

Βελτιστοποίηση Της Βιολογικής Επεξεργασίας Μέσω Αλλαγής Του Σχήματος Των Σωρών Εντατικής Βιο - αποσύνθεσης

Runge, Karsten

BACKHUS EcoEngineers, Wischenstrasse 26, 26188 Edewecht, Germany
email: karsten.runge@backhus.de, phone: +49 4486 92840, fax: +49 4486 2424

Πρόσωπο επαφής: Δημήτρης Κανακόπουλος, Περιβάλλον – Ανακύκλωση – Ενέργεια (Π.Α.Ε.),
Σ. Καραγιώργη 34, 14121 Νέο Ηράκλειο, Αθήνα, τηλ. 210-2751853, e-mail: info@ere-recycling.gr

Περίληψη

Οι τεχνικές για μηχανική - βιολογική επεξεργασία του οργανικού κλάσματος των οικιακών αποβλήτων χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά στη διαχείριση αποβλήτων πολλών κρατών. Οι εγκαταστάσεις μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας λειτουργούν σαν συμπλήρωμα είτε σαν επιλογή χαμηλού κόστους εγκαταστάσεων αποτέφρωσης. Υπάρχει μεγάλη ζήτηση για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, για να βελτιωθεί η αερόβια βιολογική επεξεργασία, για να μειωθεί το κόστος αλλά και για να αυξηθεί η αξιοπιστία. Με την βοήθεια κάποιων παραδειγμάτων, θα συζητηθούν οι δυνατότητες βελτίωσης των ήδη υπαρχόντων μονάδων, καθώς και τεχνικές λύσεις για τον σχεδιασμό και την κατασκευή νέων. Η αλλαγή της διαδικασίας από τραπεζοειδείς σε τριγωνικούς σωρούς προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα.

Λέξεις Κλειδιά: Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία, Αερόβια επεξεργασία, Κομποστοποίηση, Ωρίμανση, Βελτιστοποίηση, Λειτουργικά κόστη

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 MBE (Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία) – κρατούσα κατάσταση

Σήμερα στην Ευρώπη λειτουργούν πολλές εγκαταστάσεις Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας. Μόνο στη Γερμανία υπάρχουν 48 οι οποίες έχουν δυνατότητα επεξεργασίας 6 εκατομμυρίων τόνων/ ανά χρόνο, δηλαδή επεξεργάζονται περίπου το 25% των αστικών αποβλήτων της Γερμανίας[1].

Παρόλα αυτά, οι δυνατότητες των εγκαταστάσεων Μηχανικής - Βιολογικής επεξεργασίας κάθε άλλο παρά έχουν φτάσει σε ικανοποιητικό βαθμό εκμετάλλευσης στην Ευρώπη. Ενώ κάποιες χώρες όπως η Δανία και η Σουηδία καίνε κυρίως τα απόβλητά τους, υπάρχει μεγάλη ζήτηση στη Γαλλία, στην Ιταλία, στην Ισπανία και την Μεγάλη Βρετανία[2].

Αν και οι τεχνικές Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας δεν έχουν αναπτυχθεί όσο γίνεται στην Ευρώπη, και ενώ κάποιες αντίστοιχες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται μόνο για προ – επεξεργασία πριν την αποτέφρωση, η Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με την απευθείας απόρριψη των αποβλήτων όπως αυτή γίνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Λόγω του γεγονότος ότι δεν γίνεται διαλογή των αποβλήτων στη πηγή και τα οικιακά απόβλητα περιέχουν πολλές οργανικές ουσίες, η Μηχανική – Βιολογική Επεξεργασία, θα είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χώρου στους ΧΥΤΑ καθώς και στη μείωση των εκπομπών βλαβερών ουσιών έως και 90%. Γι' αυτούς τους λόγους οι απλές στη σχεδίαση και λειτουργία εγκαταστάσεις Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας έχουν μεγάλη ζήτηση[3].

1.2 MBE – δυνατότητες βελτιστοποίησης

Η λειτουργία νέων εγκαταστάσεων και οι εμπειρίες που αποκομίστηκαν από την λειτουργία τους, κατέστησαν την βελτιστοποίηση των εγκαταστάσεων Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας θέμα συζητήσεων και άρθρων από ειδικούς. Η κύρια αποστολή των εγκαταστάσεων Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας κατά την αερόβια επεξεργασία είναι η δημιουργία ιδανικών συνθηκών ώστε οι μικρο-οργανισμοί να μεγιστοποιήσουν την αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος. Αυτό απαιτεί αρκετό νερό και οξυγόνο, καθώς και βέλτιστες θερμοκρασίες.[4]. Οι μετατροπές που μπορούν να γίνουν, έχουν σχέση με την βιο - αποσύνθεση και ωρίμανση, ώστε η διαδικασία να τελειοποιηθεί, η ασφάλεια λειτουργίας να αυξηθεί και κυρίως να μειωθούν τα κόστη λειτουργίας.

2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

2.1 Σχεδιασμός της Διαδικασίας

Ο κύριος στόχος της βιολογικής επεξεργασίας είναι η μείωση και η σταθεροποίηση των αποβλήτων ώστε να σιγουρευτεί ασφαλής διάθεση στον ΧΥΤΥ. Μια αποτελεσματική και σωστή διαδικασία επιτυγχάνει το επιθυμητό αποτέλεσμα το συντομότερο δυνατό. Συνήθως η αερόβια βιο-αποσύνθεση πραγματοποιείται σε δύο στάδια: εντατική βιο-αποσύνθεση για δύο ή τρεις εβδομάδες ακολουθούμενη από ωρίμανση για τέσσερις έως οχτώ εβδομάδες. Πρακτικά η βιολογική επεξεργασία μπορεί να αποτελείται από ένα στάδιο αναερόβιας επεξεργασίας ακολουθούμενο από ένα βήμα αερόβιας επεξεργασίας ή να αποτελείται από δύο ανεξάρτητα στάδια αερόβιας επεξεργασίας. Η εντατική βιο-αποσύνθεση χαρακτηρίζεται από εντατικό αερισμό του εισερχόμενου υλικού. Δυναμικά συστήματα ωρίμανσης (δυναμικός σωρός, σειράδι) συμπληρώνονται από κανονική ανάδευση και άρδευση ενώ ευέλικτες ρυθμίσεις για την ανάδευση δεν είναι συνήθως δυνατές σε αυτό το σύστημα. Τα στατικά συστήματα δεν προορίζονται για ανάδευση. Κάποιες εγκαταστάσεις όμως πραγματοποιούν μονόστροφη περιστροφή με άρδευση. Η ωρίμανση στις περισσότερες εγκαταστάσεις MBE πραγματοποιείται σε σωρούς υλικών οι οποίοι αναδεύονται. Κάποιες εγκαταστάσεις τελειοποιούν την διαδικασία ωρίμανσης με ένα υπόγειο σύστημα αερισμού. Το επιθυμητό επίπεδο σταθερότητας του υλικού επιτυγχάνεται μετά από περίπου δύο εβδομάδες, ανάλογα με την ένταση της επεξεργασίας. Η διαδικασία μπορεί να βελτιστοποιηθεί μέσω εντατικής επεξεργασίας του υλικού. Συχνή ανάδευση μπορεί να μειώσει αρκετά την περίοδο ωρίμανσης ενώ συστηματική άρδευση είναι υψίστου σημασίας καθώς ένα μεγάλο ποσοστό υγρασίας εξαφανίζεται λόγω των υψηλών θερμοκρασιών μέσα στους σωρούς. Ειδικά συστήματα ανάδευσης που συμπεριλαμβάνουν ειδικό εξοπλισμό για απευθείας άρδευση κατά την ανάδευση αποτελούν μεγάλα πλεονεκτήματα. Έτσι, ταυτόχρονη ανάδευση και ομοιογενής άρδευση μπορούν να λάβουν χώρα σε ένα μόνο βήμα.

2.2 Ευελιξία της Διαδικασίας

Η απαιτούμενη διάρκεια της βιολογικής διαδικασίας, έχει σχέση με το οργανικό περιεχόμενο του εισερχόμενου υλικού. Είναι κυρίως ανάλογη με την ποσότητα των οικιακών αποβλήτων, αλλά και της ποιότητας της προηγούμενης προ - επεξεργασίας μέσω του μηχανικού διαχωρισμού. Συνήθως οι υπολογισμοί για την προαναφερθείσα διάρκεια, γίνονται εμπειρικά. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται η χωρητικότητα και οι περιοχές βιο - αποσύνθεσης και ωρίμανσης. Υποτίθεται μια σχετικά σταθερή ποιοτική σύνθεση των εισερχομένων σε σταθερή διάρκεια επεξεργασίας. Στην πράξη, οι υποθέσεις αυτές έχουν διαψευστεί. Οι υπεύθυνοι των εγκαταστάσεων ανέφεραν πολύ ασταθή περιεχόμενα των οργανικών στοιχείων του εισερχόμενου υλικού. Αποκλίσεις μεγαλύτερες του 200% από τον μέσο όρο έχουν διαπιστωθεί. Επειδή το οργανικό περιεχόμενο του υλικού ποικίλει όσον αφορά στη σύσταση, απαιτείται ευελιξία όσον αφορά στη διάρκεια και στην ένταση της βιολογικής επεξεργασίας. Καθώς η εντατική βιο - αποσύνθεση επιτρέπει επεξεργασία με τούνελ ή κουτιά κομποστοποίησης, είναι δυνατό να

τεθούν υπό επεξεργασία μεμονωμένοι σωροί κάθε φορά. Η ωρίμανση στις περισσότερες εγκαταστάσεις δεν επιτρέπει τέτοιου είδους επεξεργασία καθώς εκεί η διαδικασία γίνεται με τραπεζοειδείς σωρούς, των οποίων η ξεχωριστή αποθήκευση και επεξεργασία είναι αδύνατη. Αλλαγή της διαδικασίας ωρίμανσης σε τριγωνικούς από τραπεζοειδείς σωρούς επιτρέπει την μεμονωμένη αποθήκευση και επεξεργασία σωρών με μεγαλύτερη συχνότητα ανάδευσης ή άρδευσης εάν είναι απαραίτητο. Το μειονέκτημα της κομποστοποίησης με τριγωνικούς σωρούς που σχετίζεται με την μεγαλύτερη κάλυψη χώρου, εύκολα καταρρίπτεται λόγω των συντομότερων περιόδων ωρίμανσης

2.3 Έξοδα Επεξεργασίας

Η κατάλληλη επεξεργασία του εισερχομένου υλικού μέσω της ανάδευσης και άρδευσης, δημιουργεί έξοδα που δεν μπορούν να αγνοηθούν όταν κατασκευάζεται μια εγκατάσταση. Συνεπώς, η εφαρμογή της κατάλληλης τεχνολογίας ανάδευσης πρέπει να είναι σωστά προσχεδιασμένη. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, επεξεργασία τριγωνικών και όχι τραπεζοειδών σωρών θα παρέχει οικονομικά πλεονεκτήματα όπως το παρακάτω ενδεικνύει:

Υπολογισμός – Παράδειγμα του κόστους λειτουργίας της ωρίμανσης στη Μηχανική – Βιολογική Επεξεργασία:

Εισερχόμενο υλικό στην ωρίμανση:	40000 τόνοι ανά έτος
Ειδικό βάρος:	0,55 t/m ³
Χρόνος Ωρίμανσης:	6 εβδομάδες
Υλικό στην περιοχή ωρίμανσης:	περίπου 8400 m ³ υλικού/περίοδο ωρίμανσης
Συχνότητα ανάδευσης:	2 φορές την εβδομάδα
Δυνατότητα Ανάδευσης:	200 m ³ /h με εμπρόσθιο φορτωτή
	1000 m ³ /h αναδευτήρας τραπεζοειδών σωρών
	2000 m ³ /h αναδευτήρας τριγωνικών σωρών
Έξοδα ανάδευσης:	50,- €/h εμπρόσθιος φορτωτής
	100,- €/h αναδευτήρας τραπεζοειδών σωρών
	85,- €/h αναδευτήρας τριγωνικών σωρών
Ώρες λειτουργίας μηχανήματος:	4368 ώρες ανά έτος εμπρόσθιος φορτωτής
	875 ώρες ανά έτος αναδευτήρας τραπεζοειδών σωρών
	437 ώρες ανά έτος αναδευτήρας τριγωνικών σωρών
Συνολικό κόστος:	Εμπρόσθιος φορτωτής: 218400,- € ανά έτος
	Τραπεζοειδείς σωροί: 87500,- € ανά έτος
	Τριγωνικοί σωροί: 37145,- €/a

2.4 Πρακτική Εμπειρία – Παραδείγματα

2.4.1 MBT Cröbern

Το εργοστάσιο MBT Cröbern στα νότια της Λειψίας, έχει άδεια για 300000 τόνους τον χρόνο και είναι το μεγαλύτερο στη Γερμανία. Η βιολογική επεξεργασία αποτελείται από δύο στάδια: εντατική αερόβια βιο – αποσύνθεση σε στατικά τούνελ κομποστοποίησης, ακολουθούμενη από στεγασμένη ωρίμανση για αρκετές εβδομάδες. Το αρχικό σχέδιο ωρίμανσης βασιζόταν σε 5 περιοχές κομποστοποίησης με ένα τραπεζοειδή σωρό σε κάθε μια. Αυτοί έπρεπε να αναδεύονται μία έως δύο φορές την εβδομάδα. Λόγω αυτής της λειτουργικής ανάγκης, δυο αυτοκινούμενοι αναδευτήρες τραπεζοειδών σωρών ήταν σε λειτουργία. Κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2005 αντιμετωπίστηκαν νέες δυσκολίες όσον αφορά τη διατήρηση των απαραίτητων τιμών σταθερότητας της ωρίμανσης του υλικού. Αυτό συνέβη επειδή κάποιες περιοχές των σωρών ήταν είτε πολύ υγρές, είτε πολύ στεγνές ή η σύνθεση τους δεν ήταν

κατάλληλη για τέτοιου είδους διαδικασία ωρίμανσης. Όταν η διαδικασία ωρίμανσης δεν ήταν επιτυχής σε ένα κομμάτι του σωρού, σταδιακά όλος ο σωρός έπρεπε να αναδευθεί, ακόμα και αν δεν ήταν απαραίτητο για τα άλλα τμήματα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα υπερβολική χρήση των αναδευτήρων. Για να βρεθεί λύση σε αυτό το πρόβλημα, συζητήθηκε η αναδιοργάνωση της περιοχής ωρίμανσης σε μικρότερους σωρούς. Η εταιρία που λειτουργεί την εγκατάσταση, η WEV, δοκίμασε την δυνατότητα της βελτιστοποίησης των τιμών σταθερότητας που απαιτούνται για την ωρίμανση, με ξεχωριστή επεξεργασία τριγωνικών σωρών και ενός τραπεζοειδούς. Μετά την πάροδο δύο μηνών και πολλών δοκιμών, η ωρίμανση αποφασίστηκε να γίνεται πλέον σε τριγωνικούς σωρούς.



Σχήμα 1: Ωρίμανση στο εργοστάσιο MBT Cröbern μετά την αλλαγή σε τριγωνικούς σωρούς

2.4.2 MBE Rosenow

Η εγκατάσταση Rosenow έχει άδεια 125000 τόνων ανά έτος και εφαρμόζει αερόβια επεξεργασία δύο σταδίων. Η εντατική βιο – αποσύνθεση διαρκεί δύο εβδομάδες σε στατικά τούνελ, με μια ανάδευση όταν φορτώνεται και εκφορτώνεται το υλικό από τα τούνελ. Από τις αρχές του 2005 έως και το 2008 η ωρίμανση γινόταν σε έξι δυναμικούς τραπεζοειδείς σωρούς οι οποίοι αναδύνονταν δύο φορές την εβδομάδα. Στις αρχές του 2008 ξεκίνησε η αναδιοργάνωση σε τριγωνικούς σωρούς. Το Σχήμα 2 δείχνει την περιοχή ωρίμανσης. Η περιοχή αυτή με τους 7 τριγωνικούς σωρούς, αρχικά στέγαζε δύο τραπεζοειδείς σωρούς. Σύμφωνα με τον λειτουργό της εγκατάστασης ABG, η νέα τεχνική κομποστοποίησης δημιουργεί καλύτερα αποτελέσματα στη διαδικασία ωρίμανσης δίνοντας στην εταιρία τη δυνατότητα να πετύχει το επιθυμητό επίπεδο σταθερότητας. Μικροπροβλήματα στη διαδικασία ωρίμανσης, λύνονται εύκολα με υψηλότερες συχνότητες αναστροφής ή ρυθμισμένη άρδευση. Η αντικατάσταση της τεχνολογίας ανάδευσης έχει μειώσει το κόστος λειτουργίας και έχει αυξήσει την ίδια στιγμή την λειτουργική αποτελεσματικότητα.



Σχήμα 2: Ωρίμανση στην εγκατάσταση MBE Rosenow μετά την αναδιοργάνωση σε τριγωνικούς σωρούς.

2.4.3 MBE Schwanebeck

Η εγκατάσταση Schwanebeck αδειοδοτήθηκε το 1997 και έχει δυνατότητα επεξεργασίας 88.500 τόνων ανά έτος. Η βιολογική επεξεργασία περιέχει εντατική βιο-αποσύνθεση σε τούνελ κομποστοποίησης ακολουθούμενη από ωρίμανση σε τριγωνικούς σωρούς. Αρχικά η ωρίμανση γινόταν σε τραπεζοειδείς σωρούς. Το 2008 αποφασίστηκε η αγορά ενός ειδικού μηχανήματος ανάδευσης τριγωνικών σωρών. Ο στόχος ήταν η εντονότερη επεξεργασία των τριγωνικών σωρών και ταυτόχρονα ή μείωση του όγκου του αποθηκευμένου υλικού, ώστε να δημιουργηθούν καλύτερες συνθήκες ωρίμανσης. Μετά από 6 μήνες λειτουργίας με το νέο σύστημα τα αποτελέσματα ήταν πλήρως ικανοποιητικά.

3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΤΟΥΝΕΛ – ΕΝΑ ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Στη Μεγάλη Βρετανία, η ζήτηση για τεχνολογίες Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας αυξάνεται. Λόγω των νομικών περιορισμών και των αυξανόμενων τιμών διάθεσης των αποβλήτων, θα εξυπηρετούσε το συμφέρον όλων ή μείωση τέτοιων αποβλήτων. Στη βάση ενός πιλοτικού προγράμματος, εξετάζεται ο συνδυασμός ήδη γνωστών τεχνολογιών για εντατική κομποστοποίηση σειραδίων με τεχνολογίες κομποστοποίησης μέσα σε στατικό τούνελ. Η νέα αυτή διαδικασία μπορεί να περιγραφεί ως Δυναμική κομποστοποίηση σε τούνελ. Το υλικό στο αεριζόμενο τούνελ, αναδεύεται ακόμα περισσότερο, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας ωρίμανσης. Ο σχεδιασμός του τούνελ επιτρέπει μεγάλη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων, και επομένως μείωση του κόστους λειτουργίας. Οι εκπομπές περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Ο αναδευτήρας λειτουργεί και επιταχύνει παραμένοντας έξω από το τούνελ, δημιουργώντας επιθετικό περιβάλλον εντός αυτού. Αυτό ενισχύει την ασφαλή λειτουργία και αυξάνει την διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.



Σχήμα 4: Δυναμική κομποστοποίηση σε τούνελ – άποψη του πιλοτικού χώρου

4. ΣΥΝΟΨΗ

Υπάρχουν δυνατότητες βελτιστοποίησης της ωρίμανση του υλικού που προκύπτει από μηχανική - βιολογική επεξεργασία. Ένας τρόπος ο οποίος συγκεντρώνει μεγάλες πιθανότητες επιτυχίας είναι η αναδιοργάνωση των σωρών από τραπεζοειδείς σε τριγωνικούς. Το κόστος λειτουργίας θα μειωθεί και θα υπάρξουν θετικές επιδράσεις στη διαδικασία ωρίμανσης, πτυχές του όλου εγχειρήματος οι οποίες πρέπει να αναλύονται ενδελεχώς πριν από την δημιουργία κάποιας εγκατάστασης.

Συνδυάζοντας την ήδη αποδεδειγμένη τεχνολογία με μια νέα διαδικασία με τούνελ, η διαδικασία ωρίμανσης βελτιώνεται ενώ την ίδια στιγμή μειώνεται το κόστος λειτουργίας. Επιπρόσθετα, η τοποθέτηση του αναδευτήρα έξω από το "επιθετικό" περιβάλλον κομποστοποίησης διευρύνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και αυξάνει την αποδοτικότητά του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Bilitewski, Bernd; Wagner, Jörg, 2007, Sind MBA-Anlagen zukunftsfähige Entsorgungsanlagen? Bio- und Sekundärrohstoffverwertung II. Witzenhausen Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, ISBN 3-928673-50-5
- [2]. Grundmann, Thomas, 2007, Vorwort zu den MBA-Steckbriefen 2007/2008. Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V.
- [3]. Rohring, Daniel, 2008, Technisch-Wirtschaftliche Optimierungspotentiale der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Deutschland. Bio- und Sekundärrohstoffverwertung III. Witzenhausen Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, ISBN 3-928673-52-1
- [4]. Turk, Thomas; Müller, Wolfgang; Hake, Jürgen; Dorstewitz, Helge, 2007, Deutsche MBA Technologie als Exportgut für Europa? Bio- und Sekundärrohstoffverwertung II. Witzenhausen Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, ISBN 3-928673-50-5

