	33. Διάταξη παραγωγής συμπήκτων compost
4. Περιστρεφόμενο κόσκινο	14. Οριζόντιο σιλό	24. Container υπολειμμάτων	34. Σύστημα ψύξης
5. Σφυρόμυλος	15. Μαγνητικός διαχωριστήρας	25. Σύστημα τροφοδοσίας βιολογικής ύλης	35. Σιλό αποθήκευσης - τροφοδοσίας
6. Μαγνητικός διαχωριστήρας	16. Συμπιεστής RDF	26. Περιστρεφόμενοι αναμικτήρες	36. Μονάδα ενσάκκισης
7. Περιστρεφόμενο κόσκινο	17. Ήπραντήρας RDF	27. Μαγνητικός διαχωριστήρας	37. Διάταξη συσκευασίας σε παλέτες
8. Δονούμενος διαχωριστήρας αναρροής	18. Χοάνη τροφοδοσίας πρέσας συμπήκτων	28. Εγκατάσταση ταχείας ζύμωσης	38. Αυτόματο σύστημα τροφοδοσίας
9. Δονούμενος διαχωριστήρας	19. Πρέσα συμπήκτων RDF	29. Φίλτρο αέρα	
10. Πνευματικός διαχωριστήρας	20. Δονούμενο κόσκινο	30. Σύστημα τροφοδοσίας	

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΜΙΚΤΩΝ ΑΑ
ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΟΝΟ ΚΟΜΠΟΣΤ

1. Δάπεδο εκκένωσης απορριμμάτων	8. Σύστημα αερισμού compost
2. Σύστημα τροφοδοσίας απορριμμάτων	9. Φίλτρο αέρα
3. Σφιδρόμυλος	10. Σύστημα τροφοδοσίας - λειοτριβήσης compost
4. Ηλεκτρομαγνητικός διαχωριστήρας	11. Περιστρεφόμενο κόσκινο
5. Περιστρεφόμενο κόσκινο	12. Διαχωριστήρας zig-zag
6. Σύστημα καταιονισμού	13. Σύστημα ενσάκκισης compost
7. Αεριζόμενα σειράδια compost	

11. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Τα στοιχεία κόστους που αναφέρονται στην βιβλιογραφία, πρέπει να αντιμετωπίζονται με αρκετή επιφύλαξη, διότι δεν έχουν υπολογισθεί πάντα με τον ίδιο τρόπο και, συνεπώς, μπορεί να μην είναι συγκρίσιμα. Για τον λόγο αυτό δεν γίνεται απόπειρα να εμφανισθούν σε πίνακα, αλλά θα αναφερθούν ανά πηγή.

Ο ΕΣΔΚΝΑ ²¹ υπολογίζει ότι η διαχείριση 3.500 τόννων/ημέρα απαιτεί τις εξής επενδύσεις:

Σενάριο 1.	Μηχανική διαλογή	35 δις
	ΧΥΤΑ	25 δις
	Σύνολο	60 δις

Σενάριο 2.	Διαλογή οργανικών και καύση υπολοίπου	180 δις
	ΧΥΤΑ	20 δις
	κομποστ οργανικού	10 δις
	Σύνολο	215 δις

Για την Γαλλία έχει γίνει μία αναλυτική μελέτη ²² από την εταιρία AMORCE, που δίνει τα ακόλουθα στοιχεία για την διάθεση:

- Απόθεση σε χωματερή 4.000-8.000 δρχ/ τόννο ΑΑ
- Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας 15.000 ως 30.000 δρχ/ τόννο ΑΑ
- Αποτέφρωση χωρίς ανάκτηση ενέργειας 6.000 ως 15.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Παραγωγή κομποστ 6.000 ως 18.000 δρχ/τόννο ΑΑ

Αντίστοιχα η απαιτούμενη επένδυση εκτιμάται ως εξής:

- Χωματερή κάτω των 50.000 τ/έτος 100 ως 300 εκατ. δρχ.
- Χωματερή 50.000-100.000 τ/έτος 150 ως 2.000 εκατ. δρχ
- Χωματερή άνω των 100.000 τ/έτος 2.000 ως 3.500 εκατ. δρχ
- Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας δυναμικότητας 2-10 τ/ώρα, 400-700 εκατ.δρχ/ωριαίο τόννο
- Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας δυναμικότητας 10-25 τ/ώρα, 330-950 εκατ.δρχ/ωριαίο τόννο
- Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας δυναμικότητας άνω των 25 τ/ώρα, 500-850 εκατ.δρχ/ωριαίο τόννο
- Αποτέφρωση χωρίς ανάκτηση ενέργειας δυναμικότητας 1-5 τ/ώρα, 150-350 εκατ.δρχ/ωριαίο τόννο
- Αποτέφρωση χωρίς ανάκτηση ενέργειας δυναμικότητας άνω των 5 τ/ώρα, 200-400 εκατ.δρχ/ωριαίο τόννο
- Παραγωγή κομποστ από <10.000 ΑΑ τ/έτος 250.000 ως 2.500.000 δρχ
- Παραγωγή κομποστ από 10.000 ως 20.000 ΑΑ τ/έτος 700.000 ως 1.400.000 δρχ

- Παραγωγή κομποστ από 20.000 ως 30.000 ΑΑ τ/έτος 600.000 ως 1.400.000 δρχ
- Παραγωγή κομποστ από > 30.000 ΑΑ τ/έτος 1.400.000 ως 2.600.000 δρχ

Σημειώνεται ότι οι περισσότερες μονάδες που εξετάζονται είναι τεχνολογίας της δεκαετίας του '70 και μερικές του '80.

Οι τιμές για την Γερμανία που αναφέρονται στο περιοδικό της Διεθνούς Εταιρίας Στερεών Απορριμμάτων (ISWA)²³, είναι οι ακόλουθες:

- Αποτέφρωση 40.000 ως 60.000 με μέγιστο 130.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Κομποστ του οργανικού προδιαχωρισμένου κλάσματος 25.000 ως 40.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Απόθεση σε σύγχρονο ΧΥΤΑ 16.000 ως 32.000 δρχ/τόννο ΑΑ

Πρόσφατη (1996) τιμή δίνει για την εγκατάσταση διαλογής-αποτέφρωσης ΑΑ 2,5 εκατομ. κατοίκων με παραγωγή ενέργειας στην Ολλανδία, ύψος επένδυσης 125.000 δρχ/ετ. τόννο ΑΑ. Η εγκατάσταση δέχεται 735.000 τ/έτος μικτά απορρίμματα και διαχωρίζει το κάυσιμο κλάσμα, 420.000 τ/έτος, που καίγεται με παραγωγή ενέργειας.

Η μονάδα αποτέφρωσης του μίγματος των ΑΑ, χωρίς διαχωρισμό, με παραγωγή ενέργειας για τα ΑΑ του Αμστερνταμ κόστισε περί τα 150 δισ. δρχ. το 1994, που αντιστοιχούν σε ύψος επένδυσης 235.000 δρχ/ετ.τόννο. Είναι η μεγαλύτερη μονάδα της Ευρώπης.²⁴

Από άλλη γερμανική πηγή²⁵ δίνονται τα εξής στοιχεία για εγκαταστάσεις βιοαποικοδόμησης διαχωρισμένου οργανικού κλάσματος:

- Επένδυση 160.000 ως 320.000 δρχ/ετήσιο τόννο ΑΑ
- Κόστος δοχείων 5.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Κόστος συλλογής 13.000 ως 20.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Κόστος παραγωγής 30.000-75.000 δρχ/τόννο ΑΑ
- Κόστος πωλήσεων κλπ. 3.500 ως 8.000 δρχ/τόννο ΑΑ

Με τα στοιχεία αυτά προκύπτει μία επιβάρυνση για το οργανικό κλάσμα 50 ως 110 δρχ/κιλό, ή 50.000 ως 110.000 δρχ/τόννο απορριμμάτων, που σημαίνει περίπου διπλάσιο κόστος ανά τόννο κομποστ, της οποίας αμελητέο κλάσμα μόνο μπορεί να καλύψει η πώληση του προϊόντος.

Η L. Giagnorio²⁶ δίνει τα ακόλουθα στοιχεία κόστους:

Γαλλία: Μέσο συνολικό κόστος διαχείρισης ΑΑ 35.000 δρχ/τόννο

Το κόστος διάθεσης παρουσιάζεται να έχει τις ακόλουθες διακυμάνσεις

ΜΕΘΟΔΟΣ	Μέγ. δρχ/τόννο	Ελάχ. δρχ/τόννο
Καύση με παραγωγή ενέργειας	25.000	12.000

Καύση χωρίς παραγωγή ενέργειας	15.000	6.000
Κομποστ αερόβιο ή αναερόβιο	15.000	6.000
Ταφή χωρίς περιβαλλοντικά μέτρα	4.000	1.000
Ταφή με περιβαλλοντικά μέτρα	16.000	13.000

Κόστος επιλεκτικής συλλογής 12.000 ως 30.000 δρχ/τόννο υλικού

Ηνωμένο Βασίλειο:

Ταφή 2.500-7.000 δρχ/τόννο

Επεξεργασία σε συνδυασμό με αναερόβια χώνευση 12.500-15.000 δρχ/τόννο.

Διαπιστώνεται από τα στοιχεία αυτά ότι υπάρχει ένα πολύ μεγάλο άνοιγμα μεταξύ ανωτέρων και κατωτέρων τιμών μέσα στην ίδια την χώρα καθώς επίσης και από χώρα σε χώρα, ωφειλόμενο όχι μόνο στον διαφορετικό τρόπο υπολογισμού, αλλά και στις σημαντικές διαφορές τεχνολογίας και μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος.

Επαληθεύεται, πάντως, αυτό που αναφέρθηκε στην εισαγωγή, σαν μία από τις αρχές διαχείρισης των απορριμμάτων, ότι δηλαδή είναι μία διαδικασία που κοστίζει σημαντικά και σε καμμία περίπτωση δεν μπορεί να γίνει οικονομικά αποδοτική.

Η επιλογή του καλλίτερου και πιο ενδεδειγμένου συστήματος για την Κόρινθο πρέπει να γίνει με γνώμονα το χαμηλότερο δυνατό κόστος, σε συνδυασμό με την προστασία της υγείας των πολιτών και του περιβάλλοντος.

12. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΕΝΑ ΔΗΜΟ**12.1 Εξυπηρετούμενοι ΟΤΑ**

Με βάση τα σημερινά δεδομένα και τις αναμενόμενες μελλοντικές εξελίξεις στον τομέα, επιβάλλεται να γίνονται εγκαταστάσεις διάθεσης ΑΑ που να καλύπτουν όσο το δυνατόν περισσότερους γειτονικούς ΟΤΑ. Οι κυριότεροι λόγοι που επιβάλλουν την κοινή διάθεση είναι:

Κοινωνικοί-περιβαλλοντικοί

Η αυξημένη σημερινή ευαισθησία των πολιτών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, έχουν καταστήσει πολύ δύσκολη την εξεύρεση κατάλληλων χώρων διάθεσης, που να έχουν κοινωνική αποδοχή, ή τουλάχιστον ανοχή. Είναι συνεπώς ανάγκη να περιορισθεί σημαντικά ο σημερινός αριθμός χώρων και να αναθεωρηθεί η αντίληψη ότι κάθε ΟΤΑ φροντίζει μόνος για τα ΑΑ του.

Τεχνικοί

Οι αυξημένες απαιτήσεις σε εξειδικευμένο προσωπικό, που προέρχονται από την συμπλοκότητα των διαδικασιών που ακολουθούνται σε σύγχρονες εγκαταστάσεις, αλλά και η δυναμικότητα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, έχουν ως αποτέλεσμα να μην κατασκευάζονται πια, εκτός ειδικών περιπτώσεων, συγκροτήματα σύγχρονης τεχνολογίας με δυναμικότητα που αντιστοιχεί σε λιγότερους από 50.000 κατοίκους.

Οικονομικοί

Λόγω της συμπλοκότητας των διεργασιών και των απαιτήσεων σε εξοπλισμό, το κόστος κατασκευής και λειτουργία σύγχρονων εγκαταστάσεων, ανά εξυπηρετούμενο κάτοικο, μειώνεται δραστικά όσο αυξάνει το μέγεθος της εγκατάστασης. Με βάση τα διεθνή δεδομένα, το ελάχιστο οικονομικό μέγεθος κυμαίνεται γύρω στις 20.000 τόννους τον χρόνο, που αντιστοιχούν σε 50.000 κατοίκους περίπου. Ακόμη καλλίτερα είναι φυσικά τα στοιχεία για μονάδες των 50.000 τόννων τον χρόνο. Εάν η εγκατάσταση περιλαμβάνει αποτέφρωση, τότε τα οικονομικά μεγέθη είναι περόπου δεκαπλάσια των αναφερθέντων.

12.2 Επιλογή τρόπου διάθεσης

Ο τρόπος που θα επιλεγεί για την διάθεση των ΑΑ, πρέπει να καλύπτει τις ακόλουθες απαιτήσεις:

1. Να ανταποκρίνεται στις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις.
2. Να δημιουργεί τις μικρότερες οχλήσεις.
3. Να καταλαμβάνει περιορισμένη έκταση.
4. Να ανταποκρίνεται στον σημερινό τρόπο συλλογής, αλλά να μπορεί να προσαρμοσθεί σε μελλοντική οργάνωση διαχωρισμού ορισμένων συστατικών στην πηγή.
5. Να έχει μικρή οικονομική επιβάρυνση ανά τόννο απορριμμάτων.
6. Να μειώνει δραστικά τια ποσότητες που πρέπει να ταφούν.

7. Να έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή αξιοποιήσιμων προϊόντων.
8. Να μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της εθνικής και κοινοτικής νομοθεσίας, σημερινής και προβλεπόμενης για τα επόμενα 20 χρόνια.

Τα δεδομένα που λαμβάνονται υπ' όψη για την αξιολόγηση των μεθόδων είναι τα ακόλουθα:

- Το σύστημα πρέπει να είναι ευέλικτο και να προσαρμόζεται σε διαφορετικές συνθέσεις ΑΑ.
- Στο στάδιο αυτό δεν πρέπει να στηρίζεται σε πλήρη και αποτελεσματική διαλογή στην πηγή, επειδή η εφαρμογή της σε σύντομο διάστημα παρουσιάζει ανυπέρβλητες αντικειμενικές δυσκολίες, αλλά και επειδή, όπως έδειξε η διεθνής εμπειρία, η επιτυχία του συστήματος καλύπτει το πολύ το 25-40% των απορριμμάτων.
- Πρέπει να παρέχει την δυνατότητα δραστικού περιορισμού των υλικών που καταλήγουν σε ταφή, με έμφαση στα οργανικά υλικά και τα προϊόντα συσκευασίας, ώστε να μπορεί να καλύψει τους αναμενόμενους περιορισμούς της Κοινοτικής Νομοθεσίας.
- Τα παραγόμενα προϊόντα πρέπει να είναι αξιοποιήσιμα στην περιοχή του έργου.
- Να έχει περιορισμένες απαιτήσεις σε έκταση, ώστε να μπορεί ευκολότερα να βρεθεί ο απαιτούμενος χώρος.
- Να μην προκαλεί οχλήσεις, ιδίως μάλιστα με την μορφή δύσοσμων αερίων εκπομπών.
- Να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της περιοχής για είκοσι χρόνια.

Με βάση τα κριτήρια αυτά και όσα αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια πρέπει να αποκλεισθούν οι ακόλουθες μέθοδοι:

Υγειονομική ταφή του συνόλου των ΑΑ, μακροπρόθεσμα, επειδή

- * απαιτεί μεγάλη έκταση
- * μετά από λίγα χρόνια δεν θα ανταποκρίνεται στις επιταγές της νομοθεσίας

Αποτέφρωση του συνόλου των ΑΑ, επειδή

- * οι ποσότητες είναι σχετικά μικρές και δεν συμφέρει η παραγωγή ενέργειας
- * το κόστος είναι πολύ υψηλό
- * με την εφαρμογή προγραμμάτων ανακλückλωσης θα μειωθεί η ποσότητα των ΑΑ και δεν θα αξιοποιείται η δυναμικότητα της εγκατάστασης.

Πυρόλυση ή άλλου είδους θερμική επεξεργασία επειδή

- * η τεχνολογία δεν είναι ακόμη δόκιμη
- * το κόστος είναι πολύ υψηλό

Παραγωγή κομποστ με αερόβια ζύμωση του μίγματος των ΑΑ επειδή

- * το προϊόν έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, που δεν επιτρέπουν την χρήση του στην γεωργία
- * απαιτεί μεγάλη έκταση

Ανάκτηση υλικών με μηχανική διαλογή, επειδή

- * οι αποδόσεις είναι περιορισμένες
- * τα προϊόντα δεν έχουν τον απαιτούμενο βαθμό καθαρότητας, ώστε να είναι εμπορεύσιμα

Παραγωγή κομποστ και καυσίμου ΚΑΠΑ (RDF) με μηχανική διαλογή (σύστημα που εφαρμόζει ο ΕΣΔΚΝΑ) επειδή

- * απαιτείται μεγάλη έκταση
- * η ποιότητα του κομποστ θα είναι κακή
- * δεν θα μπορεί να διατεθεί εύκολα το καύσιμο κλάσμα στην περιοχή, διότι είναι πολύ περιορισμένες οι δυνατότητες χρησιμοποίησής του, συνεπώς θα πρέπει και αυτό να θεωρηθεί ότι καταλήγει στον ΧΥΤΑ.

Η **αναερόβια επεξεργασία για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού κομποστ και βιοαερίου**, σήμερα θεωρείται ότι αποτελεί την τεχνολογική αιχμή των περιβαλλοντικά φιλικών μεθόδων διάθεσης ΑΑ. Α η επεξεργασία στηρίζεται στην μηχανική διαλογή του οργανικού κλάσματος, ή εφαρμόζεται στο μίγμα των ΑΑ, η δυνατότητα αξιοποίησης του κομποστ στην γεωργία είναι περιορισμένη λόγω της περιεκτικότητά του σε βαρέα μέταλλα.

Αναερόβια επεξεργασία ΑΑ έχουν σήμερα αρκετές ευρωπαϊκές πόλεις, όπως αναπτύχθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Οι περισσότερες όμως λειτουργούν με προδιαχωρισμένο οργανικό κλάσμα, που κατά πάσαν πιθανότητα δεν θα μπορεί να εφαρμοσθεί με αξιόλογο ποσοστό επιτυχίας, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών, αλλά και επειδή θα παραμένει ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των ΑΑ που θα πρέπει να οδηγηθεί στον ΧΥΤΑ.

Σήμερα η προσφορώτερη αντιμετώπιση των ΑΑ από τους Ελληνικούς Δήμους είναι η δημιουργία σύγχρονων ΧΥΤΑ, με παράλληλη οργάνωση της ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή, ώστε να μειωθούν σημαντικά οι προς ταφή ποσότητες

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**1η αρχή.**

Δεν υπάρχει σήμερα κερδοφόρος τρόπος διάθεσης - αξιοποίησης των αστικών απορριμμάτων. "ο ρυπαίνων πληρώνει".

2η αρχή.

όσο πιο φιλικό στο περιβάλλον είναι ένα σύστημα διάθεσης, τόσο μεγαλύτερο είναι και το κόστος του. Έτσι, το κόστος αυξάνεται περίπου με την ακόλουθη σειρά:

1. Απόρριψη
2. Απλή ταφή
3. Υγειονομική ταφή
4. Ανάκτηση υλικών και προϊόντων
5. Αποτέφρωση σε ειδικές εγκαταστάσεις
6. Βιολογική επεξεργασία

3η αρχή.

Οποιοδήποτε σύστημα διάθεσης και να εφαρμοσθεί, η υγειονομική ταφή δεν καταργείται σε καμιά περίπτωση.

4η αρχή.

Η ανάκτηση εμπορεύσιμων και επαναξιοποιήσιμων υλικών και προϊόντων από το μίγμα των αστικών απορριμμάτων αποτελεί ουτοπία. Για να αξιοποιηθούν - ανακυκλωθούν συστατικά πρέπει να συλλεγούν χωριστά. Από το μίγμα μπορεί να παραχθεί μόνο κομποστ, συνήθως ακατάλληλο για γεωργικές εφαρμογές και καύσιμο (RDF).

5η αρχή.

Κάθε προσπάθεια ανάκτησης υλικών - ανακύκλωσης προϋποθέτει ενημέρωση και ενεργό συμμετοχή των πολιτών.

6η αρχή.

για να πετύχει μία προσπάθεια ανακύκλωσης - αξιοποίησης των ανακτώμενων συστατικών πρέπει να έχουν λυθεί τα προβλήματα μεταφοράς και διάθεσής τους

ΠΗΓΕΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

1. τα νοικοκυριά
2. τα γραφεία
3. τα ξενοδοχεία και εστιατόρια
4. οι κοινόχρηστοι χώροι, πάρκα, δρόμοι, πλατείες, γήπεδα, λαϊκές αγορές κλπ.
5. οι εμπορικές επιχειρήσεις
6. οι βιοτεχνίες
7. οι βιομηχανίες
8. τα νοσοκομεία
9. οι βιολογικοί καθαρισμοί
10. οι οικοδομές και άλλα έργα πολιτικού μηχανικού (μπάζα και προϊόντα εκσκαφών)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	% κατά βάρος
Υπολείμματα τροφών	40-60
Χαρτί-χαρτόνι	18-22
Γυαλί	4-6
Μέταλλα	5-10
Πλαστικά	5-15
Υφάσματα, ξύλα, δέρμα	3-8
Αδρανή	3-5
Τοξικά και επικίνδυνα	1-2
Ογκώδη αντικείμενα	3-5
Υγρασία	30-35

**Στην κατηγορία των τοξικών και
επικίνδυνων ανήκουν**

- 1.τα φυτοφάρμακα και οικιακά εντομοκτόνα**
- 2.τα υλικά καθαρισμού και απολυμαντικά**
- 3.τα φάρμακα**
- 4.τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά**
- 5.οι συσσωρευτές και οι μπαταρίες**
- 6.οι βαφές και τα διαλυτικά**
- 7.λοιπά χημικά προϊόντα**
- 8.τα μολυσματικά**

οι δραστηριότητες για την διαχείριση των απορριμμάτων, ιεραρχούνται ως εξής:

- 1.Ελαχιστοποίηση στην πηγή (στα σημεία παραγωγής)**
- 2.Ανάκτηση προϊόντων**
- 3.Ανάκτηση υλικών**
- 4.Ανάκτηση ενέργειας**
- 5.Τελική διαθεση υπολειμμάτων**

χάραξη της στρατηγικής

- Διατάξεις και περιορισμοί τοπικής ισχύος.
- Η ισχύουσα εθνική νομοθεσία.
- Οι ισχύοντες κανονισμοί της Ε.Ε.
- Οι διαφαινόμενες τάσεις στην διαχείριση και την νομοθεσία, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Οι ποσότητες αστικών, βιομηχανικών, γεωργικών απορριμμάτων που παραγονται στην περιοχή, η σύνθεσή τους και οι διακυμάνσεις παραγωγής στην διάρκεια του χρόνου.
- Οι ποσότητες τοξικών επικίνδυνων ή μολυσματικών απορριμμάτων που πρέπει να αντιμετωπισθούν.
- Οι αναμενόμενες βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες εξελίξεις από άποψη ποσοτήτων και σύνθεσης των απορριμμάτων.
- Οι επιπτώσεις του τρόπου διαχείρισης στις άλλες δραστηριότητες της περιοχής.
- Ενδεχόμενοι περιορισμοί από γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής.
- Τελευταίο αλλά σημαντικότερο, η εξασφάλιση της συνεργασίας και αποδοχής των πολιτών στις αποφάσεις και την υλοποίησή τους.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ
γυαλί	επανάκτηξη για κατασκευή νέων περιεκτών, κατά κανόνα εγχρώμων.
χαρτί	πολτοποίηση για παραγωγή νέων προϊόντων χαρτόμαζας, συνήθως χαμηλής ποιότητας, ή καύση για παραγωγή ενέργειας
αλουμίνιο	επανάκτηξη και παραγωγή όμοιων προϊόντων, υψηλής ποιότητας
σιδηρος	επανάκτηξη και παραγωγή χαλύβων, χαμηλότερης κατά κανόνα ποιότητας
πλαστικά	Ανάλογα με την καθαρότητά τους από επαναχρησιμοποίηση, αντί για παρθένο υλικό, ως καύση για παραγωγή ενέργειας
υπολείμματα τροφών	Ζύμωση για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (κομπόστ), είτε αερόβια είτε αναερόβια, οπότε ανακτάται και ενέργεια

ΧΩΡΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ %				
	Απόθεση	Ανακύκλ	Κομποστ	Καυση	Άλλοι
Αυστρία	68	16	3	12	0
Καναδάς	82	10	0	9	0
Δανία	30	7	9	54	0
Φινλανδία	77	19	2	2	0
Γαλλία	47	4	6	37	6
Γερμανία	77	0	3	17	3
Ελλάδα	100	0	0	0	0
Ουγγαρία	85	0	1	10	4
Ιρλανδία	100	0	0	0	0
Ιταλία	90	0	0	6	4
Ιαπωνία	34	3	0	74	0
Λουξεμβούρ γο	30	0	0	70	0
Ολλανδία	43	4	4	34	0
Νορβηγία	85	12	0	23	1
Πολωνία	100	0	0	0	0
Ισπανία	75	0	20	0	0
Σουηδία	44	13	3	41	0
Ελβετία	15	0	8	77	0
Ην. Βασίλειο	70	0	0	15	5
Η.Π.Α.	67	15	2	16	0

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΑ

Γυαλί	Αλουμίνιο	Χάλυβας	Χαρτί	
Μείωση :	%	%	%	%
Κατανάλωση Ενέργειας	90 - 97	47 - 74	23 -74	4 - 32
Ατμοσφαιρική ρύπανση	95	85	74	20
Ρύπανση νερών	97	76	35	-
Κατανάλωση νερού	-	40	58	70

ΠΗΓΗ: Α. Κουσκουρης - Υπ. Εσωτερικών



**αποδόσεις της μηχανικής διαλογής και
επεξεργασίας
από 100 κιλά ΑΑ με ιλύ και κλαδέματα**

Ογκώδη κλπ. προδιαλογής	3%
Κομποστ	20%
ΚΑΠΑ (RDF)	15%
Σιδηρούχα μέταλλα	2,5%
Υπολείμματα - αδρανή κλπ.	30%
Απώλειες κατεργασίας	30%

Ο ΕΣΔΚΝΑ υπολογίζει ότι η διαχείριση 3.500 τόννων/ημέρα απαιτεί τις εξής επενδύσεις:

Σενάριο 1.	Μηχανική διαλογή	35 δις
	ΧΥΤΑ	25 δις
	Σύνολο	60 δις

Σενάριο 2.	Διαλογή οργανικών και καύση υπολοίπου	180 δις
	ΧΥΤΑ	20 δις
	κομποστ οργανικού	10 δις
	Σύνολο	215 δις

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΟΙΚ. 69728/824/ΦΕΚ 358B/17-5-1996
ΟΔΗΓΙΑ 91/156/ΕΟΚ**

- ΑΦΟΡΑ ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΛΗΝ ΤΩΝ ΑΝΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ 94/904/ΕΟΚ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ
- Η ΔΙΑΘΕΣΗ ΝΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΡΟΠΟ ΠΟΥ ΔΕΝ ΘΙΓΕΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
- ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΡΑΓΩΓΟ
- ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΤΑ -ΑΝ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ Ο ΟΤΑ, ΕΥΘΥΝΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥ - ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΝΑΤΕΘΕΙ ΣΕ ΙΔΙΩΤΕΣ
- ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ:
 - ΠΡΟΛΗΨΗ
 - ΜΕΙΩΣΗ
 - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
 - ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΧΩΡΟΥ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΙΜΟ -ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ
- ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ
- ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ -ΡΥΘΥΝΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΧΩΝ
- Η ΔΑΠΑΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΡΥΝΕΙ ΤΟΝ ΚΑΤΟΧΟ!!!
- ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ
- 16 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ
- ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΠΟΛΥΣΕΛΙΔΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΝΟΜΟ**

- D1. ΑΠΟΘΕΣΗ ΕΠΑΝΩ Η ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ (ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ;;)**
- D2. ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΥΓΡΩΝ**
- D3. ΕΓΧΥΣΗ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΒΑΘΕΑ ΦΡΕΑΤΑ - ΡΗΓΜΑΤΑ - ΘΟΛΟΥΣ ΑΛΑΤΟΣ ΚΛΠ.**
- D4. ΕΓΧΥΣΗ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΤΕΛΜΑΤΑ - ΛΙΜΝΕΣ**
- D5. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΣΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**
- D6. ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΝΕΡΑ**
- D7. ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΑ**
- D8. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ**
- D9. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ**
- D10. ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑ**
- D11. ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΣΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΑ**
- D12. ΜΟΝΙΜΗ ΕΝΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**
- D13. ΑΝΑΜΙΞΗ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ**
- D14. ΕΠΑΝΑΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ**
- D15. ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΝΟΜΟ**

- R1. ΑΝΑΚΤΗΣΗ Ή ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΔΙΑΛΥΤΩΝ**
- R2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Ή ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΟΙΠΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ**
- R3. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Ή ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ**
- R4. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Ή ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ**
- R5. ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΟΞΕΩΝ Ή ΒΑΣΕΩΝ**
- R6. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΡΥΠΩΝ**
- R7. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ**
- R8. ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ - ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΑΙΩΝ**
- R9. ΧΡΗΣΗ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ Ή ΆΛΛΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**
- R10. ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ**
- R11. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ**
- R12. ΑΝΑΤΑΛΛΑΓΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΝΑ ΥΠΟΒΛΗΘΟΥΝ ΣΕ ΜΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ**
- R13. ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΝΑ ΥΠΟΒΛΗΘΟΥΝ ΣΕ ΜΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ**

**ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**

- **ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΣΠΗΛΑΙΩΝ: ΧΩΡΙΣΤΟΣ ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ. ΣΤΗΝ Β.ΕΥΡΩΠΗ ΣΩΡΟΣ 200.000 Κ.Μ. ΚΥΡΙΩΣ ΚΕΛΥΦΗ ΑΧΙΒΑΔΩΝ ΑΠΟ ΤΟ 5000-2000 ΠΧ.**
- **ΣΕ ΝΕΟΛΙΘΙΚΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΕΛΒΕΤΙΑΣ ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΗΤΑΝ ΣΕ ΠΑΣΣΑΛΟΥΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ ΤΑ ΑΔΕΙΑΖΑΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΠΑΚΤΕΣ ΩΣ ΤΡΟΦΗ ΓΙΑ ΧΟΙΡΟΥΣ ΚΛΠ. ΟΤΑΝ Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΙΝΟΤΑΝ ΑΦΟΡΗΤΗ ΑΛΛΑΖΑΝ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ.**
- **ΟΙ ΠΡΩΤΟΙ ΜΕΓΑΛΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΓΥΡΩ ΣΤΟ 4000ΠΧ. ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ, ΟΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ. ΣΟΥΜΕΡΙΟΙ, ΒΑΒΥΛΩΝΙΟΙ ΑΣΣΥΡΙΟΙ ΙΝΔΟΙ ΙΣΡΑΗΛΙΤΕΣ.**
- **ΣΤΗΝ ΙΕΡΟΥΣΑΛΗΜ (500.000 ΚΑΤΟΙΚΟΙ) ΥΠΗΡΧΕ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΚΟΙΛΑΔΑ ΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΣΕ ΜΟΝΑΔΑ ΚΟΜΠΟΣΤ**
- **ΑΘΗΝΑ 250.000 ΚΑΤΟΙΚΟΙ: ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΣΤΟΝ ΗΡΙΔΑΝΟ. ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΑΠΟΒΛΗΤΑ. 320 ΠΧ. ΔΙΑΤΑΓΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΔΡΟΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΡΥΠΑΙΝΟΝΤΑ. ΟΙ 5 ΑΣΤΥΝΟΜΟΙ ΑΡΜΟΔΙΟΙ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥΣ ΤΟΥΣ “ΚΟΠΡΟΛΟΓΟΥΣ” , ΠΟΥ ΕΠΡΕΠΕ ΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΟΥΝ ΤΙΣ ΑΚΑΘΑΡΣΙΕΣ 10 ΣΤΑΔΙΑ 1920 Μ. ΑΠΟ ΤΑ ΤΕΙΧΗ.**
- **ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΓΑΜΟ, ΜΙΛΗΤΟ, ΟΛΥΜΠΙΑ, ΣΑΜΟ, ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΑ. ΣΤΟΝ ΑΚΡΑΓΑΝΤΑ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ**
- **Ο ΕΠΑΜΙΝΩΝΔΑΣ ΠΟΥ ΕΜΕΙΝΕ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΜΑΧΗ ΤΗΣ “ΛΟΞΗΣ ΦΑΛΑΓΓΑΣ”, ΗΤΑΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΘΗΒΑ.**
- **ΡΩΜΗ , 1.500.000 ΚΑΤΟΙΚΟΙ, 80.000/ΤΕΤΡ.ΧΛΜ. -ΣΗΜΕΡΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΕΧΟΥΝ 3-4.000/ΤΕΤΡ.ΧΛΜ.- ΔΙΑΣΗΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ CLOACA MAXIMA ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΣΕ ΣΤΟΝ ΤΙΒΕΡΗ- ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΚΑΙ ΖΩΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΛΟΣΣΑΙΟ, ΑΝΟΙΓΑΝ ΜΕΓΑΛΟΥΣ ΛΑΚΚΟΥΣ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΑ ΤΕΙΧΗ. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΠΡΑΝΩΝ ΓΙΑ ΛΙΠΑΣΜΑ, ΟΥΡΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΠΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ, ΒΑΦΗ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ**

-
- ¹ R. Dean, Waste Management & Research (1995), 13, 201-206
 - ² ENVIREG Εγχειρίδιο διαχείρισης δημοτικών απορριμμάτων
 - ³ Unser Abfall
 - ⁴ J. Aquino, Waste Age Oct. 1994, p.5
 - ⁵ W. Rogalski, ISWA Congress, 1995
 - ⁶ M. Saviotti Giagnorio ISWA Congress, 1995
 - ⁷ P. Czermak et al. UTA Intern. 1/95
 - ⁸ Σ. Κώνστας και Συνεργάτες, Εργασία που τιμήθηκε με Βραβείο της Ακαδημίας Αθηνών, 1994
 - ⁹ Δ. Σκορδύλης Ημερίδα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων, Αθήνα 1992
 - ¹⁰ Χαρτί και Ανακύκλωση Ιούλιος Αύγουστος 1997, 15.
 - ¹¹ ΟΟΣΑ - ΕΛΚΕΠΑ, 1986
 - ¹² Ν. Παπαδόπουλος, Χημικά Χρονικά 10/1993
 - ¹³ EUWID Recycling Markets August 1997
 - ¹⁴ Γ. Βαμβούκας, Ν. Καρακασίδης, IOBE (1993)
 - ¹⁵ Ραζής, Ε.Ε.Α.Α. 1997
 - ¹⁶ P. Scherer, Muell u. Abfall 5/93, όää. 375
 - ¹⁷ Εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ 7-9-1997
 - ¹⁸ Legislative update WME/ Έτίγίέιò 1997
 - ¹⁹ E. Frangipane, R. Vismara, ISWA Yearbook 1996-1997
 - ²⁰ R. Stegmann et al. UTA International, 1/96
 - ²¹ Το πρόγραμμα του ΕΣΔΚΝΑ 1996
 - ²² AMORCE Environnement et technique, 4/93
 - ²³ ISWA Times, 3/1995
 - ²⁴ Muell u. Abfall, 3/95, όää. 149
 - ²⁵ Muell u. Abfall, 4/95, όää. 222
 - ²⁶ L. S. Giagnorio et al. ISWA 1995