



Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

Ενότητα 7: Βιολογική επεξεργασία

Ευθύμιος Νταρακάς

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Διαχείριση ΑΣΑ Βιολογική επεξεργασία

Ευθύμιος Νταρακάς
Αν. Καθηγητής
Τ.Π.Μ. / Α.Π.Θ.



Βιολογική επεξεργασία ΑΣΑ



<http://thumbs.dreamstime.com/z/%CE%BF%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2-%CE%B7%CF%84%CE%B1-50686760.jpg>

- Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας, όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια επεξεργασία, ήτοι σε: **βιοαποδομήσιμα ή ζυμώσιμα ή οργανικά απόβλητα.**



Βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα

- Αγροτικά απόβλητα και υπολείμματα:
 - κοπριές,
 - φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών,
 - απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος,
 - απόβλητα ελαιοπυρήνα κ.λ.π..
- Στερεά απόβλητα και λάσπες από βιομηχανίες τροφίμων,
- Ιλύς βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων,
- **Βιοαποδομήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ (Βιοαπόβλητα ή Ζυμώσιμα)** *(Υπόκειται σε περιορισμούς από την Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή (1999/31/ΕΕ) που επιβάλλει τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α., από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα).*



Τα βιοαπόβλητα ή βιολογικά απόβλητα (ΒΑ)

Προκύπτουν από:

- ✓Οικίες
- ✓Εμπορικές δραστηριότητες και υπηρεσίες
- ✓Εγκαταστάσεις παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων

Εκτίμηση: 38,6 %
στα ΑΣΑ για Κ.
Μακεδονία

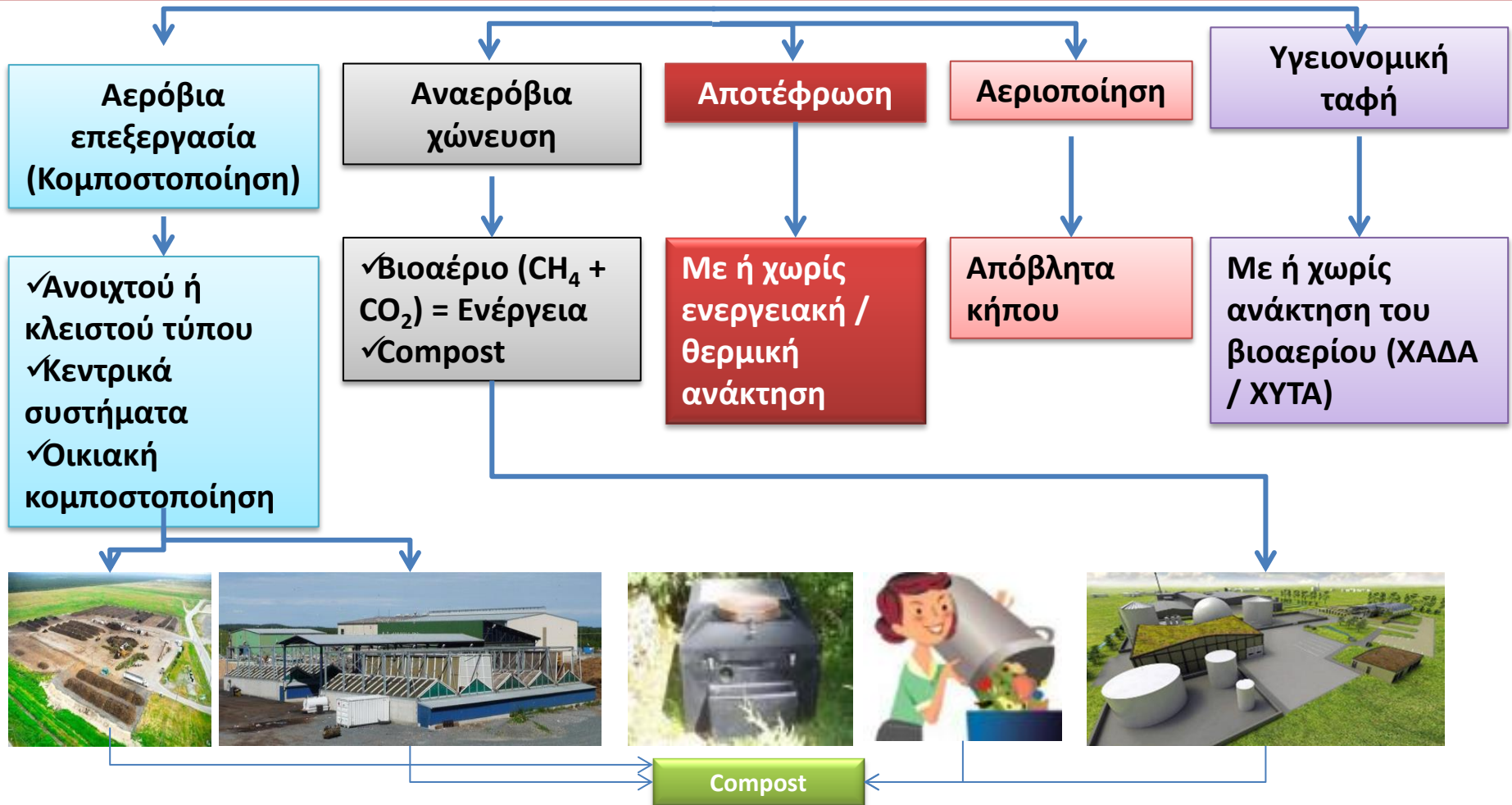
Κωδικός ΕΚΑ	Περιγραφή	Προέλευση
20 01 08	Απόβλητα κουζίνας & χώρων εστίασης.	Από οικίες, εστιατόρια, καντίνες, μπαρ, καφετέριες, νοσοκομεία, σχολικές καντίνες κ.λ.π.
20 03 02	Απόβλητα από δημόσιες αγορές.	Βιοαποδομήσιμα υλικά που αντιστοιχούν στους κωδικούς 20 01 08 & 20 02 01 του ΕΚΑ.
20 02 01	Απόβλητα κήπων & πάρκων.	Από ιδιωτικούς κήπους & δημόσια πάρκα ή εκτάσεις πρασίνου.
20 01 38	Απόβλητα ξύλου.	Όσα δεν εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες (Όχι έπιπλα και ογκώδη οικιακά απόβλητα).



Μέθοδοι επεξεργασίας & διάθεσης βιοαποβλήτων

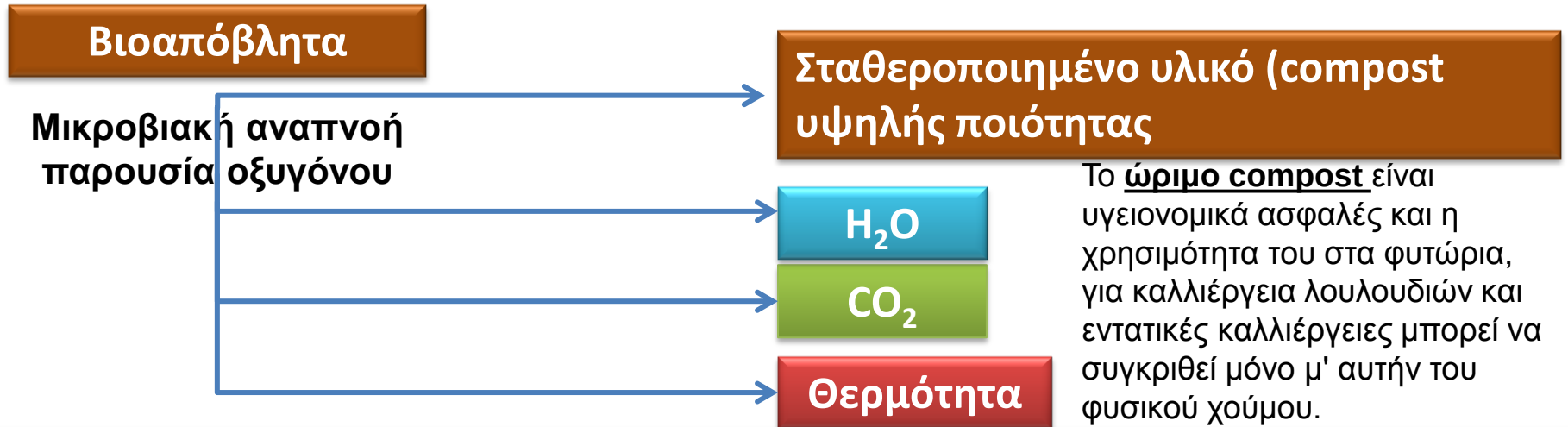
Η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση αποτελούν τις καταλληλότερες περιβαλλοντικά και οικονομικά τεχνολογίες για την επεξεργασία των ποσοτήτων βιοαποβλήτων των οποίων δεν μπορεί να γίνει πρόληψη της δημιουργίας τους (WFD, 98/2008).

Βιοαπόβλητα



Φωτογραφίες: Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων ΔσΠ & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων, ΕΠΕΜ & Ι. Φραντζής & Συνεργάτες ΕΠΕ – ΥΠΕΚΑ, Ιούλιος 2012.

Αερόβια επεξεργασία (Κομποστοποίηση, Βιολογική ξήρανση)



Σημαντικές λειτουργικές παράμετροι κομποστοποίησης:

- ✓Θερμοκρασία (55 – 75 °C), Αερισμός (O₂), Θρεπτικά συστατικά (C/N : < 30/1)
- ✓Διάστημα μικροβιολογικών διαδικασιών : 2 – 8 εβδομάδες
- ✓Διάστημα χουμοποίησης (ωρίμανσης) compost : 3 – 6 μήνες

Βιολογική ξήρανση

Δευτερογενές καύσιμο εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά, υψηλής θερμογόνου δύναμης

Το νερό που βρίσκεται στα απόβλητα απομακρύνεται σε μικρό χρονικό διάστημα (~2 εβδομάδες) με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες.



Τα δυο στάδια των βιολογικών διεργασιών

1. Στο πρώτο στάδιο της βιοαποδόμησης λαμβάνουν χώρα οι μικροβιολογικές δραστηριότητες που έχουν σαν αποτέλεσμα την αποδόμηση και την σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών και διαρκεί 2-8 εβδομάδες ανάλογα με τα τεχνικά μέσα που χρησιμοποιούνται προς υποστήριξη των βιολογικών διεργασιών.
2. Στο στάδιο της ωρίμανσης το υλικό που παράγεται στο πρώτο στάδιο αφήνεται να ωριμάσει για μεγάλο χρονικό διάστημα που ανέρχεται σε 4-12 εβδομάδες με τελικό προϊόν το ώριμο κομπόστ. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρείται περαιτέρω σταθεροποίηση του αρχικού κομπόστ.



Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία (Κομποστοποίηση)

Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν την εφαρμογή και αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι:

- η σύσταση του υποστρώματος,
- το μέγεθος των συστατικών του υποστρώματος,
- η καθαρότητα του υποστρώματος (ύπαρξη προσμίξεων),
- η υγρασία του υποστρώματος,
- το pH του υποστρώματος,
- η θερμοκρασία του υποστρώματος,
- ο αερισμός του υποστρώματος.



Compost – Προϊόν Βιολογικής επεξεργασίας βιοαποδομήσιμων ουσιών (Οργανικών αποβλήτων)

- Η κομποστοποίηση βασίζεται στη δράση μικροοργανισμών, οι οποίοι διασπούν τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο υλικό εισόδου.
- Το τελικό προϊόν είναι ένα σταθεροποιημένο στερεό υλικό το κομπόστ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία ή για άλλες χρήσεις.
- Παράλληλα παράγονται: CO_2 , H_2O , θερμότητα.



http://sweetea.illinois.edu/images/composting_04.jpg



Κομποστοποίηση

Πλεονεκτήματα

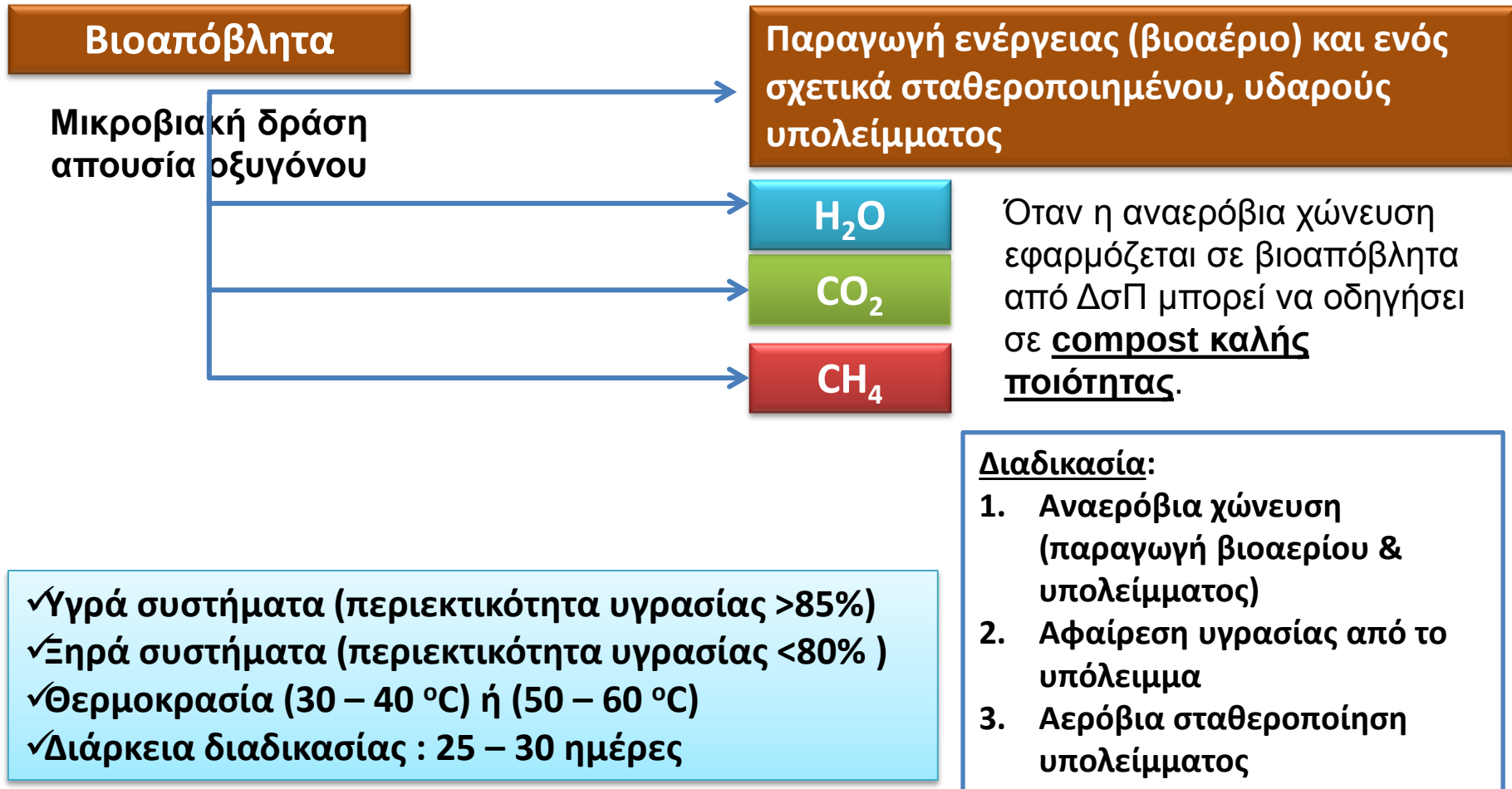
- Φυσική βιολογική διεργασία (δεν βλάπτει το περιβάλλον).
- Συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής και στη μείωση κατανάλωσης λιπασμάτων.
- Δίνει περιθώρια εφαρμογής στην ανακύκλωση.
- Απαιτεί μικρό χώρο.
- Είναι μια σχετικά αποδεκτή μονάδα όσον αφορά τις περιβαλλοντικές δυσεπιπτώσεις.

Μειονεκτήματα

- Περιεκτικότητα σε μικρά τεμάχια γυαλιού, μετάλλων και πλαστικών.
- Ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.
- Παρουσία βαρέων μετάλλων.



Αναερόβια χώνευση (ζύμωση)



Αναερόβια βιολογική επεξεργασία – Αναερόβια χώνευση (ζύμωση)

- Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου.
- Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού και αερίου υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH_4), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας π.χ. σε συστήματα θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων.
- Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται σε κλειστούς αντιδραστήρες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, τη μείωση του όγκου των ΑΣΑ και τη βιολογική σταθεροποίησή τους.



Αναερόβια χώνευση (ζύμωση)

- Η τεχνολογία της αναερόβιας ζύμωσης αναπτύχθηκε αρχικά για την επεξεργασία ρευστών κτηνοτροφικών και αγροτικών αποβλήτων και της ιλύος των βιολογικών καθαρισμών.
- Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των εγκαταστάσεων που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των βιοαποδομήσιμων ΑΣΑ.



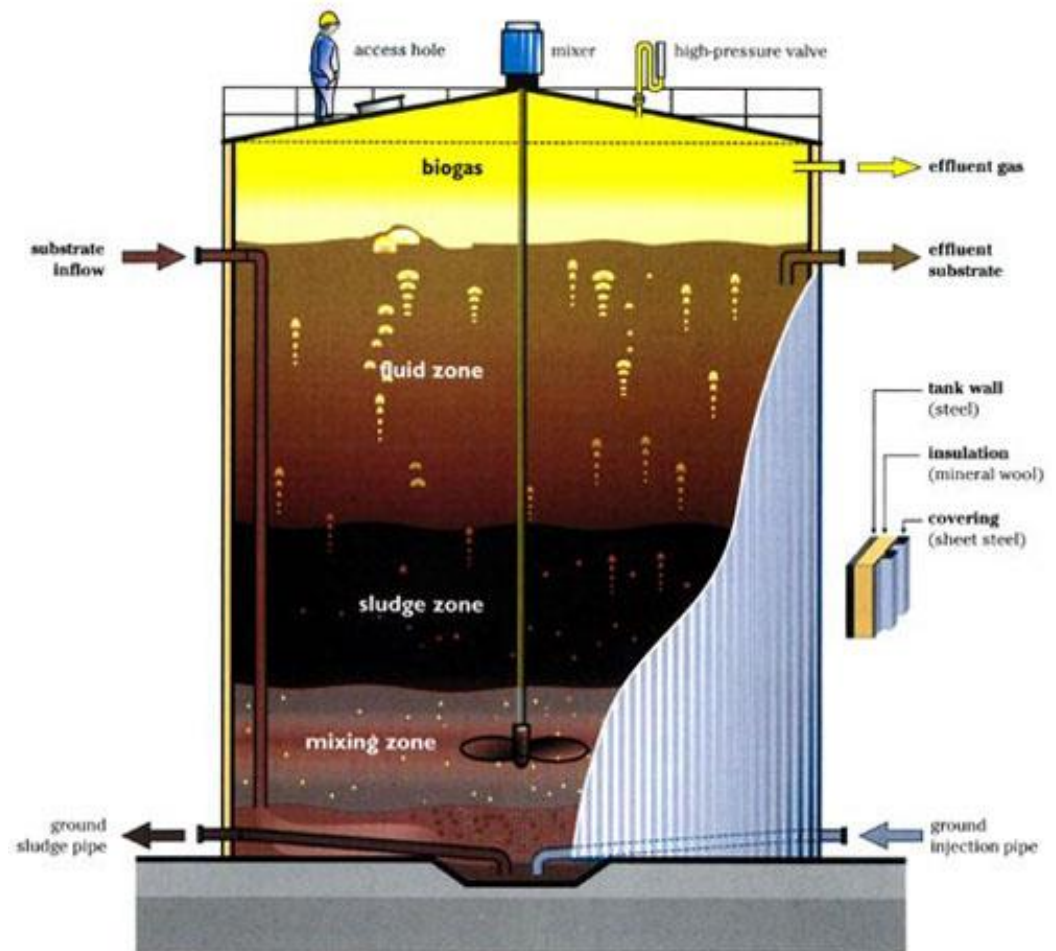
http://news.ifas.ufl.edu/wp-content/uploads/2013/05/ann_wilkie.jpg



Αναερόβια βιολογική επεξεργασία

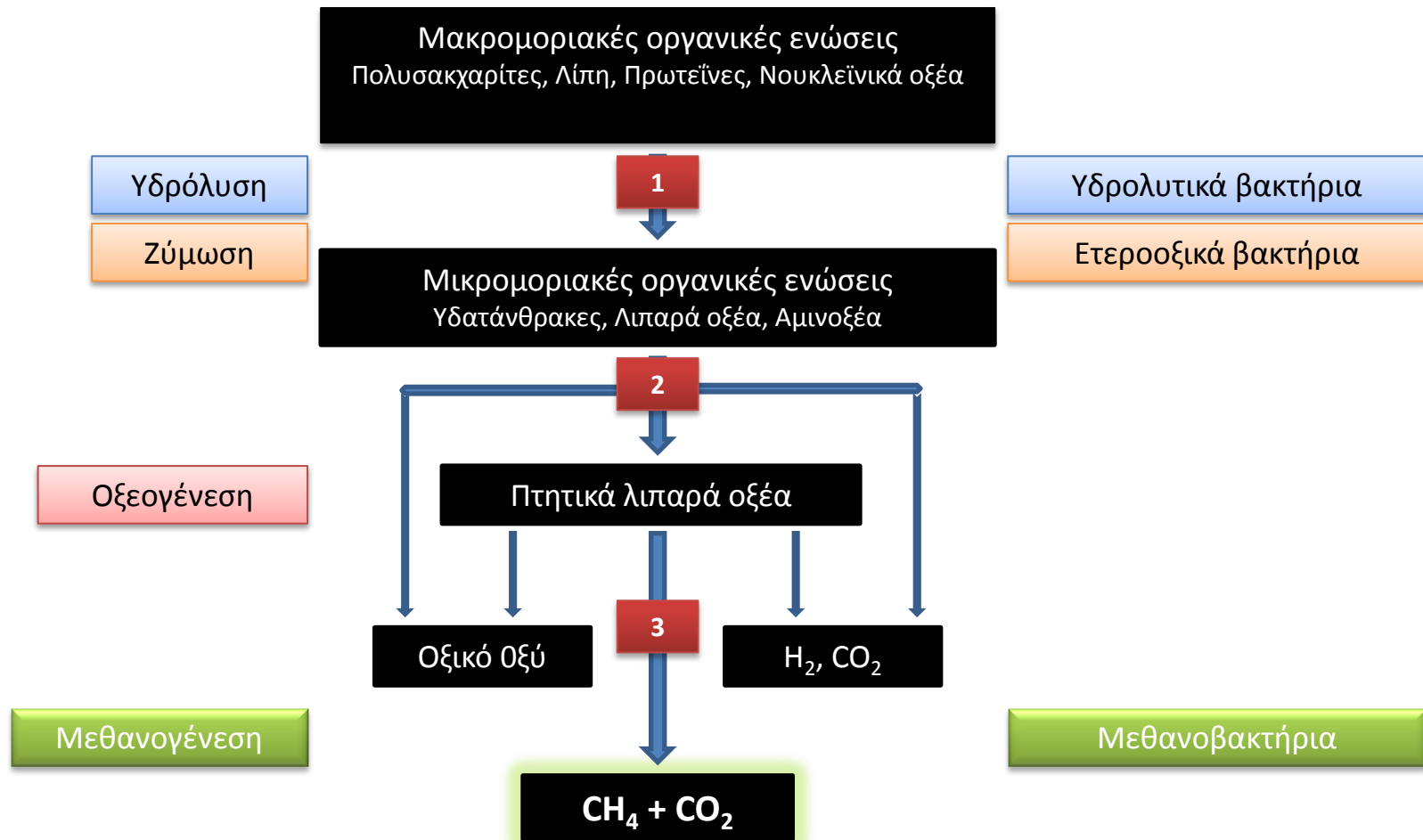
Τα κύρια στάδια της αναερόβιας ζύμωσης (χώνευσης)

- Η προεπεξεργασία του ρεύματος των αποβλήτων,
- Η αναερόβια χώνευση στον αντιδραστήρα,
- Η ανάκτηση του βιοαερίου,
- Η επεξεργασία και η διάθεση των υπολειμμάτων της ζύμωσης.



<http://www2.humboldt.edu/arcatamarsh/images/JLdiagram.jpg>

Σχηματική απεικόνιση των αναερόβιων διεργασιών



Υδατάνθρακες
 $C_6H_{12}O_6$

Υδρόλυση

Οργανικά οξέα
 CH_3COOH
 CH_3CH_2COOH
 $CH_3CH_2CH_2COOH$
Αλκοόλες,
Κετόνες,
Αέρια (H_2 , CH_4 , CO_2)
Ένζυμα, Βιταμίνες, κ.λ.π.

Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται από υδρολυτικά βακτήρια παράλληλα με τις αλκαλικές αντιδράσεις που αναφέρονται πάρα κάτω και μάλιστα κατά τρόπο ώστε να μην μεταβάλλεται το pH και το οξειδοαναγωγικό δυναμικό στο εσωτερικό των δεξαμενών που θα είχε σαν αποτέλεσμα να καταστραφούν οι μικροοργανισμοί και συνεπώς να τεθούν εκτός λειτουργίας οι δεξαμενές σήψης.

CH_3CH_2COOH
 $CH_3CH_2CH_2COOH$

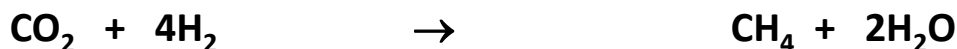
Οξεογένεση

CH_3COOH

CO_2
 H_2

Μεθανογένεση

Μεθάνιο
(CH_4)



Χημειοαυτότροφα βακτήρια μετατρέπουν το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα σε μεθάνιο.



Μια δεύτερη ομάδα μεθανοβακτηρίων μετατρέπουν το οξικό και μυρμηκικό οξύ σε μεθάνιο.



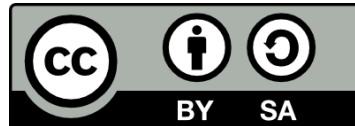
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νταρακάς Ευθύμιος.
«Διαχείριση στερεών αστικών αποβλήτων. Βιολογική επεξεργασία». Έκδοση:
1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS462/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Σοφία Μαυρίδου>
Θεσσαλονίκη, <Εαρινό εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

