

Κωνσταντίνος Μεθενίτης

Αναπληρωτής Καθηγητής Ανόργανης Χημείας και Τεχνολογίας, Τμήμα Χημείας, ΕΚΠΑ

Αλέξανδρος Στουραΐτης

Χημικός ΕΚΠΑ, Msc Ανόργανη Χημεία

Θέσεις και αντιθέσεις σχετικά με την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη θερμική κατεργασία στερεών και άλλων αποβλήτων στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Αττικής

1. Εισαγωγή

Η ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ είναι ένα ακανθώδες και ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα σε πολλές αστικές και αγροτικές περιοχές τόσο σε αναπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες χώρες [1]. Ένα από τα βασικά προβλήματα του αστικού περιβάλλοντος, στις περισσότερες χώρες, είναι η συλλογή και η διάθεση των αστικών στερεών απορριμμάτων (ΑΣΑ). Οι εφαρμοζόμενες λύσεις της διαχείρισης των ΑΣΑ πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμες, τεχνικά εφικτές, κοινωνικά και νομικά αποδεκτές καθώς και περιβαλλοντικά φιλικές. Δίκαια λοιπόν, το ζήτημα της διαχείρισης των ΑΣΑ αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για τις αρχές όχι μόνο των μεγάλων αλλά και των μικρών πόλεων.

Για την επεξεργασία των ΑΣΑ, είναι πλέον διαθέσιμες και εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές [1]. Οι υπάρχουσες τεχνικές επεξεργασίας στερεών αποβλήτων ταξινομούνται σε ευρείς κατηγορίες: Εναπόθεση στο έδαφος (χώρους υγειονομικής ταφής και ανοιχτή απόρριψη), Ανακύκλωση, Βιοεπεξεργασίες (κομποστοποίηση, φυτοκαλλιέργεια, κ.λπ.) και θερμική επεξεργασία (αποτέφρωση, καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση, πλάσμα αεριοποίηση, και πλάσμα πυρόλυση) [2]. Η επιλογή της τεχνικής για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων θα πρέπει να είναι φιλική προς το περιβάλλον προς αποφυγή συνεπειών. Έχει καταγραφεί βιβλιογραφικά, ότι οι χώρες υψηλού εισοδήματος χρησιμοποιούν κυρίως την ανακύκλωση, την

υγειονομική ταφή και τεχνικές θερμικής επεξεργασίας, και δευτερευόντως κομποστοποίηση. Αντίθετα οι χώρες χαμηλού εισοδήματος χρησιμοποιούν ευρέως την ανοικτή απόρριψη και μόνο μια μικρή ποσότητα αποβλήτων υφίσταται επεξεργασία με άλλες τεχνικές όπως η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση ή η ανακύκλωση [1]. Στον **Πίνακα 1** που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας στερεών αποβλήτων και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφορετικών τεχνικών επεξεργασίας διαφόρων ΑΣΑ.

Πίνακας 1. Διάφορες τεχνικές επεξεργασίας ΑΣΑ.

Περιγραφή της τεχνικής, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα [2].

Τεχνική	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υγειονομική ταφή	Απόθεση οργανικών ΑΣΑ, μετά από διαλογή, με μηχανικό τρόπο σε ειδικούς χώρους. Απαιτείται επένδυση στο κάτω μέρος του χώρου και κάλυμμα στο πάνω μέρος.	Η πλέον συμβατική τεχνική, πολύ διαδεδομένη.	Στραγγίσματα στα υπόγεια ύδατα. Χρονοβόρα διεργασία. Κακοσμία.
Ανοικτή εναπόθεση	Απόθεση απορριμμάτων με ανεξέλεγκτο τρόπο.	Οικονομικός τρόπος, με λιγότερες τεχνικές απαιτήσεις.	Τοξικά αέρια. Απαιτείται μεγάλη έκταση γης. Χρονοβόρα διεργασία. Κακοσμία. Στραγγίσματα στα υπόγεια ύδατα.
Ανακύκλωση	Μετατρέπει συγκεκριμένα απορρίμματα σε χρήσιμα προϊόντα.	Περιβαλλοντικά Ασφαλής.	Απαιτεί διαχωρισμό απορριμμάτων. Ανακυκλώνονται μόνο ορισμένα είδη απορριμμάτων.
Κομποστοποίηση	Μετατρέπει τα οργανικά απόβλητα σε λιπάσματα.	Απελευθέρωση θερμότητας. Μείωση των εκπομπών αερίων. Οικονομική μέθοδος.	Μπορεί να επεξεργαστεί μόνο οργανικά απόβλητα. Κακοσμία.
Βιο-αποδόμηση	Αποσύνθεση οργανικών αποβλήτων προς εδαφοβελτιωτικό/λίπασμα.	Οικονομική μέθοδος. Απαιτείται λιγότερη συντήρηση. Απαιτεί λιγότερο χρόνο για την αποσύνθεση.	Παράγονται οξείδια του αζώτου (NO _x), Μπορεί να επεξεργαστεί μόνο οργανικά απόβλητα.

Αποτέφρωση	Άμεση καύση με παροχή αέρα/οξυγόνου	Απελευθέρωση θερμότητας. Ταχύτερη από τις βιολογικές διεργασίες	Υψηλό κόστος. Παράγονται: διοξίνη, SO _x , NO _x , CO ₂ .
Αεριοποίηση	Θερμική αποσύνθεση, υπό περιορισμένο οξυγόνο	Σχηματισμός αερίου Σχηματισμός πίσσας/κωκ.	Υψηλό κόστος. Παραγωγή τοξικών ενώσεων.
Πυρόλυση	Θερμική αποσύνθεση απουσία οξυγόνου.	Παραγωγή ελαίου πυρόλυσης, κωκ και αερίου σύνθεσης (syngas).	Υψηλό κόστος. Εκπομπή τοξικών αερίων. Χαμηλή απόδοση ενέργειας.
Πλάσμα αεριοποίηση	Αποσύνθεση σε υψηλή θερμοκρασία, παρουσία ελεγχόμενης ποσότητας οξυγόνου.	Παραγωγή αερίου σύνθεσης και σκωρίας/κωκ. Ικανότητα επεξεργασίας διαφόρων τύπων απορριμμάτων. Μεγάλη μείωση του όγκου των απορριμμάτων. Πολύ γρήγορη διαδικασία. Μικρότερος χώρος. Εγκαθίσταται οπουδήποτε. Δεν σχηματίζεται πίσσα.	Υψηλές απαιτήσεις ενέργειας και συντήρησης. Είναι δυνατόν να υπάρχουν τοξικές ενώσεις στο αέριο προϊόν.
Πλάσμα Πυρόλυση	Διάσπαση των χημικών δεσμών των μορίων των ενώσεων των αποβλήτων σε υψηλή θερμοκρασία, προς σχηματισμό αερίων προϊόντων και σκωρίας, απουσία οξυγόνου.	Παραγωγή αερίου σύνθεσης (syngas)/ υδρογόνου και σκωρίας/κώκ. Ικανότητα επεξεργασίας διαφόρων τύπων απορριμμάτων. Μεγάλη μείωση του όγκου των απορριμμάτων. Πολύ γρήγορη διαδικασία. Μικρότερος χώρος. Εγκαθίσταται οπουδήποτε. Δεν σχηματίζεται πίσσα. Δεν απαιτείται αέρας/ οξυγόνο.	Οι εκπομπές διοξινών, φουρανίων και άλλων τοξικών ενώσεων είναι κάτω των επιτρεπόμενων ορίων. Υψηλές απαιτήσεις ενέργειας και συντήρησης.

2. Κριτήρια επιλογής της τεχνικής επεξεργασίας των αποβλήτων και των θέσεων εγκατάστασής τους

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων είναι ένα πολύπλοκο σύστημα, που περιλαμβάνει πολλά στάδια όπως, τον έλεγχο, τη συλλογή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, την τεχνική επεξεργασία, τον χειρισμό και τη διάθεση των απορριμμάτων, και ταυτόχρονα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες παραγωγής και κατανάλωσης των κατοίκων, τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον, οικονομικά μεγέθη, αισθητική κ.ά. Έτσι, η εύρεση των πλέον κατάλληλων λύσεων για τα στερεά απόβλητα απαιτούν πολυδιάστατες συνδέσεις με την πολιτική, πολεοδομικούς και περιφερειακούς σχεδιασμούς, γεωγραφία, οικονομία, δημόσια υγεία, κοινωνιολογία, μηχανική και επιστήμη υλικών κ.λπ. [3-13, 31, 34]. Τίθενται, λοιπόν, τα ερωτήματα:

Ποια η πλέον ενδεδειγμένη τεχνική επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων;

Ποια τα κριτήρια επιλογής της;

Ποια η καταλληλότερη θέση εγκατάστασής της και με ποια κριτήρια επιλέχθηκε;

Τα κριτήρια επιλογής της τεχνικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων εξαρτώνται κυρίως από την ποιότητα και ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων [3]. Όπως όμως αναφέρθηκε, εκτός από τα κριτήρια αυτά, για την επιλογή της τεχνικής επεξεργασίας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως κοινωνικοί, περιβαλλοντικοί, τεχνικοί, οικονομικοί, γεωγραφικοί και πολιτικοί παράγοντες [4-11].

Το κόστος είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την απόφαση της επιλογής της τεχνικής, αλλά εκτός αυτού, η μέριμνα για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία είναι πρωταρχικής σημασίας [5].

Τα κριτήρια επιλογής ποικίλουν, ανάλογα με την πολιτική που εφαρμόζει το κάθε κράτος και καθορίζονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες σύμφωνα με τους νόμους και τις διεθνείς συμβάσεις [3].

Τα κριτήρια επιλογής κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

Κριτήρια κόστους και κριτήρια οφέλους [4]. Για την τελική απόφαση επιλογής χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι πολυκριτήριας ανάλυσης (Multi-Criteria Decision Making, MCDM, models), όπως οι μέθοδοι TOPSIS [14], PROMETHEE [15], Fuzzy TOPSIS [16]. Οι MCDM βοηθούν στη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων και χρησιμοποιούνται γενικά όταν υπάρχουν αντικρουόμενοι στόχοι και διαφορετικές προοπτικές και υπάρχει υψηλή αβεβαιότητα.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται 18 κριτήρια επιλογής (8 κόστους και 10 οφέλους) που γενικώς λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της τεχνικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων.

Πίνακας 2. Κριτήρια επιλογής της τεχνικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων [4].

Κριτήρια κόστους	Κριτήρια οφέλους
Αρχικό κόστος επένδυσης (αφορά στο κόστος εγκατάστασης)	Σκοπιμότητα (Δυνατότητα επαρκούς εκτέλεσης της επιθυμητής λειτουργίας)
Λειτουργικό κόστος (Αφορά στο κόστος λειτουργίας, το κόστος συντήρησης και την απόσβεση)	Τεχνική αξιοπιστία (Ικανότητα εκτέλεσης της επιθυμητής λειτουργίας υπό ορισμένες συνθήκες και σε καθορισμένο χρονικό διάστημα)
Κόστος μεταφοράς (Αφορά στη μεταφορά απορριμμάτων και στη συνέχεια τη μεταφορά τους σε χώρους απόρριψης ή κέντρα διάθεσης)	Δυνατότητα απασχόλησης
Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι (Αφορά διάφορους κινδύνους όπως π.χ. προβλήματα ρύπανσης, πυρκαγιές, εξάπλωση ασθενειών κατά τη λειτουργία)	Χωρητικότητα (Αντιπροσωπεύει την ποσότητα των απορριμμάτων στην εγκατάσταση διάθεσης σε καθορισμένη χρονική περίοδο)
Εκπομπές (Αφορά προβλήματα ρύπανσης των φυσικών πόρων κατά την εφαρμογή των μεθόδων απόρριψης)	Αποδοτικότητα (Αντιπροσωπεύει τη μείωση, σε όγκο και βάρος των απορριμμάτων)
Απατήσεις υποδομής	Τύπος απορριμμάτων που μπορεί να απορριφθεί
Απαίτηση ειδικευμένου προσωπικού	Ανάκτηση αποβλήτων (Αντιπροσωπεύει την ποσότητα των αποβλήτων που επιτυγχάνεται με ανακύκλωση)
Έλεγχος ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Αφορά στην εκπομπή καυσαερίων και άλλων αερίων ρύπων)	Ανάκτηση ενέργειας
	Διαθεσιμότητα
	Επιπολασμός χρήσης

Τα παραπάνω κριτήρια είναι γενικά και ισχύουν για όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες και βοηθούν στην επιλογή της τεχνικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων. Το επόμενο στάδιο είναι η επιλογή της θέσης εγκατάστασής της.

Για τη θέση εγκατάστασης θα πρέπει να εφαρμοστούν επιπλέον κριτήρια που να λαμβάνουν υπόψη [9, 17]:

- Τοπογραφικά, γεωμορφολογικά και υποεπιφανειακά χαρακτηριστικά (υψόμετρο, κλίση εδάφους, απόσταση από πηγή παραγωγής των απορριμμάτων, απόσταση από δρόμους, πρόσβαση στις εγκαταστάσεις, απόσταση ποταμούς, λίμνες, θάλασσα, βάθος υπογείων υδάτων, υδραυλική αγωγιμότητα κ.ά.).
- Κοινωνικο-πολιτισμικά χαρακτηριστικά (κοινωνική κατάσταση της περιοχής, χρήσεις γης και κάλυψή της, ιστορικές και οικιστικές περιοχές, πυκνότητα πληθυσμού, η κυρίαρχη κατεύθυνση του ανέμου, η ύπαρξη αεροδρομίου κ.ά.).

3. Κυκλική Οικονομία. Μηδενικά Απόβλητα

Η σύγχρονη βιβλιογραφία [18-19] αναδεικνύει ότι η διάθεση αστικών στερεών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής, η οποία εξακολουθεί να είναι διεθνώς η πιο συνηθισμένη πρακτική διάθεσης σε πολλά μέρη παγκοσμίως, θα πρέπει να επανεξεταστεί, λόγω των υψηλών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της σημαντικά χαμηλής κοινωνικής αποδοχής της [10]. Η εξάντληση των πόρων, η κλιματική αλλαγή και η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών αποτελούν προκλήσεις για πιο βιώσιμες λύσεις διαχείρισης και επεξεργασίας απορριμμάτων. Για τον λόγο αυτό, μια πιο ολιστική διαχείριση των αποβλήτων τέθηκε πλέον στο κέντρο του ενδιαφέροντος της *κυκλικής οικονομίας* [20-24, 31] (π.χ. ανάκτηση κρίσιμων μετάλλων από ηλεκτρονικά απόβλητα, παραγωγή ενέργειας από τα αγροτικά απόβλητα, κ.ά.). Η κυκλική οικονομία, θεωρείται πλέον ως «μια ευκαιρία για επανεξέταση του οικονομικού μας μέλλοντος». Είναι μια νέα ευκαιρία να οικοδομήσουμε έναν πιο βιώσιμο κόσμο, τόσο από κοινωνική όσο και από οικονομική άποψη [20b-d].

Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η στρατηγική «Μηδενικά Απόβλητα» (Zero Waste, ZW). Η στρατηγική ZW είναι μια από τις πιο οραματικές προτάσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων των αποβλήτων και περιλαμβάνει πολλές και διαφορετικές στρατηγικές που αναπτύχθηκαν για την αειφόρο διαχείριση των αποβλήτων [25-30]. Κεντρική ιδέα είναι η *διατήρηση όλων των φυσικών πόρων* μέσω υπεύθυνων σχεδιασμών παραγωγής, ανακύκλωσης, ανάκτησης, επισκευής και επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων, ώστε μετά το τέλος της ζωής τους να μην χρειαστεί να απορριφθούν ή να υποστούν θερμικές επεξεργασίες. Έτσι δεν θα απειλήσουν το περιβάλλον ή την υγεία, αφού δεν θα μολύνουν το έδαφος, τα νερά και τον αέρα [32]. Η στρατηγική «Μηδενικά Απόβλητα» εφαρμόζεται ήδη από ορισμένες χώρες (π.χ. Νότια Αφρική, Νέα Ζηλανδία, Κίνα, Ινδία, Βρετανία), σε μεμονωμένες επαρχίες [Νόβα Σκωτία (Καναδάς), Καλιφόρνια], καθώς και σε μια σειρά εταιρειών (π.χ. Dupont, Fuji Xerox και Toyota) [25, 27].

4. Η δημόσια αποδοχή μιας τεχνικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων

Η δημόσια αποδοχή θεωρείται συχνά ως προϋπόθεση για την επιτυχία οποιουδήποτε σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων [33-36]. Όταν μάλιστα οι προτεινόμενες τεχνικές δεν έχουν εφαρμοστεί, δηλ. δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία ή η λειτουργία τους δεν είναι επιτυχής, λειτουργεί αυτόματα το σύνδρομο «Όχι στην Πίσω Αυλή μου» (Not In My Back Yard, NIMBY, σύνδρομο). Το σύνδρομο αυτό εντείνεται όταν παρουσιάζονται προτάσεις που π.χ. δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς ή/και δεν παρουσιάζονται τεκμηριωμένα στον ενδιαφερόμενο πληθυσμό, η εγκατάστασή τους οριοθετείτε σε κατοικημένες περιοχές, δεν λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη άλλων εγκατεστημένων δραστηριοτήτων που επιβαρύνουν το περιβάλλον, δραστηριότητες που μπορεί να επηρεαστούν από μια τέτοια εγκατάσταση, η υποβάθμιση της αξίας της γής κ.λπ.

5. Η εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη θερμική κατεργασία στερεών και άλλων αποβλήτων στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Αττικής

Η Νοτιοανατολική Αττική, τα Μεσόγεια είναι μια πεδιάδα της Αττικής, ΝΑ της Αθήνας, με έκταση ~ 350km². Στα βόρεια οριοθετείται από το Πεντελικό όρος, στα δυτικά από τον Υμηττό, στο νότιο τμήμα της υψώνεται το Πάνειο όρος (Πανί) και η Μερέντα ενώ στα ανατολικά πολλοί λόφοι και ο Νότιος Ευβοϊκός. Τα Μεσόγεια κατοικούνταν ήδη από τους αρχαίους χρόνους (αρχαία Μεσόγαια ή Μεσογαία) και αποτελούσαν παραδοσιακή αγροτική περιοχή, κατάφυτη κυρίως από αμπέλια, ελιές και συκίες και με άφθονη παραγωγή κρασιού, ελαιόλαδου, δημητριακών και λαχανικών. Στα Μεσόγεια ανήκουν γεωγραφικά πολλοί δήμοι, κοινότητες και οικισμοί οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι η Παιανία, το Κορωπί, τα Σπάτα, το Μαρκόπουλο, τα Καλύβια, η Αρτέμιδα.

Σήμερα, οι οδοί ταχείας κυκλοφορίας (Αττικής Οδού, Μαραθώνος, Βάρης-Κορωπίου), ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Ελ. Βενιζέλος, η αλλαγή χρήσεων γης, η χωροθέτηση 4 ΒΠΑ, η εγκατάσταση τριών μονάδων επεξεργασίας λυμάτων (μέχρι στιγμής), η έντονη αγροτική ενασχόληση είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά της περιοχής της Νοτιοανατολικής Αττικής. Ανάμεσα σε όλα τα προηγούμενα βρίσκονται οι ασικοί θύλακες, όπου καταγράφεται ραγδαία αύξηση του πληθυσμού. Είναι προφανές ότι οι αλλαγές αυτές αφήνουν τα αποτυπώματά τους στην ποιότητα του περιβάλλοντος αλλά και της ζωής των κατοίκων.

Στην ΙΕ΄ Επιστημονική Συνάντηση της Εταιρείας Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής, Καλύβια Θορικού 2015, παρουσιάστηκε εισήγηση με θέμα την ποιότητα του

αέρα στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Αττικής [37]. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ήταν συνοπτικά, τα εξής:

- Η προφανής αστικοποίηση και εκβιομηχανοποίηση της περιοχής είναι σίγουρο ότι θα επιφέρει επιπλέον αλλαγές στη φυσιογνωμία και την ποιότητα ζωής στην περιοχή μας.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των στοιχείων που παρουσιάστηκαν, στην περιοχή των Μεσογείων δημιουργούνται συνθήκες όμοιες με αυτές όχι μόνο αστικών αλλά και βιομηχανικών περιοχών.
- Καταγράφηκαν αυξημένα επίπεδα όζοντος, αιωρούμενων σωματιδίων, NOx.
- Αναμένονται αυξημένα επίπεδα PGEs σε αιωρούμενα σωματίδια πέριξ της Αττικής Οδού.

Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η δημιουργία ενός Φορέα Διαχείρισης της περιοχής με αρμοδιότητες:

- Έλεγχος νέων εγκαταστάσεων στην ευρύτερη περιοχή των Μεσογείων, λαμβάνοντας υπόψη τη συνεργική δράση των ρύπων.
- Διεύρυνση των ελέγχων στην ευρύτερη περιοχή κι όχι μόνο σε ένα σημείο – Δημιουργία δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας της ατμόσφαιρας.

Στην προοπτική εγκατάστασης μονάδων διαχείρισης αποβλήτων και ειδικότερα με τεχνικές θερμικής επεξεργασίας, θα πρέπει:

- Να εφαρμοστούν οι διεθνείς μέθοδοι και πρακτικές που αναφέρθηκαν, πριν τη λήψη οποιασδήποτε απόφασης.
- Να παρουσιαστούν τεκμηριωμένα στις τοπικές κοινωνίες, τα αποτελέσματα που οδήγησαν στις συγκεκριμένες επιλογές.
- Να δημιουργηθεί δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας όχι μόνο της ατμόσφαιρας αλλά και των υδάτων και του εδάφους, ως επιτακτική ανάγκη πλέον.
- Να προστεθεί στα κριτήρια επιλογής η συνεργική επίδραση όλων των δραστηριοτήτων της περιοχής.

Βιβλιογραφία

- [1]. S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, F. Van Woerden. What a Waste 2.0: A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, 2nd ed., International Bank for Reconstruction and Development/World Bank Group, (2018). <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>.
- [2]. Kangana P. Bhatt, Sanjay Patel, Darshit S. Upadhyay, Rajesh N. Patel. A Critical “Review on Solid Waste Treatment using Plasma Pyrolysis Technology”. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification* (2022), doi: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2022.108989>.
- [3]. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/overview>.
- [4]. Emre Arıkan, Zeynep T. Şimşit-Kalender, Özalp Vayvay. “Solid waste disposal methodology selection using multicriteria decision making methods and an application in Turkey”. *J. Clean. Prod.* (2017) 142, 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.054>.
- [5]. L. De Medina-Salas, E. Castillo-Gonzalez, M.R. Giral-di-Díaz, V. Fernández-Rosales, C. Manuel, W. Rodríguez “A Successful Case in Waste Management in Developing Countries”. *J. Pollut. Eff. Control.* 8 (2020) 1-5. <https://doi.org/10.35248/2375-4397.20.8.242>.
- [6]. Arsalan Yousefloo, Reza Babazadeh. “Designing an integrated municipal solid waste management network: A case study”. *Journal of Cleaner Production* 244 (2020), 118824. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118824>.
- [7]. Constantinos Chatzouridis, Dimitrios Komilis. “A methodology to optimally site and design municipal solid waste transfer stations using binary programming”. / *Resources, Conservation and Recycling* 60 (2012), 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.12.004>.
- [8]. Koushik Paul, Subhasish Chattopadhyay, Amit Dutta, Akhouri P. Krishna, Subhabrata Ray. “A comprehensive optimization model for integrated solid waste management system: A case study”. *Environmental Engineering Research (open access)* 24 (2019), 220-237. <https://doi.org/10.4491/eer.2018.132>.
- [9]. Mahnaz Eskandari, Mehdi Homaee, Shahla Mahmodi. “An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical, and socio-cultural area”. *Waste Management* 32 (2012), 1528-1538. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.03.0>
- [10]. E. Daskalopoulos, O. Badr, S.D. Probert. “An integrated approach to municipal solid waste management”. *Resources, Conservation and Recycling* 24 (1998), 33-50.
- [11]. Abtin Maghmoumi, Fatima Marashi, Ehsan Houshfar. “Environmental and economic assessment of sustainable municipal solid waste management strategies in Iran”. *Sustainable Cities and Society* 59 (2020), 102161. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102161>.
- [12]. Amirmohammad Behzadi, Ehsan Houshfar, Ehsan Gholamian, Mehdi Ashjaee, Ali Habibollahzade. “Multi-criteria optimization and comparative performance analysis of a power plant fed by municipal solid waste using a gasifier or digester”. *Energy Conversion and Management* 171 (2018), 863-878. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.014>.
- [13]. Christos Vlachokostas, Charisios Achillas, Alexandra V. Michailidou, George Tsegas, Nicolas Moussiopoulos. “Externalities of energy sources: The operation of a municipal solid waste-to-energy incineration facility in the greater Thessaloniki area, Greece”. *Waste Management* 113 (2020), 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.06.015>
- [14]. Hwang, C.L.; Lai, Y.J.; Liu, T.Y. “A new approach for multiple objective decision making”. *Computers and Operational Research.* 20(8) (1993), 889-899. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(93\)90109-v](https://doi.org/10.1016/0305-0548(93)90109-v)

- [15]. Majid Behzadian, R.B. Kazemzadeh, A. Albadvi, M. Aghdasi. "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications". *European Journal of Operational Research* 200 (2010), 198-215. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021>.
- [16]. Sorin Nadaban, Simona Dzitac, Ioan Dzitac "Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2016) Fuzzy TOPSIS: A General View". *Procedia Computer Science* 91 (2016), 823-831. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.088>
- [17]. Swapan Paul, Sasanka Ghosh. "Identification of solid waste dumping site suitability of Kolkata Metropolitan Area using Fuzzy-AHP model". *Cleaner Logistics and Supply Chain* 3 (2022), 100030. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100030>
- [18]. Afzal Husain Khan, Eduardo Alberto Lopez-Maldonado, Nadeem A. Khan, Luis Jesús Villarreal-Gomez, Faris M. Munshi, Abdullah H. Alsabhan, Kahkashan Perveen. "Current solid waste management strategies and energy recovery in developing countries - State of art review". *Chemosphere* 291 (2022), 133088. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133088>
- [19] Kyle Sebastian Mulya, Jinqin Zhou, Zhen Xin Phuang, David Laner, Kok Sin Woon. «A systematic review of life cycle assessment of solid waste management: Methodological trends and prospects». *Science of the Total Environment* 831 (2022), 154903. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154903>
- [20]. a) Ellen MacArthur Foundation. *Sense & sustainability, educating for a circular economy*. London, UK: Ellen MacArthur Foundation; 2010, Available from:<http://www.ellenmacarthurfoundation.org/education/resources>. b) 2nd Circular Economy Package, European Commission, DG Grow, 2018, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF c) A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe (COM/2020/98 final), European Commission, DG Grow, 2020, <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/first-circular-economy-action-plan.html>.
- [21]. Siqi Hao, Adrian T.H. Kuah, Christopher D. Rudd, Kok Hoong Wong, Nai Yeen Gavin Lai, Jianan Mao, Xiaoling Liu. "A circular economy approach to green energy: Wind turbine, waste, and material recovery". *Science of the Total Environment* (2020), 702, 135054. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135054>.
- [22]. Gabriella Salviulo, Maria Cristina Lavagnolo, Manuele Dabal, Enrico Bernardo, Antonino Polimeno, Mauro Sambì, Franco Bonollo, Silvia Gross. "Enabling Circular Economy: The Overlooked Role of Inorganic Materials Chemistry". *Chem. Eur. J.* (2021), 27, 1-21. <https://doi.org/10.1002/chem.202002844>
- [23]. IRENA (2019), *Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition)*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. www.irena.org/publications
- [24]. Yudi Fernando, Ming-Lang Tseng, Nurarif Aziz, Ridho Bramulya Ikhshan, Ika Sari Wahyuni-TD. "Waste-to-energy supply chain management on circular economy capability: An empirical study". *Sustainable Production and Consumption* (2022), 31, 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.032>
- [25]. Greyson J. "An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability". *Journal of Cleaner Production* 15 (2007), 1382-90. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.019>

- [26]. Paul S. Phillips, Terry Tudora, Helen Bird, Margaret Bates. "A critical review of a key Waste Strategy Initiative in England: Zero Waste Places Projects 2008-2009". *Resources, Conservation and Recycling* 55 (2011), 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.006>.
- [27]. Maete N, Trois C. "Towards zero waste in emerging countries – a South African Experience". *Waste Management*; 28 (2008), 1480-92. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.06.006>.
- [28]. Suman Nandy, Elvira Fortunato, Rodrigo Martins. "Green economy and waste management: An inevitable plan for materials science". *Progress in Natural Science: Materials International* 32 (2022), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2022.01.001>.
- [29]. Suman Nandy, Sumita Goswami, Ana Marques, Diana Gaspar, Paul Grey, Inês Cunha, Daniela Nunes, Ana Pimentel, Rui Igreja, Pedro Barquinha, Luís Pereira, Elvira Fortunato, Rodrigo Martins. "Cellulose: A Contribution for the Zero e-Waste Challenge". *Adv. Mater. Technol.* 6 (2021), 2000994. <https://doi.org/10.1002/admt.202000994>
- [30]. Wilgince Apollon, Iryna Rusyn, Nancy Gonzalez-Gamboa, Tatiana Kuleshova, Alejandro Isabel Luna-Maldonado, Juan Antonio Vidales-Contreras, Sathish-Kumar Kamaraj. "Improvement of zero waste sustainable recovery using microbial energy generation systems: A comprehensive review". *Science of the Total Environment* 817 (2022), 153055. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153055>.
- [31]. Sidhartha Sondh, Darshit S. Upadhyay, Sanjay Patel, Rajesh N. Patel. "A strategic review on Municipal Solid Waste (living solid waste) management system focusing on policies, selection criteria and techniques for waste-to-value". *Journal of Cleaner Production* 356 (2022), 131908. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131908>.
- [32]. ZWIA (Zero Waste International Alliance), 2018. Zero Waste Definition. Accessed from December 20, 2021. <https://zwia.org/zero-waste-definition/>.
- [33]. Ch. Achillasa, Ch. Vlachokostas, N. Moussiopoulos, G. Banias, G. Kafetzopoulos, A. Karagiannidis. "Social acceptance for the development of a waste-to-energy plant in an urban area". *Resources, Conservation and Recycling* (2011), 55, 857-863. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.012>
- [34]. Christos Vlachokostas, Charisios Achillas, Alexandra V. Michailidou, George Tsegas, Nicolas Moussiopoulos. "Externalities of energy sources: The operation of a municipal solid waste-to-energy incineration facility in the greater Thessaloniki area, Greece". *Waste Management* 113 (2020), 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.06.015>.
- [35]. Kikuchi, R., Gerardo, R. "More than a decade of conflict between hazardous waste management and public resistance: a case study of NIMBY syndrome in Souselas (Portugal)". *J. Hazard. Mater.* 172 (2009), 1681-1685. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.07.062>.
- [36]. Baxter, J., Ho, Y., Rollins, Y., Maclaren, V. "Attitudes toward waste to energy facilities and impacts on diversion in Ontario, Canada". *Waste Manage.* 50, (2016), 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.02.017>.
- [37]. Κώστας Μεθενίτης, Αλέξανδρος Στουραϊτης. "Η Ποιότητα του Αέρα στην Περιφέρεια της Νοτιοανατολικής Αττικής". *Πρακτικά ΙΕ' Επιστημονικής Συνάντησης της Εταιρείας Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής* (εκδ. Καλύβια Θορικού 2015).