

Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

Περίληψη

Το πρόβλημα διάθεσης των στερεών αστικών αποβλήτων στις «σύγχρονες» πόλεις και χωριά γίνεται και κάθε χρόνο οξύτερο.

Οι πόλεις, ασφικτικά κατοικημένες, παράγουν τόνους στερεών αποβλήτων, ενώ στα χωριά, με το σταμάτημα του οικολογικού κύκλου εξάλειψης, το πρόβλημα της διάθεσης αν και μικρότερο, είναι ανεξέλεγκτο (υδροφ. ορίζοντες κ.λ.π.) επικίνδυνο (πυρκαγιές) και αναπαισθητικό (τουρισμός).

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η Τεχνολογία δεν έμεινε αδρανής. Προσπάθησε και προσπαθεί να βρει τρόπους διάθεσης ή και εκμετάλλευσης των στερεών αστικών αποβλήτων και εξάλειψης του προβλήματος.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με:

1. Άμεση διαλογή των χρήσιμων (γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο κ.ά.) στο σπίτι σε ξεχωριστούς κάδους ή συγκέντρωση σε ξεχωριστούς κάδους σε συγκεντρωμένους χώρους.
2. Καύση των οικιακών απορριμμάτων σε βιομηχανικές μονάδες για ενέργεια ή άλλες χρήσεις.
3. Παραγωγή λιπασμάτων.
4. Μηχανική διαλογή των χρήσιμων και καύση των οργανικών ή απόθεση για υγειονομική ταφή.

Η πολυσυνθετικότητα των στερεών αποβλήτων και οι πολλαπλές πηγές προέλευσης δημιουργούν και τις δυσκολίες στο διαχωρισμό τους. Τα αστικά απόβλητα περιέχουν υπολείμματα τροφών, χαρτί, χαρτόνι, ξύλο, γυαλί, πλαστικά, σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα, ανόργανα υλικά καθώς και ελαστικά, υφάσματα, δέρματα κ.λ.π. βιομηχανικά κατασκευάσματα.

1. Εισαγωγή.

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής της καταναλωτικής κοινωνίας μέσα στα αστικά της προβλήματα έφερε και ανάδειξε σε προτεραιότητα, το αγκάθι της διάθεσης των στερεών οικιακών αποβλήτων.

Το πρόβλημα αυτό, ιδιαίτερα στις πόλεις, μικρές ή μεγάλες, είναι σημαντικό και αυξανόμενο. Οι χωματερές γεμίζουν, κλείνουν, οι προστριβές με τους περιοικούντες αυξάνουν και οι αντιδράσεις (σε παλαιές ή νέες) γίνονται πιο δυναμικές. Τα αδιέξοδα, στα χρόνια που έρχονται, θα είναι πραγματικά (και όχι τοπιαστικά ή κοιμησιακά).

Στα χωριά δεν υπάρχει πιά, ή είναι πολύ περιορισμένος ο οικολογικός κύκλος αυτοδιαχείρισης. Τα ζώα, ιδιαίτερα η κότα και το γουρούνι (συμπλήρωμα του νοικοκυριού) και εκεί που υπάρχουν δεν προλαβαίνουν ή δεν μπορούν να βοηθήσουν αποτελεσματικά τον οικολογικό κύκλο. Τα πλαστικά περιβλήματα δεν τρώγονται. Γι' αυτό στα χωριά το πρόβλημα, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, είναι μεγάλο. Ανοικτές αποθέσεις (ραμπιέδες) σε απόκρημνα μέρη (αν υπάρχουν) συνήθως καίγονται μόνα τους, λιγοστεύοντας τον όγκο τους. Ετσι γίνεται πιο αισθητή η παρουσία τους με καπνούς και

ενοχλητικές μυρωδιές, που με τον κατάλληλο αέρα, φθάνουν και σε κατοικημένες περιοχές. Η κάλυψή τους με χώματα, για να περιοριστούν τα παραπάνω, είναι σπάνια ή "αντικοινομική".

Αλλά δεν είναι μόνο η αισθητική περιβαλλοντική επίπτωση. Η ανάπτυξη μικροοργανισμών και βακτηριδίων είναι έντονη και αν το γεωλογικό υπόβαθρο στο χώρο απόθεσης δεν είναι στεγανό, αργά ή γρήγορα η μόλυνση καταλήγει στους υδροφόρους ορίζοντες ή άλλους φυσικούς ευαίσθητους δέκτες.

Εδώ και πολλά χρόνια πίσω, η ανακύκλωση ή καλύτερα η ανακύκλιση (τόσο ετυμολογικά όσο και για λόγους ορισμού), δίδει δυνατότητες ανάκτησης από τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) χρήσιμων υλικών, με αποτέλεσμα να συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος, στην οικονομία, αλλά και στη διαφύλαξη πρωτογενών υλών. Με την καθαρώς κοστολογική αντίληψη εφαρμόζεται εκεί που αφήνει κέρδος, εκεί δηλ. που η συγκέντρωση των ομοειδών υλικών είναι μαζική και χαμηλού κόστους. Η έννοια της διαφύλαξης πρωτογενών υλικών έρχεται σε δεύτερη θέση γιατί δεν φαίνεται άμεσα, ή δεν γίνεται ορατή η μελλοντική οικονομική επί-

πτωση με την ελάττωση των φυσικών πρώτων υλών. Όσο για το περιβάλλον, μόλις τελευταία άρχισε να προβάλλει η ανάγκη προστασίας του.

Τα αστικά στερεά απόβλητα ή απορρίμματα, αποτελούν κατά συνέπεια, μία σημαντική ποσοτική παγύσμα παραγωγική διαδικασία. Απλά είναι αστική. Παράγει απόβλητα από την καταναλωτική κοινωνία ως προϊόντα χρήσης των αγαθών ζωής και τα απορρίπτει ως άχρηστα.

Από μετρήσεις, τα οικιακά στερεά απόβλητα της Αθήνας φθάνουν τους 650.000 τόνους, περίπου, το χρόνο.

Η ιδέα της αξιοποίησης των αποβλήτων είναι παλαιά, αλλά ταυτόχρονα αναποικονομική. Γι' αυτό και ο ιδιωτικός φορέας δεν έχει ενδιαφερθεί. Θα ενδιαφερθεί μόνο όταν η τεχνολογία του δώσει την οικονομική λύση.

Οι δύο βασικοί παράγοντες της αναποικονομικής εκμετάλλευσης των ΑΣΑ είναι το κόστος συγκέντρωσης και το πολυσυνθετο περιεχόμενό τους.

Η εκμετάλλευση ή καλύτερα, η διαχείριση των ΑΣΑ (μέχρις ότου γίνει οικονομική), είναι μονόδρομος. Γι' αυτό μακροχρόνια, αν δεν γίνει οικονομική, θα την επιβάλλουν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η διαχείριση των ΑΣΑ αποδίδει με ανακύκλιση: χαρτί, μέταλλα, γυαλί

κ.ά., καθώς και ηλεκτρική ενέργεια ή βελτιωτικά εδαφών.

Στην περίπτωση της επιλογής των αποβλήτων για ανακύκλωση (μερική διαχείριση), συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των τελικών απορριμμάτων. Δεν προσφέρει όμως πολλά στην αισθητική του περιβάλλοντος και προκαλεί μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα στις χωματερές, εφ' όσον τα οργανικά κατάλοιπα (αυτά που αποσυντίθενται) καταλήγουν εκεί. Αντίθετα, η υγειονομική ταφή γίνεται εκεί που υπάρχουν αδιαπέρατα πετρώματα ή γίνονται στεγανά με τεχνικά μέσα, το δε περιβάλλον διαμορφώνεται σε καθημερινή βάση.

Οι μέθοδοι και οι δυνατότητες που υπάρχουν σήμερα για την ανάκτηση είναι διαφορετικές για κάθε ανακυκλιζόμενο υλικό. Μεγάλη σημασία έχει η σύνθεσή του και το οικονομικό περιθώριο που θα προκύψει από την ανάκτησή του.

Το οικονομικό ενδιαφέρον διαμορφώνεται από το κόστος επεξεργασίας και τις συνθήκες αγοράς του συγκεκριμένου υλικού. Επειδή αυτά είναι οριακά και ευμετάβλητα, μεγαλύτερη σημασία πρέπει να δίδεται στην καλύτερη των συνθηκών ζωής που προέρχεται από την προστασία του περιβάλλοντος με την εφαρμογή της ανακύκλωσης, παρά στο χρηματικό κέρδος.

Γ' αυτό η εκμετάλλευση των αστικών (και βιομηχανικών) αποβλήτων, πρέπει να εξετάζεται και ως παράγοντας της περιβαλλοντικής ισορροπίας και όχι μόνο ως οικονομικό κερδοφόρο αντικείμενο.

2. Τεχνολογία διαχωρισμού ΑΣΑ.

Η τεχνολογία διαχωρισμού, δηλ. η επεξεργασία των οικιακών αποβλήτων, αποτελεί έναν πολύ ενδιαφέροντα κλάδο της ανακύκλωσης.

Συνδέεται άμεσα με τις αστικές πόλεις, αλλά και με χωριά ή παραθαλάσσιες περιοχές που δέχονται αυξημένη πληθυσμιακή πίεση το καλοκαίρι, των οποίων το πρόβλημα διάθεσης των οικιακών αποβλήτων, έχει καταστεί πολύ δύσκολο και πολλές φορές αξεπέραστο.

Για τα ΑΣΑ υπάρχουν οι παρακάτω

τω μέθοδοι ανάκτησης υλικών ή ενέργειας:

1. Άμεση διαλογή των χρήσιμων υλικών (γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο κ.λ.π.) στο σπίτι σε ξεχωριστούς κάδους ή συγκέντρωση (πάλι σε ξεχωριστούς κάδους) σε συγκεκριμένους χώρους, πριν πάρουν το δρόμο για την ανακύκλωση.
2. Καύση των οικιακών απορριμμάτων, σε βιομηχανικές μονάδες, για την παραγωγή ενέργειας ή άλλες χρήσεις.
3. Παραγωγή λιπασμάτων (από τα οργανικά απόβλητα), για τη βελτίωση εδαφών.
4. Μηχανική διαλογή των αποβλήτων για την απόληψη χαρτιού, γυαλιού, πλαστικών, αλουμινίου, σιδήρου και άλλων και καύση των υπολοίπων ή απόθεση για υγειονομική ταφή.
5. Αεριοποίηση, για την ανάκτηση και αξιοποίηση βιοαερίου από τις χωματερές ή βιοξημάντρες για την υγειονομική ταφή.

Παράλληλα, υπάρχουν και δύο τεχνολογίες διάθεσης:

1. Αποτέφρωση (χωρίς καμμία ανάκτηση υλικών ή ενέργειας)
2. Υγειονομική ταφή.

Η άμεση διαλογή των χρήσιμων υλικών στο σπίτι ή σε συγκεκριμένους χώρους σε ξεχωριστούς κάδους για κάθε είδος, αποτελεί την απλούστερη και οικονομικότερη μέθοδο διαχωρισμού των ΑΣΑ.

Δυστυχώς, αν και η μέθοδος είναι απλή και αποτελεσματική, δεν έχει βρει μεγάλη εφαρμογή εξαιτίας της απροθυμίας των κατοίκων να την εφαρμόσουν. Φαίνεται ότι παρόμοια απροθυμία δείχνουν οι δήμοι και οι κοινότητες στην περισυλλογή τους γιατί, όπως υποστηρίζεται, το κόστος είναι μεγαλύτερο από το όφελος. Κι' αυτό είναι φυσικό αφού δεν λαμβάνουν υπόψη το όφελος του περιβάλλοντος από μία τέτοια εφαρμογή.

Ελακόλουθο της απροθυμίας των κατοίκων, αλλά και των δήμων ή κοινοτήτων, στην εφαρμογή του απλού αυτού συστήματος, είναι η αναζήτηση μέσα από την τεχνολογία της ανάπτυ-

ξης και της εφαρμογής μεθόδων επεξεργασίας ή η αναζήτηση χορηγίας ή επιδότησης.

Οι βασικές διαδικασίες διαχωρισμού των ΑΣΑ, στηρίζονται σε μεθόδους και μηχανήματα της ορυκτοτεχνολογίας (εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων). Οι υπόλοιπες ακολουθούν τις αρχές, αλλά έχουν προσαρμοστεί στο διαχωρισμό των ΑΣΑ.

3. Σύνθεση στερεών αποβλήτων.

Η πολυσυνθετικότητα των στερεών αποβλήτων και οι πηγές προέλευσης, δημιουργούν και τις δυσκολίες στο διαχωρισμό τους.

Οι κυριότερες κατηγορίες στερεών αποβλήτων είναι:

- α. Τα οικιακά απόβλητα-απορρίμματα,
- β. Τα εμπορικά στερεά απόβλητα (από καταστήματα, εστιατόρια, γραφεία κ.ά.),
- γ. Τα βιομηχανικά στερεά απόβλητα (από χαλυβουργία, μεταλλευτική βιομηχανία, βιομηχανία τροφίμων, κατασκευές, χημική βιομηχανία, παραγωγή ενέργειας κ.ά.),
- δ. Λοιπά απόβλητα αστικής προέλευσης (από νοσοκομεία και άλλα ιδρύματα, καθαρισμό δρόμων, κήπων κ.λ.π.),
- ε. Τα στερεά απόβλητα από κατασκευές, κατεδαφίσεις, οδοποιία κ.ά.

Ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης, τα ΑΣΑ μπορεί να περιέχουν:

1. Υπολείμματα τροφών - τροφές-φρούτα / οργανικά,
2. Χαρτί, χαρτόν, ξύλο,
3. Γυαλί,
4. Πλαστικά διαφόρων ειδών,
5. Σιδηρούχα μέταλλα,
6. Μη σιδηρούχα μέταλλα,
7. Ανόργανα (τέφρα, σκόνη, μάζα, χώμα),
8. Διάφορα (ελαστικά, υφάσματα, δέρματα και άλλα βιομηχανικά κατασκευάσματα).

Στα παραπάνω δεν συμπεριλαμβάνονται τα επικίνδυνα απόβλητα που προέρχονται από βιομηχανίες και είναι τα τοξικά, ραδιενεργά, εκρηκτικά κ.λ.π., τα οποία απαιτούν ειδική διαδι-

Πίνακας 1: Ταξινόμηση και προέλευση ΑΣΑ Αθήνας.

Πηγή - Είδος	Ετήσια ποσότητα (στρογγυλοί αριθμοί) τόνοι
Οικιακά	635.000
Εμπορικά	112.000
Κλαδιά-φύλλα κ.λ.π.	3.200
Ιλύς (βιολογικών καθαρισμών)	2.700
Οικοδομικά	642.000
Πετρελαιοειδή	20.000
Μαρμαρόσκηνη, αμμοβολή κ.λ.π.	86.000
Τέφρα αποτεφρωτήρων	35
Σύνολο	1.482.935

Πίνακας 2: Σύνθεση ΑΣΑ σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας κ.β. %.

Είδος υλικού	Αθήνα	Θεσ/νίκη	Πάτρα	Ρόδος	Ηράκλειο
Οργανικό	59,8	51,7		43	52,5
Χαρτί-χαρτόνι	19,5	17,7	21,9	17	17,2
Γυαλί	2,6	3,7	1,3	14	1,4
Πλαστικά	7,0	7,2		10	14,3
Μέταλλα	3,8	5,9	0,5(αλουμίνιο)	10	2,8
Υφασμα, Ξύλο-δέρμα, ελαστικό	3,45	9,4		3	-
Αδρανή	0,7	4,0		3,3	11,7
Υπόλοιπα	4,0				

κασία διαχείρισης και διάθεσης.

Μία ταξινόμηση κατά προέλευση του ΥΠΕΧΩΔΕ (τεχνική έκθεση ΠΕΡΠΑ, 1991), δίδει στον πίνακα 1 τις πηγές και τις ποσότητες στην Αθήνα.

Από τον πίνακα 1 φαίνεται ότι, κατά μέσο όρο, καταλήγουν στις χωματερές της Αθήνας, 1.500.000 τόνοι, το χρόνο.

Στον πίνακα 2 φαίνεται η σύνθεση των στερεών αστικών αποβλήτων από διάφορες πόλεις της Ελλάδας.

Η σύνθεση των οικιακών αποβλήτων καθορίζει τη μέθοδο και την κατασκευή της εγκατάστασης για το διαχωρισμό τους, αλλά και το κόστος λειτουργίας.

4. Η οικονομική θέση του διαχωρισμού των ΑΣΑ.

Ανάλογα με την πληρότητα του διαχωρισμού διαμορφώνεται και το κόστος επένδυσης. Γι' αυτό και πολλές

φορές είναι υψηλό και για να πραγματοποιηθεί η επένδυση πρέπει να ενισχυθεί από κρατικές επιχορηγήσεις, από οργανισμούς, από ρυπογόνες βιομηχανίες, από την αυτοδιοίκηση ή και από αντίστοιχες υπηρεσίες της Ε.Ε.

Αλλά και η διαπάνη λειτουργίας είναι υψηλή και οριακά μόνο καλύπτεται από την πώληση των προϊόντων διαχωρισμού.

Γι' αυτό, από οικονομική άποψη και μόνο, η απόφαση για μία τέτοια επένδυση συνδέεται με προγράμματα συνεργασίας κράτους, τοπικής αυτοδιοίκησης, με βιομηχανικές εταιρείες και με την Ε.Ε.

Μία τέτοια εγκατάσταση συμβάλει, πέρα από το καθαρό περιβαλλοντικό όφελος, στην εξειδίκευση επιστημονικού και εργατικού προσωπικού, στην ανάπτυξη τεχνογνωσίας και τεχνολογίας για την επεξεργασία των ΑΣΑ, αλλά και στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στη μείωση της παρα-

γωγής πρώτων υλών (διαφύλαξη πλουτοπαραγωγικών πηγών).

Μία προδρομική προσπάθεια διαλογής στην πηγή (δηλ. ταυτόχρονης συλλογής χαρπού, γυαλιού, μετάλλων σε διαφορετικούς κάδους) από δέκα δήμους της Αττικής, έδωσε γυαλί 15%, χαρτί 4% και μέταλλα 2,5%. Η συνολική ανάκτηση ήταν 4 kg ανά κάτοικο και θεωρήθηκε εξαιρετικά χαμηλή, σε σύγκριση με τις ανάλογες ανακτήσεις σ' άλλες χώρες.

Σήμερα σε πολλούς δήμους εφαρμόζονται τέτοιες προδρομικές προσπάθειες συλλογής ανακυκλιζόμενων υλικών στην πηγή τους.

Αλλά η πιο σημαντική προσπάθεια είναι η εγκατάσταση μηχανικής διαλογής στο Μαρούσι, που τροφοδοτείται από ξεχωριστούς κάδους από 5 δήμους (Πεύκη, Μελίσσια, Βριλήσσια, Μαρούσι και Φιλοθέη). Εδώ στους ξεχωριστούς κάδους συγκεντρώνονται ανάμεικτα γυαλί, πλαστικά, χαρτί και

μέταλλα. Η διαλογή τους γίνεται με κατ'όληλη μηχανήματα αλλά και από εργάτες και εργάτριες.

5. Διαχείριση προϊόντων διαχωρισμού.

Ο στόχος της διαχείρισης είναι η επαναχρησιμοποίηση των υλικών που ανακτώνται με τη διαλογή στην πηγή ή στις εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού.

Η μηχανική διαλογή εξαρτάται από τη δυνατότητα διάθεσης των ανακυκλιζόμενων υλικών στη βιομηχανία και το κόστος παραγωγής τους.

Η απλή συλλογή στην πηγή σε ξεχωριστούς κάδους ή η συγκέντρωση σε κάδους μόνο των ανακυκλιζόμενων υλικών για περαιτέρω μηχανικό διαχωρισμό, πετυχαίνεται με την ενημέρωση, με προγράμματα πληροφόρησης των πολιτών και νοικοκυριών, με τη συμμετοχή φορέων και με τη μεταφορά των προϊόντων στους χώρους κατανάλωσης (βιομηχανίες).

6. Ανακυκλιζόμενα υλικά.

Όπως ήδη ειπώθηκε, τα κυριότερα ανακυκλιζόμενα υλικά είναι το χαρτί, το γυαλί, τα πλαστικά, τα σιδηρένια και αλουμινένια αντικείμενα, τα κεραμικά, τα ελαστικά, τα υφάσματα (κουρέλια) και τα ξύλα.

6.1. Χαρτί-χαρτόνι.

Το χαρτί-χαρτόνι συμμετέχει κατά 18-20% στα ΑΣΑ (Ελλάδα) και περιλαμβάνει:

- α. Χαρτί κοινής χρήσης,
- β. Χαρτί ποιότητας γραφείου,
- γ. Εφημερίδες-περιοδικά-βιβλία,
- δ. Χαρτόνια.

Η συλλογή τους γίνεται κυρίως με απλούς τρόπους στα νοικοκυριά ή στην επιχείρηση, σε δέματα ή κάδους.

Τα παραγόμενα προϊόντα είναι: πασόχαρτο, χαρτί μονώσεων, χαρτί γραψίματος, πετσέτες, χαρτομάντιλα, χαρτί τουαλέτας, φίλτρα, χάρτινα κουτιά κ.ά.

6.2. Γυαλί.

Το γυαλί (φιάλες) καλύπτει το 3-4% των αποβλήτων, είναι το καθαρό

διαφανές και το καφέ ή πράσινο. Προέρχεται από εργοστάσια εμφιάλωσης, ξενοδοχεία, εστιατόρια, νοικοκυριά κ.ά.

Συλλέγεται σε υποδοχείς ή κάδους ξεχωριστά για κάθε χρώμα, ή και ανάμεικτο ή επιλέγεται στις εγκαταστάσεις διαχωρισμού.

Μεταφέρεται απευθείας στα κέντρα ανακύκλισης όπου θραύεται, λειοτριβείται και τήκεται σε νέο γυαλί.

Από την ανακύκλιση αυτή παράγεται γυαλί για φιάλες, τζάμια, βάζα, φωτιστικά κ.ά.

6.3. Μέταλλα.

Η συμμετοχή των μετάλλων στα ΑΣΑ είναι περίπου 4%. Αποτελούνται από σιδηρένια ή αλουμινένια κουτιά, σιδηρένιες ή αλουμινένιες κατασκευές κ.λ.π.

Στην απλούστερη μέθοδο, τα αλουμινένια ή τα σιδηρένια, διαχωρίζονται στην πηγή τους σε ξεχωριστούς κάδους. Μετά ισοπεδώνονται (συμπιέζονται) σε κέντρα συγκέντρωσης και μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις ανακύκλισης.

Σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας, τα σιδηρένια αντικείμενα συλλέγονται με μαγνητικούς διαχωριστές. Η μέθοδος είναι απλή και αποτελεσματική αλλά πολλές φορές δημιουργούνται προβλήματα από διάφορες προσμίξεις (πάνω στα σιδηρένια αντικείμενα, όπως στα επικασιτερωμένα ή τα επψευδαργυρωμένα αντικείμενα). Τα αλουμίνια διαχωρίζονται με διαλογή.

Τα σιδηρένια αντικείμενα πηγαίνουν στις χαλυβουργίες ενώ τα αλουμίνια στις αντίστοιχες βιομηχανίες.

6.4. Πλαστικά.

Τα πλαστικά αποτελούν το 7% περίπου των ΑΣΑ και κυμαίνονται από πόλη σε πόλη.

Τα πλαστικά αντικείμενα στα ΑΣΑ προέρχονται από πολλές και διαφορετικές πηγές. Φιάλες, σακκούμενες, κάδοι, κουτιά, συσκευαστικά και κάθε εξάρτημα της οικιακής ή βιομηχανικής οικονομίας που αντικαταστάθηκε από το "πλαστικό" μπορεί να βρεθεί στα ΑΣΑ.

Η συγκέντρωσή τους γίνεται στην πηγή ή επιλέγεται στις εγκαταστάσεις

διαλογής. Τα συγκεντρωθέντα πλαστικά (ανάλογα με τη σύνθεση) κατατεμαχίζονται, συμπιέζονται και μεταφέρονται σε κέντρα παραγωγής πλαστικών.

Από τα ανακυκλιζόμενα πλαστικά παράγονται υλικά επιστρώσεως δαπέδων, κάδοι, σχοινιά, σπάγγοι κ.ά.

6.5. Κεραμικά, λάστιχα, δέρματα, ξύλα, κουρέλια.

Τα υλικά αυτά διαχωρίζονται δύσκολα, ακόμη και στην πηγή που παράγονται.

Πέρα από αυτό έχουν υψηλό κόστος ανακύκλισης, γι' αυτό συνήθως πηγαίνουν στις χωματερές ή στην υγειονομική ταφή. Άλλες φορές καίγονται, ιδιαίτερα όταν το ποσοστό του καομένου υλικού είναι αρκετό για να γίνει η καύση.

7. Προδιαγραφές ΑΣΑ.

Όπως όλα τα προϊόντα, έτσι και τα προερχόμενα από τα ΑΣΑ, για να είναι εμπορεύσιμα (δηλ. αποδεκτά για ανακύκλιση), πρέπει να πληρούν ορισμένες προδιαγραφές. Οι κυριότερες προδιαγραφές είναι:

- α. Ποσότητα και σύνθεση.
- β. Ποιότητα, με κύριο χαρακτηριστικό την καθαρότητα που έχει, ώστε να είναι αποδεκτό για ανακύκλιση. Είναι φυσικό η ποιότητα να αποτελεί κριτήριο στην παραγωγή των τελικών προϊόντων.
- γ. Αν και δεν συγκαταλέγεται στις προδιαγραφές εκείνες που προσδιορίζουν την αξία του υλικού, η απόσταση από τα σημεία συγκέντρωσης στις εγκαταστάσεις ανακύκλισης, δηλ. το κόστος μεταφοράς παίζει σημαντικό ρόλο στην εμπορία των ανακυκλιζόμενων προϊόντων.

8. Διαχείριση των ΑΣΑ.

Ο διαχωρισμός στην πηγή για κάθε είδος ανακυκλιζόμενου υλικού, η συγκέντρωση σε χώρους προπαρασκευής, η ποιότητα και το κόστος μεταφοράς, συνιστούν τη διαδικασία για την ανάκτηση χρήσιμων υλικών από τα ΑΣΑ με την απλούστερη μέθοδο. Η επιτυχία της επιχείρησης βασίζε-

ται σε ένα δίκτυο αυστηρά οργανωμένο που διαθέτει κάδους, μεταφορικά μέσα, χώρους συγκέντρωσης, μηχανήματα σμίκρυνσης όγκου κ.λ.π., αλλά και σε νοικοκυριά που να έχουν συνειδητοποιήσει την αναγκαιότητα της διαδικασίας αυτής. Χωρίς την συνεργασία των πολιτών για ποιότητα και ποσότητα, θα πιναχθεί στον αέρα κάθε προσπάθεια για να συνεχιστεί η συλλογή και η διάθεση των προϊόντων από τα ΑΣΑ.

Γι' αυτό και η Τεχνολογία προχώρησε σε ολοκληρωμένες ή μη ολοκληρωμένες μεθόδους, προκειμένου να λύσει τα προβλήματα διάθεσης των ΑΣΑ.

Οι βασικές κατευθύνσεις είναι:

- Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και υγειονομική ταφή των υπολοίπων.
- Αποτέφρωση των ΑΣΑ και ανάκτηση χρήσιμων υλικών από την τέφρα.
- Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και λιπασματοποίηση των υπολοίπων.
- Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και αποτέφρωση των υπολοίπων.
- Υγειονομική ταφή του συνόλου των ΑΣΑ.
- Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και υγειονομική ταφή των υπολοίπων.

Όπως ήδη ειπώθηκε, οι πιο απλές μέθοδοι διαχωρισμού είναι: στην πηγή σε ξεχωριστούς κάδους ή η μηχανική διαλογή σε εγκαταστάσεις που συγκεντρώνονται, ύστερα από προδιαλογή, μόνο τα ανάμεικτα ανακυκλιζόμενα υλικά.

Η επεξεργασία των ΑΣΑ χωρίς καμμία προεργασία, βρίσκεται ακόμη σε πρόδρομη φάση. Η όλη διαδικασία επιβάλλει αυστηρούς όρους υγιεινής εξαιτίας της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων φαγητών, φρούτων κ.λ.π.

Σε γενικές γραμμές, η επεξεργασία συνίσταται από το χώρο υποδοχής των ΑΣΑ, την μηχανική διάρρηση των σκωρών και την ταξινόμηση σε μεγέθη. Με την ταξινόμηση απομακρύνονται τα πολύ μεγάλα αντικείμενα και ένα μέρος (όσο είναι εφικτό) των μικρών. Τα πολύ μεγάλα, που είναι συνήθως διάφορες κατασκευές, μπορεί, ανάλογα με τη σύνθεσή τους, να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω διαχωρι-

σμού. Τα μικρά, ενώνονται με τα οργανικά της επεξεργασίας και στέλνονται για υγειονομική ταφή. Το ενδιάμεσο μέγεθος περνά από μαγνητικό διαχωρισμό για την απομάκρυνση των σιδηρών αντικειμένων, ενώ το υπόλοιπο από ειδικούς μύλους, κόσκινα και αεροδιαχωριστές για την ανάκτηση του γυαλιού, του χαρπιδιού και των πλαστικών.

Το οργανικό κλάσμα συνδέεται με τα μικρά όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και οδεύει για υγειονομική ταφή.

Με την υγειονομική ταφή (Sanitary landfilling) εννοείται η απόθεση των ΑΣΑ (με ή χωρίς τα ανακυκλιζόμενα) σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Εκεί συμπυκνώνονται και καλύπτονται με στρώμα χώματος σε καθημερινή βάση. Όταν ο χώρος πληρωθεί καλύπτεται πάλι με χώμα πάχους τουλάχιστον 1 m. Ο χώρος απόθεσης είναι πλήρως στεγανοποιημένος από το περιβάλλον γεωλογικό υπόβαθρο, (μη υδατοπερατά πετρώματα χωρίς ρήγματα, κατακλάσεις, ρωγμές κ.ά.) ή στεγανοποιείται με επίστρωση από κατάλληλα υλικά. Η στεγανοποίηση πρέπει να είναι, τέτοια ώστε, τα αποστραγγίσματα να μη μπορούν να διαφύγουν στον περιβάλλοντα χώρο (υδροφόρους ορίζοντες κ.ά.) για αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες χρόνια.

Η αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ παράγει μείγμα από αέρια το οποίο ονομάζεται "βιοαέριο" και πρέπει, στις χωματερές ή υγειονομικές ταφές να γίνεται με αυστηρό έλεγχο. Ο ανεξέλεγκτος σχηματισμός του βιοαερίου προξενεί πυρκαγιές, εκρήξεις, οσμές κ.λ.π.

9. Αποτέφρωση των ΑΣΑ και ανάκτηση χρήσιμων υλικών από την τέφρα.

Σε ειδικές εγκαταστάσεις (κλειστοί χώροι με εξαερισμό) εκφορτώνονται τα ΑΣΑ από τα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα. Από εκεί με καδοφόρο γερανό τροφοδοτείται κόσκινο και ή εσχάρα καύσης. Τα απαέρια συλλέγονται καθαρίζονται και διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Από τη καύση θερμαίνεται λέβητας για την παραγωγή ατμού/ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγόμενη τέφρα πέφτει σε

μεταφορική ταμιά και εκεί με διαλογή, μαγνητικούς διαχωριστές κ.λ.π. ανακτώνται τα χρήσιμα υλικά.

10. Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και λιπασματοποίηση των υπολοίπων.

Στην περίπτωση αυτή, η πρώτη φάση για την ανάκτηση χρήσιμων είναι η ίδια. Στη δεύτερη φάση, αντί υγειονομικής ταφής, γίνεται λιπασματοποίηση του οργανικού υλικού, για να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό σε αδύνατα (φτωχά) εδάφη.

Η λιπασματοποίηση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ (composting) αποτελεί την ελεγχόμενη βιοοξειδωτική διαδικασία η οποία ενεργεί σε μία ετερογενή οργανική στερεή μάζα και μέσα από τη θερμοφιλική φάση του μικροβιακού μεταβολισμού οδηγεί στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, νερού, διαφόρων ενώσεων και σταθεροποιημένου οργανικού υλικού (εδαφοβελτιωτικό είναι απαλλαγμένο από παθογόνους οργανισμούς, έχει υποστεί ταχεία αποσύνθεση και βρίσκεται στο στάδιο της χουματοποίησης).

11. Ανάκτηση χρήσιμων υλικών και αποτέφρωση των υπολοίπων.

Και στην περίπτωση αυτή η πρώτη φάση είναι παρόμοια. Μπορεί να μην εφαρμοστεί, αλλά προσφέρει διπλό όφελος. Μ' αυτήν απομακρύνονται διάφορα υλικά που δυσχεραίνουν την καύση (π.χ. ογκώδη μεταλλικά, τούβλα κ.ά.). Αυτό εξασφαλίζει καλύτερη συμπεριφορά του στρώματος προσβολής και αυξάνει τη θερμογόνο δύναμη. Επιπρόσθετα, ο διαχωρισμός επιφέρει ανακυκλιζόμενα χρήσιμα υλικά.

Η αποτέφρωση (incineration) είναι μέθοδος διαχείρισης των ΑΣΑ με την καύση τους. Γίνεται σε ειδικές μονάδες κάτω από κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας και αποτελεί μια πολύ καλή μέθοδο επεξεργασίας αποβλήτων. Έχει υπολογιστεί ότι μειώνει τον όγκο των ΑΣΑ μέχρι και 90%. Η θερμογόνο δύναμη των ΑΣΑ είναι περίπου 2.500 kcal/kg. Τα ΑΣΑ της Αθήνας έχουν δώσει θερμογόνο δύναμη

μόνο 1750 kcal/kg.

Για την αποτέφρωση μεγάλη σημασία έχει η εσχάρα καύσης. Γι' αυτό υπάρχουν διάφοροι τύποι, όπως η VKW, Martin, Volund, Von Roll κ.ά.

12. Η δραστηριότητα αντιμετώπισης των ΑΣΑ.

Η επιστημονική και τεχνική διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων αποτελεί μονόδρομο για τη συγκεντρωμένη καταναλωτική κοινωνία στις πόλεις, χωριά και θέρετρα. Με την πάροδο του χρόνου, χωματερές και υγειονομικές ταφές θα σταματήσουν. Όχι από την αντίδραση, ιδιαίτερα οι δεύτερες είναι αβλαβείς, αλλά από την έλλειψη χώρου σε οικονομική απόσταση. Η υγειονομική ταφή προστατεύει το περιβάλλον, αλλά η προστασία αυτή έχει τα όριά της.

Κάποτε το περιβάλλον θα αντιδράσει.

Γι' αυτό ο μονόδρομος οδηγεί στον μηχανικό διαχωρισμό, σε συνδυασμό με την αποτέφρωση ή τη λιπασματοποίηση.

Δηλ. στην ανάκτηση χρήσιμων υλικών και στην ελαχιστοποίηση του υπόλοιπου με την αποτέφρωση ή στη δυνατότητα διάθεσής του ως λίπασμα, με την λιπασματοποίηση.

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες, ανεξάρτητα αν υπάρχουν και λειτουργούν (υπολειπουμένων), δεν έχουν λύσει το πρόβλημα. Υψηλό κόστος και τεχνολογικές ατέλειες επηρεάζουν ακόμη την εφαρμογή τους.

Στη Ζάκυνθο λειτούργησε μονάδα αποτέφρωσης (1986-87) αλλά σταμάτησε για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους.

Δεν συμβαίνει όμως έτσι στη Β. Ευρώπη όπου λειτουργούν 400 αποτεφρωτήρες, στη Γαλλία 64, στην Αγγλία 2, αλλά και αρκετοί σε Ην. Πολιτείες και Ιαπωνία. Με την αποτέφρωση αυτή παράγεται και ηλεκτρική ή θερμαντική ενέργεια (στοιχεία 1991).

Μπορεί σήμερα ο αριθμός των μονάδων να έχει αυξηθεί, αλλά οπωσδήποτε καλύπτει ένα πολύ μικρό ποσοστό από τις ανάγκες διαχείρισης των ΑΣΑ (εκατοντάδες χιλιάδες πόλεις!).

Σήμερα, δεν νοείται χωριό ή πόλη

χωρίς υδροδότηση, αποχέτευση και ηλεκτροδότηση. Αποτελούν αναγκαίες προϋποθέσεις.

Στο «εγγύς μέλλον», θα προστεθεί και η διαχείριση των ΑΣΑ (όχι χωματερές) και θα αποτελεί την αναπόσπαστη διαδικασία για την ύπαρξη και διαβίωση μίας οργανωμένης καταναλωτικής κοινωνίας.

Η διαλογή στην πηγή και η αποτέφρωση ή λιπασματοποίηση του οργανικού μείγματος θα αποτελούσε την ιδανική λύση. Η διαλογή θα γίνεται σε καλύτερο περιβάλλον με εργάτες ή μηχανήματα, τα οποία θα προσαρμόστούν ή αναπτυχθούν προς την κατεύθυνση αυτή. Είναι όμως αμφίβολο αν η διαλογή στην πηγή μπορεί να εφαρμοστεί ή να επιβληθεί στο νοικοκυριό.

Η διαλογή πριν από την αποτέφρωση, από συνολική συλλογή των ΑΣΑ, θα βρίσκεται πάντα αντιμετώπιση με το ανθυγιεινό περιβάλλον του χώρου δουλειάς. Ο διαχωρισμός μετά την αποτέφρωση, δηλ. στην τέφρα, έχει τις δυνατότητες επέκτασης. Σ' αυτό μπορεί να συμβάλει ο πύο εξελιγμένου μηχανικός διαχωρισμός ή η πύο εξελιγμένη σχεδίαση της εσχάρας καύσης.

Η αποτέφρωση των ΑΣΑ, ιδιαίτερα όταν η μέση θερμογόνος δύναμη είναι 2500 kcal/kg, αποδίδει σημαντική θερμαντική ενέργεια, η οποία, συνήθως, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η λιπασματοποίηση των ΑΣΑ, κατά την οποία η προεργασία απομάκρυνσης των ανακυκλizable υλικών είναι πύο απαραίτητη, αντιμετωπίζει τα ίδια προβλήματα. Και εδώ η διαλογή στην πηγή θα έδινε λύση στο πρόβλημα αυτό. Το κύριο πρόβλημα της λιπασματοποίησης είναι η οικονομική διάθεση του προϊόντος. Πολλές εγκαταστάσεις λιπασματοποίησης στην Ευρώπη έκλεισαν εξαιτίας υψηλού κόστους παραγωγής και χαμηλής τιμής πώλησης.

Στην Ελλάδα υπάρχουν δύο προδρομικές μονάδες λιπασματοποίησης, στα Ν.Δίονα και στην Καλαμάτα. Σημειώνεται ότι τα ελληνικά ΑΣΑ είναι πύο κατάλληλα για λιπασματοποίηση από ότι στην Ευρώπη, γιατί περιέχουν πολλά ενυδατωμένα απορ-

ρίμματα (από φρούτα, λαχανικά κ.λ.π.) τα οποία μειώνουν τη θερμογόνο δύναμη (για αποτέφρωση) και αυξάνουν την λιπασματική ικανότητα.

13. Εκπαίδευση και ΑΣΑ.

Για τα ΑΣΑ έχουν ενδιαφερθεί πολλά ΑΕΙ. Ιδιαίτερα εκείνα με περιβαλλοντικό περιεχόμενο. Το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, έχει εκδώσει μία μελέτη με τίτλο «Συγκριτική παρουσίαση μεθόδων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων», η οποία αν και περιληπτική, παρουσιάζει το πρόβλημα στις διαστάσεις του, δίδει παραδείγματα, αναφέρει μεθόδους διαχείρισης και συγκρίνει αποτελέσματα. Πρόκειται για πολύ ενδιαφέροντα μελέτη από την οποία άντλησα πολλά στοιχεία.

Η μελέτη αυτή, και κάθε παρόμοια μελέτη, παρουσιάζει τις βασικές παραμέτρους του προβλήματος των ΑΣΑ και προτείνει λύσεις.

Οι λύσεις αυτές όμως για να εφαρμοστούν, απαιτούν τεχνικές γνώσεις. Απαιτούν γνώσεις μηχανολογικής, χημικής, εμπλουτιστικής και μεταλλουργικής τεχνολογίας.

Οι γνώσεις αυτές, για άλλα γνωστά αντικείμενα, παρέχονται κατά κύριο λόγο από τα τμήματα Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών και Χημικών των ΑΕΙ.

Γεωλογικά, εμπλουτιστικά και μεταλλουργικά μαθήματα, δίδουν τις γνώσεις για τα αδιαπέραστα πετρώματα, το διαχωρισμό των ανακυκλizable υλικών, τις καύσεις και τα απαιρία. Η έννοια της διαμόρφωσης του τοπίου είναι συνυφασμένη με τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις (νταμάρια-μάγμαρα-μεταλλεία). Κι άλλα τμήματα μηχανικών θα μπορούσαν να διατυπώσουν παράλληλες ομοειδείς δραστηριότητες στη διαχείριση των ΑΣΑ αλλά το Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών είναι το πύο κοντό. Μία σχετική προσαρμογή σε θεωρητικά και τεχνολογικά μαθήματα θα ενίσχυε τη γνώση και η αντιμετώπιση των ΑΣΑ θα είναι πληρέστερη.

Πέρα από τη διδασκαλία, το εργαστήριο και η έρευνα είναι ανοικτά για βελτίωση των συνθηκών διαχωρισμού με νέες ή προσαρμοσμένες μεθόδους

και των συνθηκών καύσης (αποτεφρώσεως) για την παραγωγή ενέργειας. Η συνεργασία με άλλα ενδιαφερόμενα τμήματα του Ε.Μ.Π. θα δώσει το προβάδισμα σε μία νέα τεχνολογία, που πιθανόν να μην είναι «ελκυστική και επιθυμητή» αλλά η εφαρμογή της θα καταστεί απαραίτητη στις επόμενες δεκαετίες.

Τα μεταλλεία, ορυχεία ή λατομεία είναι και θα είναι περιορισμένα και εξαρτώμενα από το κοίτασμα. Τα ΑΣΑ είναι μία παραγωγική διαδικασία που βρίσκεται σ' όλα τα χωριά και πόλεις. Οι εγκαταστάσεις ανάκτησης και καύσης, θα γίνουν όσα τα χωριά και οι πόλεις. Εκεί θα δημιουργηθούν οι νέες αντίστοιχες θέσεις εργασίας για μελετητές και επιβλέποντες.

14. Συμπεράσματα.

1. Υπάρχουν λύσεις διάθεσης ή ακόμη

επιμετάλλευσης των αστικών στερεών απορριμμάτων.

2. Η διαλογή στο σπίτι (σε ξεχωριστούς κάδους) ή η συγκέντρωση σε συγκεκριμένα σημεία, αποτελούν τις άμεσες και οικονομικές λύσεις για ανακύκλωση.
3. Η μηχανική διαλογή και η καύση αποτελούν ολοκληρωμένες λύσεις, αλλά ακόμη δεν είναι οικονομικές για ιδιωτικές επενδύσεις. Η επιχορήγηση από το κράτος είναι απαραίτητη.
4. Η υγειονομική ταφή αποτελεί μία οργανωμένη λύση. Δεν έχει επικίνδυνες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η προσβολή της αισθητικής (του τοπίου) διορθώνεται με την κάλυψη με χώμα και τη δενδροφύτευση.
5. Η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων βρίσκεται στα χέρια της τεχνολογίας. Η βελτίωση των μεθόδων

δων διαλογής και καύσης, σε συνδυασμό με καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα, θα δώσουν την τελική λύση.

6. Γι' αυτό το θέμα είναι ανοικτό σε ερευνητικές προσπάθειες, σε σχέση, με την τεχνολογία του εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων και της καύσης υγρών οργανικών ουσιών (υπολείμματα τροφών, φρούτων κ.λ.π.).

Βιβλιογραφία

1. Δημ. Α. Μπάσιος «Μελέτη δυνατότητας ανάκτησης χρήσιμων υλικών από στερεά οικιακά απορρίμματα των πόλεων». ΙΓΜΕ - Μεταλλουργικές Ερευνες Αρ. 47-1993.
2. Α. Ζ. Φραγκάκος «Εμπλουτισμός Μεταλλευμάτων και Βιομηχανικών Ορυκτών (Ορυκτολογία) Σελ. 573, Εκδόσεις Ε.Μ.Π. 1995.
3. Α. Ζ. Φραγκάκος «Εφαρμογές μεθόδων Εμπλουτισμού στην ανακύκλωση οικιακών αποβλήτων» Σεμινάριο Ε.Μ.Π. 1995.
4. Θ. Λέκκας, Γ. Γιαννόπουλος και Ι.Ραζής Συγκριτική παρουσίαση μεθόδων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. 1991.