

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**Ε. Ντοάς^{1,*} και Α.Σ. Δούναβης^{1,2,3,*}**

¹Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάροδος Αριστοτέλους 18, Πάτρα, GR-26335

²Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας (ΖΕΠ), Κοζάνη, GR-50100

³Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα, GR-53100

(* std143059@ac.eap.gr & adounavis@uowm.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση των στοιχείων, τα οποία αφορούν τις εισερχόμενες ποσότητες αποβλήτων σε ένα ΧΥΤΑ, καθώς και η εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών προκειμένου να επιτευχθεί στο μέγιστο βαθμό η επαναξιοποίησή τους. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθεί η μελέτη όλων των μεθόδων, οι οποίες υπάρχουν για την αξιοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των αστικών αποβλήτων. Ως εκ τούτου, μια ειδική αναφορά θα γίνει στις διαδικασίες, οι οποίες έχουν μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και χαμηλό κόστος λειτουργίας. Εν συνεχεία, θα γίνει εφαρμογή των μεθόδων αξιοποίησης και επαναχρησιμοποίησης των στερεών αποβλήτων ανάλογα με το είδος τους, ώστε να γίνει κατανοητό με βάση την υπάρχουσα τεχνογνωσία τι μπορεί να αξιοποιηθεί από αυτά, καθώς και ποια ποσότητα αποβλήτων θα παραμείνει στο ΧΥΤΑ. Εν κατακλείδι, για τα υπολειπόμενα στερεά απόβλητα θα πραγματοποιηθεί ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής βιοαερίου ή επεξεργασίας στραγγισμάτων ΧΥΤΑ.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων, Αειφορία, Κυκλική Οικονομία, Ενέργεια, Παραγωγή Βιοαερίου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στις αναπτυσσόμενες χώρες, το φαινόμενο του υπερκαταναλωτισμού, καθώς και η οικονομική άνθηση έχουν συμβάλλει στο να υπάρχει τεράστια παραγωγή αποβλήτων στις μέρες μας. Στις αναπτυσσόμενες κυρίως χώρες παρατηρείται έντονο το φαινόμενο της μεγάλης παραγωγής αποβλήτων, τα οποία ωστόσο δεν μπορούν να αξιοποιηθούν σε ικανοποιητικό ποσοστό είτε λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας, είτε λόγω έλλειψης υποδομών με αποτέλεσμα να υπάρχει συσσώρευση μεγάλου όγκου αποβλήτων, τα οποία διαχειρίζονται με αργέγονους και επιβλαβείς για το περιβάλλον τρόπους.

Η διαχείριση των αποβλήτων αποτελούσε από τα αρχαία χρόνια ένα σοβαρό ζήτημα, μιας και η ορθή διαχείριση των αποβλήτων ταυτιζόταν πάντα με την δημόσια υγιεινή, τον πολιτισμό και την ένδειξη πως μια κοινωνία είναι ορθά οργανωμένη. Σήμερα έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια σε επίπεδο έρευνας, χρηματοδοτήσεων, οργανώσεων και διάφορων φορέων ώστε να βελτιωθούν οι μέθοδοι διαχείρισης των αποβλήτων και να στηριχθούν καινοτόμες ιδέες, οι οποίες θα κάνουν ευκολότερη τη διαχείριση και αξιοποίησή τους με γνώμονα αρχικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, καθώς και το κόστος των διεργασιών τους.

Με τον όρο αστικά απόβλητα χαρακτηρίζονται τα οικιακά απόβλητα και τα απόβλητα τα οποία λόγω της σύστασής τους και της σύνθεσής τους προσομοιάζουν τα οικιακά. Συγκεκριμένα, ως αστικά στερεά απόβλητα ορίζονται τα στερεά απόβλητα τα οποία παράγονται από τα νοικοκυριά, τις εμπορικές, οικονομικές δραστηριότητες, από διάφορα δημόσια/ιδιωτικά ιδρύματα όπως τα σχολεία, τα νοσοκομεία (δεν περιλαμβάνονται τα μολυσματικά απόβλητα), καθώς και από τον καθαρισμό κοινόχρηστων χώρων ^[1].

Ως εκ τούτου, προκύπτει ότι τα απόβλητα αποτελούν υλικά στερεής, ημιστερεής ή και υγρής μορφής, τα οποία ωστόσο δεν έχουν καμία χρηστική αξία για τον κάτοχό τους με αποτέλεσμα να απορρίπτονται. Ωστόσο ο χαρακτηρισμός ενός αντικειμένου ως απόβλητο δεν μπορεί να εξαρτηθεί μόνο από την ολοκλήρωση της χρησιμοποίησής του ή από τις ιδιότητες του, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως : α) το συνεχώς μεταβαλλόμενο οικονομικό και βιοτικό επίπεδο της κάθε περιοχής/πόλης/δήμου/περιφερειακής ενότητας/περιφέρειας/χώρας, β) το κόστος το οποίο επιφέρει η απόρριψη του αντικειμένου, γ) την ισχύουσα νομοθεσία και δ) την πολιτισμική και κοινωνική κουλτούρα της κάθε περιοχής.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΑΣΑ)

Τα αστικά στερεά απόβλητα είναι μια κατηγορία αποβλήτων, όπου η σύστασή της είναι δύσκολο να προσδιορισθεί λόγω των πολλών παραγόντων που την καθορίζουν (οικονομικοί, κοινωνικοί κ.α). Εν τούτοις, η κατηγοριοποίηση των αποβλήτων που αποτελούν μέρος του γενικότερου αυτού συνονθυλεύματος υλικών θα μπορούσε να διαχωριστεί στις παρακάτω ομάδες ^[2,3]:

- Ζυμώσιμα απορρίμματα: αποτελούνται κατά κύριο λόγο από οργανικά στοιχεία τα οποία προέρχονται από τα υπολείμματα της κουζίνας καθώς και από τους κήπους.
- Απορρίμματα χαρτιού: αφορά όλα τα είδη χαρτιού τα οποία προέρχονται κατά κύριο λόγο από έντυπα, συσκευασίες υλικών, υπολείμματα χαρτιού από οικιακές χρήσεις.
- Μέταλλα: συγκαταλέγονται το σύνολο των μεταλλικών στοιχείων τα οποία απαντώνται στα απορρίμματα και διαχωρίζονται σε σιδηρούχα (μαγνητικά μέταλλα) και μη σιδηρούχα (σε μεγάλα ποσοστά είναι αλουμίνιο)
- Απορρίμματα γυαλιού: Η επεξεργασία του γυαλιού πάσχει πολύ στη χώρα μας και κυρίως στις επαρχιακές περιοχές λόγω τις έλλειψης υαλουργιών.
- Απορρίμματα πλαστικού: αποτελούν το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων και λόγω της μεγάλης χρήσης συσκευασμένων προϊόντων οι ποσότητες της συγκεκριμένης κατηγορίας καταλαμβάνουν όλο και μεγαλύτερα ποσοστά επί του συνόλου.
- Μπαταρίες: αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση λόγω της μεγάλης ρυπαντικής τους ικανότητας.
- Αδρανή: αποτελούνται από χημικά μη ενεργά υλικά τα οποία προέρχονται από εργασίες σε κήπους κοινόχρηστους χώρους και μικρής κλίμακας οικοδομικές εργασίες.
- Δέρμα -Λάστιχα-Υφάσματα – Ξύλα

ΕΙΔΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός των ΑΣΑ μπορεί να γίνει είτε ως προς την φύση τους, είτε ως προς την πηγή προέλευσής τους. Με βάση το σύστημα διαχωρισμού ως προς την φύση τους θα μπορούσαν να διακριθούν σε συμβατικά στερεά απόβλητα και επικίνδυνα ή τοξικά στερεά απόβλητα. Από την άλλη με βάση το σύστημα διαχωρισμού ως προς την πηγή προέλευσής τους διακρίνονται συμβατικά στερεά απόβλητα και σε επικίνδυνα στερεά απόβλητα^[4].

Τα **συμβατικά στερεά απόβλητα** μπορούν να ομαδοποιηθούν στις παρακάτω κατηγορίες :

- Υπόλοιπα τροφίμων: αποτελούνται από ζωικά ή φυτικά υπόλοιπα και μπορούν να προέλθουν από οπουδήποτε στάδιο προετοιμασίας της τροφής.
- Στερεά υπόλοιπα εκτός των τροφίμων τα οποία ωστόσο μπορούν να υποστούν σήψη. Τέτοια υλικά είναι το χαρτί, το ξύλο, το δέρμα, κουτιά και κάποια είδη μετάλλων.
- Προϊόντα καύσης, στάχτες, κάρβουνα και μικρά υπολείμματα προϊόντων τα οποία δεν έχουν καεί ολοκληρωτικά.
- Υλικά οικοδομών: περιλαμβάνουν υπολείμματα ηλεκτρολογικών και υδραυλικών εργασιών, προϊόντα αποξηλώσεων, ξυλεία και πέτρες
- Διάφορα απόβλητα: προϊόντα καθαρισμού δρόμων, εγκαταλελειμμένα αυτοκίνητα κ.α
- Υπολείμματα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων: στη κατηγορία αυτή μπορούν να ταξινομηθούν όλα τα είδη στερεών και ημιστερεών από εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων , αστικών αποβλήτων και επεξεργασίας νερού.
- Αγροτικά απόβλητα: ταξινομούνται απόβλητα τα οποία προέρχονται από δραστηριότητες του αγροτικού τομέα όπως καλλιέργειες, παραγωγή γάλακτος και κτηνοτροφία.

Ως **επικίνδυνα στερεά απόβλητα** χαρακτηρίζονται όσα υλικά αποτελούν άμεσα ή μακροπρόθεσμα ιδιαίτερο κίνδυνο για τον άνθρωπο, τα ζώα ή και τα φυτά. Επομένως, ένα απόβλητο μπορεί να ταξινομηθεί ως επικίνδυνο όταν ανήκει σε μια από τις παρακάτω ομάδες και έχει κάποιες από τις παρακάτω ιδιότητες όπως:

- Εύφλεκτα υλικά (βενζίνη, διαλύτες, χρώματα)
- Διαβρωτικά υλικά (διάφορα καθαριστικά βιομηχανικής ή οικιακής χρήσης)
- Διάφορα αντιδρώντα (βάσεις, οξέα, αμμωνία και υπόλοιπα χλωρίωσης)
- Τοξικά υλικά (αφορά ουσίες και υλικά των οποίων οι περιεκτικότητες υπερβαίνουν τις θεσμοθετημένες τιμές και προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις)

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων είναι η πυκνότητα (μάζα/όγκο), το ειδικό βάρος, η υγρασία, η υδραυλική αγωγιμότητα, οι χημικές ενώσεις, η στοιχειακή ανάλυση, η θερμογόνος δύναμη. Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων είναι η βιοαποικοδομησιμότητα, η παραγωγή οσμών και η ανάπτυξη εντόμων.

Το οργανικό κλάσμα των στερεών αποβλήτων είναι βιοαποδομήσιμο, το οποίο σημαίνει ότι μέσω βιολογικών διεργασιών μπορεί να μετατραπεί σε αέρια, καθώς και σε οργανικά και ανόργανα στερεά. Οι διαδικασίες αυτές μπορούν να λάβουν χώρα είτε κάτω από αερόβιες συνθήκες, είτε κάτω από αναερόβιες συνθήκες.

Η παραγωγή οσμών είναι άμεση συνέπεια των αναερόβιων διαδικασιών, οι οποίες εξελίσσονται στους διάφορους χώρους προσωρινής ή μη αποθήκευσης των ΑΣΑ. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι η υψηλή θερμοκρασία, η οποία δρα ως καταλύτης και συμβάλλει στην αύξηση της βιοαποδόμησης με επακόλουθο ν' αυξάνονται οι δυσάρεστες οσμές, οι οποίες κατά βάση οφείλονται στις ενώσεις του θείου (S). Η ανάπτυξη εντόμων αποτελεί ένα όριο, το οποίο προσδιορίζει της έναρξη της βιοαποδόμησης των αστικών στερεών αποβλήτων.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Με βάση τη Κοινοτική Οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα, ως διαχείριση αποβλήτων ορίζει τη συλλογή, τη μεταφορά, ανάκτηση καθώς και την διάθεσή των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης και της εποπτείας, καθώς και της επίβλεψης των χώρων απόρριψης και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι αρμόδιοι.

Ένας επιπλέον όρος ο οποίος έχει προκύψει τα τελευταία χρόνια είναι η βιώσιμη διαχείριση των απορριμμάτων και συγκεκριμένα το σύνολο των διαδικασιών με τις οποίες επιτυγχάνεται η αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων με στόχο την ολοένα και λιγότερη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων. Ωστόσο, τα παραγόμενα απορρίμματα διαχειρίζονται με μεθόδους, οι οποίες συνεισφέρουν στην επίτευξη των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών στόχων, οι οποίοι συνάδουν με την αειφόρο ανάπτυξη.

Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ορθή διαχείριση των αστικών αποβλήτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα που απασχολεί το σύνολο των σύγχρονων κοινωνιών. Ο μοντέρνος τρόπος ζωής και η υπερκατανάλωση οδηγούν στην παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων αποβλήτων. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχει προκύψει πως το θέμα της διαχείρισης των αποβλήτων δεν αποτελεί τεχνικό ζήτημα αφού υπάρχουν όλα τα απαραίτητα μέσα, αλλά είναι θέμα κοινωνικών δομών, οικονομίας και παιδείας της εκάστοτε κοινωνίας^[5].

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διαχείριση των ΑΣΑ αποτελεί, σε διεθνές και εγχώριο επίπεδο, ένα από τα πιο σημαντικά, σύνθετα και ταυτόχρονα επίκαιρα περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα ΑΣΑ αποτελούν σημαντική απειλή για τη δημόσια υγεία και το οικοσύστημα, και η ανορθολογική διαχείρισή τους οδηγεί σε υπέρμετρη σπατάλη πολύτιμων φυσικών πόρων και ενέργειας. Η διαπίστωση αυτή, σε συνδυασμό με τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθιστούν αναγκαίο το σχεδιασμό και την εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης των ΑΣΑ, με πρωταρχικό πάντοτε στόχο τη μείωση της παραγωγής τους. Η αναγκαιότητα αυτή αποτυπώνεται στην υφιστάμενη πολιτική και νομοθεσία, που υιοθετείται τόσο από την Ε.Ε. όσο και από τα κράτη μέλη.

Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος σε νομοθετικό επίπεδο σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων, η οποία όμως δεν συνοδεύτηκε και από την ανάλογη πρόοδο σε επίπεδο εφαρμογής, με αποτέλεσμα να υφίστανται, πέραν των περιβαλλοντικών, και σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις. Είναι, επομένως, πρόδηλο ότι πρέπει άμεσα να αναζητηθεί μια αποδεκτή από τεχνικό-οικονομικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής πλευράς λύση. Η χώρα, μάλιστα, αναμένεται, στο εγγύς μέλλον, να βρεθεί αντιμέτωπη με ακόμη μεγαλύτερες προκλήσεις, καθώς η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει νέους, πιο φιλόδοξους, στόχους σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων. Οι νέοι στόχοι προβλέπουν αύξηση των ποσοστών επαναχρησιμοποίησης / ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων και των απορριμμάτων συσκευασίας (70% για τα αστικά απόβλητα έως το 2030 και 80% για τα απορρίμματα συσκευασίας έως το 2030) και κατάργηση της υγειονομικής ταφής απορριμμάτων όπως πλαστικά, χαρτί, μέταλλα, γυαλί και οργανικά.

Η δημιουργία του συλλογικού, σε συνδυασμό με τη δυναμική ανάλυσή του, προσδιορίζει όχι μόνο τους κρίσιμους παράγοντες και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις αλλά και την επίπτωση που κάθε ένας εξ αυτών μπορεί να έχει στην επίτευξη των νέων στόχων. Έτσι, αποτελεί ένα εν δυνάμει πολύτιμο εφόδιο στη λήψη αποφάσεων, σε διάφορα επίπεδα σχεδιασμού της διαχείρισης των παραγόμενων ΑΣΑ (τοπικό, περιφερειακό, κεντρικό), καθώς μπορεί να συμβάλλει στην επιλογή κατάλληλα στοχευμένων ενεργειών (π.χ. χρηματοδότηση κάποιων δράσεων έναντι άλλων), που θα μεγιστοποιήσουν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Tchobanoglous G, Kreith F. (2002). *Handbook of solid waste management*, Toronto, McGraw-Hill, «Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων», μεταφρ. Κούγκολου Α., Καραγιαννίδη Α., Σαμαρά Π., εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2010
- [2] Λίτας Γ. (2014). *Αξιολόγηση σεναρίων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [3] Κρεμαλή Α. (2021). *Η διαχείριση των παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα: το θεσμικό πλαίσιο, η τρέχουσα κατάσταση και ο εθνικός σχεδιασμός για τη χρονική περίοδο των ετών 2020-2030 σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Δια τμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Βιώσιμη διαχείριση περιβαλλοντικών αλλαγών και κυκλική οικονομία», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- [4] Βογιατζή Β, Μούχλια Μ. (2021). *Στερεά απόβλητα και κυκλική οικονομία*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [5] Sauve G, Van Acker K. (2020). *The environmental impacts of municipal solid waste landfills in Europe: A life cycle assessment of proper reference cases to support decision making*. *Journal of Environmental Management*, 261, 110216