

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ



Σε τι αποσκοπεί ο Βιολογικός Καθαρισμός των Αποβλήτων

- ✓ Είναι από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους αντιμετώπισης της ρύπανσης των υδάτινων αποδεκτών
-
- ✓ Επιτυγχάνει τον καθαρισμό (διαχωρισμό), των αστικών λυμάτων, από τα περιεχόμενα σ' αυτά βλαβερά συστατικά και
- ✓ Την ακίνδυνη διάθεση των λυμάτων στο περιβάλλον

Ποια είναι τα βλαβερά Συστατικά των αστικών λυμάτων;

- ✓ Τα ογκώδη στερεά αντικείμενα
- ✓ Η άμμος
- ✓ Τα μικρού μεγέθους στερεά που αιωρούνται
- ✓ τα παραπάνω προκαλούν αισθητική δυσαρέσκεια παρά ουσιαστική ρύπανση του υδάτινου φορέα
- ✓ Τα οργανικά-φυσικά συστατικά (π.χ. υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη . Οι ουσίες αυτές είναι οι περισσότερο υπεύθυνες για τις δυσάρεστες καταστάσεις ρύπανσης)
- ✓ Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί (ευθύνονται για τη μετάδοση ασθενειών στον άνθρωπο και σε άλλους οργανισμούς)
- ✓ Τα θρεπτικά στοιχεία (φωσφόρος, άζωτο που προκαλούν ευτροφισμό).

Βαθμός – Στάδια Καθαρισμού

- **Πρωτοβάθμιος Καθαρισμός**

Απομακρύνει:

Τα ογκώδη στερεά, την άμμο και τα αιωρούμενα στερεά

- **Δευτεροβάθμιος (βιολογικός) Καθαρισμός**

Απομακρύνει:

Τα οργανικά συστατικά και τους παθογόνους μικροοργανισμούς

- **Τριτοβάθμιος Καθαρισμός**

Απομακρύνει:

Τα θρεπτικά συστατικά (φωσφόρος, άζωτο)

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

Προ-επεξεργασία

Εδώ περιλαμβάνονται
κατεργασίες όπως :

- η εσχάρωση,
- η κοσκίνηση,
- ο αμμο-διαχωρισμός
- ο ελαιο-διαχωρισμός



Απομάκρυνση ογκωδέστερων
στερεών

Κυρίως κατεργασία

που μπορεί να είναι:

- Χημική,
- Φυσική (καθίζηση λόγω βαρύτητας),
-
- Συνδυασμός των προηγούμενων διεργασιών



Απομάκρυνση αιωρούμενων
στερεών

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

Κατά τη Χημική επεξεργασία πραγματοποιείται:

α) Εξουδετέρωση

β) προσθήκη κατάλληλων χημικών ουσιών με σκοπό την αποσταθεροποίηση - συσσωμάτωση - κροκίδωση των κολλοειδών συστατικών και των λεπτομερών στερεών.

Τα υλικά αυτά είναι κυρίως:

- ✓ Υδράσβεστος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ■
- ✓ Ανόργανα κροκιδωτικά αντιδραστήρια (χλωριούχα, θειικά ή μικτά άλατα του σιδήρου - $\text{Fe}(\text{III})$ ή του αργιλίου - $\text{Al}(\text{III})$).
- ✓ Διάλυμα χλωριούχου πολυαργιλίου (PAC)
- ✓ Πολυηλεκτρολύτες (οργανικά κροκιδωτικά)

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

➤ **Πως γίνεται ο διαχωρισμός των στερεών;**
Για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών χρησιμοποιείται κυρίως η μέθοδος της καθίζησης με την επίδραση της βαρύτητας.

➤ **Που γίνεται ο διαχωρισμός των στερεών;**
Σε δεξαμενές καθίζησης, που είναι κυλινδρικού ή ορθογώνιου σχήματος, απ' τις οποίες εξέρχεται το καθαρισμένο νερό.

➤ **Πως απομακρύνεται το υλικό που καθιζάνει;**

Το υλικό που καθιζάνει αποτελεί την πρωτοβάθμια λάσπη. Η λάσπη αυτή απομακρύνεται με αντλίες.



Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

✓ *Τι βαθμός καθαρισμού επιτυγχάνεται κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία;*
Περίπου 40% σε BOD (βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου)

✓ *Ποια τα κύρια μέρη της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας;*

α) Δεξαμενή καθίζησης ■

β) Μονάδα χλωρίωσης, πριν από την έξοδο του ημικατεργασμένου αποβλήτου προς κάποιον υδάτινο αποδέκτη (εφόσον δεν ακολουθεί δευτεροβάθμιος -βιολογικός καθαρισμός).

γ) Ένας χωνευτής για τη σταθεροποίηση (αδρανοποίηση) της παραγόμενης λάσπης, αερόβια ή αναερόβια.

Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία

Η Δευτεροβάθμια κατεργασία, αναφέρεται:

- ✓ Στην απομάκρυνση των διαλυμένων οργανικών ενώσεων
-
- ✓ Στην απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών (κυρίως της παραγόμενης βιομάζας), που γίνεται συνήθως με την εφαρμογή της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία

Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε κάθε αερόβιο βιολογικό καθαρισμό και οδηγούν τελικά στη βιολογική σταθεροποίηση ή οξείδωση της οργανικής ύλης (ρύποι) των αποβλήτων, μπορούν να περιγραφούν καλύτερα με την παρακάτω σχηματική εξίσωση:



Οργανικό απόβλητο + ενέργεια + βιομάζα - μικροοργανισμοί

→

*παραγωγή νέας κυτταρικής βιομάζας + τελικά
προϊόντα + μη
βιοδασπύμενα συστατικά*

Η όλη διαδικασία γίνεται με ανάδευση.

Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία Μέθοδος Ενεργού Ιλύος

- *Ποιο το βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου;*
Η οργανική ύλη βρίσκεται αιωρούμενη και σε λεπτότατο διαμερισμό και έρχεται σε όσο το δυνατό στενότερη επαφή με τις κροκίδες μιας βιολογικά ενεργής λάσπης που αιωρείται στη δεξαμενή με τη βοήθεια της ανάδευσης ή του αέρα.
- *Ποιος ο ρόλος του αέρα;* ■
Ο αέρας χρησιμεύει:
 - α) Για να διατηρεί σε ανάδευση και μέγιστη επαφή τα βακτηρίδια με το υγρό απόβλητο
 - β) για να προμηθεύει τα (αερόβια) βακτηρίδια και τους άλλους μικρο-οργανισμούς με το απαραίτητο O_2 για τις μεταβολικές δράσεις που συμβαίνουν.

Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία Μέθοδος Ενεργού Ιλύος

➤ *Τι δεξαμενές χρησιμοποιούνται;*

Χρησιμοποιούνται δύο είδη δεξαμενών:

α) Δεξαμενή αερισμού (συνήθως ορθογωνική),

β) Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, που έπονται των προηγούμενων. Χρησιμοποιούνται για να καθιζάνει η δευτεροβάθμια λάσπη.



➤ *Ποια είναι η σύσταση της δευτεροβάθμιας λάσπης;*

Η διεργασία της ενεργού ιλύος παράγει συνεχώς καινούργιες ποσότητες κυτταρικής βιομάζας που ενσωματώνεται με την υπάρχουσα. Για το λόγο αυτό, καθίσταται απαραίτητο η ενεργή αυτή λάσπη να καθιζάνει, ώστε να διαχωριστεί.

Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία Μέθοδος Ενεργού Ιλύος

➤ *Τι γίνεται η δευτεροβάθμια λάσπη;*

α) Ένα μέρος αυτής της καθιζάνουσας λάσπης πρέπει να απομακρυνθεί και να διατεθεί, αφού προηγουμένως υποστεί κατάλληλη επεξεργασία.

β) Ένα άλλο μέρος επανεισάγεται στη δεξαμενή μαζί με το ακατέργαστο υγρό απόβλητο, ώστε να διατηρηθεί σ' αυτήν ένας δραστικός πληθυσμός μικροοργανισμών, σε ικανό αριθμό, που θα τρέφονται με τις υπάρχουσες, στο υγρό απόβλητο, οργανικές ενώσεις (ρύπους).

➤ *Τι βαθμός καθαρισμού επιτυγχάνεται κατά την δευτεροβάθμια επεξεργασία;*

Περίπου 95% σε BOD (βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο)

Βιολογικός Αντιδραστήρας Δράσεις Μικροοργανισμών

Οι κυριότερες δράσεις που πραγματοποιούν οι μικροοργανισμοί είναι οι ακόλουθες:

- Ταχεία πρόσληψη μικρών οργανικών μορίων με ταυτόχρονη αποθήκευσή τους στα κύτταρα
- Βραδεία πρόσληψη μεγάλων οργανικών μορίων (λιπίδια, πολύ-σακχαρίτες, πολυφωσφορικά)
- Ταχεία προσρόφηση κολλοειδών και αιωρούμενων ουσιών των αποβλήτων στη βιομάζα και στη συνέχεια αργή χρησιμοποίησή τους ως τροφή (υδρόλυση). Η διαδικασία της υδρόλυσης είναι ιδιαίτερα αργή σε αναερόβιες ή ανοξικές συνθήκες.

Ανάπτυξη και φθορά των κυττάρων των μικροοργανισμών.

Επεξεργασία της Λάσπης

Οι κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της λάσπης είναι:

- Η ελάττωση του όγκου, με την απομάκρυνση μέρους του νερού (ελάττωση υγρασίας από 95% σε 70-60%) και
 -
- Η αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών, που αποτελούν τον ασταθή και ενοχλητικό παράγοντα της λάσπης (δυσσομία).

Επεξεργασία της Λάσπης

Οι πλέον συνηθισμένες μέθοδοι κατεργασίας της λάσπης είναι:

- Η **έκπλυση**, κατά την οποία η λάσπη πλένεται με κατάλληλα υδατικά διαλύματα, με σκοπό την απομάκρυνση διαφόρων ανεπιθύμητων συστατικών της (π.χ. τοξικά μέταλλα),
- Η **πάχυνση**, κατά την οποία συμπυκνώνεται με την επίδραση της βαρύτητας σε κατάλληλες δεξαμενές. Με τη συμπύκνωση αυξάνεται το ποσοστό των περιεχόμενων στερεών κατά 2-3 φορές, γεγονός που συνεπάγεται την ελάττωση του όγκου της λάσπης.
- Η **χώνευση** της λάσπης, που αποσκοπεί στην αποικοδόμησή των οργανικών. Η διαδικασία αυτή μπορεί γίνεται αερόβια ή αναερόβια.
- Η **αφυδάτωση** της λάσπης, η οποία αποσκοπεί στην ελάττωση της υγρασίας, ώστε η λάσπη να πάρει μισοστερεή μορφή και να διευκολυνθούν οι πιο πέρα χειρισμοί. Σε μικρές εγκαταστάσεις η διαδικασία αυτή γίνεται σε κλίνες ξήρανσης, ενώ γενικώς χρησιμοποιούνται φυγοκέντρωση και ταινιο-φιλτρόπρεςες, και δίνει πίτα (cake) με υγρασία 55-70%, ενώ αν υποστεί και θερμική επεξεργασία η υγρασία κατεβαίνει κάτω του 10%.

Διάθεση της Λάσπης

Μετά από την σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό κατεργασία της λάσπης, ακολουθεί η τελική της διάθεση:

- ✓ Γεωργική χρήση κυρίως σαν πληρωτικό και σαν εδαφοβελτιωτικό, μετά από την εφαρμογή της μεθόδου της λιπασματοποίησης (*composting*), συνήθως σε συνδυασμό με τα αστικά απορρίμματα.
- ✓ Η καύση που δίνει όμως σαν «παραπροϊόν» τέφρα, η οποία μπορεί να είναι τοξική, και θα πρέπει να διατεθεί σε κατάλληλη χωματερή και να μην απορριφθεί ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον.
- ✓ Η ξήρανση της λάσπης μπορεί να αποτελέσει μία πολύ καλή εναλ-λακτική λύση, και το τελικό προϊόν μπορεί να διατεθεί ως καύσιμο σε μονάδες παραγωγής ενέργειας, τσιμεντοβιομηχανία, γεωργία κλπ.
- ✓ Η διάθεση της λάσπης σε ΧΥΤΑ εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που άλλοι τρόποι διάθεσης, πιο φιλικοί στο περιβάλλον δεν μπορούν να εφαρμοστούν.

Διάθεση της Λάσπης

Κριτήρια επιλογής τρόπου Διάθεσης

Τα Κριτήρια επιλογής τρόπου διάθεσης της λάσπης είναι:

- Περιβαλλοντικά
- Οικονομικά.
-
- Κοινωνικά.

Απολύμανση Αποβλήτων

- Για ποιο λόγο γίνεται;

Για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε η διάθεση των λυμάτων σε υδάτινους αποδέκτες, να είναι ακίνδυνη για τη δημόσια υγεία.

- Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι τρόποι απολύμανσης;
 - α) **Χλωρίωση** (αέριο χλώριο, NaClO , διοξειδίο του χλωρίου)
 - β) Έκθεση σε **Υπεριώδη Ακτινοβολία (U.V.)**
 - γ) **Οζόνωση** (παραγωγή όζοντος από ατμοσφαιρικό αέρα ή οξυγόνο)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ		
	ΟΖΟΝΩΣΗ	U.V.	ΧΛΩΡΙΩΣΗ
Απομάκρυνση κολοβακτηριδίων	πολύ καλή	πολύ καλή	πολύ καλή
Απομάκρυνση Ιών	πολύ καλή	καλή	μέτρια
Πιθανότητες επανανάπτυξης μικροοργανισμών	καμία	σημαντική	ελάχιστη
Επίδραση στο υδάτινο περιβάλλον του αποδέκτη	καμία	καμία	Αύξηση διαλυτών στερεών
Παραπροϊόντα απολύμανσης	κανένα	κανένα	Αλογονοφόρμια
Επικινδυνότητα παραπροϊόντων	μηδενική	μηδενική	μεγάλη
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	καμία	καμία	μεγάλη
Κόστος εγκατάστασης	σημαντικό	σημαντικό	μέσο
Κόστος λειτουργίας-συντήρησης	μέσο	σημαντικό	μέσο
Προσωπικό λειτουργίας	Δεν απαιτείται	1 άτομο/ βάρδια	1 άτομο/ βάρδια

Η επεξεργασία των λυμάτων στην Αττική

- Τα λύματα της Αθήνας καθαρίζονται σε δύο εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων της ΕΥΔΑΠ, που λειτουργούν στη Μεταμόρφωση από το 1985, και στην Ψυτάλλεια από το 1994.
- Στις εγκαταστάσεις της Μεταμόρφωσης, επεξεργάζονται τα λύματα των βορείων προαστίων καθώς και τα βοθρολύματα, από όσους βόθρους λειτουργούν ακόμα στην περιφέρεια της Αττικής.
- Η υπόλοιπη ποσότητα των λυμάτων (800.000m³ ημερησίως), επεξεργάζονται στην Ψυτάλλεια.
- Στις εγκαταστάσεις της Μεταμόρφωσης, το νερό που βγαίνει από την επεξεργασία είναι έως και 95% καθαρό.
- Στη συνέχεια προστίθεται σε αυτό χλώριο για απολύμανση, και μέσω ενός ρέματος οδηγείται στον Κηφισό ποταμό.

Κέντρο Επεξεργασίας λυμάτων Ψυτάλλειας

- Τα λύματα της Αθήνας φάνουν στον Ακροκέραμο Κερατσινίου, όπου υφίστανται την αναγκαία προεπεξεργασία με την οποία αφαιρείται η άμμος και τα ογκώδη στερεά.
- Στη συνέχεια οδηγούνται με δύο υποθαλάσσιους αγωγούς στην Ψυτάλλεια.
- Εκεί υπάρχουν μεγάλες δεξαμενές καθίζησης όπου αρχικά απομακρύνεται από τα λύματα το 40% του ρυπαντικού φορτίου κατά τον πρωτοβάθμιο καθαρισμό.
- Η επεξεργασία των λυμάτων στην Ψυτάλλεια γινόταν μέχρι αυτό το στάδιο από το 1994 μέχρι και πριν 17 μήνες (καλοκαίρι 2004).
- Από αυτό το χρονικό σημείο και μετά, τέθηκε σε λειτουργία και η λεγόμενη Β' φάση που επιτυγχάνει καθαρισμό των αποβλήτων μέχρι και 95%. Συγκεκριμένα:

Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας

- Μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία τα λύματα οδηγούνται σε 12 δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας (βιολογικοί αντιδραστήρες).
- Από τους βιολογικούς αντιδραστήρες τα λύματα οδηγούνται σε 64 δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.
- Το νερό που προκύπτει από εκεί, μετά την απολύμανση με U.V. οδηγείται καθαρισμένο κατά 95% στη θάλασσα.
- Η λάσπη που προκύπτει από τις δεξαμενές καθίζησης πηγαίνει για πάχυνση και μετά για αφυδάτωση η οποία γίνεται με φυγοκέντριση (Decounter). Για το σκοπό αυτό υπάρχουν 4 μηχανές. Και στα 2 αυτά σημεία γίνεται χρήση κατιονικού πολυηλεκτρολύτη.
- Στη συνέχεια η λάσπη υφίστανται χώνευση σε υπόγειους χωνευτές. Το βιοαέριο που παράγεται, χρησιμοποιείται για κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών του νησιού.

Κέντρο Επεξεργασίας λυμάτων Ψυτάλλειας

- Μετά τη χώνευση η λάσπη απορρίπτεται σε χώρο που υπάρχει πάνω στην Ψυτάλλεια και που μπορεί να δεχτεί πλέον των 150.000 τόνων λάσπης.
- ➤ Αυτή τη χρονική περίοδο (αρχές 2006) βρίσκεται σε εξέλιξη διαγωνισμός ανάθεσης δημιουργίας εγκατάστασης επεξεργασίας της προς απόρριψη λάσπης, πάνω στην Ψυτάλλεια, γεγονός που θα δώσει λύση στο πρόβλημα της απόρριψης της λάσπης, αφού πλέον η λάσπη θα χρησιμοποιείται και δεν θα απορρίπτεται.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία



Πρωτοβάθμια Επεξεργασία



Πρωτοβάθμια Επεξεργασία



Δευτεροβάθμια (Βιολογική) Επεξεργασία



Επεξεργασία της Λάσπης



Η επεξεργασία των λυμάτων στην Αττική



Κέντρο Επεξεργασίας λυμάτων Ψυτάλλειας



■



Κέντρο Επεξεργασίας λυμάτων Ψυτάλλειας



