

ΑΣΤΙΚΟ & ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 9 : Διαχείριση υπολλειμάτων αστικού και περιαστικού πρασίνου στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης

Εισαγωγή

Η διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί σήμερα παγκοσμίως ένα από τα πλέον σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, η ανάπτυξη μεγάλων αστικών κέντρων, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και οι επακόλουθες αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες, καθώς και η εμφάνιση νέων υλικών συσκευασίας δύσκολα αποδομήσιμων, συνετέλεσαν στην μεγάλη αύξηση παραγωγής στερεών αποβλήτων και στην αλλαγή της ποιοτικής τους σύστασης, καθιστώντας επιτακτική ανάγκη τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό και διαχείριση τους, σύμφωνα με τις νέες αρχές και αντιλήψεις.

Η σύγχρονη αντίληψη για τη αειφόρο ανάπτυξη, δηλαδή την κάλυψη των αναγκών της παρούσας γενιάς χωρίς να υποθηκεύεται η ικανότητα των επόμενων γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες, επιβάλει την διευρυμένη υιοθέτηση νέων γενικών αρχών πάνω στις οποίες στηρίζονται οι επί μέρους περιβαλλοντικές πολιτικές που με τη σειρά τους ενσωματώνονται στις εθνικές τομεακές αναπτυξιακές πολιτικές, όπως η μείωση της παραγωγής αποβλήτων και η μέγιστη δυνατή ανακύκλωση τους.

Ο όρος διαχείριση αποβλήτων εμπεριέχει τις τεχνικές διαδικασίες και μεθόδους οι οποίες σχετίζονται με τη συλλογή, την προσωρινή αποθήκευση, την ανάκτηση των χρήσιμων υλικών εξ' αυτών και την τελική διάθεσή των υπολλειμάτων σε κατάλληλα επιλεγμένους χώρους υγειονομικής ταφής.

Σκοπός

Στο πεδίο της διαχείρισης των αποβλήτων, και ειδικότερα των αστικών στερεών αποβλήτων μέρος των οποίων αποτελούν και τα υπολείμματα συντήρησης αστικού και περιαστικού πρασίνου, η υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης έχει ως βασικό στόχο την **βέλτιστη ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης**, αφ ενός με την μείωση παραγωγής τους και αφ'ετέρου με την ανακύκλωση και αξιοποίηση τους μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων, δίνοντας παράλληλα έμφαση στην αλλαγή στις κοινωνικές συμπεριφορές και νοοτροπίες, καθώς η πολιτική διαχείρισης των αστικών αποβλήτων δεν είναι μόνο αντικείμενο μιας διαδικασίας τεχνικής αλλά κυρίως κοινωνικής και πολιτικής προσέγγισης.

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι πολιτικές της Ε.Ε για την διαχείριση στερεών αποβλήτων και οι παράμετροι κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος αστικών φυτικών υπολειμμάτων, ως βέλτιστη επιλογή περιβαλλοντικής διαχείρισης φυτικών υπολειμμάτων από χώρους αστικού – περιαστικού πρασίνου.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της Θ.Ε , οι συμμετέχοντες θα είναι σε θέση να :

- γνωρίζουν τις πολιτικές της Ε.Ε για την διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων
- προσδιορίζουν τις παραμέτρους κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων μέρος των οποίων αποτελούν και τα αστικά φυτικά υπολείμματα

9.1 Εθνική και Ευρωπαϊκή Πολιτική Διαχείρισης στερεών αποβλήτων

9.1.1 Πολιτικές της Ε.Ε για την διαχείριση στερεών αποβλήτων

Ο γενικός στόχος της Ευρωπαϊκής πολιτικής για την διαχείριση των αποβλήτων είναι η διασφάλιση υψηλού βαθμού προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, σε συνδυασμό με την προώθηση της αειφόρου (βιώσιμης) ανάπτυξης. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, απαιτούνται:

- α) Πλήρες και ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο
- β) Προτεραιότητα στην μείωση της παραγωγής αποβλήτων
- γ) Προώθηση και μεγιστοποίηση της ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών και της

κομποστοποίησης

δ) Ελαχιστοποίηση και ασφαλή διάθεση των αποβλήτων

ε) Τροποποίηση της συμπεριφοράς των πολιτών ώστε διαμορφωθεί μια «κοινωνία ανακύκλωσης» που αποφεύγει τη δημιουργία αποβλήτων και χρησιμοποιεί τα απόβλητα ως πόρο .

9.1.2 Εθνική πολιτική για την διαχείριση διαχείριση στερεών αποβλήτων

Βάσει αυτού του γενικού στόχου της Ε.Ε, προσδιορίζονται οι γενικές κατευθύνσεις του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης των μη Επικίνδυνων Αποβλήτων (Ε.Σ.Δ.Σ.Α.) τμήμα των οποίων αποτελούν και τα **αστικά στερεά απόβλητα**, και στα πλαίσια της εναρμόνισης με τους στόχους, τους όρους και τους περιορισμούς της Κοινοτικής Νομοθεσίας. τίθενται τρεις προτεραιότητες:

1) Χάραξη πολιτικής ολοκληρωμένης διαχείρισης των αποβλήτων η οποία στοχεύει, ιεραρχικά:

- στην πρόληψη ή μείωση της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση) καθώς και στη μείωση της περιεκτικότητας αυτών σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση).
- στην αξιοποίηση των υλικών που προέρχονται από τα απόβλητα με τη μεγιστοποίηση της ανακύκλωσης και την ανάκτηση προϊόντων και ενέργειας.
- στην μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αστικών αποβλήτων που οδηγούνται σε υγειονομική ταφή.
- στην τελική διάθεση των αποβλήτων, που δεν υπόκεινται σε διεργασίες αξιοποίησης και των υπολειμμάτων της επεξεργασίας των αποβλήτων, κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό, στοχεύοντας στην βιώσιμη ανάπτυξη

2) Εξάλειψη των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης στερεών αποβλήτων, οι οποίοι αποτελούν προσβολή του πολιτισμού μας.

3) Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση των στερεών αποβλήτων με την θέσπιση κινήτρων και αντικινήτρων για την επίτευξη της πρόληψης της παραγωγής στερεών αποβλήτων και την παραγωγή προϊόντων κατάλληλων για επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση.

Ειδικά για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα, στα οποία εντάσσονται τα αστικά φυτικά υπολείμματα των χώρων πρασίνου, ο ΕΣΔΣΑ προβλέπει τις εξής βασικές δράσεις:

- δημιουργία συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων.
- υλοποίηση των έργων επεξεργασίας και ανακύκλωσης.
- κατασκευή και λειτουργία των αναγκαίων χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων και υπολειμμάτων, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της χώρας σε υποδομές ασφαλούς τελικής διάθεσης.
- σύσταση ισχυρών και αξιόπιστων φορέων κατασκευής και λειτουργίας των έργων διαχείρισης αποβλήτων.

9.1.3 Νομικό πλαίσιο σχετικά με την διαχείριση στερεών αποβλήτων

- ΚΥΑ 29407/3508/16-12-02 « Μέτρα και Όροι για την Υγειονομική Ταφή των Αποβλήτων» -Συμμόρφωση με την Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή 99/31/ΕΕ
- Στα πλαίσια της ανωτέρω νομοθεσίας επιβάλλεται η σταδιακή εκτροπή του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των αστικών αποβλήτων (ΒΑΑ) από την διάθεση του σε χώρους υγειονομικής ταφής , εντός της περιόδου 2010-2020.
- ΚΥΑ 50910/2727/Β/22-12-03 « Μέτρα και Όροι για την Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων .Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός διαχείρισης »η οποία αντικαθιστά την ΚΥΑ 69728/824/Β/17-5-96.
- ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ Β 1016/17.11.97) «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων»
- Ν. 3536/2007 (ΦΕΚ Α 42/23.02.2007) «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας, Διοίκησης και Αποκέντρωσης» *Άρθρο 30: Στερεά απόβλητα*
- Οδηγία 91/156/ΕΟΚ περι στερεών αποβλήτων
- Αποφαση 96/350/ΕΚ περι στερεών αποβλήτων
- Οδηγία 2006/12/ΕΚ
- Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων.

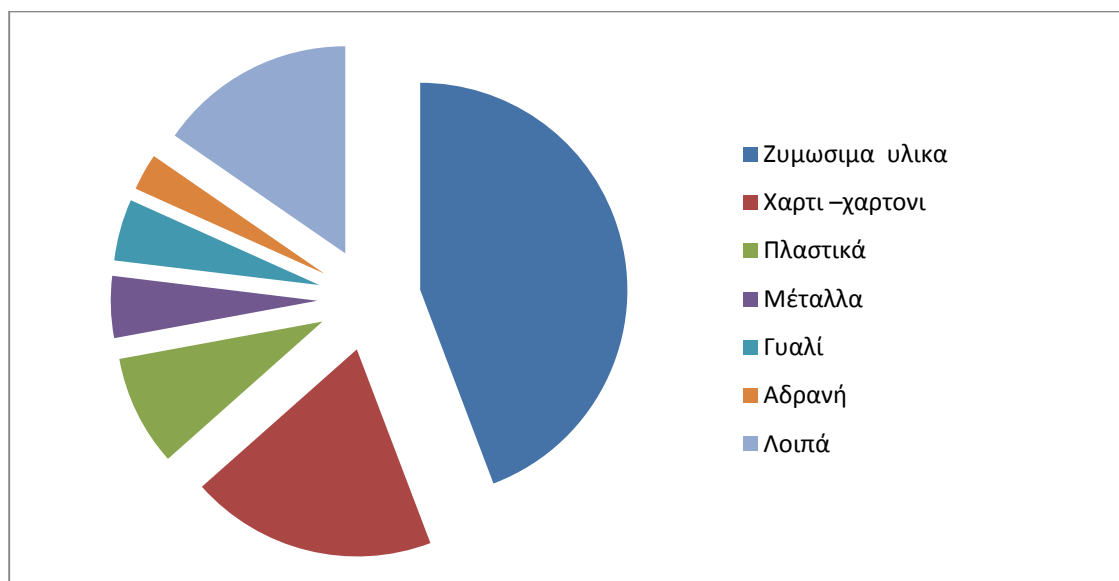
9.2 Περιβαλλοντική διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων συντήρησης πρασίνου: κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος και αστικών φυτικών υπολειμμάτων

9.2.1 Η παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα

Στη Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο περίπου 4.8 εκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ). Η σύσταση των ΑΣΑ διαφέρει ανάλογα με την περιοχή, την χρονική περίοδο και τις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού. Στον Πίνακα 1, που ακολουθεί, απεικονίζεται η μέση ετήσια ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (2003), ενώ στον Πίνακα 2 απεικονίζεται η μέση σύσταση των ΑΣΑ σε Δ. Ευρώπη, ΗΠΑ και Μ. Ανατολή.

Πίνακας 1. Μέση ποιοτική σύσταση ΑΣΑ στην Ελλάδα

Ομάδα υλικών	ποσοστό
1. Ζυμωσιμα υλικά	46%
2. Χαρτι –χαρτονι	19%
3. Πλαστικά	9%
4. Λοιπά	16%
5. Μέταλλα	5%
7. Γυαλί	5%
8. Αδρανή	3%



Πίνακας 2. Μέση ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων στην Δ. Ευρώπη, Η.Π.Α και Μέση Ανατολή

	Δυτική Ευρώπη	ΗΠΑ	Μέση Ανατολή
Οργανικά	21,3	22,6	60,0
Χαρτί	27,4	45,6	25,3
Υφάσματα	3,5	4,5	1,4
Πλαστικά	3,1	2,6	5,8
Γυαλί	9,5	6,2	1,0
Μέταλλα	8,5	9,1	2,8
Σκόνη, Αδρανή	19,8	7,6	2,3
Διάφορα	6,8	1,8	1,4

Όπως είναι εμφανές, βασικό χαρακτηριστικό της σύνθεσης των ελληνικών ΑΣΑ είναι το υψηλό ποσοστό σε ζυμώσιμα υλικά (οργανικό κλάσμα), γεγονός που ευνοεί την εφαρμογή μεθόδων βιολογικής επεξεργασίας, όπως η κομποστοποίηση που αποτελεί μια αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον αξιοποίηση μέρους των ΑΣ, αλλά και υποχρεωτική συμμόρφωση προς τους περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (99/31/ΕΕ) που επιβάλλουν, για το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ, την σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α., από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα.

Στα αστικά στερεά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται και τα υπολείματα συντήρησης αστικού και περιαστικού πρασίνου (προϊόντα κοπής χλοοτάπητα,

προϊόντα κλαδεμάτων ή και κοπής δένδρων και θάμνων κ.α) και αποτελούν, ποσοτικά, ένα σημαντικό τμήμα των ζυμώσιμων υλικών τους (οργανικό κλάσμα).

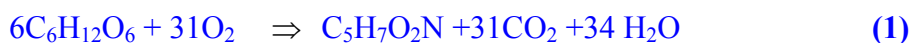
9.2.2 Η κομποστοποίηση του οργανικού κλασματος των ΑΣΑ

Η βιολογική επεξεργασία των αστικών στερεών αποβλήτων βασίζεται στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών με την βοήθεια μικροοργανισμών. Η αποδόμηση μπορεί να γίνει σε αερόβιες ή σε αναερόβιες συνθήκες. Τόσο με την αερόβια όσο και την αναερόβια διαδικασία επιτυγχάνεται μείωση των αρχικών οργανικών ενώσεων.

Η κομποστοποίηση είναι η φυσική βιολογική διεργασία αποδόμησης και σταθεροποίησης των βιολογικά αποδομήσιμων οργανικών ουσιών, με μικροοργανισμούς, σε **αερόβιες συνθήκες**. Τα παραγόμενα προϊόντα είναι διοξείδιο του άνθρακα, κομπόστ που προσομοιάζει στο χούμο του εδάφους, νερό και θερμότητα. Η φυσική αυτή μέθοδος μπορεί να συμβάλει στην μείωση του όγκου των ΑΣΑ κατά 35-55%, θεωρείται δε αμελητέου περιβαλλοντικού ρίσκου.

9.2.3 Παράμετροι ανάπτυξης μικροοργανισμών αερόβιας διαδικασίας κομποστοποίησης

Οι μικροοργανισμοί που λαμβάνουν μέρος στην κομποστοποίηση και βρίσκονται ήδη μέσα στα απόβλητα είναι βακτήρια, ακτινομύκητες και πρωτόζωα. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρων όπως **η τροφή, η υγρασία, το οξυγόνο, η θερμοκρασία και το pH**. Ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών έχει η **αναλογία άνθρακα – αζώτου (C/N)**, η σημασία της οποίας γίνεται αντιληπτή από την εξίσωση μεταβολισμού:



Από την ανωτέρω εξίσωση συμπεραίνεται ότι για κάθε mol αζώτου απαιτούνται 36 mol άνθρακα. **Στην πράξη η αναλογία C/N μεταξύ 30/1 και 35/1 είναι η ιδανική για κομποστοποίηση**. Στον Πίνακα 3., παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε N% και η σχέση C/N μερικών συνήθων υλικών για κομποστοποίηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 . Περιεκτικότητα σε N% και C/N συνήθων υλικών κομποστ/σης.

Υλικά	N% (ξ.ο.)	C/N
Νωπά αστικά λύματα	5,5-6,5	6-10
Ιλύς αστικών λυμάτων (1ο / 2ο βάθμια επεξεργασία)		7-11 /6-8
Αστικά απορ. πλούσια σε φυτικά υπολείμματα	2-3	10-16
Οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων		23-66
Υπολείμματα λαχανικών		13
Φυτικά απορρίμματα κήπων		20-60
Ελαιοπυρήνας/πυρηνόξυλο . Φύλλα ελιάς		52 , 33
Πριονίδια		170-500
Τύρφη		30-50

Η **υγρασία** αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες γιατί οι μικρο-οργανισμοί λαμβάνουν την τροφή τους σε μοριακή διαλυτή μορφή. Όταν η υγρασία είναι < 20% η βιολογικά διαδικασία αναστέλεται. Η ιδανική υγρασία των αστικών αποβλήτων για την κομποστοποίηση είναι 55%, ενώ σε πολύ υψηλότερα επίπεδα, εμποδίζεται η πρόσληψη οξυγόνου λόγω πλήρωσης των πόρων με νερό και δημιουργούνται εν μέρει αναερόβιες συνθήκες.

Το **pH** μειώνεται αρχικά λόγω παραγωγής CO₂ στο 6,5-5, για να καταλήξει περίπου στο 8 στο τέλος της ζύμωσης.

Η **παροχή του αέρα** στην διαδικασία της κομποστοποίησης είναι απαραίτητη για τρεις λόγους :1) για την διαρκή εξασφάλιση του απαραίτητου οξυγόνου για τους μικροοργανισμούς που επιτελούν την αποδόμηση των οργανικών υλικών 2) για την απομάκρυνση της υγρασίας 3) για την ρύθμιση της θερμοκρασίας.

Κατά την διάρκεια της βιοχημικής αυτής οξείδωσης, απελευθερώνεται θερμότητα η οποία μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι τους 75 °C, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο εξυγίανση του υλικού λόγω θανάτωσης των παθογόνων μικροοργανισμών.

Η διαδικασία της κομποστοποίησης διενεργείται σε τρεις φάσεις : την θερμοφίλη φάση I κατά την οποία αναπτύσσεται θερμοκρασία 60 °C, την φάση

σταθεροποίησης II κατά την οποία η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και την ψυχρόφιλη φάση III κατά την οποία η θερμοκρασία μειώνεται στους 40-50 °C.

9.2.4 Εγκαταστάσεις κομποστοποίησης

Μία τυπική μονάδα κομποστοποίησης / βιοσταθεροποίησης περιλαμβάνει τα εξής βασικά στάδια:

- Προεπεξεργασία
- Βιοδιάσπαση-ζύμωση
- Σταθεροποίηση / Ωρίμανση
- Εξευγενισμός/ Βελτίωση προϊόντος
- Εργαστηριακή αξιολόγηση του τελικού κόμποστ

Οι εγκαταστάσεις κομποστοποίησης στις οποίες εξελίσσονται τα ανωτέρω στάδια, αποτελούνται από:

A) τμήμα επεξεργασίας (προετοιμασίας του υλικού) με εγκαταστάσεις υποδοχής, τροφοδοσίας, τεμαχισμού, διαχωρισμού, κοσκίνισματος και ενδεχομένως ανάμιξης του οργανικού κλάσματος με σταθεροποιημένη λάσπη των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού.

B) τμήμα ζύμωσης, όπου εξελίσσεται η βασική διαδικασία της κομποστοποίησης. Στόχος του σχεδιασμού και λειτουργίας αυτού του τμήματος είναι α) η επιτάχυνση της διαδικασίας με βελτιστοποίηση των συνθηκών β) η ρύθμιση της αερόβιας διαδικασίας, γ) ο έλεγχος των εκπομπών

Γ) τμήμα εξευγενισμού στις εγκαταστάσεις του οποίου μεταφέρεται με μεταφορική ταινία το προϊόν και οδηγείται προς εξευγενισμό σε δονητικό κόσκινο με κοσκίνισμα για την απομάκρυνση των μεγάλων τεμαχίων και στην συνέχεια απαλλάσσεται από τυχόν προσμίξεις με αεροδιαχωριστή. Μετά τον εξευγενισμό το κομπόστ μεταφέρεται σε αποθηκευτικούς χώρους προς ωρίμανση (για 6-8 εβδομάδες), κατά την διάρκεια της οποίας οξειδώνονται τα διάφορα οργανικά οξέα που παρήχθησαν στο πρώτο στάδιο και βελτιώνεται η τελική σύσταση του, ώστε να είναι έτοιμο προς χρήση.

9.2.5 Συστήματα κομποστοποίησης

Υπάρχουν διάφορα συστήματα κομποστοποίησης/βιοσταθεροποίησης, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο ζύμωσης, τον μηχανισμό ροής των απορριμάτων τις συνθήκες λειτουργίας, την παροχή αέρα. Τα κυριότερα είναι :

- Το σύστημα των αναστρεφόμενων σειραδίων (windrows)
- Το σύστημα των αεριζόμενων στατικών σωρών (static aeration piles)
- Το σύστημα των κλειστών βιοαντιδραστήρων (closed bioreactors)

Στα **σειράδια** το οργανικό υλικό τοποθετείται σε μακρόστενους σωρούς. Η επίβλεψη της διαδικασίας βασίζεται στη θερμοκρασία που ελέγχεται αυτόματα (μόνιμο σύστημα καταγραφής και ελέγχου συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή) ή χειρονακτικά (ειδικά θερμόμετρα). Όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 65 με 70 ° C, με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων (αυτοκινούμενων ή παρελκόμενων) γίνεται ανάδευση του σωρού, για να αποφύγουμε τη θανάτωση των ωφέλιμων μικροοργανισμών από τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Ανάδευση των σειραδίων γίνεται και όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω των 45 βαθμών κελσίου, προκειμένου να χορηγηθεί αέρας (οξυγόνο) για την επα-ναδραστηριοποίηση των μικροοργανισμών.



Εικόνα 1. Σειράδια



Εικόνα 2. Αυτοκινούμενος αναστροφέας κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση σε **σωρούς**, το ύψος των οποίων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2,5m, αποτελεί μια αρχαία μέθοδο. Οι σωροί ενδείκνυται να είναι σε στεγασμένο χώρο και στον πυθμένα τους να υπάρχει σύστημα συλλογής στραγγισμάτων. Ο χρόνος ζύμωσης στους σωρούς είναι 12-16 εβδομάδες και απαιτείται τεχνητός αερισμός που

επιτυγχάνεται με διάτρητο πλαστικό ή μεταλλικό ψευδοδάπεδο ή με τους διάτρητους αγωγούς στραγγισμάτων.

Η κομποστοποίηση σε **containers** επιτρέπει τον έλεγχο των οσμών και την μείωση του χρόνου ζύμωσης σε 14 ημέρες.

Τα κλειστά συστήματα (βιοαντιδραστήρες) ανάλογα με την ροή του οργανικού κλάσματος, διακρίνονται σε οριζόντια και κάθετα. Χαρακτηρίζονται από συνεχή κίνηση και αερισμό του υλικού, με στόχο την μείωση του χρόνου ζύμωσης.

Βιοαντιδραστήρες οριζόντιας ροής: Οι αντιδραστήρες οριζόντιας ροής διακρίνονται σε διάφορους τύπους :

Περιστροφικό τύμπανο-βιοκύλινδρος : το σύστημα αποτελείται από αεριζόμενο κυλινδρικό βιοαντιδραστήρα μεγάλης διαμέτρου και μήκους, μέσα στον οποίο υφίσταται ομογενοποίηση το οργανικό κλάσμα των στερεών αποβλήτων με την βοήθεια ελικοειδών πτερυγίων, τα οποία κατά την διάρκεια της περιστροφής, το εμπλουτίζουν με αέρα, νερό ή άλλα υλικά πλούσια σε θρεπτικές ουσίες απαραίτητες για τους μικροοργανισμούς. Ο χρόνος παραμονής του οργανικού κλάσματος είναι 1-7 ημέρες ανάλογα με τον τύπο του βιοαντιδραστήρα, και μετά την ζύμωση πρέπει να ωριμάσει.



Εικ. 3. Κυλινδρικός βιοαντιδραστήρας κομποστοποίησης

Δεξαμενές με σύστημα ανηρτημένων κοχλίων : το σύστημα είναι αποτελείται από κινούμενη γέφυρα (γερανογέφυρα) με ανηρτημένους σ' αυτή κοχλίες και εγκαθίσταται σε αντιδραστήρα ορθογωνικής κάτοψης από σκυρόδεμα. Το σύστημα σαρώνει τον αντιδραστήρα με τους περιστρεφόμενους κοχλίες βυθισμένους στο κομποστοποιήσιμο υλικό, το οποίο προωθείται και αναδεύεται ταυτόχρονα υπό συνθήκες εξαναγκασμένου αερισμού. Στην έξοδο του βιοαντιδραστήρα οι κοχλίες εκφορτώνουν το υλικό προς περαιτέρω εξευγενισμό. Το μήκος των δεξαμενών εξαρτάται από

το διαχειριζόμενο φορτίο, αλλά το ύψος του οργανικού κλάσματος δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2,5m.

Όλες οι κρίσιμες παράμετροι της διεργασίας της αερόβιας κομποστοποίησης ελέγχονται και ρυθμίζονται αυτόματα προκειμένου να παράγεται το βέλτιστο αποτέλεσμα.

9.2.6 Βασικά κριτήρια επιλογής συστήματος κομποστοποίησης

Τα βασικά κριτήρια επιλογής του πλέον κατάλληλου συστήματος κομποστοποίησης συνοψίζονται στον Πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Κριτήρια επιλογής συστήματος κομποστοποίησης

Παράμετροι	Σειράδια	Αεριζόμενοι σωροί	Βιοαντιδραστήρες
Κεφάλαιο αρχικής Εγκατάστασης	χαμηλό	χαμηλό	Υψηλό
Λειτουργικό κόστος	χαμηλό	υψηλό	χαμηλό
Απαιτήσεις γής	υψηλές	υψηλές	χαμηλές
Ελεγχόμενες παράμετροι	Συχνότητα ανάδευσης, πρόσθετα, ή προϊόν, αερισμός	Παροχή αέρα,	Παροχή αέρα, ανάδευση, πρόσθετα ή προϊόν
Ευαισθησία στις Κλιματολογικές συνθήκες	Ευαίσθητο εκτός αν στεγάζεται σε υπόστεγο	Όχι ευαίσθητο	Όχι ευαίσθητο
Ρύθμιση αερισμού	περιορισμένη	πλήρης	πλήρης
Έλεγχος οσμών	Εξαρτάται από την τροφοδοσία	Εξαρτάται από την τροφοδοσία	καλός

9.2.7 Ποιότητα και χρήση του κομπόστ

Το κομπόστ αποτελεί ένα άριστο **φυσικό εδαφοβελτιωτικό** που περιέχει κ.μ.ο 2% N, 0,5-1% φώσφορο και 2% κάλιο, προσομοιάζει στον εδαφικό χούμο και:

- Βελτιώνει τα συνεκτικά και βαρεία εδάφη
- Προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση και την έκπλυση
- Αυξάνει την απορροφητική ικανότητα των ελαφρών εδαφών
- Βελτιώνει την δομή του εδάφους και αυξάνει την παραγωγικότητα του
- Αυξάνει την υδατοχωρητικότητα του εδάφους
- Επιβραδύνει την πορεία ξήρανσης του εδάφους
- Ενισχύει την δραστηριότητα των μακρο και μικροοργανισμών του εδάφους
- Τροφοδοτεί τα φυτά με απαραίτητα μακρο - μικρο στοιχεία αλλά και χουμικούς παράγοντες που ο ρόλος τους είναι σημαντικός στην όλη διαδικασία θρέψης των φυτών.
- Επιβραδύνει την πορεία οξίνισης του εδάφους
- Αυξάνει την παραγωγικότητα του εδάφους
- Αυξάνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία
- Συμβάλλει στην μείωση της χρήσης χημικών λιπασμάτων, χρησιμοποιούμενο ως οργανικό λίπασμα

Η χρήση του κομπόστ στην γεωργία ως εδαφοβελτιωτικού και οργανικού λιπάσματος αφορά τόσο τις ετήσιες (κηπευτικά κάθε 2-3 χρόνια : 7-10 m³/στρέμ., πατάτες κάθε 3-4 χρόνια : 4-7 m³/στρέμ., αραβόσιτος κάθε 3-4 χρόνια : 8-10 m³/στρέμ.) όσο και τις πολυετείς καλλιέργειες (αμπελουργία κάθε 2-4 χρόνια : 5-7 m³/στρέμ., οπωροκαλλιέργειες κάθε 3-4 χρόνια : 8-10m³/στρέμ.), αλλά και στην ανθοκομία (κάθε 2-3 χρόνια 4-7 m³/στρέμ.).

Το κομπόστ, εκτός από εδαφοβελτιωτικό και οργανικό λίπασμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης σε χώρους αστικού πρασίνου, ως υλικό επικάλυψης του χώρου υγειονομικής ταφής των υπολειμμάτων ή ως υλικό αποκατάστασης σε ΧΥΤΑ ή χώρους λατομείων ή σε άλλες συναφείς χρήσεις όπως οι αναδασώσεις, ως υλικό αποκατάστασης υποβαθμισμένων γεωργικών εδαφών ή ακόμη και ως καύσιμη ύλη στην βιομηχανία τσιμέντου και ειδικά ως δευτερογενές καύσιμο εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά, υψηλής θερμογόνου δύναμης, μετά από βιολογική ξήρανση.

Πριν από την χρήση του, το κομπόστ πρέπει να ελεγχθεί και να πληροί τις εξής προϋποθέσεις ώστε να πιστοποιείται η ποιότητα του:

- Να μην υπάρχουν παθογόνοι οργανισμοί και οσμές (στην θερμοφιλή φάση η θερμοκρασία να ξεπερνά τους 55 °C)
- Να είναι απαλλαγμένο από μη επιθυμητές προσμίξεις
- Η αναλογία C/N να είναι < 18
- Η υγρασία να είναι < 45% κ.β
- Το pH να είναι 6-8
- Η περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες να είναι τουλάχιστον 25% κ.β
- Η περιεκτικότητα του σε βαρέα μέταλλα να μην ξεπερνά τις κάτωθι τιμές:

Χημικό στοιχείο	Περιεκτικότητα	Χημικό στοιχείο	Περιεκτικότητα
Κάδμιο	10 mg/kg Ξ.Β	Χρώμιο εξασθενές	10 mg/kg Ξ.Β
Χαλκός	500 mg/kg Ξ.Β	Ψευδάργυρος	2.000 mg/kg Ξ.Β
Νικέλιο	200 mg/kg Ξ.Β	Αρσενικό	15 mg/kg Ξ.Β
Μόλυβδος	500 mg/kg Ξ.Β	Υδράργυρος	5 mg/kg Ξ.Β
Χρώμιο τρισθενές	500 mg/kg Ξ.Β		

Στον Πίνακα 5. παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές ποιοτικών παραμέτρων κομπόστ και περιεκτικότητας του σε θρεπτικά στοιχεία

Πίνακας 5. Ενδεικτικές τιμές ποιοτικών παραμέτρων κομπόστ και περιεκτικότητας του σε θρεπτικά στοιχεία

Παράμετρος	Διακύμανση	
Οργανική ουσία	20-60	% Ξ.Ο
Περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά άλατα	1-5	G/l
Ολικό άζωτο	0,5-2,0	% Ξ.Ο .
Ολικός φωσφόρος	0,3-1,0	% Ξ.Ο .
Ολικό κάλιο	0,5-2,0	% Ξ.Ο .
Ολικό μαγνήσιο, Ολικό ασβέστιο	0,2-1,0 / 2,0-6,0	% Ξ.Ο .
CaO	6,0-12,0	% Ξ.Ο
PH	6-9	
Περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα	Cd:1,5- Cu:100- NI:50Zn:400- Pb:150- Cr:100	Mg/kg Ξ.Ο.
Υγρασία	20-50	%

9.2.8 Περιβαλλοντικά οφέλη κομποστοποίησης

- Μείωση συνολικών ποσοτήτων αποβλήτων που διατίθενται στους ΧΥΤΑ
- Επιμήκυνση χρόνου ζωής των ΧΥΤΑ, λόγω υποδοχής μικρότερου όγκου αποβλήτων.
- Εμμεση μείωση των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Δυνατότητα άμβλυνσης του φαινομένου της ερημοποίησης των εδαφών καθώς το κομπόστ επιστρέφει στο έδαφος τις απαραίτητες για τη γονιμότητα

του οργανικές και ανόργανες ουσίες, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα

Η κομποστοποίηση πρέπει να αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των αστικών αποβλήτων, που να περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για την βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, την διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος, την χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (XYTY).

Βιβλιογραφία

1. Σκορδύλης Α.& Κομνιτσάς Κ.(2004) «*Διαχείριση στερεών αποβλήτων (Οικιακά & άλλα μη επικινδύνα αποβλήτα)*». Πατρα. Ε.Α.Π
2. Καραμπελάς Α. (2004) «*Σχεδιασμός συστήματος ανακύκλωσης αστικών στερεών απορριμμάτων και εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του*».Πατρα. Ε.Α.Π
3. Κολλιάς Π. «*Απορρίματα*» (1993) Αθήνα.
4. Καπελάκη Ε.,Γεωργακοπούλος Κ.,Καλαντζής Α.(1996) «*Το πρόβλημα των αστικών απορριμμάτων στις ελληνικές πόλεις-Υγειονομική ταφή*».Πατρα.ΤΕΙ Πατρας
5. Λυμπεράτος Γ.(1998) «*Διαχείριση στερεών αποβλήτων*». Πατρα. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
6. Μανιός Θ., Μανιός Β.(2009).*Κομποστοποίηση οργανικών υπολλειμάτων*. Εργαστήριο Διαχείρισης υγρών και στερεών αποβλήτων.ΤΕΙ Κρήτης.
7. Μπεριάτος Η . *Θεσμικό πλαίσιο και πολιτική διαχείρισης στερεών αποβλήτων «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΔΙΚΑΙΟ», Τεύχος 2/2003, σελ. 306 – 323, Εκδότης: Νομική Βιβλιοθήκη*
8. Τσιλεμου Κ.(2005) «*Στατιστική μεθοδολογία παραγωγής συναρτησεων κοστους εγκαταστασεων επεξεργασιας στερεων αποβλητων*».Αθήνα.ΤΕΕ.
9. Χονδρός Σ.,Αθανασίου Δ.,Θωμάς Κ.(2006) «*Μελετη αποκαταστασης Χ.Δ.Α Αιγείρας-Ακρατας-Διακοπτού*».Πατρα. Δ/ση Τ.Ε Νομαρχιακης Αυτ/σης Αχαιας
10. Calidonian Shanks Centre for Waste Management & Glasgow Calidonian University(2000) *Composting Technologies and systems : possibilities for the advancement of Scottish Waste*.Remade Scotland
11. Peavy H.,Rowe D., Tchobanoglou G. (1985): «*Enviromental engineering*». Singapore. Mc Graw-Hil International Editions.

1. Bilitewski B., Karagiannidis A., Theodoseli M., Malamakis A. Reichenbach J. Janz A. (2005). *Composting as an intergrated solid waste management tool*
Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο :
<http://www.ath.aegean.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6727>
2. Ελληνική Εταιρεία ανακυκλώσης: *Νομικο πλαίσιο/στοχοι*. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο : <http://www.herrco.gr/web/pages.fds?lang=1&page=21>
3. EPA (1994) *Composting yard trimmings and municipal solid waste*. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο : <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/compost/cytmsw.pdf>
4. Hogg D.(2002) .*Costs for municipal waste management in the EU.Final report to DG Environ ment,European Commission,Eunomia Research & Consulting*. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο :
<http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/eucostwaste.pdf>.
5. Komilis R., Ham K., Stegmann R. (1999) *The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review*. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο : <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1034/j.1399-3070.1999.00005.x/full/?cookieSet=1>
6. Richard T. *Composting as a waste management strategy* .Cornell Waste Management Insitute. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο :
<http://compost.css.cornell.edu/viewpoint2.pdf>.
7. Tchobanoglous G Leverenz H. Xirogianopoulou A., Karagiannidis.A (2005) «*Financial aspect of urban solid waste in Greece and U.S* ». Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο : <http://www.ath.aegean.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6819>
8. Στρατηγική της Ε.Ε για την αειφόρο ανάπτυξη. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο : http://www.minenv.gr/4/41/g4110/00/renewed_eu_sds_el.pdf.pdf
9. Σύσταση αστικών αποβλήτων. Διαθεσιμο στον δικτυακο τοπο :
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>

