

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Διαχείριση των φυσικών πόρων και των οικοσυστημάτων II

**Τεχνολογίες που συνδέονται με την εφαρμογή των Καλύτερων Διαθέσιμων
Τεχνικών στην εγκατάσταση δραστηριοτήτων I**

**Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων
Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων**

Καθηγητής Π. Μελίδης

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων

ΓΕΝΙΚΑ

Ο Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων (ΚΥΑ 19313/1302/00, ΦΕΚ.723/Β/9-6-00), συγκροτείται με βάση τους ακόλουθους μακροπρόθεσμους στόχους:

1. πρόληψη ή μείωση της παραγωγής αποβλήτων (ποσοτική μείωση) καθώς και μείωση της περιεκτικότητας σε επικίνδυνες ουσίες (ποιοτική βελτίωση)
2. αξιοποίηση των αποβλήτων (ανακύκλωση και ανάκτηση ενέργειας)
3. ασφαλή τελική διάθεση των υπολειμμάτων
4. εγγύτητα του χώρου διαχείρισης των αποβλήτων στην πηγή παραγωγής τους
5. εφαρμογή της αρχής “ο ρυπαίνων πληρώνει”
6. χρησιμοποίηση των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη την τεχνολογική εφαρμοσιμότητα και την οικονομική βιωσιμότητα

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων

ΕΙΔΙΚΑ

1. Αύξηση του ποσοστού αξιοποίησης με συν-λιπασματοποίηση (σήμερα < 2%, λειτουργεί μία μόνο μονάδα στην Καλαμάτα με ονομαστική δυναμικότητα 3.650 τόνους)
2. Εισαγωγή της απευθείας αξιοποίησης της ιλύος στην γεωργία, ως εδαφοβελτιωτικού υλικού
3. Τελική διάθεση των μη αξιοποιήσιμων ποσοτήτων με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο

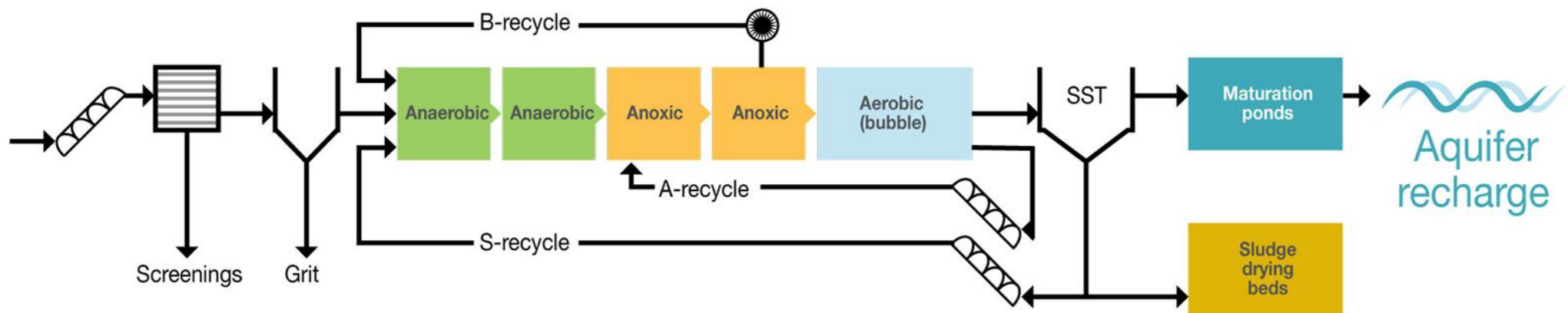
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αυτόνομες μονάδες για την επεξεργασία και διαχείριση ιλύος δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα στην Ελλάδα.

Όλες οι μονάδες επεξεργασίας ιλύος αποτελούν τμήματα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων - υγρών αποβλήτων.

Στις εγκαταστάσεις συντελούνται σύνθετες διεργασίες, με πρώτη ύλη τα ανεπεξέργαστα λύματα – υγρά απόβλητα, τελικό προϊόν τα επεξεργασμένα (καθαρά) λύματα και βασικό παραπροϊόν τα διαχωριζόμενα υδαρή μίγματα – διαλύματα στερεών (ιλύς).

Schematic layout of domestic wastewater treatment plant at Atlantis Water Resources Management Scheme



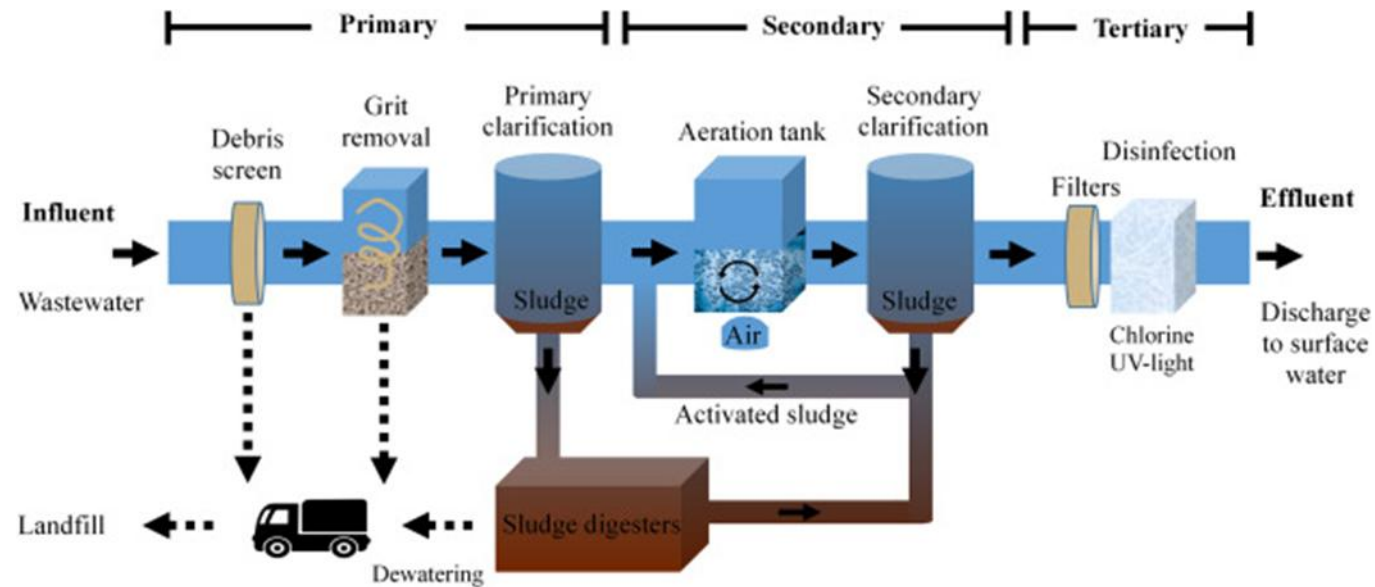
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων

Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ιλύες αποβάλλονται από τα ακόλουθα στάδια της επεξεργασίας:

- I. Εσχάρωση
- II. Εξάμμωση
- III. Λιποσυλλογή
- IV. Πρωτοβάθμια καθίζηση
- V. Χημική επεξεργασία – καθίζηση
- VI. Βιολογική επεξεργασία – δευτεροβάθμια καθίζηση
- VII. Τριτοβάθμια επεξεργασία



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

Η ιλύς, όπως αποβάλλεται από τα διάφορα στάδια έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και παθογόνους μικροοργανισμούς.

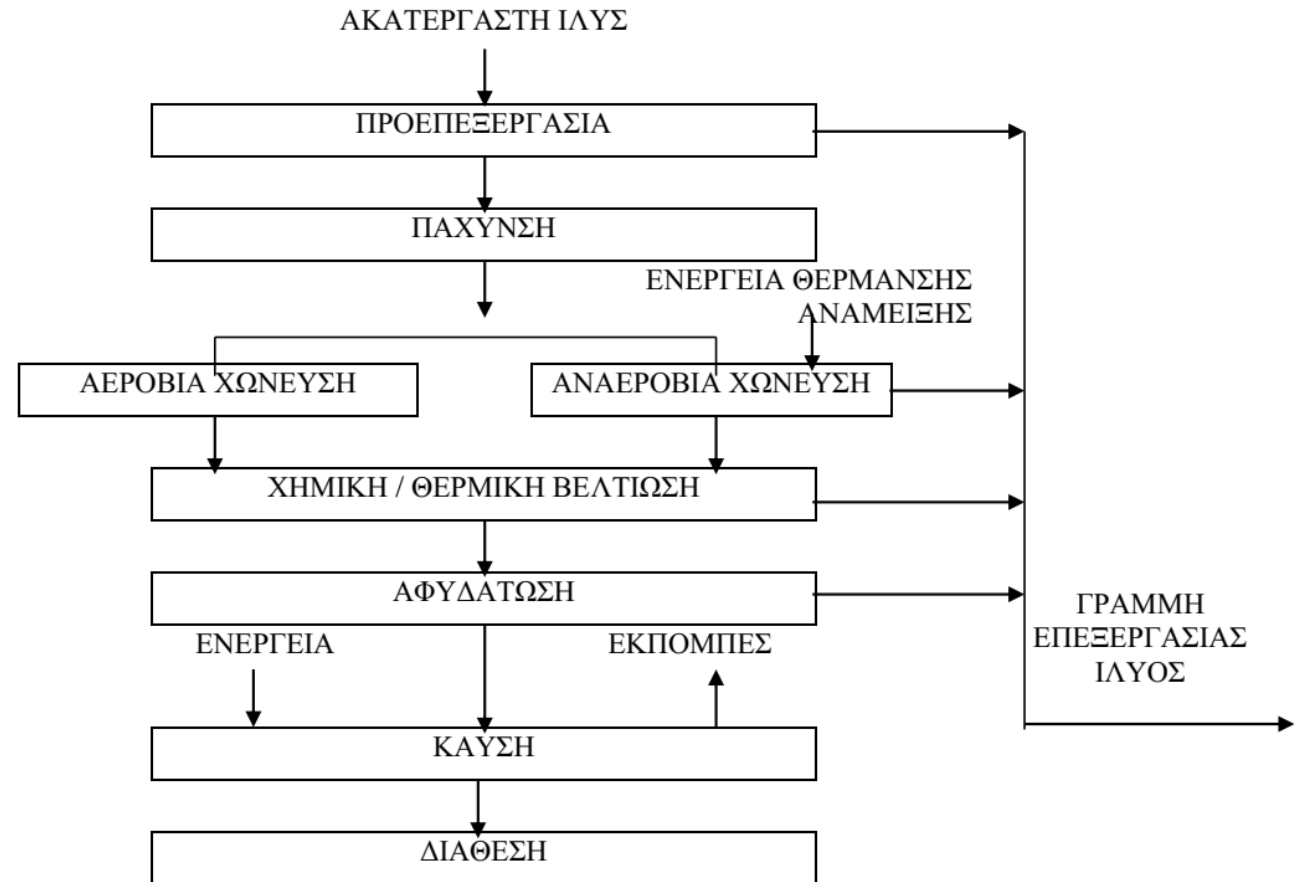
Υποβάλλεται σε ιδιαίτερες επεξεργασίες, ώστε να αποκτήσει την κατάλληλη ποιότητα για τελική διάθεση, χωρίς να προκαλεί περαιτέρω προβλήματα ρύπανσης.

Γενικοί στόχοι των διεργασιών αυτών είναι η μείωση του όγκου, η βιοχημική σταθεροποίηση της ιλύος και μετατροπή της σε βιολογικά σταθερή (αδρανή) μάζα.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γραμμή επεξεργασίας ιλύος - Διακρίνονται κατά σειρά τα ακόλουθα στάδια – διεργασίες:

1. Πάχυνση (Συμπύκνωση)
2. Βιολογική χώνευση
 - αερόβια
 - αναερόβια
3. Βελτίωση
 - χημική βελτίωση
 - θερμική επεξεργασία (αποστείρωση)
4. Αφυδάτωση
5. Καύση



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

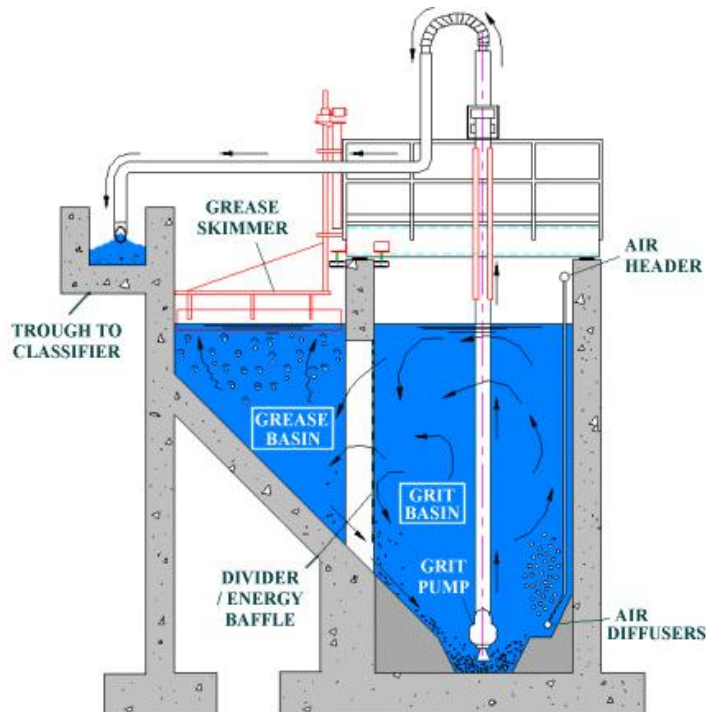
Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:

✓ Προεπεξεργασία

Περιλαμβάνονται εξάμμωση, μίξη διαφόρων ειδών ιλύος και προσωρινή αποθήκευση.

Θεωρείται προαιρετική, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και την ποσότητα της διαχωριζόμενης ιλύος.

Συνήθως υποκαθίσταται από την πάχυνση.



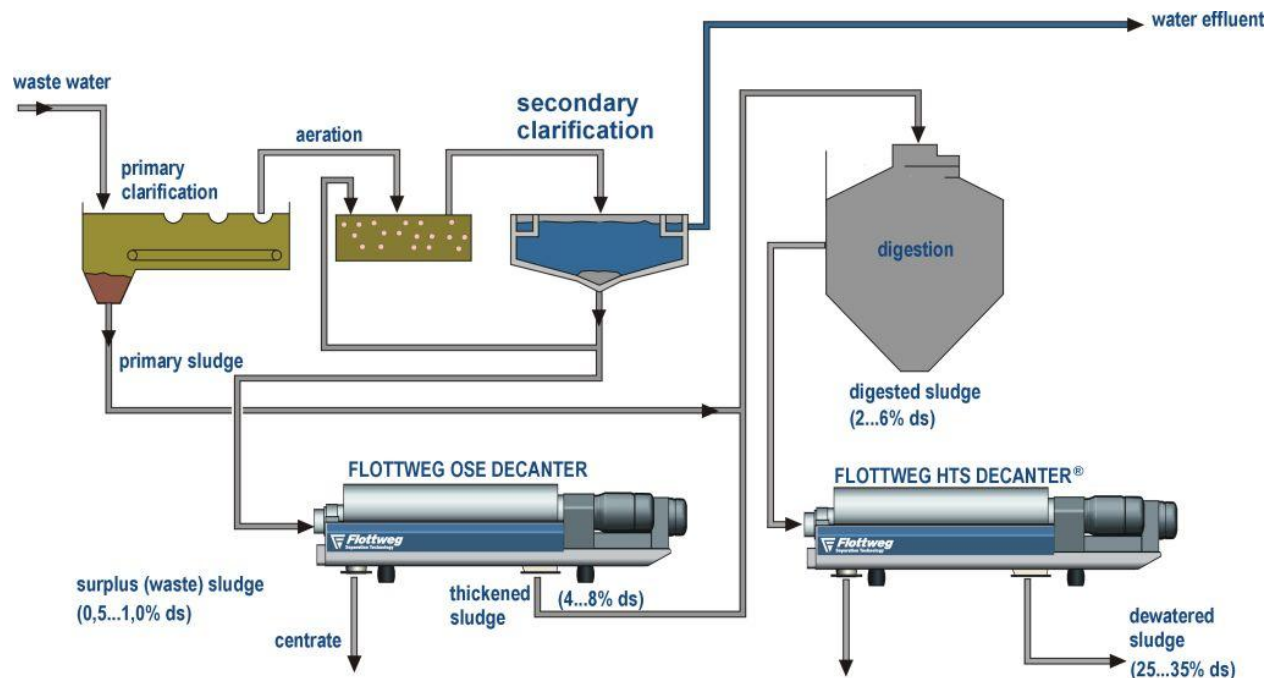
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:

✓ Πάχυνση

Επιτυγχάνει μείωση του όγκου, με ταυτόχρονη απομάκρυνση των περιεχομένων υγρών και βελτίωση των χαρακτηριστικών της ιλύος, ώστε να είναι πιο αποτελεσματικές οι μετέπειτα διεργασίες



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- **Γραμμή επεξεργασίας ιλύος**
- Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:
 - Χώνευση:
 - Αερόβια χώνευση
 - Πραγματοποιείται με έντονη οξυγόνωση – ανάδευση της ιλύος για 10 περίπου ημέρες, οπότε αποδομείται το 40-60% των πτητικών στερεών και παράγεται σχετικά σταθεροποιημένη ιλύς.
 - Αναερόβια χώνευση
 - Πραγματοποιείται σε κλειστές δεξαμενές με πλήρη έλλειψη οξυγόνου, με συνεχή ανάμιξη που επιτελείται με ανακυκλοφορία – εμφύσηση βιοαερίου ή μηχανική ανάμιξη και με συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας, του pH, και των αιωρούμενων στερεών. Οι δεξαμενές είναι κυκλικές με σιλό συλλογής της ιλύος στον πυθμένα. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, η στάθμη της ιλύος στον χωνευτή ρυθμίζεται αυτόματα.



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

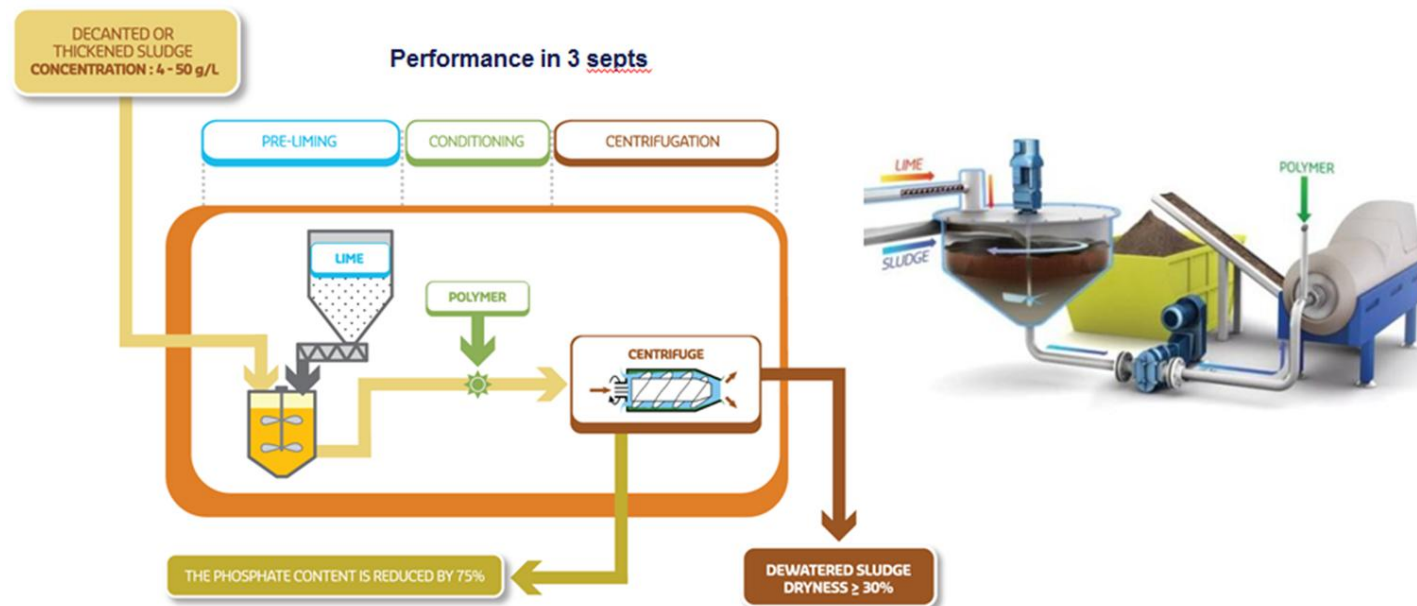
Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:

✓ Βελτίωση ιδιοτήτων της ιλύος

Στοχεύει στην ελάττωση της συνάφειας μεταξύ στερεών και νερού και την συσσωμάτωση των σωματιδίων, ώστε να διευκολυνθεί η μετέπειτα αφυδάτωση.

Επιτυγχάνεται με προσθήκη κροκιδωτικών, κυρίως πολυηλεκτρολυτών (χημική βελτίωση) ή με ολιγόχρονη θέρμανση σε 160 –210 °C, σε αυτόκλειστα με υψηλή πίεση (θερμική βελτίωση). Η τελευταία επιτυγχάνει και σοβαρή μείωση του μικροβιολογικού φορτίου (αποστείρωση)



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

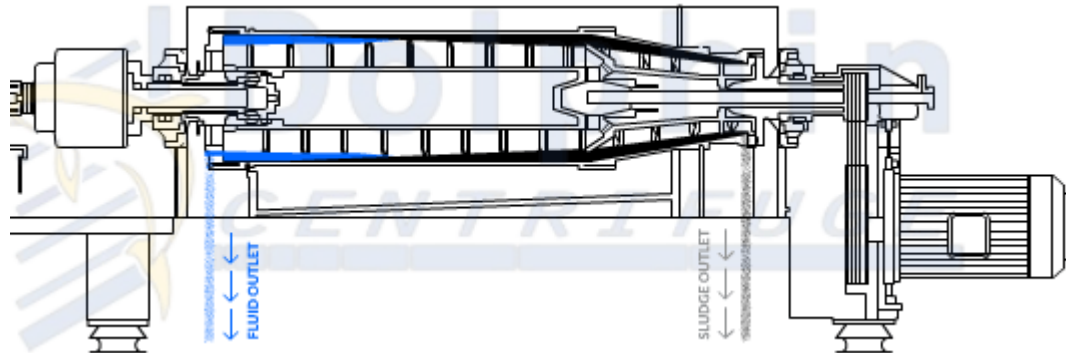
Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:

✓ Αφυδάτωση – Ξήρανση

Επιτυγχάνει επιπλέον αφαίρεση υγρού, με αποτέλεσμα να είναι πιο εύκολη η διακίνηση, μεταφορά και τελική διάθεση της σταθεροποιημένης ιλύος.

Χρησιμοποιούνται μηχανικές και θερμικές μέθοδοι, συνήθως ταινιοφιλτρόπρεσσες ή φυγοκεντρικοί συμπυκνωτές και κλίνες ξήρανσης, προκειμένου για μικρές μονάδες (ή συνδυασμός τους).



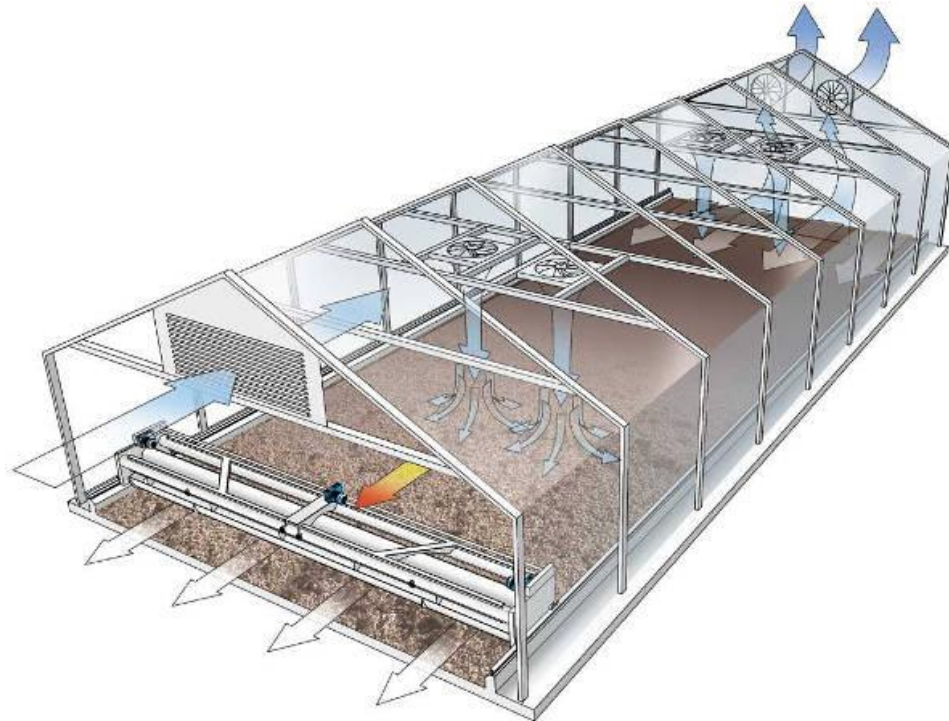
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Γραμμή επεξεργασίας ιλύος

Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας ιλύος έχουν αναλυτικότερα ως εξής:

✓ Ξήρανση μηχανικά αφυδατωμένης ιλύος

Μπορεί να επιτευχθεί σε θερμικό ξηραντήρα, άμεσου ή έμμεσου τύπου. Στους πρώτους η ιλύς έρχεται σε άμεση επαφή με το μέσο μεταφοράς θερμότητας, που είναι συνήθως θερμός αέρας, ενώ στους δεύτερους η ιλύς αναδεύεται – προωθείται μηχανικά σε εναλλάκτη κελύφους, που θερμαίνεται συνήθως με διαθερμικό λάδι.



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος

Ως μετάπειτα επεξεργασίες ορίζονται οι κατεργασίες εκείνες που εφαρμόζονται κυρίως για την επίτευξη / προώθηση των διάφορων εναλλακτικών λύσεων της τελικής διάθεσης, εξαρτώνται δε κυρίως από την στόχευση της εφαρμογής της ιλύος στο έδαφος ως βελτιωτικό υλικό ή όχι.

Διακρίνονται σε δύο ευρείες κατηγορίες:

I. Διεργασίες μετατροπής με ή χωρίς αξιοποίηση στις οποίες ανήκουν επεξεργασίες, που στοχεύουν στη μείωση του όγκου προς τελική διάθεση ή ακόμα στην ανάκτηση συστατικών και ενέργειας .

Χαρακτηριστικές είναι :

- η αποτέφρωση ή συναποτέφρωση (με απορρίμματα, σε ΘΗΣ, σε κλίβανο τσιμέντου)
- η υγρή οξείδωση (μέθοδος Zimmerman)
- η πυρολυτική αεριοποίηση (gasification)
- η κομποστοποίηση, αυτοτελώς ή μαζί με απορρίμματα ή άλλα στερεά απόβλητα

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος

I. Μέθοδοι ελεγχόμενης διάθεσης (τελική διάθεση) όπως :

διάθεση στη θάλασσα (απαγορεύεται πλέον σε κλειστές θάλασσες)

διάθεση σε χώρους ταφής με ή χωρίς άλλα στερεά απόβλητα

διάθεση σε τέλματα (λίμνες οξείδωσης – Lagoons)

χρήση στην ανάκτηση και βελτίωση εδαφών ή καμένων δασών

χρήση σαν υλικό επικάλυψης χώρων ταφής κ.α.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

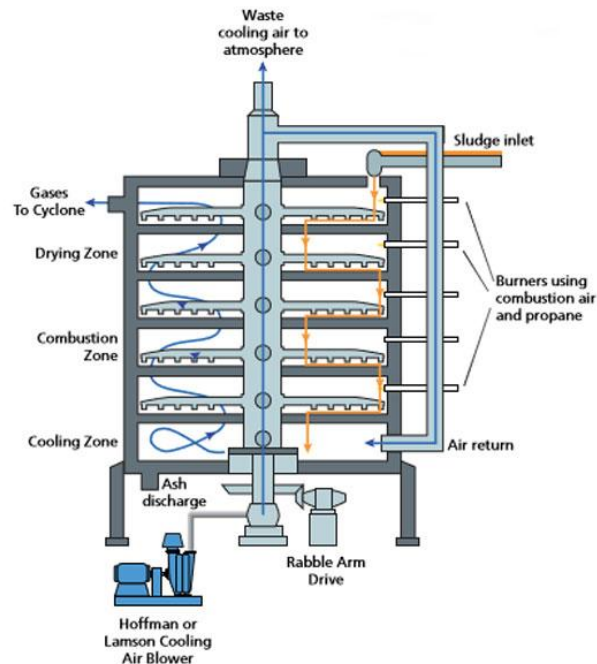
Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος - **Αποτέφρωση**

Η αποτέφρωση ή καύση εμπεριέχει θερμική ξήρανση που ακολουθείται από πλήρη αποτέφρωση των οργανικών συστατικών της ιλύος. Χρησιμοποιούνται κυρίως δύο τύποι εγκαταστάσεων :

I. αποτεφρωτές ρευστοστερεάς κλίνης

II. αποτεφρωτές πολλαπλών εστιών,

ενώ αναφέρονται και αποτεφρωτές τύπου ηλεκτρικού κλιβάνου (ΗΠΑ).



Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος - Αποτέφρωση

Τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της καύσης συνοψίζονται ακολούθως:

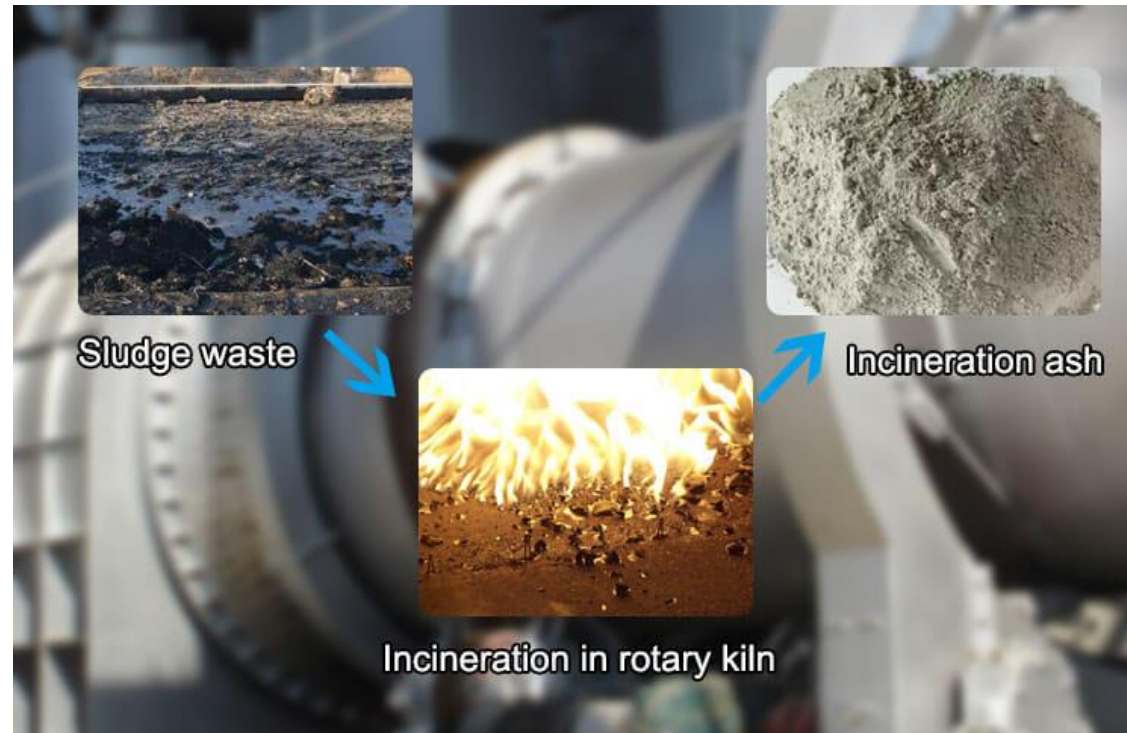
Πλεονεκτήματα:	Μειονεκτήματα:
<ul style="list-style-type: none">-μείωση του όγκου (κατά 95% +)-καταστροφή μικροοργανισμών-μείωση τοξικών ουσιών-δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας από τα αέρια της καύσης με την παραγωγή ατμού σε ατμολέβητες.	<ul style="list-style-type: none">-υψηλό κόστος επένδυσης και λειτουργίας-υψηλές ανάγκες συντήρησης και απαιτήσεις σε εξειδικευμένο προσωπικό- αέρια ρύπανση που απαιτεί εξειδικευμένα και υψηλής τεχνολογίας και κόστους επεξεργασίας καυσαερίων

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος - Συναποτέφρωση

Συναποτέφρωση ιλύος είναι δυνατόν να γίνει σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης δημοτικών αποβλήτων, η σε άλλες θερμικές εγκαταστάσεις που εξασφαλίζουν τα περιβαλλοντικά όρια επεξεργασίας αέριων ρύπων.

Αν και είναι δυνατόν να εφαρμοστεί και σε μηχανικά μόνο αφυδατωμένη ιλύ, γενικά προτιμάται η προηγούμενη ξήρανση, που της αποδίδει θερμικά χαρακτηριστικά παραπλήσια με τα υπόλοιπα (βασικά) καύσιμα.



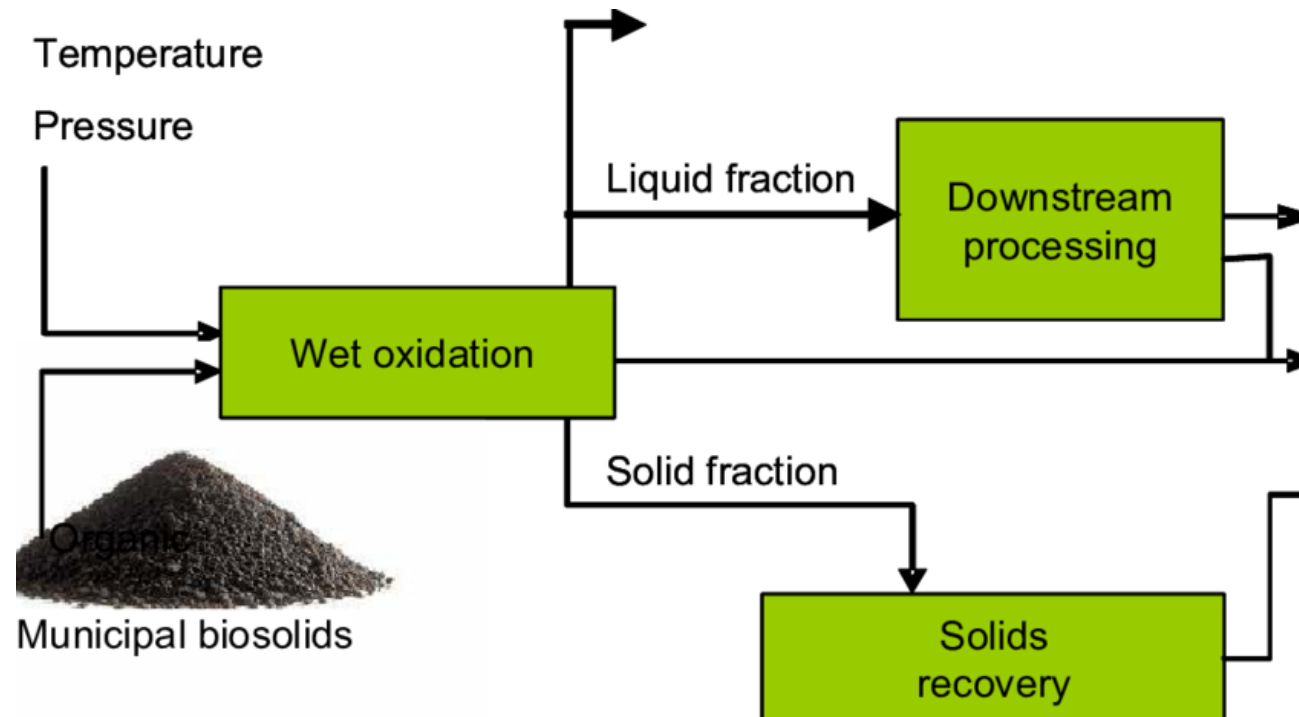
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος – Υγρή οξείδωση

Στοχεύει στην άμεση οξείδωση των οργανικών συστατικών της ανεπεξέργαστης ιλύος σε υγρό περιβάλλον, με υψηλές θερμοκρασίες και πίεση.

Κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η αποστείρωση του τελικού προϊόντος, ζήτημα σημαντικό σε περιπτώσεις π.χ. απόβλητων νοσοκομειακών μονάδων.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, οι υψηλές δαπάνες συντήρησης, το υψηλό δυναμικό διάβρωσης του εξοπλισμού και η δυσοσμία στην ατμόσφαιρα.



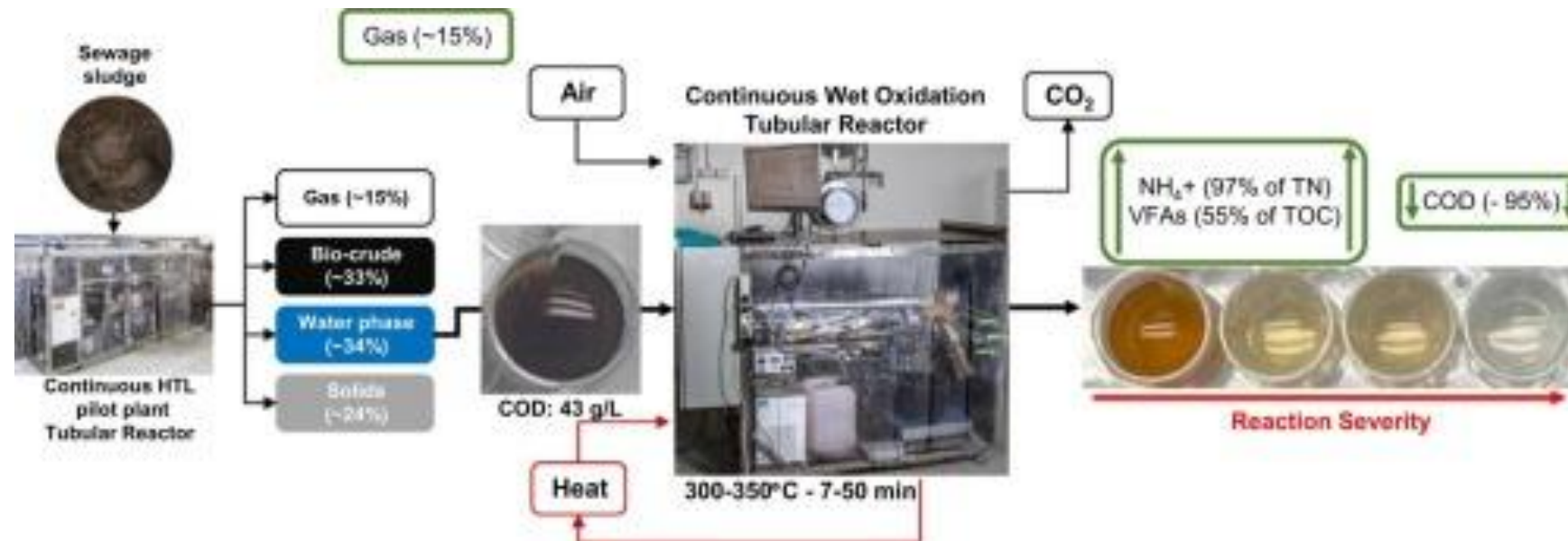
Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος – Υγρή οξείδωση

Στοχεύει στην άμεση οξείδωση των οργανικών συστατικών της ανεπεξέργαστης ιλύος σε υγρό περιβάλλον, με υψηλές θερμοκρασίες και πίεση.

Κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η αποστείρωση του τελικού προϊόντος, ζήτημα σημαντικό σε περιπτώσεις π.χ. απόβλητων νοσοκομειακών μονάδων.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, οι υψηλές δαπάνες συντήρησης, το υψηλό δυναμικό διάβρωσης του εξοπλισμού και η δυσοσμία στην ατμόσφαιρα.

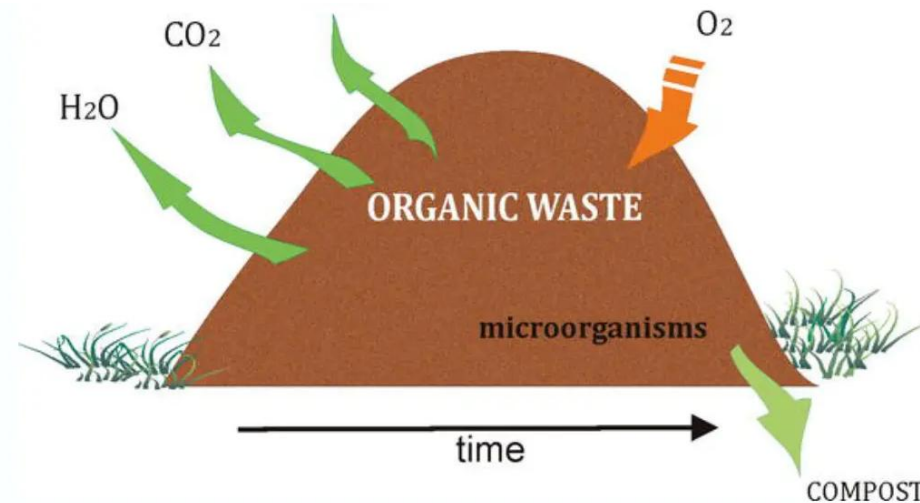


Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ / ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετάπειτα επεξεργασίες και διάθεση ιλύος – Κομποστοποίηση

Αποτελεί τεχνική περαιτέρω σταθεροποίησης, με μεσόφιλη κυρίως αερόβια αποδόμηση των υπολειπόμενων οργανικών ενώσεων, προς παρασκευή εμπορεύσιμου εδαφοβελτιωτικού υλίου (humus).

Εφαρμόζεται κυρίως η συν-κομποστοποίηση με το οργανικό κλάσμα των δημοτικών απορριμμάτων και λειοτεμαχισμένα αποκόμματα κήπων – δενδροστοιχιών (ροκανίδι), που αποφέρει ένα ελέγξιμο μίγμα βιολογικών ως προς επιθυμητές παραμέτρους, τόσο στην διαδικασία όσο και στο τελικό προϊόν (υγρασία, πορώδες, λόγος C/N, θρεπτικά).



COMPOSTING OF SEWAGE SLUDGE FROM TREATMENT PLANTS

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Οι εκπομπές από μονάδες επεξεργασίας ιλύος εξαρτώνται κατά μείζονα λόγο από τις διαδικασίες και τεχνικές που χρησιμοποιούνται και από την ποιότητα της ιλύος.

Επισημαίνεται εισαγωγικά ότι στις διάφορες τεχνικές συμπύκνωσης διαχωρίζεται υγρό, με χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των λυμάτων της Ε.Ε.Λ.

Στην (αποκλειστική σχεδόν) πλειοψηφία των περιπτώσεων που οι επεξεργασίες εκτελούνται πλησίον της Ε.Ε.Λ., τα διαχωριζόμενα υγρά, αλλά και τα όμβρια και οι ατυχηματικές διαρροές επαναδιαβιβάζονται (επανακυκλοφορούν) στην είσοδο της γραμμής λυμάτων της Ε.Ε.Λ., προς επεξεργασία.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Εκπομπές στην Ατμόσφαιρα

Εκπομπές αέριων ρύπων εντοπίζονται κυρίως στις περιπτώσεις:

Αναερόβια χώνευση

Παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια αποδόμηση των οργανικών ενώσεων

Η σύσταση του κυμαίνεται περίπου σε 65% μεθάνιο (CH_4), 35% διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) ενώ ανιχνεύονται σε μικρότερα ποσοστά υδρόθειο (H_2S) και άλλες ενώσεις του θείου, ενώσεις φωσφόρου, αζώτου κ.λπ.

Ξήρανση και διακίνηση ξηρής ιλύος

Τα αέρια ρεύματα των ξηραντήρων περιέχουν σωματίδια ιλύος και ποσότητες VOC, που είναι γενικά μικρές και εξαρτώνται από τον βαθμό της προηγούμενης σταθεροποίησης της. Επίσης μικρές ποσότητες H_2S , NH_3 , που τους προσδίδουν χαρακτηριστική οσμή.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Εκπομπές στην Ατμόσφαιρα

Εκπομπές αέριων ρύπων εντοπίζονται κυρίως στις περιπτώσεις:

Αποτέφρωση

Οι αποτεφρωτές είναι δυνατόν να εκπέμπουν σημαντικές ποσότητες αέριων ρύπων. Κατά κύριο λόγο οι ρύποι αποτελούνται από Αιωρούμενα σωματίδια (PM), μέταλλα, CO, NO_x, SO₂ και άκαυστους υδρογονάνθρακες. Οι εκπομπές εξαρτώνται από παράγοντες όπως:

- τύπος αποτεφρωτή
- συνθήκες καύσης
- τεχνικές ελέγχου των εκπομπών
- ποιότητα και χαρακτηριστικά ιλύος

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Εκπομπές στην Ατμόσφαιρα

Αποτέφρωση Πίνακας: Αέρια απόβλητα και ρύποι προτεραιότητας

Ρύπος	Εκπομπές / Παρατηρήσεις
Αιωρούμενα σωματίδια (PM),	Εξαρτώνται από τον τύπο του αποτεφρωτή. Αυξάνουν με την υγρασία και το ποσοστό των πτητικών στην ιλύ.
Μέταλλα και ενώσεις τους	Εξαρτώνται από την περιεκτικότητα στην ιλύ, την θερμοκρασία του θαλάμου καύσης και τις εκπομπές των PM. Καθώς τα περισσότερα μέταλλα (εκτός του πτητικού υδραργύρου) επικάθονται στα PM, η απομάκρυνση τους εξαρτάται από την καλή αποκονίωση.
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Σχηματίζεται στις περιπτώσεις που ο αέρας καύσης είναι χαμηλότερος του στοιχειομετρικά απαιτούμενου, ή όταν υπάρχει πολύ υψηλή περίσσεια, με αποτέλεσμα την ταπείνωση της θερμοκρασίας καύσης
NO _x , SO ₂	Εξαρτώνται από την εκάστοτε ποιότητα της ιλύος καθώς και από της εποχιακές της μεταβολές
TOC (VOC)	Εξαρτάται Κυρίως από τον τύπο του αποτεφρωτήρα και τις θερμοκρασιακές συνθήκες της αποτέφρωσης
HCl, HF, οργανοχλωριωμένες ενώσεις	Εξαρτώνται από την αρχική περιεκτικότητα στην ιλύ, τις συνθήκες καύσης και την αποτελεσματικότητα της αέριας αντιρρύπανσης

Πηγή: U.S. EPA, July 1995

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στερεά απόβλητα

Η επεξεργασμένη ιλύς δεν θεωρείται απόβλητο στην περίπτωση που επαναφέρεται στην οικονομική δραστηριότητα, χρησιμοποιείται δηλαδή ως εδαφοβελτιωτικό υλικό ή σε άλλες εμπορικές χρήσεις (compost, βιόφιλτρο), μετά την τελική της επεξεργασία.

Απαραίτητη (αλλά όχι ικανή) προϋπόθεση για την εφαρμογή στο έδαφος είναι να πληροί τις σχετικές προδιαγραφές ποιότητας, κυρίως ως προς βαρέα μέταλλα.

Σε κάθε άλλη περίπτωση το τελικό προϊόν αποτελεί στερεό απόβλητο, τα χαρακτηριστικά του οποίου εξαρτώνται από τις επεξεργασίες που εφαρμόζονται.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στερεά απόβλητα

Η τυπική σύσταση και τα χαρακτηριστικά της ιλύος πριν και μετά από τις διάφορες επεξεργασίες δίδονται στον επόμενο Πίνακα 4.3.2

Τύπος ιλύος	Στερεά DS (%)	οργανικά στερεά (% DS)	Ολικό N (%DS)	N-NH ₄ (%N)	C/N
Μίγμα ανεπεξέργαστης πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας (γενική περίπτωση)	3 - 5	60 - 80	3 - 5	<10	10 - 14
Ανεπεξέργαστη δευτεροβάθμια από εγκ/ση τύπου παρατεταμένου αερισμού	2 - 5	40 - 60	2 - 6	5 - 15	4 - 8
Μετά από αναερόβια χώνευση	5 - 10	40 - 80	2 - 7	20 - 40	5 - 10
Μετά από αερόβια σταθεροποίηση	4 - 8	50 - 70	3 - 8	5 - 10	5 - 8
Μετά από αφυδάτωση σε κλίνες ξήρανσης	35 - 50	35 - 50	2 - 4	<10	8 - 12
Μετά από μηχανική αφυδάτωση με προσθήκη χημικών	20 - 30	40 - 60	2 - 6	<5	5 - 10

ΠΗΓΗ : U.S.EPA, Βαβίζος - Βιολογικός καθαρισμός

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στερεά απόβλητα

Για την χρήση της ιλύος στην γεωργία κρίσιμη παράμετρο αποτελεί η περιεκτικότητα της σε βαρέα μέταλλα. Τα βαρέα μέταλλα δεν καταστρέφονται στις Ε.Ε.Λ., αν και απομακρύνονται σε ποσοστό μέχρι και 90% από το υδατικό ρεύμα.

Συγκεντρώνονται ως επί το πλείστον στην διαχωριζόμενη ιλύ.

Τα μέταλλα βρίσκονται στην ιλύ κυρίως σε μορφή αδιάλυτων θειούχων και ανθρακικών αλάτων ή συμπλοκών ιόντων, ή είναι ενσωματωμένα σε μικροοργανισμούς.

Στον Πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία συγκεντρώσεων και συμπεριφοράς των βαρέων μετάλλων σε Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων

Δευτερεύουσα πηγή βαρέων μετάλλων στο ρεύμα της ιλύος αποτελεί η χημική κατεργασία της με μεταλλικά άλατα ή πολυ-ηλεκτρολύτες κατά την χημική βελτίωση - προετοιμασία της για μηχανική αφυδάτωση (conditioning).

Αναφέρεται ότι τα άλατα αλουμινίου και σιδήρου που συνήθως χρησιμοποιούνται, περιέχουν μη αμελητέες προσμίξεις καδμίου, χρωμίου, νικελίου και μολύβδου. (*Water Quality International Vol. 03-04/98*).

Στερεό απόβλητο αποτελεί και η τέφρα, ιπτάμενη τέφρα ή άλλα υλικά της αέριας αντιρύπανσης στην περίπτωση της αποτέφρωσης.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στερεά απόβλητα

Στον Πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία συγκεντρώσεων και συμπεριφοράς των βαρέων μετάλλων σε Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων

Στοιχείο	Συγκέντρωση σε ανεπεξ. λύματα (mg/l)	Μέση Αναμενόμενη τιμή (mg/l)	Απομάκρυνση από τα λύματα στην Ε.Ε.Λ. (%)	Μέση συγκέντρωση σε ιζήματα (ιλύς) (mg/kg SS)
Cd	0,008 - 0,142	0,02	20-45	31
Cr	0,020 - 0,700	0,05	40-80	1,100
Cu	0,020 – 3,36	0,10	0-70	1,230
Hg	0,002 - 0,004	0,0013	20-75	6,6
Ni	0,0020 - 8,8	0,10	15-40	410
Pb	0,050 – 1,27	0,20	50-90	830
Zn	0,030 – 8,31	0,18	35-80	2,780

ΠΗΓΗ : U.S. EPA, Βαβίζος - Βιολογικός καθαρισμός

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τεχνικές πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Εντοπίζονται οι ακόλουθες δυο υποψήφιες τεχνικές - πρακτικές πρόληψης της ρύπανσης πριν την έναρξη των επεξεργασιών (παραγωγική διαδικασία):

- I. Ο έλεγχος ποιότητας εισροών στο αποχετευτικό δίκτυο
- II. Τα συστήματα παρατεταμένου αερισμού σε ΣτΕΛ

Η πρώτη προσβλέπει σε ποιοτικά καλύτερη ιλύ, ενώ η δεύτερη σε μείωση της παραγωγής της.

Κατά το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας αναφέρονται οι υπόλοιπες τεχνολογίες του πίνακα 1, οι οποίες μπορεί να εφαρμόζονται εναλλακτικά ή συμπληρωματικά, σύμφωνα με τα επιθυμητά τελικά χαρακτηριστικά της ιλύος και την επιλεγείσα λύση τελικής διάθεσης.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τεχνικές μετά την παραγωγική διαδικασία

Αναφέρονται κυρίως στις θερμικές επεξεργασίες (ξήρανση και αποτέφρωση) και αφορούν τον περιορισμό των ρύπων στα απαέρια - καυσαέρια και τη διαχείριση και διακίνηση των στερεών που προκύπτουν.

Θερμική Ξήρανση: τεχνικές αποκονίωσης, τεχνικές περιορισμού των VOC και οσμών με έκπλυση ή/και μετάκαυση, τεχνικές αποφυγής και ελέγχου της επαναιώρησης σωματιδίων από την αποξηραμένη ιλύ περιλαμβανόμενης και της αποφυγής εκρηκτικών αιωρημάτων.

Εφαρμόζονται ιδίως στα συστήματα ξήρανσης.

Αποτέφρωση: τεχνικές ελέγχου των ρύπων στα καυσαέρια.

Τεχνικές διακριτής επεξεργασίας και διαχείρισης των ενδεχόμενων εξαντλημένων υγρών έκπλυσης (υγρά συστήματα αφαίρεσης οξέων - μετάλλων)

Τεχνικές σταθεροποίησης - εγκιβωτισμού και ασφαλούς ταφής της τέφρας.

Στις τεχνικές μετά την επεξεργασία συγκαταλέγεται και η καύση - ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου κατά την αναερόβια χώνευση. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις ΒΔΤ μετά τις διαδικασίες επεξεργασίας της ιλύος.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Πρακτικές τελικής διάθεσης

Συνιστώμενη βέλτιστη πρακτική (Best Environmental Option) τελικής διάθεσης της ιλύος αποτελεί η εφαρμογή της στο έδαφος για εμπλουτισμό του με θρεπτικά συστατικά.

Η επιλογή αυτή έχει ήδη ενταχθεί στον ελληνικό σχεδιασμό της διαχείρισης αποβλήτων (ΚΥΑ 113944/97,) είναι δε δυνατόν - και ενδείκνυται - να υλοποιείται με συγκομποστοποίηση σταθεροποιημένης, αφυδατωμένης ιλύος με αστικά απόβλητα.

Σε περιπτώσεις που η επεξεργασμένη ιλύς δεν πληροί τις ισχύουσες προϋποθέσεις ποιότητας, εξετάζονται οι υπόλοιπες πρακτικές που αναφέρονται στον πίνακα 3.

Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές του κλάδου διαχείρισης των αποβλήτων

Επεξεργασία ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων και υγρών αποβλήτων

ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές πριν την επεξεργασία της ιλύος			
Έλεγχος ποιότητας εισροών στο αποχετευτικό δίκτυο	Περιορισμός εισαγωγής επικίνδυνων μη διασπώμενων ουσιών (βαρέων μετάλλων) στο σύστημα. Επιτυγχάνεται με: - Έκδοση και έλεγχος κανονισμών σε σχέση με την επιτρεπόμενη ποιότητα - Tests τοξικότητας* (bioassays) - Προσομοιωτικές (Simulative) Μεθόδους	Αποφυγή της εισαγωγής ουσιών στο δίκτυο, που, μη δυνάμενες να καταστραφούν, καταλήγουν στην ιλύ, επιβαρύνοντας την ποιότητα της (κυρίως βαρέα μέταλλα)	Εφαρμόζεται προκειμένου για συνδέσεις σε κοινά αποχετευτικά συστήματα βιομηχανικών, βιοτεχνικών ή άλλων χρηστών, οι παραγωγικές διαδικασίες των οποίων συνιστούν καταρχήν κίνδυνο επιβάρυνσης των εκροών με τις υπόψη παραμέτρους. Οι ρυθμιζόμενες παράμετροι μπορεί να περιλαμβάνουν βαρέα μέταλλα, κυανιούχα ή θειοκυανιούχα άλατα, έλαια - λίπη, φαινόλες ή άλλες μη βιοδιασπάσιμες ενώσεις, αλλά και υπερβολικές τιμές σε θρεπτικά, αιωρούμενα στερεά διαβρωτικών (οξέα, θειούχα) κ.λ.π. Εφαρμόζεται σε νέες και υφιστάμενες μονάδες
Συστήματα παρατεταμένου αερισμού σε ΕΕΛ	εξαντλητική βιολογική επεξεργασία των λυμάτων σε αερόβιες συνθήκες	Μείωση της ειδικής παραγωγής ιλύος, βελτίωση της σταθερότητας	Αφορά τον συνολικό σχεδιασμό των ΕΕΛ. Συνδυάζεται συνήθως με νιτροποίηση/απονιτροποίηση λυμάτων. Περιορισμοί της εφαρμογής σε μεγάλες εγκαταστάσεις Εφαρμογή μόνο σε νέες μονάδες
Τεχνικές κατά την επεξεργασία			
Τεχνικές Αφυδάτωσης			
Πάχυνση	Πραγματοποιείται με παχυντές βαρύτητας, μηχανικούς παχυντές ή παχυντές με επίπλευση	Μείωση όγκου - αύξηση περιεκτικότητας σε στερεά (D.S. 5-8%)	Βαθμός συμπίκνωσης: παχυντές βαρύτητας < μηχανικοί παχυντές < παχυντές με επίπλευση Μικρό κόστος κατασκευής και λειτουργίας Προεπεξεργασία, εφαρμόζεται και σε μη σταθεροποιημένη ιλύ. Τα διαχωριζόμενα υγρά επιστρέφουν στην ΕΕΛ.
Μηχανική αφυδάτωση	Συμπίεση της ιλύος σε πρέσες, ταινιοφιλτρόπρεσες και φυγοκέντριση	μείωση όγκου - αύξηση περιεκτικότητας σε στερεά (D.S. έως 20 – 30%)	Οι μηχανικές πρέσες οδηγούν σε υψηλότερη συμπίκνωση. Οι ταινιοφιλτρόπρεσες απαιτούν σημαντικό κόστος εγκατάστασης και μεγάλες ποσότητες νερού, μικρό κόστος λειτουργίας και μικρή έκταση.
Κλίβες ξήρασης	Διήθηση του νερού της ιλύος μέσα σε κλίβες άμμου, που διαρκεί περίπου 1-3 ημέρες και, σε συνέχεια εξάτμιση νερού και ξήρανση ιλύος για 10-12 ημέρες περίπου.	Κατά το πρώτο στάδιο, αύξηση στερεών σε 15-25% DS. Μετά από πλήρη εξάτμιση, η περιεκτικότητα σε DS > 40%.	Πλεονεκτεί στις μικρότερες μονάδες: + ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας + απαίτηση μη ειδικευμένου προσωπικού + δεν απαιτείται η χρήση χημικών - μεγάλη έκταση, οσμές - απόδοση που εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες κατασκευή: ≈10% του συνολικού κόστους Ε.Ε.Λ. λειτουργία: ≈2% των ετήσιων δαπανών

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές πριν την επεξεργασία της ιλύος			
Έλεγχος ποιότητας εισροών στο αποχετευτικό δίκτυο	Περιορισμός εισαγωγής επικίνδυνων μη διασπώμενων ουσιών (βαρέων μετάλλων) στο σύστημα. Επιτυγχάνεται με: - Έκδοση και έλεγχο κανονισμών σε σχέση με την επιτρεπόμενη ποιότητα - Tests τοξικότητας* (bioassays) - Προσομοιωτικές (Simulative) Μεθόδους	Αποφυγή της εισαγωγής ουσιών στο δίκτυο, που, μη δυνάμενες να καταστραφούν, καταλήγουν στην ιλύ, επιβαρύνοντας την ποιότητα της (κυρίως βαρέα μέταλλα)	Εφαρμόζεται προκειμένου για συνδέσεις σε κοινά αποχετευτικά συστήματα βιομηχανικών, βιοτεχνικών ή άλλων χρηστών, οι παραγωγικές διαδικασίες των οποίων συνιστούν καταρχήν κίνδυνο επιβάρυνσης των εκροών με τις υπόψη παραμέτρους. Οι ρυθμιζόμενες παράμετροι μπορεί να περιλαμβάνουν βαρέα μέταλλα, κυανιούχα ή θειοκυανιούχα άλατα, έλαια - λίπη, φαινόλες ή άλλες μη βιοδιασπάσιμες ενώσεις, αλλά και υπερβολικές τιμές σε θρεπτικά, αιωρούμενα στερεά διαβρωτικών (οξέα, θειούχα) κ.λ.π. Εφαρμόζεται σε νέες και υφιστάμενες μονάδες
Συστήματα παρατεταμένου αερισμού σε ΕΕΛ	εξαντλητική βιολογική επεξεργασία των λυμάτων σε αερόβιες συνθήκες	Μείωση της ειδικής παραγωγής ιλύος, βελτίωση της σταθερότητας	Αφορά τον συνολικό σχεδιασμό των ΕΕΛ. Συνδυάζεται συνήθως με νιτροποίηση/ απονιτροποίηση λυμάτων. Περιορισμοί της εφαρμογής σε μεγάλες εγκαταστάσεις Εφαρμογή μόνο σε νέες μονάδες

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές κατά την επεξεργασία			
Τεχνικές Αφυδάτωσης			
Πάχυνση	Πραγματοποιείται με παχυντές βαρύτητας, μηχανικούς παχυντές ή παχυντές με επίπλευση	Μείωση όγκου - αύξηση περιεκτικότητας σε στερεά (D.S. 5-8%)	Βαθμός συμπύκνωσης: παχυντές βαρύτητας < μηχανικοί παχυντές < παχυντές με επίπλευση Μικρό κόστος κατασκευής και λειτουργίας Προεπεξεργασία, εφαρμόζεται και σε μη σταθεροποιημένη ιλύ. Τα διαχωριζόμενα υγρά επιστρέφουν στην ΕΕΛ.
Μηχανική αφυδάτωση	Συμπίεση της ιλύος σε πρέσες, ταινιοφιλτρόπρεσες και φυγοκέντριση	μείωση όγκου - αύξηση περιεκτικότητας σε στερεά (D.S. έως 20 – 30%)	Οι μηχανικές πρέσες οδηγούν σε υψηλότερη συμπύκνωση. Οι ταινιοφιλτρόπρεσες απαιτούν σημαντικό κόστος εγκατάστασης και μεγάλες ποσότητες νερού, μικρό κόστος λειτουργίας και μικρή έκταση.
Κλίνες ξήρανης	Διήθηση του νερού της ιλύος μέσα σε κλίνες άμμου, που διαρκεί περίπου 1-3 ημέρες και, σε συνέχεια εξάτμιση νερού και ξήρανση ιλύος για 10-12 ημέρες περίπου.	Κατά το πρώτο στάδιο, αύξηση στερεών σε 15-25% DS. Μετά από πλήρη εξάτμιση, η περιεκτικότητα σε DS > 40%.	Πλεονεκτεί στις μικρότερες μονάδες: + ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας + απαίτηση μη ειδικευμένου προσωπικού + δεν απαιτείται η χρήση χημικών - μεγάλη έκταση, οσμές - απόδοση που εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες κατασκευή: ≈10% του συνολικού κόστους Ε.Ε.Λ. λειτουργία:≈2% των ετήσιων δαπανών
Λίμνες ξήρανης (Lagoons)	Αφυδάτωση - σταθεροποίηση με μακρόχρονη παραμονή σε ρηχά τέλματα. Είναι δυνατόν να συνδυάζεται με υδροχαρή φυτά	Βασικό μηχανισμό αποτελεί η εξάτμιση. Δευτερευόντως τελείται με την διαπνοή των φυτών που αναπτύσσονται Η βιολογική σταθεροποίηση γίνεται αερόβια (επιφάνεια), αναερόβια (πυθμένας) ή facultative (καλάμια) Η ηλιοφάνεια και η παρατεταμένη παραμονή συμβάλλουν στην απολύμανση από παθογόνα βακτήρια.	+ ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας + δεν απαιτείται η χρήση χημικών + μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απόρριψη της ιλύος σε περίπτωση ανάγκης - πιθανότητα δημιουργίας κακοσμίας, όταν η ιλύς δεν είναι καλά σταθεροποιημένη - μεγάλη απαίτηση σε επιφάνεια Μικρό κόστος, ιδιαίτερα κατάλληλη για πολύ μικρές - απομακρυσμένες μονάδες
Θερμική ξήρανση	Ξήρανση σε άμεσα ή έμμεσα συστήματα με την βοήθεια θερμικής ενέργειας	Σημαντική μείωση όγκου (περιεκτικότητα σε DS > 90%), εξάτμιση VOC αποστείρωση Τα άμεσα συστήματα απαιτούν έλεγχο απαερίων (οσμές, VOC, αιωρούμενα) Πρόληψη επαναιώρησης TPM, έλεγχος εκρηκτικών καταστάσεων, επιστροφή	+ compact κατασκευή - οσμές, TPM (ελέγχονται) - κίνδυνοι εκρήξεων κατά την αποθήκευση υλικού Σημαντικό κόστος κατασκευής - λειτουργίας Αν συνδυάζεται με αξιοποίηση βιοαερίου (συμπαγωγή ηλ. ρεύματος) =>

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές κατά την επεξεργασία			
Προ-επεξεργασίες Αφυδάτωσης (conditioning)			
Χημική Βελτίωση	Με προσθήκη κροκιδωτικών (άλατα Al, Fe, πολυηλεκτρολύτες)	Ελάττωση συνάφειας στερεών. νερού	Κύρια εν χρήσει μέθοδος πριν από ταινιοφιλτρόπρεςες. -υψηλή λειτουργική δαπάνη (πολυηλεκτρολύτες) -δευτερογενής πηγή βαρέων μετάλλων στην ιλύ (άλατα)
Θερμική Βελτίωση	Με ολιγόχρονη θέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία (T 160-210C, t 30-90 min, P 10-15 atm)	Ελάττωση συνάφειας στερεών. νερού Αποστείρωση	Ασφαλέστερη της χημικής + αποστείρωση Η δαπάνη εξαρτάται κυρίως από την δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου Κατάλληλη για εντασσόμενες και λίγο μικρότερες μονάδες

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές κατά την επεξεργασία			
Τεχνικές σταθεροποίησης			
Αερόβια χώνευση	Σταθεροποίηση σε βαθμό επαρκούς αυτο-οξειδώσεως με αερόβιο μηχανισμό	Βελτιστοποιείται με έλεγχο υδραυλικού χρόνου παραμονής και φόρτισης στερεών, προσδιδόμενου οξυγόνου, ενέργειας ανάμιξης, γενικών συνθηκών περιβάλλοντος	Ευνοϊκό κόστος κατασκευής - ενδεχόμενες οσμές (περίπτωση μη ελέγχου) - αυξημένο κόστος λειτουργίας, έλλειψη ενεργειακών gains Κατάλληλη για μικρότερες μονάδες
Αναερόβια χώνευση	βιολογική επεξεργασία της λάσπης με την βοήθεια αναερόβιων οργανισμών σε δύο στάδια (υδρόλυση-οξεογένεση και μεθανογένεση)	Βελτιστοποιείται σε μεσόφιλες θερμοκρασίες (35-38 °C) με έλεγχο υδραυλικού χρόνου παραμονής και στερεών, ενέργειας ανάμιξης. Μετατροπή >65% των MLVS σε CH ₄ (65-70%), CO ₂ (30-35%), ίχνη H ₂ S κ.λπ.	Υψηλό κόστος κατασκευής και απαιτήσεις τεχνογνωσίας για τον έλεγχο της λειτουργίας - κίνδυνοι «δηλητηρίασης» - με αξιοποίηση βιοαερίου : ενεργειακή αυτοδυναμία και οφέλη ως και 30% των συνολικών απαιτήσεων της Ε.Ε.Λ. Κατάλληλη για εντασσόμενες και μικρότερες μονάδες με min. Ι.Π.> 80-100.000 κάτοικοι.
Χημική σταθεροποίηση	Προσθήκη ρυθμιστών του pH (λεπτά σωματίδια ασβέστη, clinker ποζολάνες) μετά την αφυδάτωση	Αναστέλλουν την επαναδιάλυση των μετάλλων, και ελέγχουν τους ρυθμούς διαλυτοποίησης των θρεπτικών συστατικών P και N	Εφαρμόζεται και στην αδρανοποίηση της τέφρας από την αποτέφρωση ιλύος. Δυνατότητα χρήσης υπτάμενης τέφρας ΘΗΣ
Κομποστοποίηση	Αερόβια σταθεροποίηση σε μεσόφιλες συνθήκες, με έλεγχο της υγρασίας, [O]	Α' - ύλη : ιλύς με D.S. 30-50% Έλεγχος βαρέων μετάλλων Τελική επεξεργασία για εδαφοβελτιωτικό	Ενδείκνυται η συγκομποστοποίηση με οργανικό κλάσμα απορριμμάτων και αποκόμματα κλαδιών (πορώδες, C/N) Η πρώτη πλήρους κλίμακας μονάδα στην Ελλάδα κατασκευάζεται στα Α. Λιόσια.
Σταθεροποίηση με γαιοσκώληκες	Η ιλύς τροφοδοτείται ως θρεπτικό υλικό κοινωτών γαιοσκωλήκων, τα εκκρίματα των οποίων αποτελούν το τελικό σταθεροποιημένο υλικό	Μείωση αρχικού όγκου κατά 70% περίπου Μικροβιακή σταθεροποίηση, Βελτίωση λόγου C/N εδαφοβελτιωτικών ιδιοτήτων Τελική επεξεργασία για εδαφοβελτιωτικό	Συμβάλλει ενδεχόμενα και σε απομείωση βαρέων μετάλλων και ανθεκτικών, βιοσυσσωρευόμενων ουσιών (PCBs, οργανοφωσφορικών κ.λπ.), κατά την διέλευση τους από τον οργανισμό των σκωλήκων (υπό διερεύνηση). Εφαρμογές σε ΗΠΑ, Αυστραλία.

Πίνακας 1 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ πριν και κατά την παραγωγική διαδικασία

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Τεχνικές σταθεροποίησης			
Αποτέφρωση			
Αποτεφρωτές πολλαπλών εστιών	Διαβίβαση σε διαδοχικές εστίες, με ταυτόχρονο θρυμματισμό και επαφή των σωματιδίων με θερμά αέρια (400 -500°C) κατ' αντιστροφή.	Πλήρης αποτέφρωση οργανικών Καταστροφή τοξικών ενώσεων Μείωση όγκου σε 3-5 %	Υψηλό κόστος, ενδεχόμενα θερμικά οφέλη Απαιτεί έλεγχο και περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (αποκονίωση, απομάκρυνση οξέων, PCDD/PCDF, ενδεχόμενα NOx , βαρέων μετάλλων) , αποφυγή ή διακριτή επεξ, υγρών αποβλήτων Η τέφρα ενδεχόμενα επικίνδυνη (βαρέα μέταλλα), η ιπτάμενη τέφρα πλέον επιβαρημένη => εγκιβωτισμός, ασφαλής ταφή
Ρευστοστερεάς κλίνης	Ανάμιξη με κοκκώδες υλικό (άμμος) - ρευστοαίωση και καύση σε T 800-900 ° C σε τυρβώδεις συνθήκες	Πλήρης αποτέφρωση οργανικών Καταστροφή τοξικών ενώσεων Μείωση όγκου σε 3-5 % Το υλικό αιώρησης ανακυκλοφορεί.	Υψηλό κόστος - βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση Απαιτεί έλεγχο και περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (αποκονίωση, απομάκρυνση οξέων, PCDD/PCDF βαρέων μετάλλων), αποφυγή ή διακριτή επεξ, υγρών αποβλήτων . Μόνο ιπταμένη τέφρα ενδεχόμενα επικίνδυνη (βαρέα μέταλλα) => εγκιβωτισμός, ασφαλής ταφή
Καύση σε κλιβάνους clinker η θερμοηλεκτρικούς σταθμούς	Καύση σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (ικανές για την αποτέφρωση επικίνδυνων υλικών) σε εγκ/σεις υψηλής αέριας αντιρρύπανσης	Περιορισμοί στην τροφοδοσία Προαπαιτεί αποστείρωση και εκτεταμένη αποξήρανση Καταστροφή των τοξικών ενώσεων Δέσμευση των βαρέων μετάλλων (πλην του Hg) από το τσιμέντο	Επιθυμητή σε σχέση με την ανέγερση ίδιων εγκαταστάσεων, εφόσον υποκαθιστά συμβατικά καύσιμα. Έλεγχος διαφυγών Hg, και ενδεχόμενων επιπτώσεων σε τέφρα, ιπτάμενη τέφρα (ΘΗΣ) Αποδεκτό οριακό κόστος, να συνεξετάζεται στην περίπτωση επιβαρημένης ιλύος με βαρέα μέταλλα

Πίνακας 2 Μονάδες επεξεργασίας ιλύος: Β.Δ.Τ μετά τις διαδικασίες επεξεργασίας της ιλύος

Τεχνολογία / Πρακτική	Περιγραφή	Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα	Παρατηρήσεις Κόστος εφαρμογής
Απαγωγή - επεξεργασία και αξιοποίηση του βιοαερίου	συλλογή βιοαερίου από τους αναερόβιους χωνευτές, καθαρισμός, αποθήκευση σε αεριοφυλάκια, αξιοποίηση στην (συν)παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.	Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου Αποφυγή ατυχημάτων Παραγωγή ήπιας μορφής ενέργειας	Τμήμα της θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χωνευτών
αέρια αντιρρύπανση εγκαταστάσεων θερμ. αφυδάτωσης αποτέφρωσης	Ξηρή-υγρή αποκονίωση, αφαίρεση VOC, οξέων, NOx, PCDD/PCDF, βαρέων μετάλλων	Περιορισμός αέριας ρύπανσης και οσμών	Διακριτή (προ)επεξεργασία τυχόν υγρών αποβλήτων
σταθεροποίηση τέφρας εγκαταστάσεων θερμ. αφυδάτωσης - αποτέφρωσης	Ρύθμιση σε υψηλό pH Εγκιβωτισμός - διαλυτοποίηση με τσιμέντο, ποζολανικά υλικά	Περιορισμός κινδύνων διαλυτοποίησης των περιεχόμενων βαρέων μετάλλων	Διάθεση σε χώρους ασφαλούς ταφής

Πίνακας 3 Διάθεση επεξεργασμένης ιλύος : διαθέσιμες πρακτικές

Πρακτική	Εφαρμογή	Κόστος - Παρατηρήσεις
Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού	Επεξεργασμένη ιλύς που πληροί τις προϋποθέσεις της ΚΥΑ 80568/4255. Συγκομποστοποίηση με απορρίμματα- κλαδιά	Βέλτιστη Πρακτική. Κόστος: αναφέρεται κυρίως στην μεταφορά-διάστρωση υλικού
Διάθεση σε ΧΥΤΑ	Επεξεργασμένη ιλύς που δεν μπορεί να διατεθεί στο έδαφος. Απαιτεί ειδικούς περιβαλλοντικούς όρους, και προβλέψεις στον Χώρο Ταφής Είναι δυνατόν να υποκαταστήσει εν μέρει τα υλικά καθημερινής και Τελικής κάλυψης	Κόστος: μεταφορά υλικού + τέλη διάθεσης Προγραμματίζονται περιορισμοί από την Οδηγία Ταφής Αποβλήτων
Αποτέφρωση	Αποτελεί ταυτόχρονη τεχνική επεξεργασίας και διάθεσης για ιλύ επιβαρημένη με βαρέα μέταλλα. Απαιτεί ειδική εγκατάσταση, ή αποδοχή από άλλη κατάλληλη εγκατάσταση καύσης (ΘΗΣ, τσιμεντάδικα), με τήρηση των υπ. Β.Δ.Τ. ως προς της εκπομπές στην ατμόσφαιρα και την διαχείριση της τέφρας	Ενδείκνυται η καύση σε υφιστάμενη εγκ/ση, για επιβαρημένες ιλύες σε μεγάλες - σταθερές παροχές (μακροχρόνιες συμβάσεις) Κόστος Επένδυσης: 20.000 tn D.S./yr => 45 MEURO Ετήσια επιβάρυνση *:3-9 MEURO