

ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εκπονήθηκε από Ομάδα Εργασίας του ΤΕΕ / ΤΑΚ

Εμμ. Μαυράκης Χημικός Μηχ/κός ως συντονιστής

Καλ. Τζαβλάκη Πολιτικός Μηχ/κός

Μιχ. Αγριόγιαννος Μηχ/γος Μηχ/κός

Χαρίδ. Παπαματθαϊάκης Μηχ/γος Μηχ/κός

2002

Δεκέμβριος

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Ω Ν

1. Εισαγωγή
2. Συμπεράσματα ημερίδων και εργασιών που έχουν αναφερθεί στα συστήματα επεξεργασίας και διάθεσης μικρών πληθυσμιακών μεγεθών
3. Υφιστάμενη κατάσταση στους Δήμους της Αν. Κρήτης
4. Νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει τις υποχρεώσεις έναντι της Ε.Ε. και πλαίσιο προετοιμασίας έργων
 - Κριτήρια επιλεξιμότητας και ωριμότητας έργων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων
 - Οδηγός νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων
5. Παρουσίαση των διαφόρων συστημάτων επεξεργασίας για μικρά πληθυσμιακά μεγέθη
Εισαγωγή στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων μικρών κοινοτήτων
- 5^α. Περιγραφή των συστημάτων
 - Συστήματα ενεργού ιλύος
 - Πρωτοβάθμιας καθίζησης - Σηπτική δεξαμενή
 - Προσκολλημένης βιομάζας
 - Βιοδίσκοι
 - Οξειδωτικοί τάφροι
 - Συστήματα SBR (Sequencing Batch Reactor)
 - Χαλικοδιυλιστήριο
 - Αμμόφιτρο
 - Compact συνεχούς ροής
- 5^β. Κριτήρια αξιολόγησης μεθόδων σε σχέση με τον αποδέκτη και τις τοπικές συνθήκες⁵
- 5^γ. Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα των μεθόδων
6. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων
7. Περιβαλλοντικοί όροι για την κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων

- Ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής σε σχέση με την τελική διάθεση
- Έλεγχοι – Παράμετροι και συχνότητα δειγματοληψίας

8. Τελικό στάδιο επεξεργασίας των αποβλήτων

8^α Απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων

8^β Επεξεργασία της παραγόμενης λάσπης και τρόπος τελικής διάθεσης

9. Διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων

9^α. Σε θαλάσσιο αποδέκτη

- Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά υποθαλάσσιων αγωγών
- Ελάχιστη αραίωση για εκροή από διαχυτήρα
- Σχήματα νομογραφημάτων και μαθηματικές σχέσεις

9^β. Στο έδαφος και προϋποθέσεις άρδευσης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος του τεύχους αυτού που εκπονήθηκε από Ομάδα εργασίας του ΤΕΕ / ΤΑΚ αποτελούμενη από τους :

Εμμ. Μαυράκη Χημικό Μηχανικό ως συντονιστή
Καλλιόπη Τζαβλάκη Πολιτικό Μηχανικό
Χαρίδημο Παπαματθαϊάκη Μηχανολόγο Μηχανικό
Αγριόγιαννο Μιχάλη Μηχανολόγο Μηχανικό

είναι η πληροφόρηση κυρίως των μηχανικών των Δήμων για τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων των μικρών οικισμών ή ομάδας οικισμών που δεν ξεπερνούν τους 10.000 κατοίκους.

Τα τελευταία χρόνια, ενώ η μέθοδος της ενεργούς ιλύος, έχει γίνει αρκετά προσφιλής και προσηνής στους μηχανικούς των δήμων και στους δημάρχους τα αποτελέσματα της λειτουργίας της δεν μας έχουν πείσει ότι είναι μονόδρομος.

Ο βασικός λόγος είναι ότι αρκετοί δήμοι, για να μην πούμε όλοι, τουλάχιστον σε επίπεδο Κρήτης, που σχεδιάζουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, έχουν επιλέξει την μέθοδο της αερόβιας επεξεργασίας με ενεργό ιλύ αφού όλο και περισσότερες εταιρείες προσφέρουν πιο εκσυγχρονισμένα συστήματα ενώ όλο και περισσότεροι τεχνικοί (μηχανικοί και συντηρητές) αποκτούν εμπειρίες στον τρόπο αντιμετώπισης των όποιων δυσκολιών παρουσιάζονται.

Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος κατασκευής αλλά κυρίως συντήρησης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων, στο οποίο πολλές φορές οι μικροί κυρίως Δήμοι δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν οικονομικά.

Όσο το πληθυσμιακό μέγεθος ελαττώνεται τόσο το κόστος κατασκευής και λειτουργίας ανά ισοδύναμο κάτοικο αυξάνεται.

Οι μικροί Δήμοι ούτε εξειδικευμένο προσωπικό διαθέτουν ούτε φορέα όπως οι ΔΕΥΑ. Δεν έχουν επίσης ανάλογη εμπειρία και τεχνική υποστήριξη.

Η μέχρι σήμερα εμπειρία μας από την προσπάθεια δημιουργίας συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων με κλασικές μεθόδους από μικρούς δήμους επιβεβαιώνει τους παραπάνω ενδοιασμούς μας αφού έχει πλέον αποδειχθεί ότι οι μονάδες είτε δεν σχεδιάστηκαν σωστά είτε διεκόπη η λειτουργία τους για διάφορους λόγους είτε κατασκευάστηκαν πριν κατασκευαστεί ή και ολοκληρωθεί το σύστημα αποχέτευσης ή λειτούργησαν αρχικά και στη συνέχεια διεκόπη η λειτουργία τους ή αστόχησαν.

Επιβάλλεται, κυρίως όταν δεν υπάρχουν απαιτήσεις για υψηλής καθαρότητας λύματα, τα οποία θα οδηγηθούν για άρδευση κυρίως αμπελώνων και κηπευτικών να εξετάζουμε και άλλες μεθόδους οι οποίες θα είναι μικρότερου αρχικού –

κατασκευαστικού κόστους αλλά κυρίως χαμηλότερης δαπάνης συντήρησης και λειτουργίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες, μετά την εντυπωσιακή επιτυχία και την καθιέρωση των κεντρικών Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ), όλοι σχεδόν πίστεψαν ότι σε ελάχιστο χρονικό διάστημα τα δίκτυα αποχέτευσης θα κάλυπταν και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές με την κεντρική μονάδα, με αυξημένη δυναμικότητα. Όμως η σύνδεση όλων των απομακρυσμένων με τις κεντρικές μονάδες τελικά αποδείχθηκε ιδιαίτερα δυσχερής ή ανεδαφική λύση κυρίως επειδή :

- Α) Το κόστος των απαιτούμενων έργων συχνά είναι υπερβολικά μεγάλο σε σχέση με τους εξυπηρετούμενους κατοίκους
- Β) Απαιτούνταν πολλά αντλιοστάσια (όταν δεν επαρκούσαν οι κλίσεις, ιδιαίτερα σε επίπεδες ή παράκτιες περιοχές)
- Γ) Προκαλούσαν προβλήματα οσμαερίων και διαβρώσεων εξαιτίας μεγάλου χρόνου παραμονής των λυμάτων, μέχρι την άφιξη τους στην κεντρική μονάδα. Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα οξύ σε θερμές περιοχές κυρίως την θερινή περίοδο.
- Δ) Η όδευση των δικτύων βαρύτητας είναι δυσχερής ιδιαίτερα σε περιοχές με ανώμαλο ανάγλυφο και διάφορες εγκαταστάσεις.

Η τεχνογνωσία της επεξεργασίας και διαχείρισης υγρών αποβλήτων με μικρά αποκεντρωμένα συστήματα, που να βασίζονται σε φυσικές κυρίως διεργασίες, σε συνδυασμό με την επαναχρησιμοποίηση των εκροών τους σε γεωργικές χρήσεις, έχει αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια σε πολλές προηγμένες χώρες και ιδιαίτερα στις ΗΠΑ.

Η ανάπτυξη τεχνογνωσίας σε αντικείμενα υγροβιοτόπων, εφαρμογής στο έδαφος και άλλων, έχει αποδώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα για εφαρμογή τους σε μικρούς οικισμούς.

Το κρίσιμο πληθυσμιακό μέγεθος είναι μέχρι 10.000 ι.κ. υποστηρίζουν κάποιοι. Σήμερα είμαστε σχεδόν βέβαιοι ότι για πληθυσμιακό μέγεθος μέχρι 2.000 ι.κ. έχουν ικανοποιητική απόδοση ενώ για μεγαλύτερους πληθυσμούς απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις και πιθανώς προβλήματα στη λειτουργία και συντήρησή τους (δεν υπάρχει επαρκής εμπειρία).

Τα συστήματα αυτά εντάσσονται πλήρως στη νέα νοοτροπία επιστροφής σε απλά, αποτελεσματικά συστήματα, συμβατά με φυσικές διεργασίες, χωρίς πολύπλοκα μηχανήματα και ενεργοβόρες διαδικασίες. Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση, ενώ το κόστος λειτουργίας τους είναι σχετικά μικρό. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την απλότητα τους, την πλήρη συμβατότητα τους με το φυσικό περιβάλλον, την προσαρμοστικότητα τους στα κλιματολογικά δεδομένα, όπως αυτά της ΝΑ Ελλάδος, που ευνοούν μεγάλους ρυθμούς ανάπτυξης φυσικών διεργασιών και τη δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης εκροών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση.

Γι αυτό απαιτείται άμεσα ορθή ενημέρωση, σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής τέτοιων έργων και την απόκτηση τεχνογνωσίας για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων σε πολλές εκατοντάδες μικρούς οικισμούς της χώρας.

Συνοψίζοντας επομένως τα παραπάνω επισημαίνουμε τις δύο βασικές αδυναμίες στις μικρές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων που αφορούν τον προσδιορισμό με τεχνοοικονομική μελέτη του πιο είναι το :

- Κρίσιμο (βιώσιμο) πληθυσμιακό μέγεθος για τη δημιουργία ΔΕΥΑ και παράγοντες που μπορεί να το επηρεάζουν αφού βασική αδυναμία της καλής λειτουργίας των εγκατα-στάσεων ενός δήμου που μπορεί να είναι δύο και τρεις είναι η ανυπαρξία ΔΕΥΑ. Δεν μπορούμε όμως να δεσμευθούμε στην πρόταση που όλοι σήμερα οι Δήμοι επιδιώκουν ότι κάθε Δήμος πρέπει να έχει και μια ΔΕΥΑ.
- Κρίσιμο (βιώσιμο) πληθυσμιακό μέγεθος για τις εγκαταστάσεις αερόβιας επεξεργασίας με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος.

Επισημαίνεται επίσης η ανάγκη εκπόνησης διαχειριστικών σχεδίων για την επεξεργασία και τελική διάθεση των λυμάτων σε επίπεδο Δήμου από τις Τεχνικές Υπηρεσίες κατ' αρχάς των Δήμων οι οποίες καλούνται να περιγράψουν και να προσδιορίσουν το πρόβλημα προτείνοντας λύσεις που θεωρούν εφικτές για την περιοχή τους.

Θα πρέπει με εγκύκλιο ή με τρόπο σαφή να γίνει υπόμνηση στους Δήμους ότι δεν μπορούν να μελετούν και να προτείνουν την κεντρική εγκατάσταση του μεγαλύτερου οικισμού (έδρας), εάν δεν έχουν ξεκαθαρίσει με σαφήνεια το συνολικό σχεδιασμό της διαχείρισης λυμάτων και αποβλήτων σε επίπεδο Δήμου.

Με αφορμή τον παραπάνω στόχο, δίδεται μια ιδιαίτερη έμφαση (γίνεται μεγαλύτερη ανάλυση) στο τεύχος αυτό στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων.

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Στόχος του τεύχους αυτού που εκπονήθηκε από Ομάδα εργασίας του ΤΕΕ / ΤΑΚ είναι η πληροφόρηση κυρίως των μηχανικών των Δήμων για τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων των

μικρών οικισμών ή ομάδας οικισμών που δεν ξεπερνούν τους 10.000 κατοίκους.

Τα τελευταία χρόνια, ενώ η μέθοδος της ενεργούς ιλύος, έχει γίνει αρκετά προσφιλή και προσηνής στους μηχανικούς των δήμων και στους δημάρχους τα αποτελέσματα της λειτουργίας της δεν μας έχουν πείσει ότι είναι μονόδρομος.

Ο βασικός λόγος είναι ότι αρκετοί δήμοι, για να μην πούμε όλοι, στην Ανατολική Κρήτης, που σχεδιάζουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, έχουν επιλέξει την μέθοδο της αερόβιας επεξεργασίας με ενεργό ιλύ, αφού όλο και περισσότερες εταιρείες προσφέρουν πιο εκσυγχρονισμένα συστήματα, ενώ όλο και περισσότεροι τεχνικοί (μηχανικοί και συντηρητές) αποκτούν εμπειρίες στον τρόπο αντιμετώπισης των όποιων δυσκολιών παρουσιάζονται.

Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος κατασκευής αλλά κυρίως συντήρησης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων, στο οποίο πολλές φορές οι μικροί κυρίως Δήμοι δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν οικονομικά.

Όσο το πληθυσμιακό μέγεθος ελαττώνεται τόσο το κόστος κατασκευής και λειτουργίας ανά ισοδύναμο κάτοικο αυξάνεται.

Οι μικροί Δήμοι ούτε εξειδικευμένο προσωπικό διαθέτουν ούτε φορέα όπως οι ΔΕΥΑ. Δεν έχουν επίσης ανάλογη εμπειρία και τεχνική υποστήριξη.

Η μέχρι σήμερα εμπειρία μας από την προσπάθεια δημιουργίας συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων με κλασικές μεθόδους από μικρούς δήμους επιβεβαιώνει τους παραπάνω ενδοιασμούς μας αφού έχει πλέον αποδειχθεί ότι οι μονάδες είτε δεν σχεδιάστηκαν σωστά είτε διεκόπη η λειτουργία τους για διάφορους λόγους είτε κατασκευάστηκαν πριν κατασκευαστεί ή και ολοκληρωθεί το σύστημα αποχέτευσης ή λειτούργησαν αρχικά και στη συνέχεια διεκόπη η λειτουργία τους ή αστόχησαν.

Επιβάλλεται, κυρίως όταν δεν υπάρχουν απαιτήσεις για υψηλής καθαρότητας λύματα, τα οποία θα οδηγηθούν για άρδευση κυρίως αμπελώνων και κηπευτικών να εξετάσουμε και άλλες μεθόδους οι οποίες θα είναι μικρότερου αρχικού – κατασκευαστικού κόστους αλλά κυρίως χαμηλότερης δαπάνης συντήρησης και λειτουργίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες, μετά την εντυπωσιακή επιτυχία και την καθιέρωση των κεντρικών Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ), όλοι σχεδόν πίστεψαν ότι σε ελάχιστο χρονικό διάστημα τα δίκτυα αποχέτευσης θα κάλυπταν και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές με την κεντρική μονάδα, με αυξημένη δυναμικότητα. Όμως η σύνδεση όλων των απομακρυσμένων με τις κεντρικές μονάδες τελικά αποδείχθηκε ιδιαίτερα δυσχερής ή ανεδαφική λύση κυρίως επειδή :

- Α) Το κόστος των απαιτούμενων έργων συχνά είναι υπερβολικά μεγάλο σε σχέση με τους εξυπηρετούμενους κατοίκους
- Β) Απαιτούνταν πολλά αντλιοστάσια (όταν δεν επαρκούσαν οι κλίσεις, ιδιαίτερα σε επίπεδες ή παράκτιες περιοχές)
- Γ) Προκαλούσαν προβλήματα οσμαερίων και διαβρώσεων εξαιτίας μεγάλου χρόνου παραμονής των λυμάτων, μέχρι την άφιξη τους στην κεντρική μονάδα. Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα οξύ σε θερμές περιοχές κυρίως την θερινή περίοδο.
- Δ) Η όδευση των δικτύων βαρύτητας είναι δυσχερής ιδιαίτερα σε περιοχές με ανώμαλο ανάγλυφο και διάφορες εγκαταστάσεις.

Η τεχνογνωσία της επεξεργασίας και διαχείρισης υγρών αποβλήτων με μικρά αποκεντρωμένα συστήματα, που να βασίζονται σε φυσικές κυρίως διεργασίες, σε συνδυασμό με την επαναχρησιμοποίηση των εκροών τους σε γεωργικές χρήσεις, έχει αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια σε πολλές προηγμένες χώρες και ιδιαίτερα στις ΗΠΑ.

Η ανάπτυξη τεχνογνωσίας σε αντικείμενα υγροβιοτόπων, εφαρμογής στο έδαφος και άλλων, έχει αποδώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα για εφαρμογή τους σε μικρούς οικισμούς.

Το κρίσιμο πληθυσμιακό μέγεθος είναι μέχρι 10.000 ι.κ. υποστηρίζουν κάποιοι ενώ άλλοι υποστηρίζουν ότι πάνω από 5.000 ι.κ. επιβάλλεται να οδηγούμαστε στα κλασικά συστήματα παρατεταμένου αερισμού με τη μέθοδο της ενεργούς ιλύος.

Σήμερα είμαστε σχεδόν βέβαιοι ότι για πληθυσμιακό μέγεθος μέχρι 2.000 ι.κ. τα φυσικά συστήματα, έχουν ικανοποιητική απόδοση, ενώ για μεγαλύτερους πληθυσμούς απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις και πιθανώς προβλήματα στη λειτουργία και συντήρησή τους (δεν υπάρχει επαρκής εμπειρία).

Τα συστήματα αυτά εντάσσονται πλήρως στη νέα νοοτροπία επιστροφής σε απλά, αποτελεσματικά συστήματα, συμβατά με φυσικές διεργασίες, χωρίς πολύπλοκα μηχανήματα και ενεργοβόρες διαδικασίες. Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση, ενώ το κόστος λειτουργίας τους είναι σχετικά μικρό. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την απλότητα τους, την πλήρη συμβατότητα τους με το φυσικό περιβάλλον, την προσαρμοστικότητα τους στα κλιματολογικά δεδομένα, όπως αυτά της ΝΑ Ελλάδος,

που ευνοούν μεγάλους ρυθμούς ανάπτυξης φυσικών διεργασιών και τη δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης εκροών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση. Γι αυτό απαιτείται άμεσα ορθή ενημέρωση, σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής τέτοιων έργων και την απόκτηση τεχνογνωσίας για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων σε πολλές εκατοντάδες μικρούς οικισμούς της χώρας.

Στην παρούσα μελέτη γίνεται ανάλυση

1. Των συμπεράσματα ημερίδων και εργασιών που έχουν αναφερθεί στα συστήματα επεξεργασίας και διάθεσης μικρών πληθυσμιακών μεγεθών και στις προσπάθειες εκπόνησης διαχειριστικών σχεδίων σε διάφορους δήμους της Ανατολικής Κρήτης.
2. Της υφιστάμενης κατάστασης στους Δήμους της Αν. Κρήτης όσον αφορά το πού υπάρχουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ή έχουν εγκρίσεις για δημιουργία τέτοιων εγκαταστάσεων και γίνονται οι κάτωθι διαπιστώσεις.
Εξακολουθούν να γίνονται εγκαταστάσεις με παρατεταμένο αερισμό και ενεργό ιλύ έστω και για πληθυσμιακό μέγεθος κάτω των 1.000 κατοίκων.
Παρατηρείται έλλειψη σχεδιασμού διαχείρισης λυμάτων σε επίπεδο δήμου.
Οι προτάσεις και συμπεράσματα συνεδρίων και ημερίδων δεν προωθούνται από τους φορείς ώστε να λαμβάνονται υπόψη με τον όποιο τρόπο από την Τοπική Αυτοδιοίκηση.
3. Του νομοθετικό πλαισίου που καθορίζει τις υποχρεώσεις έναντι της Ε.Ε. και πλαίσιο προετοιμασίας έργων.
 - a. Κριτήρια επιλεξιμότητας και ωριμότητας έργων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων
 - b. Οδηγός νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων που αποτελεί χρήσιμο βοηθητικό εργαλείο για τις τεχνικές υπηρεσίες της τοπικής αυτοδιοίκησης αλλά και για τους Δημάρχους.
4. Των διαφόρων μικρών συστημάτων επεξεργασίας αλλά και των βασικών σημείων του παρατεταμένου αερισμού αφού ήδη έχουν δημιουργηθεί αρκετές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων με τον τρόπο αυτό. Αναλύονται τα συστήματα :
 - Ενεργού ιλύος (μόνο θεωρητικά)

- Προσκολλημένης βιομάζας
- Βιοδίσκων
- Οξειδωτικών τάφρων
- Συστημάτων SBR (Sequencing Batch Reactor)
- Χαλικοδιυλιστηρίου
- Αμμόφιλτρου
- Compact συνεχούς ροής
- Πρωτοβάθμιας καθίζησης

Στην ίδια ενότητα αναλύονται

Τα κριτήρια αξιολόγησης μεθόδων σε σχέση με τον αποδέκτη και τις τοπικές συνθήκες

Τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα των παραπάνω μεθόδων

5. Τα φυσικά συστήματα παρουσιάζονται χωριστά με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους, αφού αποτελούν τελευταία στους σχεδιασμούς, αναπόσπαστο μέρος της επεξεργασίας λυμάτων επειδή θεωρούνται ως τριτοβάθμια επεξεργασία πριν διατεθούν για άρδευση.
6. Των περιβαλλοντικών όρων για την κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων όπου προσδιορίζονται :
 - Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής σε σχέση με την τελική διάθεση και
 - Οι απαραίτητοι έλεγχοι και παράμετροι καθώς και η συχνότητα δειγματοληψίας μιας εκάστης παραμέτρου μέσω υποδείγματος απόφασης έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων.
7. Της επεξεργασίας της παραγόμενης λάσπης και τρόπος τελικής διάθεσης της
8. Της τελικής διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων

8^α. Σε θαλάσσιο αποδέκτη

- Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά υποθαλάσσιων αγωγών
- Ελάχιστη αραίωση για εκροή από διαχυτήρα
- Σχήματα νομογραφημάτων και μαθηματικές σχέσεις

8^β. Στο έδαφος και προϋποθέσεις άρδευσης όπου αναλύονται οι προβληματισμοί που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων και αποβλήτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΡΟΩΝ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΥΣ ΟΤΑ»

Θα πρέπει να γίνει απόλυτα κατανοητό, ότι η σωστή διαχείριση (συλλογή, επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση ή και διάθεση) λυμάτων δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς κάποιο κόστος. Καθώς το κόστος των συμβατικών κεντρικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων εξακολουθεί να αυξάνει, ενώ η διαθεσιμότητα των υδατικών αποθεμάτων μειώνεται, ο ρόλος των αποκεντρωμένων συστημάτων διαχείρισης λυμάτων θα γίνεται πολύ πιο σημαντικός. Με δεδομένα τα προβλήματα που εμφανίζονται στα συμβατικά δίκτυα βαρύτητας για μεγάλες αποστάσεις σε θερμά κλίματα (μεγάλο αρχικό κόστος, αναθυμιάσεις, διαβρώσεις κλπ), πιθανόν στο εγγύς μέλλον να θεωρούνται ξεπερασμένη λύση. Η αποδοχή απλών αγωγών υπό πίεση ή και αποκεντρωμένων συστημάτων διαχείρισης λυμάτων μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική εναλλακτική λύση.

Ειδικότερα για χώρες με παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες με τη χώρα μας επισημαίνονται τα παρακάτω:

- Αναπτυγμένες χώρες με μεγάλες δυνατότητες (τεχνολογικές και οικονομικές) έκριναν ότι τα μεγάλα μήκους αποχετευτικά δίκτυα βαρύτητας είναι ασύμφορα και προβληματικά στη λειτουργία ιδιαίτερα όπου η μορφολογία του εδάφους είναι δυσμενής (όπως στα περισσότερα Ελληνικά χωριά), με αποτέλεσμα να προτιμούν τα δίκτυα υπό πίεση μετά από πρωτοβάθμια επεξεργασία.
- Τα συμβατικά συστήματα, κατά την εφαρμογή τους σε μικρούς σχετικά ΟΤΑ είναι υψηλού κατασκευαστικού κόστους, αντιμετωπίζουν συχνά λειτουργικά προβλήματα, είναι ενεργοβόρα και είμαστε εξαρτημένοι από εισαγόμενη τεχνολογία (εξοπλισμός - ανταλλακτικά).
- Οι απλές τεχνολογικά και λειτουργικά λύσεις (σηπτικές δεξαμενές, απορροφητικές τάφροι, αμμόφιλτρα, τεχνητοί υγροβιότοποι και άλλα φυσικά συστήματα) είναι λύσεις βέλτιστες για μικρούς οικισμούς και πλεονεκτούν σε σχέση με άλλα συμβατικά συστήματα, υπό τη σαφή προϋπόθεση της σωστής εφαρμογής και συντήρησής τους.
- Τα αποκεντρωμένα συστήματα είναι η σοβαρότερη προοπτική για τη προοπτική για τη διαχείριση λυμάτων απομακρυσμένων οικισμών ή εγκαταστάσεων (πάντα με προϋπόθεση την ύπαρξη φορέα στην ευρύτερη περιοχή που θα τα λειτουργεί και θα τα συντηρεί).
- Όλα τα συστήματα απαιτούν στοιχειώδη συντήρηση και παρακολούθηση και δεν θα πρέπει η οποιαδήποτε απλότητα να μας οδηγεί σε εφησυχασμό και τελικά στην εγκατάλειψη και την αδιαφορία. Η οργάνωση του κατάλληλου φορέα διαχείρισης με την απαραίτητη στελέχωση είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη σωστής λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων, όσο απλές και αν φαίνονται.

- Τα Ελληνικά δεδομένα επιβάλλουν να ανατρέχουμε σε ότι αφορά θέματα διαχείρισης λυμάτων μικρών απομακρυσμένων οικισμών σε εμπειρίες από χώρες με παρόμοιες συνθήκες και μορφολογικά περιβαλλοντικά δεδομένα και όχι απλά να επιδιώκουμε τη μεταφορά τεχνολογίας από τη Βόρεια Ευρώπη, που διαθέτει βέβαια σοβαρή σχετική τεχνολογία αλλά με πολύ διαφορετικά δεδομένα και συνθήκες.
- Πρέπει να δοκιμαστούν αποκεντρωμένα συστήματα αντίστοιχα με εκείνα των ΗΠΑ, της Αυστραλίας, του Ισραήλ και άλλων περιοχών με παρόμοια κλιματολογικά δεδομένα, προσεκτικά και συστηματικά, ώστε να αντλήσουμε τη μέγιστη δυνατή εμπειρία για την υλοποίηση παρόμοιων συστημάτων, που είναι απλά, χαμηλού κόστους, και απόλυτα συμβατά με τις οικολογικές συνθήκες της περιοχής μας. Έτσι θα δοθεί η δυνατότητα άμεσης επαναχρησιμοποίησης των εισροών, ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις από τη διάθεση των αποβλήτων στο περιβάλλον και να καλυφθεί μέρος των αρδευτικών αναγκών από τα καθαρισμένα λύματα, ιδιαίτερα στο Ν. Ηρακλείου, όπου έχουμε μεγάλο έλλειμμα αρδευτικού νερού.
- Προτείνεται να συσταθεί ομάδα εργασίας, η οποία θα μελετήσει τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων μικρών οικισμών, που λειτουργούν σε διάφορες χώρες και να υποδείξει τις βέλτιστες οικονομοτεχνικά λύσεις για τις τοπικές ιδιαιτερότητες, λαμβάνοντας υπόψη και την διάρθρωση των Δήμων.
- Πρέπει να επιδιωχθεί η εξασφάλιση χρηματοδότησης από Δημόσιους Φορείς για την εφαρμογή πιλοτικών συστημάτων σε διάφορες περιοχές του Νομού Ηρακλείου, ώστε να εξασφαλιστεί η απαραίτητη εμπειρία και τεκμηρίωση για τη δρομολόγηση οριστικών λύσεων ορθολογικής διαχείρισης των λυμάτων σε όλους τους νέους Δήμους.

Για μια ορθολογική αντιμετώπιση του προβλήματος της επεξεργασίας των λυμάτων, στα πλαίσια προετοιμασίας του Γ΄ ΚΠΣ είχαμε προτείνει σαν ΤΕΕ, την επικαιροποίηση της μελέτης που εκπονήθηκε από το πρόγραμμα Recite ώστε να περιληφθούν :

1. Η οργανωτική δομή των νέων Δήμων
2. Οι προσπάθειες για την επίλυση του προβλήματος που έχουν γίνει από την Τοπική Αυτοδιοίκηση ή την πολιτεία τα πέντε τελευταία χρόνια
3. Η επανεξέταση των προτεινομένων εναλλακτικών λύσεων της μελέτης του μελετήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος Recite
4. Η ενσωμάτωση των νέων απόψεων για την αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων

Για να εκτιμηθεί η προτεραιότητα κάθε έργου θα πρέπει να γίνει εξέταση σε επίπεδο Δήμου από τα μέχρι σήμερα καταγεγραμμένα στοιχεία και παρατηρήσεις που αναφέρονται κυρίως στα προβλήματα από την υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης λυμάτων

- Προβλήματα ρύπανσης (θάλασσας, νερών, εδάφους)
- Προβλήματα δημόσιας υγείας, αισθητικά κλπ.
- Επάρκεια, λειτουργικότητα, αξιοποίηση και ελλείψεις των έργων

Θα μπορούσαν να συνεκτιμηθούν με προσδιορισμό συντελεστών βαρύτητας ενός εκάστου και οι κάτωθι παράγοντες :

- Προστασίας δημόσιας υγείας και περιβάλλοντος

- Ποιότητα ζωής των κατοίκων όμορων οικισμών και αναπτυξιακά δεδομένα της περιοχής
- Ετοιμότητα και πληρότητα μελετών και επί μέρους έργων
- Ύπαρξη – ετοιμότητα φορέα υλοποίησης και διαχείρισης των έργων – έσοδα ΟΤΑ

Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι εκθέσεις του Συμβούλου Διαχείρισης και Αξιολόγησης του 3^{ου} ΚΠΣ όπου γίνεται αναφορά στη νέα οδηγία της Ε.Ε. όσον αφορά την διαχείριση των υδατικών πόρων με έμφαση στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Τέλος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι εγκαταλειμμένες μονάδες και να προσδιορισθεί το κόστος αναβάθμισης και ενεργοποίησης των.

Υφιστάμενη κατάσταση

Οι διαφορές ανάμεσα στα κράτη μέλη και στις Περιφέρειες της Ε.Ε. είναι πολύ μεγάλες όσον αφορά τα συστήματα διαχείρισης λυμάτων. Από τη μια πλευρά, στη Δανία, πρακτικά όλα σχεδόν τα νοικοκυριά είναι συνδεδεμένα με τέτοιο σύστημα, όπως επίσης και πάνω από το 85% των νοικοκυριών στη Γερμανία, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο.

Από την άλλη πλευρά μόνο το 34% των νοικοκυριών της Ελλάδας έχουν πρόσβαση σε εγκαταστάσεις διαχείρισης λυμάτων, στην Ισπανία και την Ιρλανδία το αντίστοιχο μέγεθος είναι μικρότερο του 50% ενώ στην Πορτογαλία βρίσκεται στο επίπεδο του 22%.

Το μεγάλο ποσοστό κάλυψης των αναγκών επεξεργασίας λυμάτων οφείλεται στο γεγονός της δημιουργίας εγκαταστάσεων επεξεργασίας στα μεγάλα αστικά κέντρα όπου υπάρχει μεγάλη πληθυσμιακή συγκέντρωση. Σε χωρικό όμως επίπεδο το ποσοστό κάλυψης είναι πολύ μικρό γιατί η ενδοχώρα της Περιφέρειας διαθέτει πολύ λίγες εγκαταστάσεις επεξεργασίας με κακή πολλές φορές λειτουργία.

Κύρια αιτία της κατάστασης αυτής ήταν η έλλειψη κυρίως φορέων διαχείρισης με αποτέλεσμα οι εγκαταστάσεις να συντηρούνται ελλιπώς και στο τέλος να εγκαταλείπονται.

Τα έργα της επεξεργασίας λυμάτων είναι πολυδάπανα γιατί εκτός από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας πάντα πρέπει να συνδέονται με τα αναγκαία δίκτυα αλλά και τα έργα τελικής διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων.

Τα Περιφερειακά προγράμματα των ΚΠΣ δεν ήταν ποτέ μέχρι σήμερα σε θέση να καλύψουν τέτοια έργα, λόγω του μεγάλου κόστους. Η χρηματοδότηση τους τα τελευταία χρόνια περνά μέσα από το Ταμείο Συνοχής του οποίου οι πόροι αφορούν κυρίως έργα περιβάλλοντος και μεταφορών.

Έμφαση αρχικά δόθηκε στην απόκτηση σύγχρονων δικτύων και εγκαταστάσεων στα μεγάλα αστικά κέντρα και στις τουριστικές περιοχές της βόρειας και νότιας παραλίας. Ουσιαστική παρέμβαση έγινε για πρώτη φορά μέσω των πόρων του Β' ΚΠΣ και ιδιαίτερα του Ταμείου Συνοχής.

Για την διαχείριση των υγρών αποβλήτων δεν υπάρχει συνολικός σχεδιασμός σε επίπεδο νομού. Ο σχεδιασμός όμως που θεωρείται επιβεβλημένος είναι σε επίπεδο δήμου.

Πρώτη φάση σε ένα τέτοιο σχεδιασμό θεωρείται ο προσδιορισμός της ευρύτερης περιοχής γύρω από το μεγαλύτερο αστικό κέντρο του Δήμου όπου θα μπορούσαν να αναπτυχθούν τα δίκτυα για συλλογή και κοινή επεξεργασία των λυμάτων σε κεντρική μονάδα μετά από τεχνοοικονομική μελέτη ενώ σε δεύτερη φάση θα πρέπει να

προσδιορίζεται το όποιο πρόβλημα που μπορεί να προέρχεται από ανεξέλεγκτη απόρριψη σε υδροφόρο ορίζοντα ή σε θαλάσσιο περιβάλλον και να προτείνεται λύση για τον τρόπο επεξεργασίας και τελικής διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων.

Ήδη έχουν μελετηθεί και έχουν προχωρήσει τις διαδικασίες προμελέτης αλλά και μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αρκετοί Δήμοι με πάντα το σύστημα τελικής διάθεσης (άρδευση) να βρίσκεται στην πράξη υπό σκέψη για τον τρόπο εφαρμογής του.

- Δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία από τη λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων

μικρών πληθυσμιακών μεγεθών αφού το βάρος είχε δοθεί μέχρι σήμερα στην αντιμετώπιση του προβλήματος στα μεγάλα αστικά κέντρα και στις τουριστικές παράκτιες ζώνες όπου υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού.

- Με βάση την σημερινή διοικητική διαίρεση των δύο νομών που εξετάζουμε δεν είναι

πλέον δύσκολο να γίνει μια σύντομη παρουσίαση της σημερινής κατάστασης από πλευράς μελετών και με το σκεπτικό ότι κάθε δήμος θα πρέπει να επιλύσει το πρόβλημα του

N. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Δ. Ηρακλείου : Πληθυσμός 137.711 Έκταση : 111,79 τ.χ.

Οικισμοί : *Ηρακλείου, Βουτών, Δαφνές, Σκαλανίου, Σταυρακίων, Βασιλειές.*

Δ. Γαζίου : Πληθυσμός 13.483 Έκταση : 94,88 τ.χ.

Οικισμοί : *Γαζίου, Αχλάδας, Ροδιάς, Φόδελε, Αγίας Πελαγίας*

Δ. Νέας Αλικαρνασσού : Πληθυσμός 12.542 Έκταση : 14,80 τ.χ.

Οικισμοί : *Νέας Αλικαρνασσού, Καλλιθέας*

- Το πολεοδομικό συγκρότημα του Ηρακλείου με τους οικισμούς Γαζίου, Ν. Αλικαρνασσού

και την παραλιακή ζώνη του Δ. Γαζίου εξυπηρετούνται από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Δ. Ηρακλείου στη Φοινικιά. (Αερόβια επεξεργασία με ενεργό ιλύ).

Έχουν περιβαλλοντικούς όρους οι οικισμοί :

- Δαφνές (Ι.Π. 1800) :
 - Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, βιολογικό αμμόφιλτρο με ανακυκλοφορία, απολύμανση με UV.
- Βούτες – Σταυράκια (Ι.Π. 1800) :
 - Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, βιολογικό αμμόφιλτρο με ανακυκλοφορία, απολύμανση με UV.
- Σκαλανίου : (Ι.Π. 1500) :
 - Μέθοδος : σηπτική δεξαμενή με μονάδα εξουδετέρωσης οσμερίων σηπτικής δεξαμενής, βιολογικό χαλικόφιλτρο με ανακυκλοφορία, τεχνητό υγροβιότοπο FWS (ελεύθερης επιφάνειας), σύστημα απολύμανσης εκροής με UV, δίκτυο άρδευσης
- Βασιλειές : (Ι.Π. 600) :
 - Μέθοδος : σηπτική δεξαμενή και υπεδάφια διάθεση με απορροφητική τάφρο.

Δεν υπάρχει συνολικό διαχειριστικό σχέδιο για ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή όπως παραπάνω περιγράφεται ενώ εκκρεμούν οι μελέτες για τρεις σημαντικούς οικισμούς της περιοχής Αγ. Πελαγία, Ροδιά και Φόδελε.

Δ. Αρχανών : Πληθυσμός 4.548 Έκταση : 31,80 τ.χ.

Οικισμοί : **Αρχανών**, Κάτω Αρχανών

Και οι δύο οικισμοί εξυπηρετούνται από μία κοινή εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων με τη μέθοδο της ενεργούς ιλύος με παρατεταμένο αερισμό (Ι.Π. 9.300)

Δεν μελετήθηκε εναλλακτικό σύστημα αλλά η δόμηση και η χρήση της περιοχής σε συνδυασμό με το έντονο ανάγλυφο δεν επέτρεπαν άλλο σύστημα επεξεργασίας.

Δ. Χερσονήσου: Πληθυσμός 8.497 Έκταση : 71,47 τ.χ.

Οικισμοί : **Λιμένος Χερσονήσου**, Αβδού, Γωνιών, Κεράς, Ποταμιών, Χερσονήσου

Δ. Μαλλίων : Πληθυσμός 6.212 Έκταση : 58,28 τ.χ.

Οικισμοί : **Μαλλίων**, Μοχού

Στην παραπάνω οικιστική ενότητα λειτουργεί εγκατάσταση στον Λιμ. Χερσονήσου (Ι.Π. 20.000) που καλύπτει εκτός της τουριστική ζώνη του Λιμένος Χερσονήσου και την ευρύτερη περιοχή (Πισκοπιανό, Κουτουλουφάρι και Χερσονήσο) με τη μέθοδο ενεργούς ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και τελικό αποδέκτη το έδαφος (άρδευση).

Με την ίδια μέθοδο έχει ολοκληρώσει την προετοιμασία του το έργο της επεξεργασίας των λυμάτων για το Δήμο Μαλλίων και έχει προταθεί για ένταξη στο Ταμείο Συνοχής.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

• **Μοχός** (Ι.Π. 2200) :

➤ Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, βιολογικό αμμόφιλτρο με ανακυκλοφορία, απολύ-μανση με UV.

Δεν υπάρχει συνολικό διαχειριστικό σχέδιο για ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή όπως παραπάνω περιγράφεται ενώ εκκρεμούν οι μελέτες για τρεις σημαντικούς οικισμούς της περιοχής Αβδού, Γωνιών, Ποταμιών.

Δ. Γουβών : Πληθυσμός 7.761 Έκταση : 88,59 τ.χ.

Οικισμοί : **Γουβών**, Ανωπόλεως, Επάνω Βάθειας, Κάτω Βάθειας

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Γουβών και της τουριστικής ζώνης του οικισμού των Κάτω Γουβών (Ι.Π. 20.000) :

➤ Μέθοδος : Ενεργός ιλύς με παρατεταμένο αερισμό, απολύμανση με χλωρίωση και άρδευση.

Στην πρώην Αμερικάνικη Βάση Γουρνών υπάρχει εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (Ι.Π. 1200). Λειτουργούσε με τη μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού και τελική διάθεση την άρδευση καλλωπιστικών.

Δεν υπάρχει συνολικό διαχειριστικό σχέδιο για ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή όπως παραπάνω περιγράφεται ενώ επιβάλλεται να μελετηθεί η τουριστική περιοχή της Ανώπολης (Κοκκίνη Χάνι).

Δ. Τυμπακίου : Πληθυσμός 10.001 Έκταση : 154,62 τ.χ.

Οικισμοί : **Τυμπακίου**, Βώρων, Γρηγοριάς, Καμαρών, Καμηλαρίου, Κλήματος, Λαογίου, Μαγαρικαρίου, **Πιτσιδίων**, Σίβας, Φανερωμένης

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Τυμπακίου και της τουριστικής ζώνης του οικισμού των Κόκκινου Πύργου (Ι.Π. 7.000) :

➤ Μέθοδος : Ενεργός ιλύς με παρατεταμένο αερισμό, απολύμανση με χλωρίωση και άρδευση.

Βρίσκεται στη διαδικασία της ανάθεσης.

Ματάλων και της ευρύτερης τουριστικής περιοχής (Ι.Π.)

➤ Μέθοδος : Ενεργός ιλύς με παρατεταμένο αερισμό, απολύμανση με χλωρίωση και άρδευση.

Βρίσκεται στη διαδικασία της ανάθεσης.

Δεν υπάρχει συνολικό διαχειριστικό σχέδιο για ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή όπως παραπάνω περιγράφεται .

Δ. Μοιρών : Πληθυσμός 10.857 Έκταση : 187,06 τ.χ.

Οικισμοί : *Μοιρών*, Αληθινής, Καστελλίου, Κουσέ, Περίου, Πετροκεφαλίου, Πηγαϊδακίων, *Πόμπιας*, Ρουφά, Σκουρβούλων

Δ. Γόρτυνας : Πληθυσμός 5.292 Έκταση : 157,71 τ.χ.

Οικισμοί : *Αγίων Δέκα*, Αγίου Κυρίλλου, Αμπελούζου, Αντισκαρίου, Απεσωκαρίου, Βαγιονιάς, Βασιλικής, Βασιλικών Ανωγείων, Γκαγκαλών, Μητροπόλεως, Μιαμούς, Πλατάνου, Πλώρας, Χουστουλιανών.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Μοιρών και της ευρύτερης περιοχής (Καπαριανά, Γαλιά, Μονόχωρο, Πετροκεφάλι, Κουσές) με (Ι.Π. **8.200**) :

- Μέθοδος : Σύστημα προσκολλημένης βιομάζας, τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας (FWS), απολύμανση με UV.

Πόμπιας (Ι.Π. **1200**) :

- Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή και τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας (FWS), απολύμανση με UV.

Η μοναδική εγκατάσταση που λειτουργεί με φυσικά συστήματα και επομένως υπάρχουν εμπειρίες και παρατηρήσεις επ' αυτής.

Αρνητικά σημεία για την εγκατάσταση:

Το κόστος αρχικής εγκατάστασης ήταν ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τις μονάδες ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό ανά ισοδύναμο κάτοικο.

Δεν έχει λειτουργήσει η μονάδα απολύμανσης με UV όπως προβλεπόταν και δεν χρησιμοποιείται το επεξεργασμένο νερό για άρδευση.

Αντίθετα θετικά σημεία για την εγκατάσταση είναι :

Το κόστος λειτουργίας το οποίο είναι πολύ χαμηλό, δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις (οσμές, σταγονίδια, κουνούπια κλπ.) από την εγκατάσταση, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εκροής είναι πολύ χαμηλά και εντός των προδιαγραφών που επιβάλλουν οι κανονισμοί.

Δεν υπάρχει συνολικό διαχειριστικό σχέδιο για ολόκληρη την υπόλοιπη ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μοιρών καθώς και για το Δήμο Γόρτυνας όπως παραπάνω περιγράφεται .

Δ. Αρκαλοχωρίου : Πληθυσμός 10.897 Έκταση : 236,50 τ.χ.

Οικισμοί : *Αρκαλοχωρίου*, Γαρίπας, Δεματίου, Ινίου, Καραβάδου, Κασάνων, Καστελλιανών - Τσούτσουρας, Λευκοχωρίου, Νιπιδιτού, Παναγιάς, Πανοράματος, Παρτίρων, Σκινιά

Δ. Καστελλίου : Πληθυσμός 6.819 Έκταση : 129,47 τ.χ.

Οικισμοί : *Καστελλίου*, Αμαριανού, Αποστόλων, Αρχαγγέλου, Ασκών, Ευαγγελισμού, Κασταμονίτης, Λύττου (Ξυδά), Μαθιάς, Σμαρίου

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Αρκαλοχωρίου με (Ι.Π. **7.500**) :

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό, απολύμανση με χλωρίωση.

Καστελλίου (Ι.Π. **5500**) :

Εξυπηρετούμενη περιοχή: Καστέλι, Διαβαϊδέ, Πολυθέα, Σκλαβεροχώρι, Καρδουλιανό, Γαλενιανό, Αρχάγγελος, Αποστόλοι, Αεροδρόμιο Καστελλίου

- Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή και τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας (FWS), απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων (ελιές, αμπέλια).

Δ. Αγίας Βαρβάρας : Πληθυσμός 5.310 Έκταση : 98,74 τ.χ.

Οικισμοί : *Αγίας Βαρβάρας*, Αγίου Θωμά, Άνω Μουλιών, Δουλίου, Λαρανίου, Μεγάλης Βρύσης, Πρινιά.

Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Αστερουσίων : Πληθυσμός 6.303 Έκταση : 206,44 τ.χ.

Οικισμοί : Πύργου, Αχεντριά, Εθιάς, Καλυβίων, Λιγορτύνου, Μεσοχωρίου, Παρανύμφων, Προτορίων, Τεφελίου, Χάρακος, Χαρακίου
Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Βιάννου : Πληθυσμός 6.459 Έκταση : 218,98 τ.χ.

Οικισμοί : Άνω Βιάννου, Αγίου Βασιλείου, Αμιρά, Αφρατίου, Βαχού, Εμπάρου, Καλαμίου, Κάτω Βιάννου, Κάτω Σύμης, Κεφαλοβρυσίου, Μάρθας, Μιλιαράδων, Ξενιάκου, Πεύκου, Συκολόγου, Χόνδρου.
Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Γοργολαΐνη : Πληθυσμός 3.171 Έκταση : 41,03 τ.χ.

Οικισμοί : Αγίου Μύρωνος, Άνω Ασιτών, Κάτω Ασιτών, Πενταμοδίου, Πετροκεφάλου, Πυργούς
Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Επισκοπής : Πληθυσμός 2.533 Έκταση : 46,28 τ.χ.

Οικισμοί : Επισκοπής, Αϊτανίων, Γαλίφας, Ελαίας, Καινούργιου Χωριού, Σγουροκεφαλίου

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Επισκοπή-Σγουροκεφάλι (με **Ι.Π. : 2000-2250**)

- Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, βιολογικό αμμόφιλτρο με ανακυκλοφορία, τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας και χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων (ελιές, αμπέλια).

Δ. Ζαρού : Πληθυσμός 3.370 Έκταση : 70,94 τ.χ.

Οικισμοί : Ζαρού, Βοριζίων, Μορονίου
Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Θραψανού : Πληθυσμός 2.616 Έκταση : 36,40 τ.χ.

Οικισμοί : Θραψανού, Βόνης, Ζωφόρων, Σαμπά

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Θραψανό (με **Ι.Π. : 1600**)

- Μέθοδος : σηπτική δεξαμενή, βιοδίσκοι, τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας και απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων (ελιές, αμπέλια).

Δ. Κόφινα : Πληθυσμός 5.338 Έκταση : 145,21 τ.χ.

Οικισμοί : Ασημίου, Άνω Ακρίων, Διονυσίου, Λουρών, Σοκαρά, Σταβίων, Στερνών, Στόλων

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Ασημίου (με **Ι.Π. : 1500**)

- Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, τεχνητός υγροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας και απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων (ελιές, αμπέλια).

Δ. Κρουσσώνα : Πληθυσμός 4.059 Έκταση : 64,10 τ.χ.

Οικισμοί : **Κρουσσώνος**, Κορφών, Λουτρακίου, Σάρχου

Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Ν. Καζαντζάκη : Πληθυσμός 7.171 Έκταση : 102,67 τ.χ.

Οικισμοί : **Πεζών**, Αγ. Παρασκιών, Καταλαγαρίου, Κουνάβων, Καλλονής, Αγ. Βασιλείου, Χουδετσίου, Μυρτιάς, Ασπρακών, Μελασσών, Αλαγνίου, Δαμανίων, Μεταξοχωρίου

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Αγ. Βασίλειος, Αγ. Παρασκιές, Μυρτιά, Καλλονή, Καταλαγάρι, Κουνάβοι, Πεζά, Χουδέτσι, Αλάγνι, Μελέσσης, Άνω και Κάτω Ασπρακοί (με Ι.Π. : **7500**)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Δ. Ρούβα : Πληθυσμός 2.324 Έκταση : 61,68 τ.χ.

Οικισμοί : **Γέργερη, Πανασός**

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Πανασός : (με Ι.Π. : **600**)

- Μέθοδος : Σηπτική δεξαμενή, χαλκόφιλο με ανακυκλοφορία και απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Δ. Τεμένους : Πληθυσμός 3.218 Έκταση : 54,67 τ.χ.

Οικισμοί : **Προφήτη Ηλία**, Αγίου Σύλλα, (Κυπαρίσσι, Γαλένι, Ρουκάνι, Καρκαδιώτισσα, Καλός)

Έχει εγκριθεί η προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων της μονάδας επεξεργασίας για τον οικισμό:

Προφήτης Ηλίας (με Ι.Π. **1900**)

- Μέθοδος : δύο (2) μονάδες επεξεργασίας: (α) Σηπτική δεξαμενή, τεχνητός υδροβιότοπος ελεύθερης επιφάνειας και απολύμανση με UV (β) Σηπτική δεξαμενή, χαλκόφιλο και απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Δ. Τυλίσου : Πληθυσμός 3.491 Έκταση : 128,60 τ.χ.

Οικισμοί : **Τυλίσου**, Αηδονοχωρίου, Αστυρακίου, Γωνιών, Δαμάστας, Καμαρίου, Καμαριώτου, Κεραμουτσίου, Μαράθου, Μονής

Δεν υπάρχει διαχειριστικό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή. Απαιτείται εκπόνησή του.

Δ. Παλιανής : Πληθυσμός 2.404 Έκταση : 21,77 τ.χ.

Οικισμοί : **Αυγενικής**, Βενεράτου, Κερασίω, Σίβας

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Αυγενική, Βενεράτο, Κεράσια : (με Ι.Π. : **2400**)

- Μέθοδος : πρωτοβάθμια επεξεργασία με τη μέθοδο της καθίζησης, υπεδάφια διάθεση

N. ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Δ. Αγίου Νικολάου : Πληθυσμός 19.462 Έκταση : 317,2 τ.χ.

Οικισμοί : **Αγίου Νικολάου**, Βρουχά, Ελούντας, Έξω Λακωνίων, Έξω Ποτάμων, Ζενίων, Καλού Χωριού, Κρισάς, Κρούστα, Λούμα, Μέσα Λακωνίων, Πρίνας, Σκινιά

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Άγιος Νικόλαος : (με Ι.Π. : 32000)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τριτοβάθμια επεξεργασία (κροκίδωση-καθίζηση). Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση ελαιοδέντρων.

Ελούντα : (με Ι.Π. : 1500)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα λόγω κακής ποιότητας (μη καλή λειτουργία της εγκατάστασης) δεν διατίθενται για άρδευση, όπως προβλέπονταν, αλλά σε παλιά γεώτρηση της περιοχής προκαλώντας προβλήματα στον υπόγειο υδροφόρο. Απαιτείται άμεση λύση του προβλήματος διάθεσης και βελτίωση της λειτουργίας της μονάδας.

Λίμνες (με Ι.Π. : 2.500)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα διατίθενται σε χείμαρρο.

Καλό Χωριό (με Ι.Π. 4.000) όπου περιλαμβάνονται και οι οικισμοί Πύργος, Αρνικόν και Ίστρον.

Υπάρχει προέγκριση χωροθέτησης.

- Μέθοδος : Εσχάρωση, αμμοσυλλέκτη – λιπосуλλέκτη, μετρητής παροχής, οξειδωτικές τάφροι, δεξαμενές τελικής καθίζησης, χλωριωτής, φρεάτιο εξόδου, κλίνες ξηρανσης

Το σύστημα μελετάται και πάλι γιατί το εγκεκριμένο θεωρείται ανεφάρμοστο.

Δ. Ιεράπετρας : Πληθυσμός **23.688** Έκταση : 400,6 τ.χ.

Οικισμοί : **Ιεράπετρας**, Νέων Μαλών, Αγίου Ιωάννου, Ανατολής, Γδοχίων, Καβουσίου, Καλαμαύκας, Κάτω Χωρίου, Μακρυλιάς, Μεσελέρων, Μουρνιών, Μύθων, Μύρτου, Παχειάς Άμμου, Ρίζης.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Ιεράπετρας : (με Ι.Π. : 24300)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με UV. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στη θάλασσα.

Καλαμαύκας : (με Ι.Π. 800)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Κάτω Χωριό, Επισκοπή, Επάνω Χωριό, Παπαδιανά (με Ι.Π. : 3150)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στο χείμαρρο Χαλικιά-Πετρά.

Καβούσι (με Ι.Π. : 963)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται για άρδευση.

Κεντρί (με Ι.Π. : 860)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται σε χείμαρρο.

Μύρτος (με Ι.Π. : 1700)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στη θάλασσα.

Δ. Σητείας : Πληθυσμός **14.273** Έκταση : 279,7 τ.χ.

Οικισμοί : **Σητείας**, Αγίου Γεωργίου, Αχλαδίων, Έξω Μουλιανών, Κασιδωνίου, Κρυών, Λά-στρου, Μαρωνίας, Μέσα Μουλιανών, Μυρσίνης, Πισκοκεφάλου, Πραισού, Ρούσσας Εκκλησιάς, Σκοπής, Σταυρωμένου, Σφάκας, Τουρλωτής, Χαμεζίου.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών :

Σητεία, Πισκοκέφαλο, Κάτω Επισκοπή: (με Ι.Π. : 20000)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στη θάλασσα.

Σκοπή (με Ι.Π. : 1700)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στο χείμαρρο Σκλαβεδικό

Δ. Ιτάνου : Πληθυσμός 2.530 Έκταση : 199,2 τ.χ.

Οικισμοί : **Παλαικάστρου**, Ζάκρου, Καρυδίου

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Ζάκρος (με Ι.Π. : 1550)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται σε χείμαρρο.

Παλαικάστρο (με Ι.Π. : 2000)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό.

Δ. Λεύκης : Πληθυσμός 2.177 Έκταση : 152,5 τ.χ.

Οικισμοί : Ζίρου, Αγίας Τριάδος, Απιδίων (Μέσα Απιδίου), Αρμένων, Παππαγιαννάδων, Χανδρά.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Αρμένοι (με Ι.Π. : 2350)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται σε χείμαρρο. Η μονάδα δεν λειτουργεί.

Δ. Μακρύ Γαλού : Πληθυσμός 4.223 Έκταση : 158,1 τ.χ.

Οικισμοί : Σταυροχωρίου (Κουτσουράς), Αγίου Στεφάνου, Λιθινών, Ορεινού, Περιβολακίων, Πεύκων, Σχινοκαφάλων, Χρυσοπηγής

Δεν υπάρχει κανένα σύστημα επεξεργασίας ούτε έχει υποβληθεί μελέτη για την αντιμετώπιση του θέματος. Απαιτείται η εκπόνηση διαχειριστικού σχεδίου και υποβολή μελέτης.

Δ. Νεάπολης : Πληθυσμός 6.765 Έκταση : 193,6 τ.χ.

Οικισμοί : Νεαπόλεως, Αγίου Αντωνίου, Βουλισμένης, Βραχασίου, Βρυσών, Καρυδίου, Καστε-λίου Φουρνής, Λασιδάς, Λιμνών, Μιλάτου, Νικηθιανού, Φουρνής, Χουμεριάκου.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Νεάπολη (με Ι.Π. : 5500)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και απολύμανση με χλωρίωση. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στο χείμαρρο Μιλάτου.

Απαιτείται η εκπόνηση διαχειριστικού σχεδίου και υποβολή μελέτης κυρίως λόγω του τουριστικού χαρακτήρα μεγάλου τμήματος της περιοχής.

Δ. Οροπεδίου : Πληθυσμός 3.152 Έκταση : 132,1 τ.χ.

Οικισμοί : Τζερμιάδου, Αβρακόντε, Αγίου Γεωργίου, Αγίου Κωνσταντίνου, Καμινακίου, Κάτω Μετοχίου, Λαγού, Μαρμακέτου, Μέσα Λασιθίου, Πλάτης, Ψυχρού.

Έχει περιβαλλοντικούς όρους το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων του οικισμού :

Δήμος Οροπεδίου Λασιθίου (με Ι.Π. : 5000)

- Μέθοδος : σηπτική δεξαμενή, τεχνητός υγροβιότοπος. Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Άγιος Γεώργιος (με Ι.Π. : 5000)

- Μέθοδος : Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται σε χείμαρρο.

Κεφάλαιο 4

Νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει τις υποχρεώσεις έναντι της Ε.Ε. και πλαίσιο προετοιμασίας έργων

- Κριτήρια επιλεξιμότητας και ωριμότητας έργων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων
- Οδηγός νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται οι υποχρεώσεις που σαν χώρα έχουμε έναντι της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και τα κριτήρια επιλεξιμότητας και ωριμότητας ενός έργου προκειμένου να ενταχθεί και χρηματοδοτηθεί από Κοινοτικά Προγράμματα.

Για την προετοιμασία ενός τέτοιου έργου θεωρούμε απαραίτητο να επισημάνουμε :

Την εγκύκλιο 37 / 1995 του ΥΠΕΧΩΔΕ όπου παρουσιάζεται και αναλύεται το διάγραμμα διαδικασιών ολοκλήρωσης τυπικής μελέτης που αφορά :

Σύστημα συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων (στη θάλασσα)

Την εγκύκλιο 27 / 1997 που αφορά το σύστημα «Μελέτη – Κατασκευή στα Δημόσια Έργα» (τέτοια έργα υλοποιούνται με τη διαδικασία της μελέτης κατασκευής)

Τον Οδηγό Διαδικασιών Ωρίμανσης Έργων Επεξεργασίας Λυμάτων της ΜΟΔ (Μονάδα Οργάνωσης Διαχείρισης του Κ.Π.Σ.) που με μεγάλη λεπτομέρεια αναλύουν τα βήματα προετοιμασίας ενός τέτοιου έργου.

Στην ενότητα αυτή θωρήσαμε απαραίτητο να συμπεριλάβουμε και το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την προστασία και διαχείριση των υδάτων παραθέτοντας απλά τη νομοθεσία η οποία αναφέρεται όχι μόνο στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αλλά και στις συναφείς δραστηριότητες.

Οι όροι για την επεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα οφείλουν να εναρμονίζονται πλήρως με την οδηγία ΕΕ – 271/91 (ΚΥΑ Αριθμ. 5673/400/14.3.97). Σύμφωνα με την ανωτέρω ΚΥΑ έχουν τεθεί κάποια χρονικά όρια προσαρμογής. Έτσι οικισμοί ή οικιστικά σύνολα όπου πρέπει να γίνει κοινή επεξεργασία και έχουν κοινό αποδέκτη εάν είναι:

Α. Άνω των 10.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε **ευαίσθητο** αποδέκτη θα έπρεπε μέχρι την 31/12/1998 να έχουν αποχέτευση, επεξεργασία λυμάτων μεγαλύτερη του β΄ βαθμού και αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου

Β. Άνω των 15.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε **κανονικό** αποδέκτη θα έπρεπε μέχρι την 31/12/2000 να έχουν αποχέτευση και επεξεργασία λυμάτων που ανταποκρίνεται σε επεξεργασία β΄ βαθμού

Γ. Από 10.000 – 15.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε **κανονικό** αποδέκτη πρέπει μέχρι την 31/12/2005 να έχουν αποχέτευση και επεξεργασία λυμάτων που ανταποκρίνεται σε επεξεργασία β΄ βαθμού

Γα. Από 2.000 – 10.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε αποδέκτες **γλυκού νερού, εκβολές ποταμών** πρέπει μέχρι την 31/12/2005 να έχουν αποχέτευση και τουλάχιστον επεξεργασία λυμάτων που ανταποκρίνεται σε επεξεργασία β΄ βαθμού

Δ. Από 2.000 – 10.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε **κανονικούς αποδέκτες ή εκβολές ποταμών** πρέπει μέχρι την 31/12/2005 να έχουν αποχέτευση και τουλάχιστον κατάλληλη επεξεργασία λυμάτων εξαρτώμενη από την δυνατότητα και τη χρήση του αποδέκτη.

Δα. Μικρότερος από 2.000 ΜΙΠ και η τελική διάθεση γίνεται σε αποδέκτες **γλυκού νερού ή εκβολές ποταμών** πρέπει μέχρι την 31/12/2005 να έχουν κατάλληλη επεξεργασία λυμάτων εξαρτώμενη από την δυνατότητα και τη χρήση του αποδέκτη.

Από αυτά φαίνεται ότι η Ελλάδα δεν παρακολουθεί το χρονικό όριο της οδηγίας. Αν και η κατασκευή ΜΕΑΥΑ (Μονάδων Επεξεργασίας Αστικών Υγρών Αποβλήτων) σε οικισμούς με ι.κ. άνω των 15.000, έχει αρχίσει και ευρίσκεται σε πολλές περιπτώσεις σε προχωρημένο στάδιο, είναι αμφίβολο εάν θα έχουν λειτουργήσει όλες οι μονάδες τα επόμενα χρόνια.

Από τα παραπάνω φαίνεται πόσο επιβεβλημένο είναι να ασχοληθούν οι Δήμοι με το θέμα αυτό αφού με την πάροδο της προθεσμίας που έχει τεθεί μπορεί να επιβληθούν κυρώσεις.

Στο σημείο αυτό θεωρούμε χρήσιμο να παραθέσουμε δύο ενδεικτικούς πίνακες κριτηρίων επιλεξιμότητας και ωρίμανσης έργων αφού οι περισσότερες χρηματοδοτήσεις περνούν μέσα από τις διαδικασίες που έχουν επιβάλει οι συμφωνίες των Κοινοτικών Πλαισίων Στήριξης.

Κριτήρια επιλεξιμότητας έργων

Δικτύων Αποχέτευσης και Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων

A/A	Κριτήριο	Παράμετροι αξιολόγησης	Μονάδες Βαθμολόγησης
1	Πληθυσμός (αιχμή 20ετίας)	> 15.000 10- 15.000 2 – 10.000 < 2.000	25 15 10 5
2	Ευαίσθητος Αποδέκτης	Ευαίσθητος Γλυκά νερά, μη ευαίσθητος Εκβολή ποταμού, μη ευαίσθητος	25 15 10 5

		Παράκτια νερά, μη ευαίσθητος	
3	Αξιοποίηση υφιστάμενης υποδομής	Βαθμολογείται ανάλογα με το αξιολογούμενο ποσοστό υποδομής	0 - 15
4	Προβλήματα περιβάλλοντος και Δημόσιας Υγείας	Βαθμολογείται ανάλογα με την έκταση των προβλημάτων	0 - 15
5	Πολιτιστική αξία, τουρισμός αναψυχή	Βαθμολογείται ανάλογα με την σημασία των πολιτιστικών στοιχείων και την τουριστική ανάπτυξη	0 - 15
6	Πριμοδότηση νησιώτικων, ακριτικών και υποβαθμισμένων περιοχών	Μοναδικός συντελεστής κατά Περίπτωση	5
Μέγιστη βαθμολογία κατά περίπτωση			100

Κριτήρια ωριμότητας έργων
Δικτύων Αποχέτευσης και Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων

A/A	Κριτήριο	Συντελεστές Βαθμολόγησης
1	Ύπαρξη εγκεκριμένων τεχνικών μελετών Προκαταρκτική μελέτη Προμελέτη Οριστική Μελέτη Τεύχη δημοπράτησης Ανάγκη επικαιροποίησης	5 – 10 – 15 * 2,5 – 7,5 – 10 * 5 – 10 – 15 * 2,5 – 7,5 – 10 * 5
2	Περιβαλλοντική αδειοδότηση Υποβολή προμελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων Έκδοση γνωμοδότησης	2,5 – 5 ** 10 (15) ***

	Απαλλαγή από προμελέτη Υποβολή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Έγκριση περιβαλλοντικών όρων Απαλλαγή από περιβαλλοντικούς όρους	2,5 – 5 ** 15 (20) ***
3	Ετοιμότητα δημοπράτησης Δημοσίευση προκήρυξης Λήψη προσφορών Ανακήρυξη τελικού μειοδότη	5 5 5
Μέγιστη βαθμολογία		100

- * Οι τρεις βαθμοί αφορούν την ανάθεση, την υποβολή και την έγκριση της μελέτης
- ** Οι δύο βαθμοί αφορούν την ανάθεση και την υποβολή της μελέτης
- *** Ο βαθμός αυτός δίνεται στην περίπτωση επίσημης απαλλαγής από ΠΠΕ ή και ΜΠΕ

Οδηγός Νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων

Θεωρούμε χρήσιμο να παραθέσουμε επιγραμματικά την τελευταία νομοθεσία που διέπει την προστασία και διαχείριση των υδάτων την οποία πρέπει να γνωρίζει ένας μελετητής ή ένας μηχανικός εργαζόμενος σε ένα Δήμο προκειμένου να εργασθεί πάνω στα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αστικών αποβλήτων.

- Νόμος 1650 / 86 (ΦΕΚ 160 Α / 18 – 10 - 86)

Για την προστασία του περιβάλλοντος. Νόμος που καθορίζει τις γενικές αρχές για την προστασία του περιβάλλοντος

- ΚΥΑ 69269 / 5387 / 90 (ΦΕΚ 678 Β / 25-10-90)

Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο ΜΠΕ, καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (Ε.Π.Μ.) και λοιπές συναφείς διατάξεις σύμφωνα με το Ν. 1650/1986.

- ΥΑ 30557 / 96 (ΦΕΚ 136 Β / 96) τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της ΚΥΑ 69269 / 5387 / 90

- ΥΑ 814230 / 96 (ΦΕΚ 906 Β / 96) τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της ΚΥΑ 69269 / 5387 / 90

Η παραπάνω ΚΥΑ εξακολουθεί να ισχύει επειδή δεν έχουν ακόμη εκδοθεί όλες οι εκτελεστικές διατάξεις του

Ν. 3010 (ΦΕΚ 91 Α / 25 – 4 - 2002) που αφορά την εναρμόνιση του Ν. 1650 / 1986 με τις οδηγίες 97 / 11 Ε.Ε. και 96 / 61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις

Έχει ήδη εκδοθεί μόνο η

ΚΥΑ με αριθμ. Η.Π. 15393/2332 (ΦΕΚ 1022 Β / 5 - 8 - 2002) που αφορά κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010 / 2002 και η

ΚΥΑ 25535 /3281 (ΦΕΚ 1463 / 20 – 11 - 2002) που αφορά την έγκριση των Π.Ο. από τον Γ.Γ. της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α΄ κατηγορίας σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 15393/2332 (ΦΕΚ 1022 Β / 5 - 8 - 2002)

- ΚΥΑ 75308 / 5512 / 90 (ΦΕΚ 691 Β / 2-11-90)

Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησης τους για το περιεχόμενο της ΜΠΕ των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650 / 86.

- Εγκύκλιος 17 / 59682 / 1687 / 21-4-94

Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269 / 5387 / 90.

- Ερμηνευτική εγκύκλιος 9 (ΥΠΕΧΩΔΕ / 1^{ος} 1996), με την οποία καθορίστηκε το περιεχόμενο του φακέλου της προέγκρισης χωροθέτησης (βάσει του Ν. 3010 / 2002 ΠΠΕ)

- ΚΥΑ Ε_β 221 / 65 (ΦΕΚ 138 Β / 24-2-65)

Υγειονομική διάταξη περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων

- ΚΥΑ 46399 / 1352 / 86 (ΦΕΚ 438 Β / 3-7-86)

Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «Πόσιμα», «Κολύμβηση», «Διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ε.Κ. 75/440/ΕΟΚ και 79 / 869 / ΕΟΚ.

- Ν. 1739 / 87 (ΦΕΚ 201 Α / 20-11-87)

Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις.

- ΥΑ 16190 / 1335 / 97 (ΦΕΚ 519 Β / 97)

Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης

- ΥΑ 5673 / 400 / 97 (ΦΕΚ 192 Β / 97)

Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων

- ΥΑ 19661/1982 /99 (ΦΕΚ 1811 Β / 29-9-99) Τροποποίηση της παραπάνω ΥΑ 5673 /

400 / 97 – Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για την διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθρο 5 της απόφασης αυτής

- Εγκύκλιος 10 / 98 ΥΠΕΧΩΔΕ (αριθ. πρωτ. 6453/1373/5-3-98) που αφορά την έκδοση

άδειας οικοδομής για την κατασκευή έργων και εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού

- ΠΔ 55 / 98 (ΦΕΚ 58 Α / 20 – 3 – 98)

Προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος

- Εγκύκλιος 37 / 95 (ΥΠΕΧΩΔΕ / ΓΓΔΕ) με την οποία καταρτίστηκαν γενικές οδηγίες, που

καθορίζουν τις βασικές απαιτήσεις πληρότητας των μελετών, τα επι μέρους στάδια τους με τις απαραίτητες υποστηρικτικές μελέτες και έρευνες, καθώς και την χρονική αλληλουχία τους.

- Εγκύκλιος 27 / 97 (ΥΠΕΧΩΔΕ / ΓΓΔΕ) με την οποία καταρτίστηκαν γενικές οδηγίες, των

οποίων η τήρηση επιβάλλεται από τους φορείς του πεδίου εφαρμογής του Ν. 1418 / 84, για την αντιμετώπιση σημαντικών θεμάτων εκπόνησης μελετών Δημοσίων Έργων όλων των κατηγοριών και ιδιαίτερα εκείνων των έργων που δημοπρατούνται με το σύστημα «Μελέτη – Κατασκευή».

Όρια για επικίνδυνες και τοξικές ουσίες στα αστικά απόβλητα

- ΚΥΑ 18186 / 271 / 88 (ΦΕΚ 126 Β / 3-3-88)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

- ΚΥΑ 26857 / 553 / 88 (ΦΕΚ 196 Β / 6-4-88)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων νερών από απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών

- ΚΥΑ 55648 / 2210 / 91 (ΦΕΚ 323 Β / 13-5-91)

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

Κεφάλαιο 5

Περιγραφή των συστημάτων που σήμερα χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση μικρών σχετικά πληθυσμιακών μεγεθών

Τα συστήματα που περιγράφονται στην ενότητα αυτή είναι τα πλέον διαδεδομένα και για τα οποία μέχρι σήμερα έχουν δοθεί εγκρίσεις και άδειες για την κατασκευή τους από τις αρμόδιες υπηρεσίες μετά από πρόταση μελετητών.

Από την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης όπως αυτή περιγράφηκε στο κεφ. 3 έγινε σαφές ότι έχουν ήδη κατασκευασθεί και λειτουργούν αρκετές μονάδες με το σύστημα της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό. Οι μονάδες αυτές σίγουρα δεν περιλαμβάνονται στα μικρά και φυσικά συστήματα τα οποία εξετάζουμε και τα οποία εξυπηρετούν μικρά πληθυσμιακά μεγέθη. Επειδή όμως ήδη έχουν κατασκευασθεί και λειτουργούν, για το λόγο αυτό, τα συμπεριλάβαμε στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζοντας τις αρχές στις οποίες στηρίζεται η επεξεργασία αυτή και τα βασικά στάδια που ακολουθούνται κατά την λειτουργία των μονάδων αυτών.

Τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας των λυμάτων (στο έδαφος και στους υδροβιότοπους) παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 6 αναλυτικότερα γιατί ο τρόπος αυτός αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου συνδυασμού μεθόδων ή αποτελεί αυτοτελές σύστημα για πολύ μικρούς οικισμούς (εξυπηρετούμενο πληθυσμιακό μέγεθος έως 2.000 κάτοικοι).

Στο κεφάλαιο αυτό επομένως παρουσιάζονται οι μέθοδοι :

- Της ενεργού ιλύος
- Της σηπτικής δεξαμενής η οποία χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλους τους συνδυασμούς των διαφόρων μεθόδων για την επεξεργασία των λυμάτων στα μικρά και αποκεντρωμένα συστήματα ή και αυτούσια
- Του βιολογικού αμμόφιλτρου το οποίο τις περισσότερες φορές το συναντούμε προτεινόμενο με σηπτική δεξαμενή
- Των οξειδωτικών τέφρων
- Του χαλικόφιλτρου (Trickling filters)
- Του βιολογικού δίσκου (Βιοδίσκου)
- Των συστημάτων Compact συνεχούς ροής και
- Των συστημάτων SBR (Sequencing Batch Reactor)

Δεν παρουσιάζονται τα συστήματα που χρησιμοποιούν τις Λίμνες (lagoons) σαν βασική μέθοδο, γιατί σήμερα αφ' ενός δεν χρησιμοποιείται σε καμία περιοχή στην Περιφέρεια της Κρήτης αφ' ετέρου οι εδαφολογικές και αναπτυξιακές συνθήκες της Περιφέρειας (τουρισμός, γεωργία, αναψυχή) δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων.

Εισαγωγή στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων μικρών οικισμών

Η συνηθισμένη πρακτική που εφαρμοζόταν για την διαχείριση των λυμάτων σε αστικές περιοχές ήταν η κατασκευή εκτεταμένων δικτύων αποχέτευσης για τη συλλογή και μεταφορά του συνόλου των αποβλήτων και η επεξεργασία τους σε κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Οι εγκαταστάσεις αυτές σχεδιάζονταν και λειτουργούσαν σχεδόν αποκλειστικά με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού. Η ανάγκη για την ανάπτυξη όμως διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης και μιας διαφορετικής πρακτικής στην επεξεργασία των λυμάτων εντοπίστηκε μόλις τις τελευταίες τρεις δεκαετίες (EPA, 1992) όταν αποκαλύφθηκε ότι στην Αμερική περισσότερες από 7000 μικρές κοινότητες βρισκόταν σε τέτοιες περιοχές (απομακρυσμένες, περιοχές με αρνητικές κλίσεις) που δεν μπορούσαν να καλυφθούν από κεντρικά συστήματα επεξεργασίας. Οι περισσότερες από αυτές τις μονάδες είχαν προβλήματα ποιότητας νερών και δημόσιας υγείας. Επιπλέον, στη διάρκεια της λειτουργίας κεντρικών μονάδων επεξεργασίας, ιδιαίτερα αυτών που εξυπηρετούσαν περιοχές με μικρό αριθμό κατοίκων (κάτω από 60.000), είχε παρατηρηθεί ένας σημαντικός αριθμός προβλημάτων όπως:

- Το ετήσιο κόστος και η πολυπλοκότητα των εγκαταστάσεων οδηγούσαν πολλές φορές τους υπεύθυνους τοπικούς φορείς σε αδυναμία συντήρησης και αποδοτικής λειτουργίας των μονάδων. Ως αποτέλεσμα πολλά έργα δεν λειτουργούσαν καθόλου μετά την πάροδο του χρόνου δοκιμαστικής λειτουργίας από την ανάδοχο κατασκευαστική εταιρεία του έργου.
- Οι αυξημένες απαιτήσεις σε χώρο για την εγκατάσταση των μονάδων επεξεργασίας, οδηγούσαν σε δυσκολίες χωροθέτησης, καθυστερήσεις και επιλογή ακατάλληλων γηπέδων (βραχώδη εδάφη, κοίτες ποταμών, κλπ.). Ως αποτέλεσμα πολλές φορές συνέβαινε αύξηση του κόστους κατασκευής σε υπέρογκα ποσά, ενώ σε άλλες περιπτώσεις η ολοκλήρωση του έργου ήταν ανέφικτη.
- Τα εκτεταμένα αποχετευτικά δίκτυα για τη συλλογή και μεταφορά του συνόλου των λυμάτων, είχαν σημαντικό κόστος (τριπλάσιο έως και οκταπλάσιο του κόστους των εγκαταστάσεων επεξεργασίας), παρουσίαζαν δυσκολία κατασκευής και απαιτούνταν σημαντικός χρόνος για την ολοκλήρωσή τους.

Τότε έγινε παραδεκτό ότι τα συμβατικά συστήματα που εφαρμοζόταν για να εξυπηρετήσουν μεγάλες περιοχές δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μικρές κοινότητες με απλή μείωση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών τους. Η σημαντική πρόοδος που έγινε τα τελευταία χρόνια στον τομέα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, επέτρεψε την εφαρμογή μιας αποκεντρωμένης διαχείρισης λυμάτων. Σύμφωνα με την πρακτική αυτή, μία ευρύτερη περιοχή οι οποία αποτελούνταν από πολλούς μικρότερους αραιοκατοικημένους οικισμούς, μπορούσε να εξυπηρετηθεί από πολλές μικρού μεγέθους μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες θα κατασκευάζονταν και θα εξυπηρετούσαν τοπικά επιμέρους οικισμούς ή ομάδες οικισμών. Σήμερα, τα αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων περιλαμβάνουν μονάδες οι οποίες είναι δυνατόν να εξυπηρετήσουν απομακρυσμένες και λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές και οι οποίες δεν είναι εφικτό να συνδεθούν με ένα κεντρικό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων με τα εξής πλεονεκτήματα:

- Προστασία του Περιβάλλοντος και της Δημόσιας Υγείας. Η επεξεργασία των αποβλήτων σε κατάλληλα σχεδιασμένα μικρά συστήματα επεξεργασίας μπορεί να είναι αρκετά αποδοτική όπως σε ένα μεγάλο σύστημα. Επιπλέον, ενώ στα μεγάλα συστήματα η διάθεση των εκρών γίνεται συνήθως σε μεγάλους αποδέκτες μακριά από το σημείο όπου παράγονται τα απόβλητα, οι εκροές από μικρά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση των υδροφορέων από όπου προήλθε αρχικά το νερό. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει η δυνατότητα για την βέλτιστη διαχείριση των νερών και την ελαχιστοποίηση της επίδρασης εξαιτίας της μεταφοράς υδάτινων πόρων μεταξύ διαφορετικών υδατοδεξαμενών.
- Χαμηλό κόστος επένδυσης και κόστος λειτουργίας. Τα μικρά συστήματα που εξυπηρετούν αραιοκατοικημένες περιοχές αποτελούν οικονομικές λύσεις σε σχέση με τη σύνδεση αυτών των περιοχών με ένα κεντρικό σύστημα επεξεργασίας (EPA, 1997).
- Προσαρμογή σε τοπικές συνθήκες. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν εφαρμοστεί μικρά συστήματα προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες ανάγκες μιας περιοχής. Τέτοιες ιδιαίτερες συνθήκες μπορεί να είναι η παρουσία υπόγειου υδροφόρου κοντά στην επιφάνεια, η παρουσία ημιπερατού εδάφους, οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί κλπ.
- Πρόσθετα πλεονεκτήματα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να πλεονεκτούν σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές έναντι των μεγάλων συστημάτων, αφού η λειτουργία τους προσανατολίζεται για τη διατήρηση των τοπικών

περιβαλλοντικών συνθηκών.

Οι βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η λειτουργία αποκεντρωμένων μονάδων για την επεξεργασία των λυμάτων μιας ευρύτερης περιοχής συνοψίζονται ως εξής:

1. Οι μονάδες αυτές καλύπτουν μόνο την επεξεργασία των λυμάτων, χωρίς την ταυτόχρονη επεξεργασία ιλύος. Έτσι στις μονάδες αυτές δεν απασχολείται προσωπικό για την διοίκηση, εργαστηριακό έλεγχο και συντήρηση του εξοπλισμού τους.
2. Σε κάθε μονάδα επιτυγχάνεται υψηλή ποιότητα εκροής, κατάλληλη τόσο για διάθεση και στον πιο περιβαλλοντικά ευαίσθητο αποδέκτη, όσο και για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων σε διάφορες χρήσεις.
3. Προβλέπεται η δημιουργία ενός κεντρικού φορέα (Δημοτική ή Διαδημοτική επιχείρηση), ο οποίος πρόκειται να έχει την έδρα του σε μία από τις παραπάνω μονάδες. Ο φορέας αυτός θα είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία του συνόλου των μονάδων στηριζόμενος στις παρακάτω αρχές:
 - Η περίσσια ιλύος από όλες τις μονάδες θα μεταφέρεται σε κεντρικό σύστημα επεξεργασίας, το οποίο θα βρίσκεται στην έδρα του φορέα. Είναι δυνατόν η μονάδα επεξεργασίας της ιλύος να συνδυάζεται με μονάδα συγκομποστοποίησης όπου θα συγκεντρώνονται άλλα υλικά προς απόρριψη, όπως π. χ. στερεά απορρίμματα.
 - Τα δείγματα των υγρών αποβλήτων από την είσοδο και την έξοδο κάθε επιμέρους μονάδας επεξεργασίας θα συλλέγονται με ευθύνη του φορέα και θα αναλύονται στο εργαστήριο-χημείο στην έδρα του φορέα.
 - Η παρακολούθηση της λειτουργίας θα είναι δυνατόν να γίνει μέσω συστήματος τηλε-ελέγχου από το κέντρο ελέγχου στην έδρα του φορέα.
 - Η τακτική και έκτακτη συντήρηση του εξοπλισμού θα υλοποιείται από συνεργείο του οποίου η βάση του και ο εξοπλισμός του θα είναι εγκατεστημένα στην έδρα του φορέα.

1.1. Κριτήρια εφαρμογής ενός συστήματος αποκεντρωμένης επεξεργασίας λυμάτων

Για να μπορεί να εφαρμοσθεί ένα σύστημα αποκεντρωμένης επεξεργασίας λυμάτων, είναι απαραίτητη η επιλογή κατάλληλης τεχνολογίας επεξεργασίας η οποία θα πρέπει να πληρεί τις εξής προϋποθέσεις:

1. Να είναι απλή στη λειτουργία και να μην απαιτεί συνεχή παρακολούθηση από

προσωπικό.

2. Να είναι αποδοτική, ώστε να είναι εύκολη η εύρεση αποδέκτη στην περιοχή εγκατάστασης της μονάδας ή η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση των επεξεργασμένων λυμάτων.
3. Να έχει μικρό λειτουργικό κόστος.
4. Να είναι φιλική στο περιβάλλον, ώστε να μειώνονται οι αντιδράσεις των περιοίκων.
5. Να καταλαμβάνει την μικρότερη δυνατή επιφάνεια, ώστε να είναι εύκολη η χωροθέτηση της εγκατάστασης.
6. Να απαιτείται μικρός χρόνος για την κατασκευή και τη θέση σε λειτουργία.

Τα αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων περιλαμβάνουν τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας όπως οι τεχνητοί υγροβιότοποι, τα φίλτρα με πληρωτικά υλικά διακοπτόμενης και ανακυκλοφορούσας ροής και τα έτοιμα προκατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας.

1.2. Κλίνες με υλικά πλήρωσης

Οι κλίνες με υλικά πλήρωσης έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία για την επεξεργασία αποβλήτων που προέρχονται από μικρές κοινότητες ή απομονωμένες κατοικίες και διακρίνονται σε φίλτρα άμμου όπου τα απόβλητα περνούν μια φορά από το υλικό πλήρωσης και σε φίλτρα πολλαπλών περασμάτων με κοκκώδη υλικό πλήρωσης όπου λαμβάνει χώρα ανακυκλοφορία των αποβλήτων (EPA 1999a, b). Τα κυριότερα τμήματα ενός φίλτρου με υλικό πλήρωσης είναι:

- η δεξαμενή παραμονής - επεξεργασίας αποβλήτων, που αποτελείται από μια

χωμάτινη ή τσιμεντένια δεξαμενή. Η δεξαμενή κατασκευάζεται με βάθος 1-1,3 μέτρα και μονώνεται με ένα στρώμα ημιπερατής μεμβράνης.

- το σύστημα αποχέτευσης για την απομάκρυνση των επεξεργασμένων αποβλήτων. Το σύστημα αποτελείται συνήθως από πλαστικούς διάτρητους σωλήνες οι οποίοι συνήθως καλύπτονται με κοκκώδη υλικά.
- το υλικό πλήρωσης, που μπορεί να είναι άμμος, ανθρακίτης, χαλίκια, θρυμματισμένο γυαλί από ανακύκλωση κλπ.
- το σύστημα τροφοδοσίας και κατανομής των αποβλήτων σε όλη την επιφάνεια του φίλτρου και
- διάφορα βοηθητικά συστήματα. Στην περίπτωση των φίλτρων ανακυκλοφορίας περιλαμβάνεται επιπλέον μια δεξαμενή ανακύκλωσης των αποβλήτων.

Στα φίλτρα άμμου όπου τα απόβλητα περνούν μια μόνο φορά από το φίλτρο, η συνολική ποσότητα των αποβλήτων εφαρμόζεται σε ίσες δόσεις με συχνότητα 12 έως 72 δόσεις την ημέρα. Τα φίλτρα αυτά είναι γνωστά ως φίλτρα διαλείπουσας ροής. Στα φίλτρα πολλαπλών περασμάτων, ένα μέρος των αποβλήτων απομακρύνεται προς διάθεση ενώ το υπόλοιπο ανακυκλοφορεί μέσα στο φίλτρο. Τυπικοί λόγοι ανακυκλοφορίας είναι από 3:1 μέχρι 5:1. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η ολική οργανική φόρτιση που εφαρμόζεται στο φίλτρο ανά δόση και αυξάνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Η συχνότητα των δόσεων εφαρμογής μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 48 έως 120 φορές την ημέρα με διάρκεια περίπου 2-3 λεπτά ανά 10-20 λεπτά.

Η απομάκρυνση των ρυπαντών στα φίλτρα αυτά λαμβάνει χώρα με ένα συνδυασμό φυσικών, χημικών και βιολογικών δράσεων. Συγκεκριμένα, αμέσως μετά την εκκίνηση της λειτουργίας του φίλτρου σχηματίζεται στην επιφάνεια του πληρωτικού υλικού ένα στρώμα από βακτήρια. Η δημιουργία αυτού του στρώματος είναι σημαντική γιατί εδώ λαμβάνει χώρα προσρόφηση των διαλυτών και κολλοειδών οργανικών ουσιών, τα οποία στη συνέχεια υφίστανται βιολογική αποδόμηση. Το απαραίτητο οξυγόνο για την βιολογική αποδόμηση εξασφαλίζεται κατά την μεταφορά του αέρα ανάμεσα από τους κενούς χώρους που σχηματίζονται μεταξύ των σωματιδίων του πληρωτικού υλικού.

Στα αρχικά στρώματα του φίλτρου λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια του λεπτού στρώματος βακτηρίων η ταυτόχρονη αποδόμηση του οργανικού φορτίου και η μετατροπή του αμμωνιακού και οργανικού αζώτου σε νιτρικά ιόντα (νιτροποίηση). Στη συνέχεια, σε μεγαλύτερο βάθος όπου επικρατούν ανοξικές συνθήκες, λαμβάνει χώρα απονιτροποίηση και μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε αέριο άζωτο. Επιπλέον, κατά την τροφοδοσία των αποβλήτων στα λύματα, τα στερεά σωματίδια κατακρατούνται στο υλικό πλήρωσης με τους φυσικούς μηχανισμούς της διήθησης. Με τους ίδιους μηχανισμούς απομακρύνονται επίσης και ορισμένοι από τους παθογόνους μικροοργανισμούς που είναι δυνατόν να υπάρχουν στα απόβλητα.

Τα πλεονεκτήματα των φίλτρων με υλικά πλήρωσης είναι:

- Παραγωγή εκρών υψηλής ποιότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση κατά στάγδην ή επιφανειακή διάθεση μετά από απολύμανση.
- Χαμηλή απαίτηση σε ενέργεια.
- Ευκολία παρακολούθησης. Δεν απαιτείται εξεικευμένο προσωπικό.
- Δεν απαιτείται η προσθήκη χημικών.

- Η κατασκευή είναι σχετικά απλή και το κόστος χαμηλό.
- Η επέκταση για να αυξηθεί η απόδοση ή να εξυπηρετηθούν μεγαλύτερες παροχές είναι σχετικά εύκολη.
- Αντικατάσταση υλικού πλήρωσης με υλικά που βρίσκονται σε επάρκεια τοπικά.

Τα μειονεκτήματα των φίλτρων είναι:

- Η απαίτηση σε επιφάνεια, ιδιαίτερα στα φίλτρα διαλείπουσας ροής. Στα φίλτρα ανακυκλοφορίας απαιτείται το 1/5 της επιφάνειας των φίλτρων διαλείπουσας ροής.
- Η απαίτηση για αυξημένα μέτρα συντήρησης (αντλιών, σωληνώσεων κλπ) ιδιαίτερα στην περίπτωση των φίλτρων ανακυκλοφορίας.
- Προβλήματα οσμών που μπορεί να αυξάνουν την απαίτηση για κενό χώρο μεταξύ των φίλτρων και των κατοικήσιμων εκτάσεων, ιδιαίτερα στην περίπτωση των φίλτρων διαλείπουσας ροής.
- Το φράξιμο των φίλτρων που μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία, ιδιαίτερα στην περίπτωση των φίλτρων διαλείπουσας ροής.
- Η ευαισθησία σε ακραίες θερμοκρασίες.

Τα φίλτρα με υλικό πλήρωσης παράγουν απόβλητα με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο ($BOD_5 < 5 \text{ mg/L}$) και αιωρούμενα στερεά. Επιπλέον, στα φίλτρα αυτά είναι δυνατόν να προχωρά η νιτροποίηση και η μετατροπή του αζώτου σε ποσοστό μέχρι 80%. Η απόδοση ενός τέτοιου συστήματος εξαρτάται από την προεπεξεργασία των αποβλήτων η οποία επιτυγχάνεται κυρίως σε σηπτικούς βόθρους, την ευκολία μεταφοράς και απορρόφησης του οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς, τη θερμοκρασία, την συχνότητα εφαρμογής των αποβλήτων, την υδραυλική φόρτιση, το μέγεθος των σωματιδίων του υλικού πλήρωσης, βάθος της κλίνης την οργανική φόρτιση κλπ. Μετά τον σχεδιασμό και κατασκευή ενός φίλτρου, απαιτείται ένα στάδιο δοκιμαστικής λειτουργίας για την βελτιστοποίηση των παραμέτρων και την αύξηση της απόδοσης των φίλτρων.

1.3. Προκατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας

Τα προκατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας χρησιμοποιούνται σήμερα για την επεξεργασία των λυμάτων από απομονωμένες κατοικίες και από μικρούς οικισμούς. Σήμερα διατίθενται στο εμπόριο προκατασκευασμένα συστήματα που μπορούν να εξυπηρετήσουν παροχές αποβλήτων μέχρι $3800 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$ (Metcalf & Eddy, 1991). Τα σημαντικότερα σχεδιαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία ενός προκατασκευασμένου συστήματος επεξεργασίας όπου εφαρμόζεται η μέθοδος της ενεργού ιλύος, είναι: η φόρτιση υδραυλική και οργανικού φορτίου), η παροχή του αέρα, ο ρυθμός απομάκρυνσης και ανακυκλοφορίας της ιλύος κλπ. Ωστόσο, με την ορθό σχεδιασμό ενός τέτοιου

συστήματος, αναμένεται η αποδοτική λειτουργία και επεξεργασία των λυμάτων. Τα πλεονεκτήματα που αναμένονται κατά την εφαρμογή ενός προκατασκευασμένου συστήματος επεξεργασίας λυμάτων συνοψίζονται ως εξής:

- Μειώνεται και απλοποιείται κατά μεγάλο ποσοστό το δίκτυο αποχέτευσης των ακαθάρτων το οποίο θα ήταν απαραίτητο να σχεδιαστεί για την ευρύτερη περιοχή.
- Ο σχεδιασμός των επιμέρους συστημάτων επιτρέπει την διενέργεια διαγωνισμού για την προμήθεια μόνο των επιμέρους μονάδων, απλοποιώντας σημαντικά τη διαδικασία υλοποίησης των έργων. Ως συνέπεια απαιτείται μειωμένη απασχόληση του προσωπικού του φορέα για την παρακολούθηση των έργων.
- Οι χαμηλές συνήθως απαιτήσεις μιας προκατασκευασμένης μονάδας σε ενέργεια, καθιστούν δυνατή την παροχή ενέργειας από το δίκτυο διανομής (χαμηλή τάση), χωρίς την ανάγκη κατασκευής ξεχωριστού υποσταθμού ενέργειας.
- Ο χρόνος κατασκευής των προκατασκευασμένων μονάδων για το σύνολο των επί μέρους οικισμών μπορεί να μη ξεπερνά τους τρεις μήνες.
- Λόγω διαφοροποίησης των οικονομοτεχνικών δεδομένων, δεν απαιτείται ο σχεδιασμός του έργου για ορίζοντα 20ετίας και 40ετίας αλλά 5ετίας, με δυνατότητα άμεσης επέκτασης όταν χρειάζεται. Η επέκταση τότε της μονάδας μπορεί να βασίζεται, σε πραγματικά δεδομένα και όχι σε θεωρητικά προβλεπόμενες εκτιμήσεις και μπορεί να καταστεί δυνατή με την προμήθεια επιπλέον παρόμοιων υπομονάδων.
- Είναι δυνατή η άμεση έναρξη στον σχεδιασμό νέων οικισμών, έστω και αν αυτή δεν είχε προβλεφθεί στον αρχικό σχεδιασμό.

Ένα προκατασκευασμένο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με μικρές παροχές προσφέρεται στην Ελλάδα από την εταιρεία ENVITEC AE και φέρει την ονομασία BioBlock. Το συνολικό σύστημα περιλαμβάνει το στάδιο της προεπεξεργασίας των λυμάτων (εσχάρωση και εξάμμωση) για την απομάκρυνση των ογκωδών σωματιδίων και της άμμου όπως συμβαίνει και στα συμβατικά συστήματα επεξεργασίας. Στην συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων και τελικά τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης και διατίθενται στον αποδέκτη.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία των λυμάτων στο προτεινόμενο σύστημα λαμβάνει χώρα σε ένα προκατασκευασμένο βιοαντιδραστήρα με την πολλαπλή διέλευση των λυμάτων μέσω μιας ρευστοποιημένης κλίνης ενεργού ιλύος. Στην κλίνη αυτή εξασφαλίζονται ιδανικές συνθήκες επαφής των μικροοργανισμών με τα ρυπογόνα συστατικά των αποβλήτων, επιτυγχάνοντας ταχείες και αποτελεσματικές βιοαντιδράσεις. Ταυτόχρονα, στην ενεργό κλίνη λαμβάνει χώρα διαχωρισμός της υγρής από τη στερεά φάση, χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή μονάδα καθίζησης. Ο αντιδραστήρας αποτελείται από τη ζώνη αερισμού και εμπλουτισμού σε οξυγόνο, τη ζώνη ψευδοαιωρούμενου στρώματος και τη ζώνη εκροής. Η ανάπτυξη της εν λόγω τεχνολογίας δίνει τη δυνατότητα για πολλές εναλλακτικές επιλογές ως προς τη διαμόρφωση του αντιδραστήρα, ανάλογα με τη δυναμικότητα του. Σε κάθε περίπτωση, ο ενσωματωμένος Η/Μ εξοπλισμός περιορίζεται σε έναν αεροσυμπιεστή με κατάλληλη παροχή αέρα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας και τα πλεονεκτήματα από τη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος συνοψίζονται στα παρακάτω:

1. Τυποποιημένο μέγεθος, μικρός όγκος και μικρή επιφάνεια εγκατάστασης.
2. Υψηλή συγκέντρωση ενεργού ιλύος, 8 g/L- αιωρούμενα στερεά.
3. Ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες βιοαντιδράσεων οξειδωσης οργανικού φορτίου, νιτροποίησης, απονιτροποίησης.

4. Υψηλούς βαθμούς καθαρισμού, οι οποίοι οφείλονται στην βέλτιστη επαφή των μικροοργανισμών της ενεργού ιλύος με τα ρυπογόνα συστατικά των λυμάτων.
5. Υψηλή απόδοση μεταφοράς οξυγόνου και ελαχιστοποίηση απαίτησης σε οξυγόνο κατ. κατά συνέπεια κατανάλωσης ενέργειας.
6. Απλότητα στη λειτουργία, αφού η ταυτόχρονη διεργασία βιολογικής επεξεργασίας και διαύγασης οδηγεί στην κατάργηση των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης και των αντλιοστασίων ανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος. Το μόνο μηχανικό ή κινούμενο μέρος της μονάδας είναι ο αεροσυμπιεστής που τροφοδοτεί το σύστημα με αέρα.
7. Σταθερή λειτουργία, ανεξάρτητα από ης διακυμάνσεις παροχής εισόδου, λόγω του ειδικού υδραυλικού σχεδιασμού της ρευστοποιημένης κλίνης.
8. Ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ιλύος και πλήρης σταθεροποίηση της.
9. Ελαχιστοποίηση λειτουργικού κόστους και προσωπικού λειτουργίας. Λόγω της λειτουργικής σταθερότητας, απλότητας και απουσίας Η/Μ εξοπλισμού, παρουσιάζεται μόνο η ανάγκη περιοδικής εποπτείας.
10. Λόγω του ειδικού σχεδιασμού του, αποτελώντας κλειστό σύστημα χωρίς τη δημιουργία σηπτικών (αναερόβιων) συνθηκών, χαρακτηρίζεται από την πλήρη απουσία οσμών ή σταγονιδίων.

Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στον προτεινόμενο βιοαντιδραστήρα περιλαμβάνουν οξειδωση του οργανικού φορτίου, νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων και απονιτροποίηση των νιτρικών ιόντων. Τα λύματα οδηγούνται στη ζώνη αερισμού όπου εισάγεται αέρας με διάχυση και έρχονται σε επαφή με τους μικροοργανισμούς της ενεργού ιλύος. Κατόπιν, το ανάμικτο υγρό εισέρχεται στη ζώνη απαερισμού όπου, επικρατεί υψηλός ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου και λαμβάνει χώρα βιολογική αποδόμηση του οργανικού φορτίου και νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων. Τελικά το ανάμικτο υγρό καταλήγει στο αιωρούμενο στρώμα βιομάζας. Για να διατηρηθούν σταθερές υδραυλικές συνθήκες, δημιουργείται μια σταθερή ανακυκλοφορία του μίγματος λυμάτων-μικροοργανισμών, λόγω διαφοράς στην πυκνότητα και στην υδραυλική πίεση μεταξύ της ζώνης αερισμού και του αιωρούμενου στρώματος. Ως αποτέλεσμα τα λύματα περνούν διαδοχικά από αερόβιες σε ανοξικές συνθήκες και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση και η απομάκρυνση του αζώτου. Το αιωρούμενο στρώμα της ρευστοποιημένης βιομάζας ενεργεί επιπλέον ως φίλτρο όπου εξασφαλίζεται η διαύγαση των αποβλήτων. Στην επάνω επιφάνεια του στρώματος δημιουργείται έτσι μια διακριτή επιφάνεια μεταξύ των καθαρών λυμάτων και των μικροοργανισμών. Στη συνέχεια τα επεξεργασμένα λύματα απομακρύνονται από το σύστημα απαλλαγμένα από τα στερεά σωματίδια.

Το προτεινόμενο σύστημα παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με μια συμβατική μονάδα ενεργού ιλύος που σχεδιάζεται ώστε να δέχεται την ίδια παροχή αποβλήτων, τα οποία συνοπτικά είναι:

Βιολογική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου, νιτροποίηση-απονιτροποίηση και διαύγαση των επεξεργασμένων λυμάτων σε μια μόνο δεξαμενή, ενώ στο συμβατικό σύστημα απαιτούνται διαφορετικές δεξαμενές.

Απουσία επιπλέον εξοπλισμού για την ανακυκλοφορία της ιλύος και των νιτρικών (αντλιοστάσια, δίκτυα σωληνώσεων) και τη συλλογή της ιλύος από τη δεξαμενή καθίζησης (ξέστρα).

Μικρότερες συγκεντρώσεις ρύπων στην εκροή αναμένονται στον βιοαντιδραστήρα ($BOD_5=10$ mg/L, αιωρούμενα στερεά= 10 mg/L, αμμωνιακό άζωτο= 3 mg/L και νιτρικό άζωτο= 3 mg/L) σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο ($BOD_5=20$ mg/L), αιωρούμενα στερεά= 20 mg/L, αμμωνιακό άζωτο= 5 mg/L και νιτρικό άζωτο= 10 mg/L).

Συστήματα ενεργού ιλύος

Η μέθοδος ενεργού λάσπης είναι σήμερα η πλέον διαδεδομένη μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας και αυτή που περιέχει τις μεγαλύτερες δυνατότητες.

Συνοπτικά, το σύστημα περιλαμβάνει πρωτοβάθμια καθίζηση, δεξαμενή αερισμού, τελική καθίζηση και αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας. Στον βιολογικό αντιδραστήρα αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που αναμειγνυόμενοι με τα λύματα σχηματίζουν το ανάμικτο υγρό (Mixed liquor - ML). Στο ανάμικτο υγρό παρέχεται συνέχεια οξυγόνο, είτε με εμφύσηση αέρα, είτε με μηχανική ανάδευση έτσι ώστε να εξασφαλίζονται αερόβιες συνθήκες. Τα βακτηρίδια που έχουν αναπτυχθεί χρησιμοποιούν τις πλούσιες

οργανικές ύλες που περιέχουν τα λύματα οξειδώνοντας ένα τμήμα τους για απόληψη ενέργειας και μετατρέπουν το υπόλοιπο σε μικροβιακό πρωτόπλασμα (βιομάζα). Η σχηματιζόμενη βιομάζα κροκιδώνεται και καθιζάνει εύκολα, απομακρυνόμενη έτσι από τα λύματα συμπαρασύροντας και άλλα στερεά των λυμάτων. Έτσι τα επεξεργασμένα λύματα απαλλαγμένα από οργανική ύλη και στερεά, υπερχειλίζουν από τη δεξαμενή καθίζησης. Η ανακυκλοφορία της λάσπης είναι απαραίτητη ώστε να διατηρείται στον βιολογικό αντιδραστήρα η επιθυμητή συγκέντρωση μικροοργανισμών.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της ενεργού λάσπης όπως:

- Η κλασική ή συμβατική μέθοδος,
- Η μέθοδος πλήρους μίξης,
- Η μέθοδος σταθεροποίησης με επαφή,
- Η κατά βήματα μέθοδος,
- Η παραλλαγμένη μέθοδος,
- Η μέθοδος υψηλής φόρτισης,
- Ο παρατεταμένος αερισμός,
- Η μέθοδος διαβαθμισμένου αερισμού,
- Ο αερισμός σε οξειδωτικές τάφρους,
- Οι αεριζόμενες λίμνες και
- Η μέθοδος καθαρού οξυγόνου.

Η κάθε μία από τις παραπάνω μεθόδους εφαρμόζεται συνήθως ανάλογα με τις απαιτήσεις λειτουργίας, απόδοσης και ποιότητας εκροής.

Σημειώνεται ότι το πλήθος των παραπάνω παραλλαγών οφείλεται και στις ιδιαίτερες μεθόδους και τον τεχνικό εξοπλισμό που έχουν εφαρμόσει μετά από σειρά δοκιμών οι διάφοροι εξειδικευμένοι κατασκευαστικοί οίκοι.

Δύο είναι οι χαρακτηριστικότερες παράμετροι με βάση τις οποίες σχεδιάζονται τα συστήματα ενεργού λάσπης και ανάλογα χωρίζονται σε κατηγορίες:

α. Το φορτίο λάσπης ή ο λόγος F/M δηλαδή ο λόγος εισερχόμενης τροφής (BOD_5) προς τους παραγόμενους μικροοργανισμούς.

- Όταν $F/M > 0.5$ x gr. BOD_5 / χgr. λάσπης ανά ημέρα έχουμε μονάδες υψηλού φορτίου λάσπης και οι αποδόσεις δεν ξεπερνούν το 85%.
- Όταν $0.2 < F/M < 0.5$ έχουμε μονάδες μέσου φορτίου λάσπης και οι αποδόσεις φθάνουν το 90%.
- Όταν $0.07 < F/M < 0.2$ έχουμε μονάδες χαμηλού φορτίου λάσπης και οι αποδόσεις μπορεί να φθάσουν και 95%.

□ Όταν $F/M < 0.07$ έχουμε μονάδες πολύ χαμηλού φορτίου λάσπης ή παρατεταμένο αερισμό και οι αποδόσεις μπορεί να ξεπεράσουν και το 95%.

β. η φόρτιση χώρου, δηλαδή χγρ. BOD_5 ανά m^3 δεξαμενής αερισμού. Η αντίστοιχη διάκριση ανάλογα με την φόρτιση χώρου είναι:

- χγρ. $BOD_5 m^3 \cdot \eta\mu$ υψηλής φόρτισης ως προς BOD_5 για $> 1,5$ χγρ BOD_5/m^3
- μέσης φόρτισης για τιμές μεταξύ 0,6 και 1,5
- χαμηλής φόρτισης για τιμές μεταξύ 0,35 και 0,6
- παρατεταμένος αερισμός για τιμές $< 0,35$

Η περίσσεια λάσπης εξαρτάται από το φορτίο λάσπης που όσο μεγαλώνει, αυξάνεται και η ποσότητα της προς επεξεργασία λάσπης.

Τα **μειονεκτήματα της μεθόδου** με ενεργό λάσπη είναι κατά κύριο λόγο τα παρακάτω:

- Σχετική πολυπλοκότητα στη λειτουργία
- Μεγάλοι όγκοι λάσπης
- Ευαισθησία σε απότομη φόρτιση

Αυτά τα μειονεκτήματα αμβλύνονται όσο χαμηλότερο είναι το φορτίο λάσπης. Στην επόμενη παράγραφο εξετάζεται διεξοδικότερα ο παρατεταμένος αερισμός όπου τα παραπάνω μειονεκτήματα ελαχιστοποιούνται.

Παρατεταμένος αερισμός

Παρατεταμένος αερισμός είναι η πιο συνηθισμένη παραλλαγή του τυπικού συστήματος της ενεργού λάσπης. Χαρακτηρίζεται από χαμηλό οργανικό φορτίο (0.03 - 0.1 χγρ $BOD_5/\chi\gamma\mu$ λάσπης - ημέρα).

Οι μεγάλες τιμές θα επιτρέπουν την σχεδόν πλήρη διάσπαση της βιοδιασπάσιμης εισερχόμενης οργανικής ύλης και τη διατήρηση της βιομάζας στη φάση της ενδογενούς αναπνοής, με συνέπεια αργό ρυθμό αύξησης της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών και άρα παραγωγή μικρών ποσοτήτων λάσπης. Αυτή η λάσπη, εφ' όσον υφίσταται αερόβια οξειδωση στη δεξαμενή, είναι πιο σταθεροποιημένη από τη λάσπη του τυπικού συστήματος και έτσι δεν χρειάζεται άλλη επεξεργασία εκτός από αφυδάτωση. Επίσης δεν είναι απαραίτητη η πρωτοβάθμια καθίζηση.

Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στις δεξαμενές εκτεταμένου αερισμού είναι συνήθως μεγάλος και έτσι το σύστημα λειτουργεί ικανοποιητικά και κάτω από συνθήκες έντονα μεταβαλλόμενου υδραυλικού και οργανικού φορτίου.

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά εξασφαλίζουν ασφαλή λειτουργία, χωρίς τις προσεκτικές ρυθμίσεις και τη συνεχή επίβλεψη που απαιτούν οι άλλες μέθοδοι ενεργού λάσπης. Κατά συνέπεια δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό ή χρησιμοποίηση πολύπλοκων συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών.

Το κύριο μειονέκτημα του εκτεταμένου αερισμού είναι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, σε σχέση με τις κλασικές μεθόδους. Οι μεγάλοι χρόνοι παραμονής θα απαιτούν μεγάλη κατανάλωση οξυγόνου και έτσι ο εξοπλισμός για τον αερισμό του ανάμικτου υγρού είναι και βαρύτερος και ενεργοβόρος. Το σχετικά υψηλό λειτουργικό κόστος των συστημάτων με εκτεταμένο αερισμό αντισταθμίζει τα οικονομικά πλεονεκτήματα από την απουσία πρωτοβάθμιας καθίζησης και τον εύκολο και φθηνό χειρισμό της λάσπης, όσο αυξάνει ο όγκος των προς επεξεργασία λυμάτων. Έτσι για οικισμούς με πληθυσμούς πάνω από 30000 κατ. απαιτείται οικονομική σύγκριση για να αποδειχθεί ότι πλεονεκτεί ο παρατεταμένος αερισμός.

Βασικές διεργασίες παρατεταμένου αερισμού με αφαίρεση αζώτου

Η ενεργός ιλύς είναι ένα αιώρημα μικροοργανισμών (ενεργών και νεκρών) μέσα στα λύματα. Περιλαμβάνει παγιδευμένα και αιωρούμενα, κολλοειδή και διαλυμένα οργανικά και ανόργανα συστατικά.

Η διαδικασία της ενεργού ιλύος είναι μια αερόβια βιολογική διαδικασία που χρησιμοποιεί τις αντιδράσεις μεταβολισμού των μικροοργανισμών και την απομάκρυνση των ουσιών που απαιτούν οξυγόνο ώστε να επιτευχθεί μια αποδεκτή ποιότητα του ρευστού. Αυτή η διαδικασία αποτελεί συνήθως τη δεύτερη φάση μιας επεξεργασίας της οποίας η πρώτη φάση περιλαμβάνει μια δεξαμενή καθίζησης. Παρ' όλα αυτά, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, η πρωτοβάθμια δεξαμενή καθίζησης, μπορεί να περιοριστεί

Στο κύριο μέρος της διαδικασίας της ενεργού ιλύος τα λύματα εισέρχονται σε μια δεξαμενή (αντιδραστήρας) όπου εκ των προτέρων σχηματισμένοι μικροοργανισμοί έρχονται σ' επαφή με τα οργανικά συστατικά των λυμάτων. Οι οργανικές ουσίες χρησιμοποιούνται σαν άνθρακας και πηγή ενέργειας για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και μετατρέπονται σε νέο μικροβιακό ιστό και τελικά προϊόντα ενώσεων του οξυγόνου, (κυρίως CO₂). Τα περιεχόμενα στη δεξαμενή αιωρούμενα στερεά αναφέρονται σαν αιωρούμενα στερεά μικτού υγρού (MLSS: Mixed Liquor Suspended Solids). Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών είναι τα στερεά μικτού υγρού (MLVSS: Mixed Liquor Volatile Suspended Solids).

Οι μικροοργανισμοί γενικά συνίστανται από 70 - 90% οργανική και 10 - 30 % ανόργανη ύλη. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών ποικίλλει γιατί εξαρτάται από τη χημική σύσταση των λυμάτων όπως και από τα ειδικά χαρακτηριστικά των

οργανισμών στη βιολογική μάζα. Γενικά η μοριακή σύσταση του οργανικού κλάσματος της ενεργού ιλύος, είναι αποδεκτό να παρουσιάζεται σαν $C_5H_7O_2NPO_2$.

Το ανόργανο κλάσμα του μοριακού ιστού συνήθως θεωρείται ότι αποτελείται από 5% P με μορφή P_2O_5 , 6% K με μορφή K_2O , 11% N με τη μορφή N_2O , 8% Mg σαν MgO , 9% Ca σαν CaI , 15% S σαν SO_3 και 1% Fe σαν Fe_2O_3 .

Όταν τα MLSS έχουν απομακρυνθεί από τη δεξαμενή αντίδρασης, έχουν προβλεφθεί τρόποι διαχωρισμού τους από τα επεξεργασμένα λύματα. Συνήθως χρησιμοποιείται μια δεξαμενή καθίζησης μέσω της βαρύτητας. Στη συνέχεια τα συγκεντρωμένα μικροβιακά στερεά ανανεώνονται, επιστρέφοντας στη δεξαμενή αντίδρασης για να διατηρήσουν μια ορισμένη συγκέντρωση μικροβιακού πληθυσμού που είναι αναγκαία για την αποικοδόμηση των λυμάτων. Επειδή νέοι μικροοργανισμοί συντίθενται διαρκώς μέσα από αυτή τη διαδικασία, πρέπει να έχει προβλεφθεί ένας τρόπος αποβολής ενός μέρους από τα μικροβιακά στερεά. Συνήθως η αποβολή αυτή γίνεται από τη δεξαμενή καθίζησης.

Ανάλογα με το σχεδιασμό και τη λειτουργία της διαδικασίας είναι δυνατόν να μεγιστοποιηθεί η ελαχιστοποιηθεί η αναγέννηση μικροβιακών στερεών.

Βασικά συστατικά του συστήματος

Βασικά στοιχεία του συστήματος ενεργού ιλύος είναι τα εξής:

- Μια ή περισσότερες δεξαμενές αντίδρασης σχεδιασμένες για πλήρη ανάμιξη (Complete mix) ή εμβολική ροή (plug flow). Κάθε δεξαμενή έχει μέγεθος τέτοιο ώστε να προβλέπεται χρόνος παραμονής από 0,5h - 24h ή και περισσότερο ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη μέθοδο.
- μια πηγή οξυγόνου που δίνει αέρα υπό πίεση ή ατμοσφαιρικό αέρα ή οξυγόνο που περιέχει αέρια μέσα στο μικτό υγρό της δεξαμενής αντίδρασης. Το μικτό υγρό περιέχει αδρανή απόβλητα συστατικά καθώς και ενεργούς και νεκρούς μικροοργανισμούς.
- Κάποιο μέσο ανάμιξης των περιεχομένων της δεξαμενής αντίδρασης.
- Μια δεξαμενή καθίζησης ώστε να διαχωρίζονται τα στερεά του μικτού υγρού από τα επεξεργασμένα λύματα.
- Κάποιο μέσο συγκέντρωσης των στερεών στη δεξαμενή καθίζησης και ανακύκλωσής τους στη δεξαμενή αντίδρασης.
- Κάποιο μέσο απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος από το σύστημα.

Το βασικό σύστημα της ενεργού ιλύος σκοπό έχει την αποδόμηση των οργανικών ουσιών. Είναι επίσης δυνατό να σχεδιαστεί έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται νιτρικοποίηση ή απονιτρικοποίηση.

Βιοχημεία

Η ποιοτική βιοχημική αντίδραση για τη σταθεροποίηση της οργανικής ύλης στη διαδικασία της ενεργού ιλύος μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

Αδρανής ύλη + Οργανική ύλη + Οξυγόνο + Αζωτούχα + Μικροοργανισμοί -->

Νέοι μικροοργανισμοί + Διοξείδιο του άνθρακα + Νερό + Πρόσθετη αδρανής ύλη.

Το σύνολο των αντιδράσεων που συμβαίνουν στη διαδικασία ενεργού ιλύος προσδιορίζονται από το σύνθετο μεταβολισμό των μικροοργανισμών στην ενεργό ιλύ.

Η διαδικασία μεταβολισμού θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τις ταυτόχρονα και ξεχωριστά διεξαγόμενες αντιδράσεις αναπνοής και σύνθεσης. Σύνθεση είναι η χρήση ενός μέρους των λυμάτων (τροφή) για παραγωγή νέων κυττάρων (πρωτόπλασμα). Αναπνοή είναι η διπλή απελευθέρωση ενέργειας διαμέσου της μετατροπής της τροφής σε χαμηλότερης ενέργειας συστατικά, γενικά CO₂, H₂O και πιθανόν με την οξειδωση των διαφόρων ενώσεων του αζώτου.

Η ακριβής φύση των σχηματισμένων προϊόντων εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από το σχεδιασμό της διαδικασίας, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου αντίδρασης, της θερμοκρασίας και της οργανικής φόρτισης.

Η σύνθεση του πρωτοπλάσματος είναι ανατρέψιμη στα κύτταρα που χρησιμοποιούν το ίδιο το δικό τους το πρωτόπλασμα σαν υπόστρωμα (τροφή) για να προμηθευτούν την ενέργεια που χρειάζονται για να διατηρηθούν στη ζωή. Αυτή η μορφή αναπνοής είναι γνωστή σαν ενδογενής αναπνοή. Η διατήρηση των ενεργειακών απαιτήσεων υφίσταται ανεξάρτητα από την παρουσία ενεργειακού υποστρώματος έξω από το κύτταρο.

Όπου κυριαρχεί η ενδογενής αναπνοή δεν παύει η ανάπτυξη μικροοργανισμών, αλλά υπολείπεται της μοριακής αποικοδόμησης και ως εκ τούτου έχει σαν αποτέλεσμα μια καθαρή μείωση στη μάζα των μικροοργανισμών.

Βασικοί Μηχανισμοί και Δυνατότητες

Όπως σημειώσαμε προωτέρα, το βασικό σύστημα ενεργού ιλύος, όπως συνήθως χρησιμοποιείται, έχει την ικανότητα να απομακρύνει το BOD₅ του άνθρακα και να νιτρικοποιεί. Επομένως η απαίτηση των λυμάτων σε οξυγόνο μπορεί να χωριστεί σε 2 κατηγορίες, την ανθρακική και τη νιτρική. Παρότι ιστορικά το σύστημα κυρίως έχει χρησιμοποιηθεί για την μετακίνηση της ανθρακικής ύλης, σήμερα δίνεται μεγαλύτερη προσοχή και στην επίτευξη της νιτρικοποίησης.

Με την πάροδο του χρόνου αρκετές έρευνες έχουν γίνει και αρκετά έχουν γραφτεί για τους διάφορους βιολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που επιδρούν στο

σχεδιασμό και τη λειτουργία της διαδικασίας ενεργού ιλύος. Αυτοί οι παράγοντες στο βαθμό που αφορούν την απομάκρυνση του BOD₅ είναι σχετικά καλά κωδικοποιημένοι και αρκετά γνωστοί.

Από την άλλη, η μεγαλύτερη προσοχή συγκεντρώνεται στους παράγοντες που επιδρούν στη νιτρικοποίηση, κυρίως εξαιτίας της μικρότερης εμπειρίας που υπάρχει σ' αυτό τον τομέα.

Νιτρικοποίηση

Από το σύνολο του απαιτούμενου από τα λύματα οξυγόνου, υπάρχει συνήθως ένα υπολογίσιμο κλάσμα που αντιπροσωπεύει την ποσότητα που χρησιμοποιείται για την οξειδωση της Αμμωνίας σε νιτρικά. Τα αυτότροφα βακτήρια nitrosomonas και nitrobacter είναι υπεύθυνα για αυτήν την μετατροπή σε δύο στάδια, παρότι άλλοι οργανισμοί φαίνεται να οξειδώνουν την αμμωνία σε άλλες συνθήκες. Όντας αυτότροφοι οι νιτροποιητικοί οργανισμοί πρέπει να μειώνουν τις ενώσεις οξειδωσης του άνθρακα όπως το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχουν στα λύματα για την ανάπτυξη των μορίων. Σαν αποτέλεσμα, αυτό το χαρακτηριστικό επιδρά σημαντικά στην ικανότητα των οργανισμών που νιτρικοποιούν να ανταγωνιστούν σε μια μικτή καλλιέργεια.

Τα βακτήρια που νιτρικοποιούν παίρνουν την ενέργεια τους οξειδώνοντας τη νιτρική αμμωνία σε Νιτρώδες άζωτο (nitrite nitrogen) και στη συνέχεια σε νιτρικό άζωτο (nitrate nitrogen). Επειδή πολύ λίγη ενέργεια ελευθερώνεται από αυτές τις αντιδράσεις οξειδωσης και επειδή απαιτείται ενέργεια για να μετατρέψει το CO₂ σε μοριακό άνθρακα, ο μικροβιακός πληθυσμός των νιτροποιητικών σε μια διαδικασία ενεργού ιλύος είναι σχετικά μικρός.

Συγκριτικά με τα φυσιολογικά βακτήρια στην ενεργό ιλύ τα νιτροβακτήρια έχουν αργούς χρόνους παραγωγής.

Οι νιτροποιητικοί οργανισμοί είναι παρόντες σε κάποια έκταση σε όλα τα οικιακά λύματα. Παρόλα αυτά, τα περισσότερα λύματα δεν νιτροποιούνται στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις γιατί είναι σχεδιασμένες για την μεγαλύτερη αναλογία ανάπτυξης των βακτηρίων που ευθύνονται για την απομάκρυνση των ανθρακικών. Γενικά όσο ο χρόνος παραμονής (SRT) παρατείνεται, η νιτρικοποίηση θα πραγματοποιείται.

Ο μεγαλύτερος χρόνος παραμονής εμποδίζει τους νιτροποιητικούς οργανισμούς να χαθούν από το σύστημα όταν γίνεται η αποβολή των ανθρακικών ή, ακριβέστερα, ο μεγαλύτερος SRT επιτρέπει την οικοδόμηση ενός επαρκούς πληθυσμού νιτροποιητικών βακτηριδίων.

Η απαίτηση οξυγόνου για πλήρη νιτρικοποίηση είναι υψηλή. Για τα περισσότερα οικιακά λύματα θα αυξήσει την απαιτούμενη προμήθεια οξυγόνου και τις ενεργειακές απαιτήσεις για την απομάκρυνση του ανθρακικού BOD σε ποσοστό 75 - 100% ενώ η πλήρης νιτρικοποίηση απαιτεί από 4.3 - 4.6 mg οξυγόνου για κάθε mg νιτρικής

αμμωνίας μετατρεπόμενης σε νιτρικά. Είναι προτιμότερο η απαίτηση οξυγόνου για νιτριοποίηση να βασίζεται στο ολικό κατά Kjeldahl άζωτο παρά στην $\text{NH}_3\text{-N}$ για να εξασφαλίζεται η μικρή οξειδωση του αζώτου σε νιτρικά.

Έχουν δημοσιευτεί σημαντικές εργασίες πάνω στη νιτριοποίηση ιδιαίτερα από τον Downing ο οποίος έδειξε ότι για το υπό δοκιμή σύστημα η νιτριοποίηση μπορεί να ολοκληρωθεί σε έναν SRT 3 ημερών. Παρ όλα αυτά οι Jenkins και Garrison βρήκαν έναν υψηλότερο βαθμό νιτριοποίησης σε SRT 10 ημερών από ότι σ έναν SRT 5 ημερών.

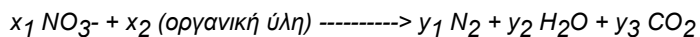
Κατά τη διάρκεια της μετατροπής της αμμωνίας σε νιτρικά, παράγεται μεταλλική οξύτητα. Εάν είναι παρούσα ανεπαρκής αλκαλικότητα, το pH του συστήματος θα πέσει και η νιτριοποίηση μπορεί να εμποδιστεί. Περίπου 7,1 mg αλκαλικότητας όπως CaCO_3 καταστρέφονται από mg νιτρικά οξειδωόμενης αμμωνίας και ανάλογα με την εξουδετερωτική ικανότητα των λυμάτων, περίπου 5,4 Kg υδροξειδίου του ασβεστίου ανά Kg νιτρικού οξειδίου της αμμωνίας απαιτείται εάν είναι αναγκαία η διατήρηση ενός σταθερού pH. Για να διατηρηθεί ένα σταθερό pH κατά τη διάρκεια της νιτριοποίησης, η πρακτική έχει δείξει ότι μια υπολειμματική αλκαλικότητα 50 mg/l για τα συστήματα αερισμού (air systems) και 150 mg/l επιπλέον για συστήματα υψηλής καθαρότητας οξυγόνου θεωρείται επιθυμητή.

Απονιτριοποίηση

Όπως σημειώσαμε παραπάνω, ένα συνακόλουθο του βασικού συστήματος απομάκρυνσης του οργανικού BOD_5 και της νιτριοποίησης είναι η απομάκρυνση του αζώτου. Για να επιτευχθούν τα σπάντα εκροής, μερικές φορές επιλέγεται η απομάκρυνση των νιτρικών από μια δευτερεύουσα εκροή αφού έχει πραγματοποιηθεί η νιτριοποίηση. Εάν αυτή η διαδικασία γίνεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες με την προσθήκη μιας πηγής άνθρακα και με την παρουσία βακτηριδίων ονομάζεται απονιτριοποίηση.

Μια απλουστευμένη αντίδραση απονιτριοποίησης είναι:

(*μικρόβια*)



Αντίθετα από τις συνθήκες που είναι αναγκαίες για την απομάκρυνση του BOD_5 , στην περίπτωση της απονιτριοποίησης απαιτούνται αναερόβιες, η ακριβέστερα αναερόβιες συνθήκες.

Όπως σημειώσαμε, η οργανική ύλη είναι πάντοτε απαραίτητη για την απονιτριοποίηση. Τα οργανικά στοιχεία μπορούν να αποκτηθούν εντός ή εκτός των

κυττάρων. Σε συστήματα απομάκρυνσης του αζώτου με πολλά στάδια, επειδή η συγκέντρωση του BOD₅ στη ροή προς την διαδικασία απονιτροποίησης είναι συνήθως αρκετά χαμηλή (καθώς τα απόβλητα προηγουμένως υποβλήθηκαν σε διαδικασία απομάκρυνσης του οργανικού BOD₅ και σε νιτροποίηση), απαιτείται μια πρόσθετη πηγή οργανικού άνθρακα για ταχεία απονιτροποίηση.

Η μεθανόλη μπορεί να είναι η πιο κατάλληλη πηγή άνθρακα. Η μεθανόλη δεν περιέχει άζωτο και δεν είναι τοξική σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η ποσότητα της απαιτούμενης μεθανόλης μπορεί να προσεγγιστεί ως εξής:

$$C_m = 2,47 N_0 + 1,53 N_1 + 0,87 D_0$$

όπου:

- C_m = απαιτούμενη συγκέντρωση μεθανόλης σε mg/l
- N₀ = αρχική συγκέντρωση νιτρικού σε mg/l
- N₁ = αρχική συγκέντρωση νιτρώδους σε mg/l
- D₀ = αρχική συγκέντρωση DO σε mg/l

Χρειάζεται προσοχή ώστε η μεθανόλη που προστίθεται να μην είναι σε ποσότητα μεγαλύτερη από αυτήν που είναι αναγκαία για την εξισορρόπηση της απαίτησης σε οξυγόνο. Αν η προσθήκη μεθανόλης είναι υπερβολική, στην εκρέουσα μάζα θα προστεθεί BOD. Παρ' όλ' αυτά, μπορούν να αντισταθμιστούν αυτές οι συνέπειες με την χρησιμοποίηση μιας δεξαμενής αερισμού ανάμεσα στον αντιδραστήρα της απονιτροποίησης και στη δεξαμενή καθίζησης. Εάν προστεθεί πολύ λίγη μεθανόλη, η μείωση των νιτρικών δεν θα είναι πλήρης. Το αποτέλεσμα σε παραγωγή στερεών μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής:

$$C_b = 0,53 NO_3^- - N + 0,32 NO_2^- - N + 0,19 D_0$$

C_b = στερεά σε mg/l

Επίσης έχουν προταθεί και άλλες πηγές άνθρακα που προέρχονται από απόβλητα υλικά.

Απόβλητα ύδατα που έχουν υποστεί καθίζηση έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί σαν πηγές οργανικού άνθρακα ώστε να πραγματοποιηθεί η απονιτροποίηση. Όμως αυτή η διαδικασία μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην εκρέουσα ποιότητα προκαλώντας αύξηση του BOD₅ και της αμμωνίας. Μια μελέτη έδειξε ότι μια αναλογία C/N το λιγότερο 3/1 είναι αναγκαία μετά τη νιτροποίηση ώστε να προωθηθεί η απονιτροποίηση. Σε χαμηλότερες αναλογίες C/N, η αναλογία της απονιτροποίησης μειώνεται γρήγορα.

Μια μέθοδος που προτιμάται για να αποφευχθεί το πρόβλημα της υποβάθμισης της ποιότητας εκροής είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής απονιτροποίησης πριν από τη δεξαμενή αερόβιας αντίδρασης (στην οποία πραγματοποιείται η απομάκρυνση του

άνθρακα και η νιτρικοποίηση) και η ανακύκλωση ενός μεγάλου όγκου της ροής από την δεξαμενή νιτρικοποίησης ξανά στην δεξαμενή απονιτρικοποίησης.

Μελέτες έδειξαν ότι 70 έως 90% της απονιτρικοποίησης μπορεί να επιτευχθεί με αυτόν τον τρόπο χωρίς να δυσκολέψει την απομάκρυνση του άνθρακα, ή την αποτελεσματικότητα της νιτρικοποίησης, ή να οδηγήσει στη χρησιμοποίηση βοηθητικών πηγών άνθρακα. Ένα μέρος της απονιτρικοποίησης μπορεί να πραγματοποιηθεί στο αερόβιο τμήμα που ακολουθεί το ανοξικό ή αναερόβιο τμήμα.

Είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί όσο γίνεται χαμηλότερα η συγκέντρωση του DO μετά την φάση της νιτρικοποίησης έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απαίτηση οργανικού άνθρακα και να μεγιστοποιηθεί ο ρυθμός της αντίδρασης.

Το pH του μέσου έχει επίσης σημαντική επίδραση στην απονιτρικοποίηση. Επιτρεπτές τιμές του pH είναι μεταξύ του 5,8 και 9,2 με βέλτιστες ανάμεσα στο 7,0 και 8,2. Όπως και με την νιτρικοποίηση, η θεώρηση αυτών των δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνει την επίδραση του εγκλιματισμού, καθώς το pH επιδρά στο ρυθμό ανάπτυξης των απονιτροποιητικών οργανισμών. Σε pH πάνω από 7 σχηματίζεται σχεδόν αποκλειστικά αέριο άζωτο, ενώ σε pH κάτω από 7 από το μέσο εκφεύγουν ενδιάμεσες μορφές οξειδωμένου αζώτου.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απονιτρικοποίησης, ιόντα υδρογόνου αποσπώνται από τα απόβλητα ύδατα. Σαν συνέπεια, περίπου 3,6 mg αλκαλικού όπως CaCO_3 παράγονται ανά mg απονιτρικοποιημένου νιτρικού αζώτου.

Οι Dawson και Murphy θεωρούν ότι η ταχύτητα της απονιτρικοποίησης μπορεί να προσεγγιστεί σημαντικά από έναν τύπο θερμοκρασιακής σχέσης σαν του Arrhenius.

Οι ρυθμοί αυξανόμενοι από 0,013 g NO_3^- /g. h MLSS στους 5°C σε 0,16 στους 27°C. Συμπεραίνουν ότι η απονιτρικοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμα και κατά την διάρκεια των μηνών του χειμώνα. Σε μια άλλη έκθεση οι ρυθμοί της απονιτρικοποίησης δείχνουν να είναι παραπλήσιοι στους 20°C και 30°C, αλλά όταν η θερμοκρασία μειώνεται στους 10°C, μειώνεται ουσιαστικά και η βιολογική δραστηριότητα.

Η επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό της απονιτρικοποίησης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είτε χρησιμοποιείται σαν πηγή άνθρακα μεθανόλη, είτε απόβλητα ύδατα. Η αναλογία της απονιτρικοποίησης μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μια σειρά παράγοντες όπως στην δράση των απονιτροποιητικών, στην πηγή και τη διαθεσιμότητα του άνθρακα, στο pH, στη χρησιμοποίηση διαφορετικών διαδικασιών διαμόρφωσης, σε άλλους παράγοντες που δεν έχουν ακόμα γίνει κατανοητοί. Γενικά, ο ρυθμός απονιτρικοποίησης με την χρήση μεθανόλης θα είναι 2 με 4 φορές μεγαλύτερος απ' ότι με την χρήση απόβλητων υδάτων σαν πηγή άνθρακα.

Επειδή όμως η χρήση μεθανόλης είναι μια σημαντική οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση επιλέγουμε την μέθοδο της βιολογικής απομάκρυνσης του αζώτου. Οι πλέον διαδεδομένες παραλλαγές της μεθόδου αυτής είναι:

Η χρησιμοποίηση ξεχωριστής ανοξικής δεξαμενής, ανάντι της δεξαμενής αερισμού, με επανακυκλοφορία των νιτροποιημένων στην δεξαμενή αερισμού λυμάτων.

Η δημιουργία ανοξικών ζωνών (ζωνών μειωμένης συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου), μέσα στην δεξαμενή αερισμού. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με κατάλληλη τοποθέτηση και διαστασιολόγηση των αεριστήρων σε οξειδωτικές τάφρους, ή συστήματα Carousel (οξειδωτικοί τάφροι με αεριστήρες επιφανειακούς, καθέτου άξονα), είτε με διακοπές της παροχής αέρα και χρονική εναλλαγή φάσεων αερισμού και ανοξικών.

Η πρώτη παραλλαγή της ξεχωριστή ανοξικής δεξαμενής επιτυγχάνει σαφώς καλύτερα ποσοστά απονιτροποίησης, Μειονέκτημα της είναι η λίγο μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση λόγω της ανακυκλοφορίας του νιτροποιημένου υγρού.

ΣΗΠΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ (septic tank)

Υγρά απόβλητα από μεμονωμένες κατοικίες και άλλες δημοτικές εγκαταστάσεις σε περιοχές δίχως κεντρικά δίκτυα , συνήθως αντιμετωπίζονται με την χρήση μικρών συστημάτων επεξεργασίας και διάθεσης . Παρ' ότι έχουν υιοθετηθεί διάφορα τέτοια συστήματα , το συνηθέστερο περιλαμβάνει μια σηπτική δεξαμενή για μερική επεξεργασία λυμάτων .

Η χρήση των σηπτικών δεξαμενών στην προεπεξεργασία λυμάτων χρησιμοποιείται ευρέως από τις αρχές του αιώνα . Μετά την επιτυχημένη κατασκευή και λειτουργία κεντρικών συστημάτων συλλογής , επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων, η χρήση σηπτικών δεξαμενών περιορίστηκε μόνο σε μεμονωμένες εγκαταστάσεις, μακριά από τα υφιστάμενα αποχετευτικά δίκτυα . Την τελευταία δεκαετία οι σηπτικές δεξαμενές βελτιωμένες με αξιόλογες τεχνολογικές καινοτομίες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους για την επεξεργασία λυμάτων σε μικρά αποκεντρωμένα συστήματα .

Προεπεξεργασία λυμάτων στην σηπτική δεξαμενή

Τα λύματα όπως έρχονται από το δίκτυο του οικισμού έχουν υποστεί ήδη μικρή αλλοίωση, τόσο μικρότερη, όσο μικρότερος είναι και ο χρόνος παραμονής στα δίκτυα συλλογής-μεταφοράς. Η αλλοίωση αυτή είναι μεγαλύτερη το θέρος ή σε περιπτώσεις που μεσολαβεί αντλιοστάσιο.

Στη σηπτική δεξαμενή τα λύματα υφίστανται διάφορες επεξεργασίες:

Καθίζηση των στερεών και της άμμου (σαν πρωτοβάθμια λάσπη)

Παγίδευση των λιπών στην επιφάνεια στα πρώτα διαμερίσματα της δεξαμενής

Αναερόβια σήψη – βιοσταθεροποίηση των λασπών στον πυθμένα (στα σιλό) της σηπτικής δεξαμενής

Σαν αποτέλεσμα της αναερόβιας σήψης-χώνευσης έχουμε παραγωγή διάφορων αερίων, τα οποία είναι δύσοσμα (υδροθείο (H₂S), αμμωνία (NH₃) και οργανικές ενώσεις, όπως ινδόλες, σκατόλες (μυρωδιά περιττωμάτων), μερκαπτάνες, αμίνες, κ.α.).

Τα αέρια αυτά παράγονται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες και μπορούν να γίνουν επικίνδυνα αν δεν λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα (εξαερισμοί με απόσμηση, προσοχή και ειδική προστασία όσων πρέπει να εργαστούν πάνω από αναθυμιάσεις και δύσοσμα αέρια κλπ)

Σηπτικές δεξαμενές υπάρχουν σήμερα επίσης ως προκατασκευασμένες μονάδες από σπλισμένο πολυεστέρα , πολυαιθυλένιο ή χάλυβα . Οι μονάδες αυτές υπερτερούν στην ταχύτητα και την ευκολία τοποθέτησης και σύνδεσης , αλλά και στην ποιότητα του υδατοστεγούς της κατασκευής . Σύγχρονες σηπτικές δεξαμενές διαθέτουν διατάξεις με πλέγμα (κόσκινα), που δεν επιτρέπουν σε χονδροκόκκα συστατικά να διαφύγουν στην εκροή και να δημιουργήσουν προβλήματα στην μετέπειτα επεξεργασία .

Με την απόλυτα ελεγχόμενη συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών (λασπών) και επιπλεόντων υλικών (αφρού, λιπών -ελαίων) επιτυγχάνεται στο τέλος μία πρωτοβάθμια επεξεργασία .

Με τον τρόπο αυτό η εκροή δεν δημιουργεί προβλήματα βουλωμάτων (εμφράξεων) στα επόμενα στάδια επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων και έτσι αυξάνονται οι αποδόσεις των επόμενων σταδίων

Εφαρμογές –περιορισμοί

Οι σηπτικές δεξαμενές αποτελούν συχνά το πρώτο στάδιο επεξεργασίας σε ένα μικρό (αποκεντρωμένο) σύστημα. Για την εκροή έχουμε κυρίως δύο δυνατότητες:

α) Αν τα εδάφη είναι κατάλληλα (επαρκής περατότητα, χωρίς ρωγμές) και τα υπόλοιπα νερά σε αρκετό βάθος, τότε είναι δυνατή η υπεδάφια διάθεση (με κατάλληλο σχεδιασμό-κατασκευή και ελεγχόμενη διάθεση).

β) Αν τα εδάφη είναι ακατάλληλα (αδιαπέρατα ή ρωγμώδη-καρστικά ή υπάρχει υδροφορία σε πολύ μικρό βάθος), τότε η εκροή της σηπτικής δεξαμενής οδηγείται σε σύστημα υψηλού βαθμού καθαρισμού, (αμμόφιλτρο, υγροβιότοπος κ.λ.π.) προτιμάται η επιφανειακή διάθεση (π.χ άρδευση) ή γίνεται αυστηρά ελεγχόμενη διάθεση στο έδαφος ή εκροή μεταφέρεται σε άλλη θέση όπου η διάθεση είναι ασφαλέστερη. Φυσικά για πολύ καθαρή εκροή (τριτοβάθμια καθαρισμένη από

αμμόφιλτρο ή Compact σύστημα ή υδροβιότοπο) είναι δυνατή η διάθεση σε ρέμα ή στη θάλασσα με κατάλληλους περιορισμούς και σε συχνό έλεγχο.

Η εκροή από σηπτικές δεξαμενές επιδέχεται προσθήκη χημικών (κροκιδωτικών) για την αφαίρεση όλων των στερεών, αζώτου-φωσφόρου και του BO_5 (70-85%).

Για την κατασκευή σηπτικών δεξαμενών υπάρχουν στην Ελληνική Νομοθεσία οι εξής περιορισμοί :

α) ελάχιστη απόσταση από τα όρια του οικοπέδου 1 m

β) Υδατοστεγής κατασκευή

γ) Κατάλληλος εξαερισμός και στεγανά καλύμματα ανθρωποθυρίδων

δ) Αποστάσεις, βάθος και κατάλληλη τοποθέτηση ώστε να προστατεύονται τα υπόγεια νερά σε κάθε περίπτωση διαρροών, υπερχείλισεων κ.λπ.

ε) Γενικά, επαρκείς κατά περίπτωση αποστάσεις ώστε να μην ενοχλούνται άνθρωποι και να προστατεύονται τα υπόγεια νερά και η δημόσια υγεία.

Αποδόσεις σηπτικών δεξαμενών

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι συνήθεις (μέσες) αποδόσεις των σηπτικών δεξαμενών.

α/α	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΚΡΟΗΣ (PPM)	ΑΠΟΔΟΣΗ %
-----	------------	--------------------------	--------------

1.	BOD5	120-240	20-40
2.	COD	200-330	20-40
3.	Αιωρούμενα στερεά (S.S)	40-150	50-80
4.	Ολικό άζωτο	20-45	10-40
5.	Λίπη-Λάδια	70-80	
6.	Φωσφόρος	10-25	15
7.	Μικρόβια-Μικροοργανισμοί	ανεπαρκής μείωση	

Σύμφωνα με έρευνες του Brandes, η απόδοση των σηπτικών δεξαμενών μπορεί να αυξηθεί σημαντικά, χωρίς αύξηση του όγκου τους, εάν διαχωρίζαμε τα λύματα κουζίνας, πλυντηρίων και λουτρού (gray water) τα οποία να οδηγηθούν σε άλλο σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης (π.χ. άρδευση πράσινου). Μέσα στη σηπτική δεξαμενή οδηγούνται στην περίπτωση αυτή μόνο τα λύματα από τη χρήση W/C (Blackwater).

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των σηπτικών δεξαμενών είναι:

- Η γεωμετρία (σχήμα, διαστάσεις, σχέση μ.-πλ.-β.-κλπ).
- Οι υδραυλικές φορτίσεις (μεγάλη υπερφόρτιση μπορεί να μειώσει την απόδοση καθίζησης ή επίπλευσης)
- Οι διαμορφώσεις εισόδου-εξόδου
- Ο αριθμός θαλάμων
- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος & λυμάτων
- Ο τρόπος λειτουργίας & συντήρησης

Σηπτική δεξαμενή με ένα θάλαμο (που έχει κατασκευαστεί και λειτουργεί σωστά) επαρκεί για αποδεκτές αποδόσεις. Παρ' όλα αυτά συνηθίζεται διθάλαμη ή τριθάλαμη δεξαμενή, με την ίδια συνολική χωρητικότητα, διότι έτσι έχουμε καλύτερη ασφάλεια στην παγίδευση - συγκράτηση και των επιπλεόντων και των λασπών, ιδιαίτερα μάλιστα σε_ περιόδους _που .έχουμε μεγαλύτερες φορτίσεις ή ανατάραξη λόγω μεγάλων ρυθμών χώνευσης (πχ, το καλοκαίρι).

Τα διερχόμενα από πάνω λύματα, ενώ απαλλάσσονται από μέρος των αιωρούμενων στερεών, εμπλουτίζονται ταυτόχρονα με τεμάχια σηπτικής λάσπης — που παρασύρονται στην επιφάνεια με τις φυσαλίδες — και με τα δύσοσμα αέρια της αποσυνθέσεως (H₂S, NH₃, CH₄). Έτσι, ενώ η απορροή της σηπτικής δεξαμενής είναι βελτιωμένη από την καθίζηση, έχει επιβαρυνθεί με σηπτική χλωρίδα και αναδίδει δυσοσμία και γιαυτό δεν μπορεί να διατεθεί επιφανειακά.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά **σοβαρά προβλήματα** αυτής της μεθόδου επεξεργασίας :

- Λανθασμένος σχεδιασμός ή κακή τοποθέτηση των διαφραγμάτων μπορούν να προκαλέσουν τυρβώδη ροή τοπικά και να μειώσουν την απόδοση της καθίζησης.

- Μικρά ή λάθος διαφράγματα μπορούν να διευκολύνουν τη διαφυγή επιπλεόντων προς το σύστημα διάθεσης της εκροής (πχ. λίπη , λάδια που κλεί-νουν το πορώδες του εδάφους).

- Κακή λειτουργία και συντήρηση μπορούν να μειώσουν τις αποδόσεις του συστήματος .

- Διάφορα υλικά και ράκη που πέφτουν στην αποχέτευση μπορούν να προκαλέσουν βουλώματα στις αποχετεύσεις, στα ανοίγματα επικοινωνίας των θαλάμων ή στον αγωγό διάθεσης της εκροής

Φράξιμο στην αντλία ή στον αγωγό εκκένωσης των λασπών μπορεί να προκαλέσει ανύψωση της στάθμης λασπών και της διαφυγής τους μαζί με την εκροή.

Χωρητικότητα και διαστάσεις

Για τον υπολογισμό της χωρητικότητας της σηπτικής δεξαμενής λαμβάνονται υπόψη :

Η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων, σύμφωνα με τον ενδεικτικό ακόλουθο πίνακα

Ο χρόνος συγκράτησης, που λαμβάνεται συνήθως 24 ώρες για κατοικίες και μικρές εγκαταστάσεις, ενώ για μεγάλες μονάδες μπορεί να περιορισθεί σε 12 ή και 8 ώρες.

Ο όγκος για τη συγκέντρωση και χώνευση της λάσπης, που λαμβάνεται ίσος με 100 λίτρα το άτομο το χρόνο.

Τελικά, ο όγκος για τη λάσπη θα προκύψει από τη συχνότητα αφαιρέσεως, που καθορίζεται ενδεικτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Σαν ελάχιστη χωρητικότητα της μονοθάλαμης δεξαμενής ορίζονται τα $2,0 \text{ m}^3$. ενώ σε περίπτωση δεξαμενής με περισσότερα διαμερίσματα η χωρητικότητα του πρώτου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τα $2/3$ της ολικής χωρητικότητας ή των $2,0 \text{ m}^3$.

Από απόψεως διαστάσεων το μήκος της δεξαμενής πρέπει να είναι 2-3 φορές το πλάτος και το βάθος τουλάχιστο 1,20 m με ελεύθερο από πάνω χώρο 0,30 m.

Στον δεύτερο πίνακα που ακολουθεί σημειώνονται ενδεικτικά οι συνιστώμενες διαστάσεις μονοθάλαμων σηπτικών δεξαμενών. Υπενθυμίζεται ότι στις πολυθάλαμες δεξαμενές η χωρητικότητα του πρώτου θαλάμου πρέπει να μην είναι μικρότερη από τα 2/3 της ολικής χωρητικότητας ή από τα 2,0 m³.

Στοιχεία υπολογισμού σηπτικών δεξαμενών

Είδος εγκαταστάσεως	Ελάχιστη χωρητικότητα, 1/ατ.			Ελάχιστος χρόνος της (χρόνια)
	Για μέση 24ωρη τανάλωση	Για αποθήκευση λάσπης	Σύνολο	
1	2	3	4	5
1. Κατοικίες (περίπου 1,5 ατ./ κύριο δωμ.):				
— Μικρές (μέχρι 20 άτομα)	100	200	300	2
— Πολυκατοικίες	100	100	200	1
2. Ξενοδοχεία	150	50	200	1/2
3. Νοσοκομεία	200	50	250)
4. Σχολεία:				
— Ημερήσια	50	25	75)
— Οικοτροφεία	100	50	150)
5. Κατασκηνώσεις	75	50	125)

Η σηπτική δεξαμενή πρέπει να αερίζεται καλά για την ανεμπόδιστη απομάκρυνση των δύσοσμων και εύλεκτων αερίων της αποσυνθέσεως και να έχει κατάλληλα φρεάτια επιθεωρήσεως στην είσοδο και έξοδο των υγρών.

Θέση

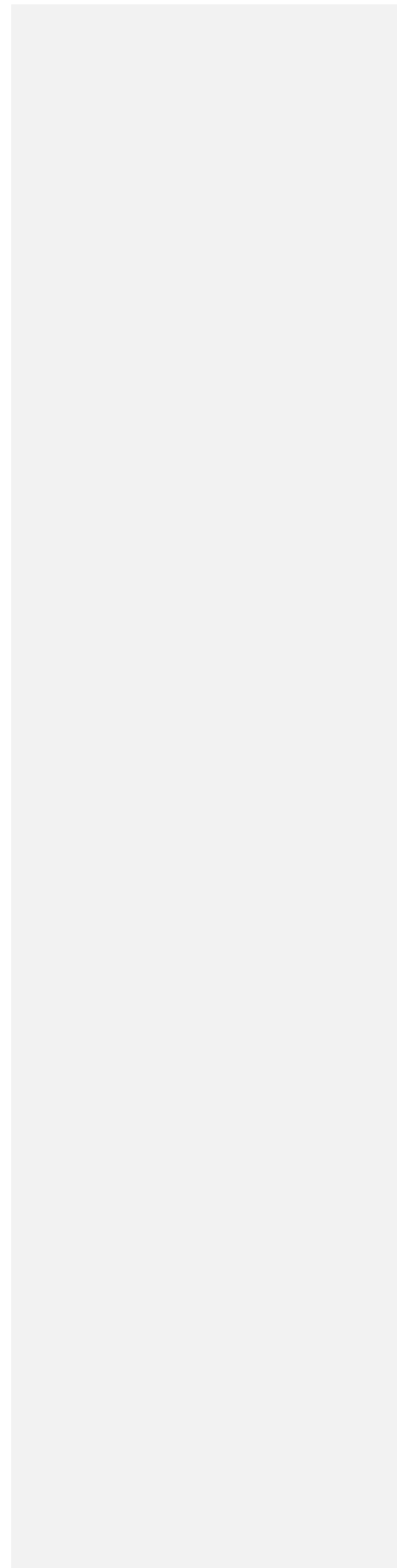
Η σηπτική δεξαμενή συνιστάται να τοποθετείται κατά το δυνατό μακριά και προς τα κάτω από οποιαδήποτε πηγή υδρεύσεως. Ελάχιστη απόσταση ασφαλείας τουλάχιστο 15 m από πηγή ή πηγάδι υδρεύσεως και 1,0 m από τα όρια οικοπέδου ή θεμέλια κτιρίου.

Κατά την αφαίρεση της λάσπης συνιστάται να αφήνεται μικρή ποσότητα σαν ζύμη

Συνιστώμενες διαστάσεις μονοθάλαμων σηπτικών δεξαμενών

Χωρητικότητα υγρών (m ³)	Εσωτερικές διαστάσεις (m)			
	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	
			Υγρών	Συνολικό
2,0	1,85	0,90	1,20	1,50
2,5	2,10	1,00	1,20	1,50
3,0	2,30	1,10	1,20	1,50
3,5	2,45	1,10	1,30	1,60
4,0	2,50	1,20	1,35	1,65
4,5	2,80	1,20	1,35	1,65
5,0	3,10	1,20	1,35	1,65
6,0	3,30	1,35	1,35	1,65
8,0	3,35	1,50	1,50	1,90

10,0	4,00	1,70	1,50	1,90
15,0	5,40	1,85	1,50	1,90
20,0	5,80	2,30	1,50	1,95
25,0	6,10	2,50	1,65	2,10
30,0	7,00	2,60	1,65	2,10



Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας καθίζησης (Primary sedimentation tank)

α. Αρχή λειτουργίας

Η δεξαμενή καθίζησης αποτελεί την πρώτη βασική μονάδα καθαρισμού μετά από μία προκαταρτική επεξεργασία (εσχαρισμός) . Η αρχή της λειτουργίας της στηρίζεται στην σημαντική ελάττωση της ταχύτητας ροής των λυμάτων , κάτω από $180 \text{ m} / \text{h}$, οπότε ελαττώνεται και η συρτική ικανότητα , με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα αιωρούμενα (όχι διαλυμένα) υλικά να καθιζάνουν στον πυθμένα .

β. Μορφή και διαστάσεις

Οι δεξαμενές καθίζησης έχουν συνήθως μορφή ορθογωνική με ροή των υγρών κατά μήκος της μεγάλης πλευράς ή μορφή κυκλική με ακτινωτή ροή από το κέντρο προς την περιφέρεια ή μορφή ανεστραμμένη κωνική με λοξή ροή των υγρών από την κορυφή του κώνου , που βρίσκεται κάτω , προς τα πάνω και έξω .

Οι ορθογωνικές δεξαμενές κατασκευάζονται με μήκη μέχρι 90 m (συνήθως είναι περίπου 30 m) και πλάτος μέχρι 25 m . Ο πυθμένας έχει κλίση περίπου 1% .

Οι κυκλικές έχουν διάμετρο μέχρι 60 m (συνήθως 12 μέχρι 30 m) . Ο πυθμένας έχει κλίση 8 μέχρι 12% .

Τα βάθη εκλέγονται συνήθως 2 μέχρι 5 m .

γ. Απόδοση , χρόνος συγκράτησης

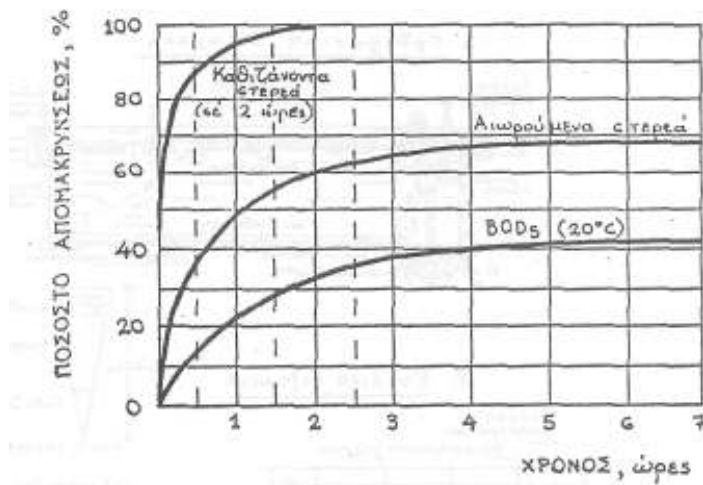
Εφόσον η δεξαμενή μελετηθεί καλά και λειτουργεί κανονικά , απομακρύνει σημαντικό ποσοστό από τα αιωρούμενα στερεά ($40 - 70\%$) και ελαττώνει αρκετά το BOD ($25 - 40\%$) ανάλογα με τον χρόνο συγκράτησης . Συνηθισμένη τιμή είναι το ποσοστό 35% .

δ. Απομάκρυνση της λάσπης

Η λάσπη που καθιζάνει στον πυθμένα , έχει σημαντικό οργανικό φορτίο , γι αυτό πρέπει να απομακρύνεται συνεχώς με μηχανικό σάρωθρο (αλυσίδα με ξέστρα) ή με άλλον αποτελεσματικό τρόπο, γιατί αν παραμένει, μετά από λίγες ώρες (3-4 h το καλοκαίρι) θα αρχίσει η αναερόβια αποδόμηση και η δημιουργία σοβαρών δυσσομιών. Το σάρωμα της λάσπης γίνεται αντίθετα στη ροή των υγρών και συνήθως με ταχύτητα $1-2 \text{ cm/sec}$, αν και έχει χρησιμοποιηθεί ταχύτητα $0,5 \text{ cm/sec}$ σε εγκαταστάσεις δραστηκής λάσπης.

Ταυτόχρονα με τη λάσπη ο ίδιος μηχανισμός αφαιρεί συνήθως και τα επιπλέοντα υλικά από τη δεξαμενή (ξάφρισμα). Η είσοδος και έξοδος των υγρών στη δεξαμενή πρέπει να γίνεται ομοιόμορφα με εγκάρσιο αυλάκι αρκετού μήκους (d), ώστε να εξασφαλίζεται μικρή ταχύτητα υπερχείλισης.

Συνήθως λαμβάνεται : $75-120 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{ημ}.$, με μέγιστο $250 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{ημ}.$



Επιφανειακή φόρτιση

Α' Ιδεατή δεξαμενή

Σε μια ιδεατή δεξαμενή καθιζήσεως διακρίνονται οι ζώνες εισόδου, καθιζήσεως, λάσπης (ιζήματος) και εξόδου. Το επιφανειακό μόριο M , που κατά τη διάρκεια του χρόνου συγκρατήσεως t_0 καθιζάνει στο τέρμα της διαδρομής, έχει μία ταχύτητα καθιζήσεως που εκφράζει την **επιφανειακή φόρτιση** ή την ταχύτητα υπερχειλίσεως της δεξαμενής.

Η **αποδοτικότητα** της ιδεατής δεξαμενής (ποσοστό καθιζήσεως) είναι συνάρτηση μόνο της **ταχύτητας καθιζήσεως** των μορίων και της **επιφανειακής φορτίσεως** και δεν επηρεάζεται από το βάθος της δεξαμενής και την οριζόντια ταχύτητα (χρόνος συγκρατήσεως). Οποσδήποτε όμως η οριζόντια ταχύτητα δεν πρέπει να φθάσει την κρίσιμη τιμή της συρτικής ταχύτητας.

Συμπληρωματικά προκύπτει, ότι επιπλέον μόρια μπορεί να συγκρατηθούν, αν παρεμβληθούν ψευδοπυθμένες ή δίσκοι στη δεξαμενή. Όσο μεγαλώνει ο αριθμός των δίσκων, τόσο μπορεί να μικραίνει η ταχύτητα καθιζήσεως. Πάντως κατασκευαστικοί περιορισμοί δεν επιτρέπουν πύκνωση των δίσκων.

Σημειώνεται ότι τα διυλιστήρια αποτελούν κατά κάποιο τρόπο δεξαμενή καθιζήσεως με μεγάλο αριθμό **στοιχειωδών** δίσκων. Επομένως δεν λειτουργούν μόνο σαν ηθμοί, αλλά και σαν μονάδες καθιζήσεως στους κόκκους του υλικού πληρώσεως (άμμου κλπ.).

Στην ιδεατή δεξαμενή τα μόρια θεωρούνται μεμονωμένα χωρίς αλληλοεπιδράσεις κατά την καθίζηση (π.χ. συνένωση λόγω κροκυδώσεως), με αποτέλεσμα να κινούνται με σταθερή τελική ταχύτητα καθιζήσεως μέχρι τον πυθμένα.

Β' Τύποι καθιζήσεως

Στην πράξη ο τρόπος καθιζήσεως της ιδεατής δεξαμενής ισχύει μόνο στην περίπτωση αιωρημάτων με ξεχωριστά μεταξύ τους μόρια χωρίς φαινόμενα συνεννώσεως και αλληλεπιδράσεως. Με βάση τη συγκέντρωση και την τάση των μορίων να αντιδρούν μεταξύ τους διακρίνονται γενικά τέσσαρες τύποι καθιζήσεως, που απαντούν χωριστά ή και όλοι μαζί.

- **Τύπος 1** Απαντά σε αιωρήματα με μικρή συγκέντρωση στερεών, που καθιζάνουν σαν ξεχωριστά μόρια χωρίς αξιόλογη αλληλεπίδραση, όπως στην περίπτωση αραιού αδρανούς αιωρήματος σε ιδεατή δεξαμενή.
- **Τύπος 2** Ανταποκρίνεται σε κολλοειδή διαλύματα, που συναυξάνονται και κροκιδώνονται, με αποτέλεσμα να αυξάνει προοδευτικά η ταχύτητα καθιζήσεως με το βάθος.
- **Τύπος 3** Παρατηρείται σε κολλοειδή διαλύματα ενδιάμεσης συγκεντρώσεως (συνήθως 500 mg / Ltr για δραστική λάσπη), όπου τα μόρια διατηρούν λόγω αλληλοεπιδράσεως σταθερές θέσεις μεταξύ τους (καθολική συσσωμάτωση) και το αιώρημα καθιζάνει σαν ενιαία μάζα με σχετικά σταθερή ταχύτητα.
- **Τύπος 4** Η μορφή αυτή παρατηρείται, όταν τα μόρια λόγω μεγάλης συγκεντρώσεως διαμορφώνονται σε σχηματισμό, που για να καθιζήσει περισσότερο πρέπει να συμπιεσθεί.



Γ' Υπολογισμός της συνολικής καθιζήσεως

Σε μια ιδεατή δεξαμενή το τυπικό αιώρημα των μορίων περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία μεγεθών, που καθιζάνουν με διαφορετικές ταχύτητες. Επομένως για τον προσδιορισμό της αποδόσεως της δεξαμενής και τον υπολογισμό της συνολικής καθιζήσεως, πρέπει να ληφθεί υπόψη το σύνολο των ταχυτήτων καθιζήσεως που παρατηρούνται στο σύστημα. Ο υπολογισμός των ταχυτήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Είτε με κοκκομετρική ανάλυση για τον προσδιορισμό του ποσοστού (σε βάρος) των μορίων των διαφόρων διαμέτρων και με υπολογισμό της οριακής ταχύτητας για κάθε διάμετρο, είτε με χρησιμοποίηση στήλης καθιζήσεως.

Δεξαμενή καθιζήσεως IMHOFF

α. Χρήση και μορφή

Η δεξαμενή αυτή χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες ιδιωτικές εγκαταστάσεις (π.χ. με παροχή $Q_{μεσ} > 35m^3/ημ.$) και η τελική απορροή μπορεί να διατεθεί τόσο στο υπέδαφος, όσο και σε επιφανειακές εγκαταστάσεις, γιατί διατηρείται νωπή και άσηπτη.

Μορφολογικά αποτελείται από δύο επάλληλα διαμερίσματα :

Α)το θάλαμο καθιζήσεως και

Β)το θάλαμο χωνεύσεως, που επικοινωνούν με στενή σχισμή διαμορφωμένη, ώστε να περνούν κάτω τα ιζήματα, χωρίς όμως να επηρεάζονται τα διερχόμενα λύματα από τις ανερχόμενες φυσαλίδες με μικρά τεμάχια της σηπτόμενης λάσπης, που οδηγούνται στους αεριοαγωγούς. Έτσι τα λύματα βγαίνουν από τη δεξαμενή μετά από 2-6 ώρες καθίζηση χωρίς σηπτική επιβάρυνση (όπως συμβαίνει στη σηπτική δεξαμενή) και σχετικά διαυγή και άοσμα.

Η δεξαμενή IMHOFF κατασκευάζεται συνήθως ορθογωνική ή και κυκλική σε κάτοψη. Το άνοιγμα της σχισμής πρέπει να είναι τουλάχιστο 12,5-15 εκ, και η οριζόντια επικάλυψη των άκρων της τουλάχιστο 10 ή προτιμότερο 15 εκ. Η οριζόντια επιφάνεια των αεριοαγωγών πρέπει να είναι τουλάχιστο 20% ή κατά προτίμηση 25% της ολικής επιφάνειας της δεξαμενής.

β. Χωρητικότητα

Για τον υπολογισμό του θαλάμου καθιζήσεως λαμβάνεται υπόψη η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων και ο χρόνος καθιζήσεως $t = 2-3$ ώρες για μεγάλες δεξαμενές (εξυπηρέτηση πάνω από 500 άτομα) ή $t = 5-6$ ώρες για μικρές με επιφανειακή φόρτιση συνήθως $1m^3 / m^2 \cdot h$ για τη μέση παροχή.

Η χωρητικότητα του θαλάμου χωνεύσεως μετριέται 0,40 m κάτω από τη σχισμή και υπολογίζεται τουλάχιστο για 100 Ltr /άτομο

Για τη θέση ισχύουν τα ίδια με τη σηπτική δεξαμενή.

γ. Συντήρηση

Οι ακαθαρσίες και τα λίπη, που συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του θαλάμου καθιζήσεως, πρέπει να αφαιρούνται τακτικά. Κάθε εβδομάδα πρέπει να ελέγχεται η σχισμή και να καταστρέφεται ή απομακρύνεται ο επίπαγος, που σχηματίζεται στους αεριοαγωγούς, για να μην παρεμποδίζεται η έξοδος των αερίων.

Η λάσπη θα αφαιρείται από το θάλαμο χωνεύσεως, όταν φθάσει 0,45 m κάτω από τη σχισμή. Κάθε φορά συνιστάται να αφαιρείται η μισή περίπου λάσπη, ώστε να παραμένει αρκετή ποσότητα για εμβολιασμό.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΜΜΟΦΙΛΤΡΟ

Το αμμόφιλτρο αποτελείται από μία κλίνη με υλικό πλήρωσης την άμμο .

Αμμόφιλτρα έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία για την επεξεργασία αποβλήτων που προέρχονται από μικρές κοινότητες ή απομονωμένες κατοικίες και διακρίνονται σε φίλτρα άμμου όπου τα απόβλητα περνούν μια φορά από το υλικό πλήρωσης (αμμόφιλτρο διαλείπουσας λειτουργίας) και σε φίλτρα πολλαπλών περασμάτων όπου λαμβάνει χώρα ανακυκλοφορία των αποβλήτων (αμμόφιλτρο επανακυκλοφορίας).

Τα **κυριότερα τμήματα ενός φίλτρου** με υλικό πλήρωσης είναι:

- Η δεξαμενή παραμονής - επεξεργασίας αποβλήτων, που αποτελείται από μια χωμάτινη ή τσιμεντένια δεξαμενή. Η δεξαμενή κατασκευάζεται με βάθος 1-1,3 μέτρα και μονώνεται με ένα στρώμα ημιπερατής μεμβράνης.

- Το σύστημα αποχέτευσης για την απομάκρυνση των επεξεργασμένων αποβλήτων. Το σύστημα αποτελείται συνήθως από πλαστικούς διάτρητους σωλήνες οι οποίοι συνήθως καλύπτονται με κοκκώδη υλικά.

- Το υλικό πλήρωσης, που μπορεί να είναι άμμος, ανθρακίτης, χαλίκια, θρυμματισμένο γυαλί από ανακύκλωση κλπ.

- Το σύστημα τροφοδοσίας και κατανομής των αποβλήτων σε όλη την επιφάνεια του φίλτρου και

- Διάφορα βοηθητικά συστήματα.

Στην περίπτωση των φίλτρων ανακυκλοφορίας περιλαμβάνεται επιπλέον μια δεξαμενή ανακύκλωσης των αποβλήτων.

Η απομάκρυνση των ρυπαντών στα φίλτρα αυτά λαμβάνει χώρα με ένα συνδυασμό φυσικών, χημικών και βιολογικών δράσεων.

Συγκεκριμένα, αμέσως μετά την εκκίνηση της λειτουργίας του φίλτρου σχηματίζεται στην επιφάνεια του πληρωτικού υλικού ένα στρώμα από βακτήρια. Η δημιουργία αυτού του στρώματος είναι σημαντική γιατί εδώ λαμβάνει χώρα προσρόφηση των διαλυτών και κolloειδών οργανικών ουσιών, τα οποία στη συνέχεια υφίστανται βιολογική αποδόμηση. Το απαραίτητο οξυγόνο για την βιολογική αποδόμηση εξασφαλίζεται κατά την μεταφορά του αέρα ανάμεσα από τους κενούς χώρους που σχηματίζονται μεταξύ των σωματιδίων του πληρωτικού υλικού.

Στα αρχικά στρώματα του φίλτρου λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια του λεπτού στρώματος βακτηρίων η ταυτόχρονη αποδόμηση του οργανικού φορτίου και η μετατροπή του αμμωνιακού και οργανικού αζώτου σε νιτρικά ιόντα (νιτροποίηση).

Στη συνέχεια, σε μεγαλύτερο βάθος όπου επικρατούν ανοξικές συνθήκες, λαμβάνει χώρα απονιτροποίηση και μετατροπή των νιτρικών ιόντων σε αέριο άζωτο. Επιπλέον, κατά την τροφοδοσία των αποβλήτων στα λύματα, τα στερεά σωματίδια κατακρατούνται στο υλικό πλήρωσης με τους φυσικούς μηχανισμούς της διήθησης.

Με τους ίδιους μηχανισμούς απομακρύνονται επίσης και ορισμένοι από τους παθογόνους μικροοργανισμούς που είναι δυνατόν να υπάρχουν στα απόβλητα.

Βιολογικό αμμόφιλτρο διαλείπουσας λειτουργίας .

Τα αμμόφιλτρα διαλείπουσας λειτουργίας [Intermittent sand filter] έχουν καταστεί αρκετά δημοφιλή στο σύνολο των περιοχών για μεμονωμένες κατοικίες εξαιτίας της αξιοπιστίας και του σχετικά χαμηλότερου κόστους τους .

Υλικό πλήρωσης : άμμος με διάμετρο 0,3 – 0,8 mm, φορτίσεις 0,02 – 0,08 m³ / m² day , και πάχος στρώματος άμμου 60 cm .

Η ποιότητα της εκροής μετά την απολύμανση είναι :

Παράμετρος	Μονάδα	
Φόρτιση COD	mgr / Ltr	< 20
Φόρτιση BOD ₅	mgr / Ltr	1 - 5
TSS	mgr / Ltr	< 5
PH		7,0 – 8,5
Tot. Coli	MPN / 100 mLtr	< 25
TKN	mgr / Ltr	0 – 3

Δεξαμενή τροφοδοσίας αμμόφιλτρου

Η δεξαμενή αυτή χρησιμεύει σαν αποθήκη της πρωτοβάθμιας εκροής, που έρχεται π.χ. από μία σηπτική δεξαμενή με άντληση. Από τη δεξαμενή ξεκινά η γραμμή τροφοδοσίας (& ανακυκλοφορίας) του αμμόφιλτρου, που αποτελείται από τις αντλίες τροφοδοσίας (δύο για κάθε λεκάνη αμμόφιλτρου), τους κεντρικούς αγωγούς μεταφοράς διανομής (ένα για κάθε αμμόφιλτρο) και του αγωγούς διανομής της ροής πάνω στο αμμόφιλτρο.

Στη δεξαμενή αυτή καταλήγει με φυσική ροή ο αγωγός επιστροφής (με τις συλλεκτήριες γραμμές που μεταφέρουν τη διηθημένη εκροή από κάθε αμμόφιλτρο στη δεξαμενή δοσομέτρησης).

Στην είσοδο του αγωγού αυτού, στη δεξαμενή δοσομέτρησης, υπάρχει μια ειδική βαλβίδα με μπάλα που κλείνει τη γραμμή προς τη δεξαμενή δοσομέτρησης (όταν η δεξαμενή γεμίσει) και οδηγεί την περίσσεια προς της δεξαμενή αποθήκης εκροής. Αντί τη χρήση βαλβίδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και υπερχειλίση για την περίσσεια προς τη δεξαμενή αποθήκευσης εκροής.

Βιολογική επεξεργασία

Γενικά στην φάση της βιολογικής επεξεργασίας δεν πρέπει να υπάρχουν δυσσομίες. Ειδικά τα αμμόφιλτρα λειτουργούν με συνθήκες αερόβιες. Η τροφοδοσία των λυμάτων στο αμμόφιλτρο γίνεται πάντα αραιωμένη με επεξεργασμένα λύματα και κατά διαστήματα (διαλείπουσα), ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επαρκούς αερισμού με εφελκυσμό που προκαλούν οι σταγόνες των λυμάτων κατά την κάθοδο τους με βαρύτητα. Έτσι πέφτουν σταγόνα – σταγόνα μέσα στην άμμο του αμμόφιλτρου. (με τον τρόπο αυτό λειτουργούν τα αμμόφιλτρα, τα χαλκικόφιλτρα και άλλα συστήματα αερόβια προσκολλημένης βιομάζας).

Η διασπορά των λυμάτων γίνεται μέσα σε στρώμα από χαλίκι σε κατάλληλες δόσεις ώστε να γίνεται σωστή διασπορά και επαρκής φυσική οξυγόνωση κατά την κάθοδο των λυμάτων.

Από την επεξεργασία αυτή τα τυχόν οσμαέρια οξειδώνονται σε πλήρως αερόβιες συνθήκες και δεν διαφεύγουν οσμές στον περιβάλλοντα χώρο.

Βιολογικό αμμόφιλτρο επανακυκλοφορίας .

Τα αμμόφιλτρα επανακυκλοφορίας [Recirculating sand filter] χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες περιοχές λυμάτων .

Στα φίλτρα άμμου διαλείπουσας ροής , όπου τα απόβλητα περνούν μια μόνο φορά από το φίλτρο, η συνολική ποσότητα των αποβλήτων εφαρμόζεται σε ίσες δόσεις με συχνότητα 12 έως 72 δόσεις την ημέρα.

Στα φίλτρα πολλαπλών περασμάτων, ένα μέρος των αποβλήτων απομακρύνεται προς διάθεση, ενώ το υπόλοιπο ανακυκλοφορεί μέσα στο φίλτρο.

Τυπικοί λόγοι ανακυκλοφορίας είναι από 3:1 μέχρι 5:1.

Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η ολική οργανική φόρτιση που εφαρμόζεται στο φίλτρο ανά δόση και αυξάνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου.

Η **συχνότητα των δόσεων** εφαρμογής μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 48 έως 120 φορές την ημέρα με διάρκεια περίπου 2-3 λεπτά ανά 10-20 λεπτά.

Χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες φορτίσεις και ανακυκλοφορία 100 – 300 % μέχρι και 500% και χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλες εγκαταστάσεις .

Η **ποιότητα της εκροής μετά την απολύμανση** είναι :

Παράμετρος	Μονάδα	
Φόρτιση COD	mgr / Ltr	< 50
Φόρτιση BOD ₅	mgr / Ltr	5 - 15
TSS	mgr / Ltr	< 10
PH		7,0 – 8,5

Tot. Coli	MPN / 100 mLtr	< 100
TKN	mgr / Ltr	0 - 10

Στρώμα άμμου: 60 cm
Πάχος υποστρώματος: 30 cm
Πάχος στρώματος τροφοδοσίας-διανομής : 25 cm

Για την λειτουργία του αμμόφιλτρου ή αμμοδιύλιστηρίου είναι απαραίτητη μια προκατεργασία των λυμάτων για την αφαίρεση των λιπών , ελαίων και αιωρούμενων στερεών (πρωτοβάθμια) . Το υλικό πλήρωσης είναι άμμος με διάμετρο 1,5-2,5 mm ή λεπτό χαλίκι, φορτίσεις μέχρι 0,2 m³/m²-ημ (για άμμο 1,5-2,5 mm), και πάχος στρώματος άμμου 60cm (Ball, 1995).

Δεξαμενή αποθήκευσης εκροής

Συνήθως προβλέπεται μία μικρή δεξαμενή αποθήκευσης της εκροής, η οποία εκτός της αποθήκευσης μικρής ποσότητας εκροής (π.χ.35-40 m³), θα εξυπηρετεί ταυτόχρονα:

- α) τις ανάγκες της απολύμανσης (συνεχής ανακυκλοφορία μέσα στη μονάδα UV για 16-18 ώρες) και
 - β) την άντληση καθαρισμένων νερών προς την αρδευόμενη περιοχή.
- Σε περίπτωση ζημιάς σε όλο το σύστημα του αμμόφιλτρου τα λύματα με παρακαμπτήριο διάταξη (by-pass) μπορούν να οδηγούνται από την πρωτοβάθμια επεξεργασία κατ'ευθείαν στη δεξαμενή εκροής και από τη δεξαμενή αυτή με άντληση θα οδηγούνται για διάθεση (άρδευση) σε δασική έκταση.

ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΙ ΤΑΦΡΟΙ

Στις οξειδωτικές τάφρους τροφοδοτούνται οι μικροοργανισμοί με μικρές ποσότητες υποστρώματος (χαμηλό F/M που σε μονάδες εκφράζεται σε Kg BOD / Kg λάσπης και ημέρα). Σαν αποτέλεσμα προκύπτει ότι ένα σημαντικό τμήμα της τροφής οξειδώνεται ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται και μία σχετικά μικρή παραγωγή λάσπης.

Σαν αποτέλεσμα της πολύ μικρής φόρτισης η λάσπη είναι σε μία συνεχή διεργασία ενδογενούς διαπνοής. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι η τελικά παραγόμενη λάσπη περιέχει μικρό ποσοστό διασπάσιμων συστατικών. Ο περιορισμός αυτού του ποσοστού διασπάσιμων συστατικών είναι η κύρια παράμετρος για τον χαρακτηρισμό της λάσπης ως σταθεροποιημένη.

Η παραγόμενη αερόβια σταθεροποιημένη λάσπη αφυδατώνεται στη συνέχεια χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα σε ταινιο-φιλτρόπρεσες.

Ο βαθμός σταθεροποίησης της λάσπης επηρεάζεται από το ρυθμό τροφοδοσίας της τροφής των μικροοργανισμών, την θερμοκρασία και τον χρόνο παραμονής της λάσπης κάτω από αερόβιες συνθήκες.

Έχουν διερευνηθεί τα κριτήρια του βαθμού σταθεροποίησης της λάσπης και συναρτώνται κυρίως από παραμέτρους όπως περιεκτικότητες σε οργανικά στοιχεία, ρυθμός αναπνοής, βιοχημικές συστατικά της λάσπης, λίπη κ.λ.π

Στους 20 βαθμούς Κελσίου μία καλά σταθεροποιημένη λάσπη έχει ρυθμό ενδογενούς διαπνοής 2-4 mg O₂/gVSS/h.

Ο ρυθμός ενδογενούς διαπνοής θα πρέπει να προσδιορίζεται από δείγμα που αερίζεται ένα 24ώρο.

Υψηλοί ρυθμοί αναπνοής με τιμές 6-7 mg O₂/gVSS/h ακολούθησαν πτωτική τάση και μετά από 24ώρες ο ρυθμός εμφανιζόταν σε 1-2 mg O₂/gVSS/h.

Με αύξηση της θερμοκρασίας και ρυθμό φόρτισης λάσπης σταθερό απαιτείται χαμηλότερος χρόνος παραμονής για την επίτευξη της σταθεροποίησης της λάσπης.

Χρόνος παραμονής των λυμάτων και όγκος απαιτούμενου αερισμού:

Είναι γνωστό ότι η ημερήσια παραγωγή οργανικού φορτίου από τις οικιακές χρήσεις ανέρχεται σε περίπου 50-70 γραμμάρια ανά κάτοικο και ημέρα. Θεωρώντας υποθετικά την τιμή των 60 γραμμαρίων / κάτοικο και ημέρα και λειτουργώντας με την παραδοχή ότι ο λόγος F/M θα είναι στην οξειδωτική τάφρο θα είναι της τάξης των 0,05 KgBOD/Kg λάσπης/d, τούτο σημαίνει ότι για κάθε εξυπηρετούμενο άτομο απαιτείται 1 κιλό λάσπης.

Εκτιμώντας ότι η μέση τιμή- που αποτελεί και την πλέον εφαρμόσιμη τιμή σχεδιασμού - της συγκέντρωσης των στερεών είναι 4 KgMLSS/m³ και ανάγοντας την παραπάνω παραδοχή ημερήσιας παραγωγής οργανικού φορτίου ανά άτομο προκύπτει ότι για κάθε 4 άτομα ισοδυναμεί 1 m³ δεξαμενής που περιέχει 4 KgMLSS/m³ δηλαδή 1 κιλό ανά εξυπηρετούμενο άτομο που μας δίνει την σχέση F/M = 50 gr/1Kg = 0,05.

Συνεπώς αυτό που προκύπτει από την παραπάνω διερεύνηση είναι ότι για κάθε άτομο απαιτούνται 250 lt δεξαμενής αερισμού για την εξασφάλιση της σχεδιασμένης φόρτισης λάσπης στον σχεδιασμό του έργου.

Η ημερήσια κατανάλωση νερού στο αποχετευτικό δίκτυο καθορίζει τον χρόνο παραμονής των λυμάτων στην δεξαμενή αερισμού. Έτσι για παράδειγμα ημερήσια κατανάλωση 250 lt/d από κάθε άτομο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι απαιτείται χρόνος παραμονής των λυμάτων για 1 ημέρα.

Αντιθέτως σε περίπτωση που η ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο είναι 125 lt/d απαιτείται χρόνος παραμονής των λυμάτων 2 ημερών. Τα αποτελέσματα και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις είναι ίδια εφόσον ο χρόνος παραμονής της λάσπης είναι ίδιος.

Στη φόρτιση του 0,05 KgBOD/KgMLSS/d η παραγωγή λάσπης είναι περίπου 40 gr/άτομο /ημέρα. Για κάθε άτομο ισοδυναμεί 1 kg λάσπης και ο μέσος χρόνος παραμονής της λάσπης ανέρχεται σε $1000/40 = 25$ ημέρες.

Η αντιμετώπιση της σταθεροποίησης της λάσπης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες επιτυγχάνεται με αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών σχεδιασμού (π.χ. από 4.000 mg/l σε 5.000), και κατά αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο χρόνος παραμονής των στερεών και έτσι βελτιώνεται ο βαθμός σταθεροποίησης.

Πειραματικές εργασίες παλαιότερα ασχολήθηκαν με το ερώτημα, είναι προτιμότερο να μειωθεί ο αντίστοιχος/κάτοικο όγκος αερισμού σε 125 l/άτομο ή να αυξηθεί η φόρτιση σε 0,1 KgBOD/KgMLSS/ημέρα;

Αυτό σημαίνει ότι αντιστοιχούν 0,5 Kg λάσπης ανά κάτοικο και με παραμένουσα συγκέντρωση στερεών σχεδιασμού 4.000 mg/l.

Για την συγκεκριμένη θερμοκρασία η απάντηση είναι αρνητική.

Στην πολύ χαμηλή τιμή σχεδιασμού φόρτισης της μονάδας της οξειδωτικής τάφρου η αλλαγή από 0,05 σε 0,1 KgBOD/KgMLSS/d έχει σαν αποτέλεσμα την πολύ μεγάλη αύξηση της παραγωγής της λάσπης (από 40 σε 60 gr/άτομο/ημέρα) που οδηγεί σε χρόνο παραμονής στερεών $500/60 = 8$ ημέρες, πολύ χαμηλό χρόνο για σταθεροποίηση λάσπης.

Η τιμή σχεδιασμού, σε πολλές μονάδες επεξεργασίας (π.χ. Γρεβενά) είναι μικρότερη από 0,07 kg BOD/kg MLSSd, η οποία θεωρείται αποδεκτή.

Νιτροποίηση

Θεωρείται ότι η παραγωγή αζώτου είναι 10 gr/άτομο και ημέρα (η τιμή αυτή συμφωνεί και με τα δεδομένα σχεδιασμού των τευχών δημοπράτησης). Από αυτά στη διεργασία κυτταρικής σύνθεσης ενσωματώνονται περίπου 2 gr. στη λάσπη.

Για την οξείδωση 1 gr. TKN απαιτούνται 4,57 γραμμάρια οξυγόνου.

Έτσι για τη διεργασία της νιτροποίησης η ειδική απαίτηση οξυγόνου προσδιορίζεται με τον εμπειρικό τύπο:

$$(10-2) \cdot 4,57 = 37 \text{ γρ/άτομο/ημέρα.}$$

Ο μεγάλος χρόνος παραμονής της λάσπης επιτρέπει στους νιτροποιητικούς μικροοργανισμούς, όπως οι νιτροσομόνες και τα νιτροβακτηρίδια, να αναπτυχθούν και να παραμείνουν στην οξειδωτική τάφρο.

Ο ρυθμός νιτροποίησης εκφράζεται κυρίως σαν gN/KgVSS/h. Στις συνθήκες σχεδιασμού της βιολογικής βαθμίδας 4 KgMLSS/m³ περίπου τα 3Kg αποτελούνται από στερεά σύσταση οργανικών υλικών ή VSS (το 75% περίπου της συνολικής λάσπης).

Αν στον παραπάνω σχεδιασμό θεωρήσουμε ότι αντιστοιχούν 250 λίτρα δεξαμενής προκύπτει η αντίστοιχη ισοδυναμία σε VSS/κάτοικο $0,25 \cdot 3 = 0,75 \text{ kg VSS}$.

Η νιτροποίηση συνεπώς θα πρέπει να εξασφαλίζει το ακόλουθο ισοζύγιο:

$R_{nit} \times 0,75 \times 24 = 8$ και από την παραπάνω σχέση ο ρυθμός νιτροποίησης προσδιορίζεται σε 0,45 gN/KgVSS

Ικανότητα ανταπόκρισης των οξειδωτικών τάφρων σε μεγάλες διακυμάνσεις παροχής

Οι οξειδωτικές τάφροι έχουν ικανότητα αντιμετώπισης ρυπαντικών φορτίων με μεγάλες διακυμάνσεις των παροχών. Η ικανότητα αυτή κυμαίνεται σε όρια που ως προς το ρυπαντικό φορτίο καθορίζονται από 0,40 % έως 110% του όγκου σχεδιασμού τους.

ΧΑΛΙΚΟΦΙΛΤΡΟ

Περιγραφή

Το χαλικόφιλτρο ή αλλιώς χαλικοδιύλιστήριο αποτελείται από κυλινδρική συνήθως δεξαμενή γεμάτη με θραυστό γωνιώδες αδρανές υλικό (π.χ. σκύρα), διαστάσεων 4-8 cm , διατεταγμένο σε ένα ύψος από 1,50 - 3,00 m ή με ειδικής μορφής βιομηχανοποιημένα πλαστικά μέσα πληρώσεως .

Τα υγρά απόβλητα, ύστερα από πρωτοβάθμια καθίζηση, οδηγούνται συνήθως σε δεξαμενή φορτίσεως εξοπλισμένη με σίφωνα ή άλλη διάταξη αυτόματης εκκενώσεως (π.χ. αντλία) για την περιοδική τροφοδότηση περιστροφικού διανομέα, που καταβρέχει (δεν κατακλύζει) την επιφάνεια του χαλικοδιύλιστηρίου.

Τα υγρά ρέουν σε λεπτή στιβάδα πάνω στο υλικό πληρώσεως και έρχονται σε εκτεταμένη επαφή με το οξυγόνο του αέρα, που κινείται ανάμεσα στα κενά, προς τα πάνω ή κάτω, φυσικά ή μηχανικά .

Με τον τρόπο αυτό συντηρείται στην επιφάνεια του υλικού πληρώσεως αερόβια βιολογική δράση από βακτήρια, μήκυτες, πρωτόζωα, τροχόζωα, σκουλήκια, προνύμφες εντόμων κλπ., που σχηματίζουν προοδευτικά βιολογικό υμένα (ζωό-γλοια).

Παρότι η επεξεργασία χαρακτηρίζεται γενικά σαν αερόβια, μόνο σε μικρό βάθος της ζωόγλοιας (0,1-0,2 mm) φθάνει αρκετό οξυγόνο και εξασφαλίζει αερόβιες συνθήκες αποδομής. Έτσι στην εξωτερική ζώνη με την επάρκεια τροφής και οξυγόνου επικρατούν συνθήκες εντατικού ρυθμού αναπτύξεως, ενώ το εσωτερικό, με την έλλειψη τροφής, περνάει σε φάση ενδογενούς αναπτύξεως και σε αναερόβια κατάσταση. Σ' αυτή τη φάση οι μικροοργανισμοί χάνουν την ικανότητα προσκολλησεώς τους στο μέσο πληρώσεως και με την υδραυλική ροή αποκολλάται το στρώμα της ζωόγλοιας («αποδεματώση», sloughing) και παρασύρεται στη δεξαμενή της δευτεροβάθμιας καθιζήσεως για συλλογή.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Με βάση τα προηγούμενα ο όρος «χαλικοδιύλιστήριο» (και ο αγγλικός trickling filter διυλιστήριο διαβροχής) δεν είναι εύστοχος, γιατί δεν αποτελεί «ηθμό», αλλά σύστημα βιοαποδομής. Έτσι χρησιμοποιούνται επίσης οι όροι «βιολογικό φίλτρο» (Biological filter) και «βακτηριακή κλίνη» (bacteria bed), που ανταποκρίνονται περισσότερο στο λειτουργικό ρόλο της μονάδας.

Τύποι διεργασιών

α. Ρυθμός φορτίσεως

Τα χαλικοδιύλιστήρια ανάλογα με το ρυθμό τροφοδοτήσεως διακρίνονται σε χαμηλής και ψηλής φορτίσεως.

Τα χαμηλής φορτίσεως έχουν υψηλή απόδοση, σε ελάττωση του BOD, (πάνω από 90%) και δίνουν σταθερή ποιότητα τελικής απορροής, έστω κι αν μεταβάλλεται η πυκνότητα της εισροής. Αναπτύσσεται σημαντικός αριθμός νιτροβακτηρίων, με αποτέλεσμα η τελική απορροή να έχει μικρή περιεκτικότητα σε αμμωνία και μεγάλη συγκέντρωση σε νιτρώδη και νιτρικά (NO₃, NO₃). Η λάσπη είναι σημαντικά σταθεροποιημένη.

Με κατάλληλη κλίση του εδάφους όλη η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει με βαρύτητα, χωρίς καμιά άντληση.

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι συνήθως τα προβλήματα οσμών, όταν ιδίως φθάσουν τα λύματα στην εγκατάσταση σηπτικά ή όταν ο καιρός είναι ζεστός και οι μύγες (γένους Psychola), που αναπτύσσονται και, αν δεν καταπολεμηθούν, χωρίς να είναι επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία, προκαλούν αξιόλογη ενόχληση.

— Τα ψηλής φορτίσεως έχουν σχετικά μικρότερη απόδοση σε ελάττωση του οργανικού φορτίου, αλλά με την ανακυκλοφορία της απορροής του χαλικοδιύλιστηρίου ή της τελικής μπορούν να επεξεργασθούν μεγαλύτερο οργανικό φορτίο ανά μονάδα όγκου. Γιατί στα χαλικοδιύλιστήρια αυτά οι οργανικές ουσίες, που απορροφώνται και προσροφώνται στη ζώογλοια, προτού οξειδωθούν πλήρως, παρασύρονται από το ισχυρό υδραυλικό ρεύμα και συλλέγονται στην καθίζηση, απ' όπου οδηγούνται στη δεξαμενή χωνεύσεως για αναερόβια σταθεροποίηση. Εξάλλου η ανακυκλοφορία συμβάλλει στην αποφυγή δημιουργίας εμφράξεως (λίμναση) στα φίλτρα και στην ελάττωση των ενοχλήσεων από οσμές και μύγες

β. Βαθμίδες επεξεργασίας

Τα χαλικοδιύλιστήρια κατασκευάζονται, είτε (συνήθως) μονά, είτε δύο ή (σπανιότερα) περισσότερα όμοια σε σειρά, με ενδεχόμενη παρεμβολή δεξαμενής καθιζήσεως μεταξύ τους και χαρακτηρίζονται σαν μονάδες μιας, δύο ή περισσότερων βαθμίδων .

Το διβάθμιο χαλικοδιύλιστήριο είναι ισοδύναμο με διυλιστήριο μιας βαθμίδας με την ίδια κοινή διάμετρο και πάχος το άθροισμα των υψών.

Ο διαχωρισμός σε δύο βαθμίδες πλεονεκτεί κατ' αρχήν από άποψη αερισμού και πιθανώς εξασφαλίζει πιο εξειδικευμένη και αποτελεσματική βιολογική δράση στη δεύτερη κυρίως βαθμίδα, ιδίως για τα ειδικά απόβλητα, ώστε τελικά η διβάθμια επεξεργασία να χρησιμοποιείται, είτε όπου απαιτείται υψηλή ποιότητα απορροής, είτε για επεξεργασία πυκνών αποβλήτων. Πάντως η μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση περιορίζει τη χρησιμοποίηση των δύο βαθμίδων.

Ανακυκλοφορία

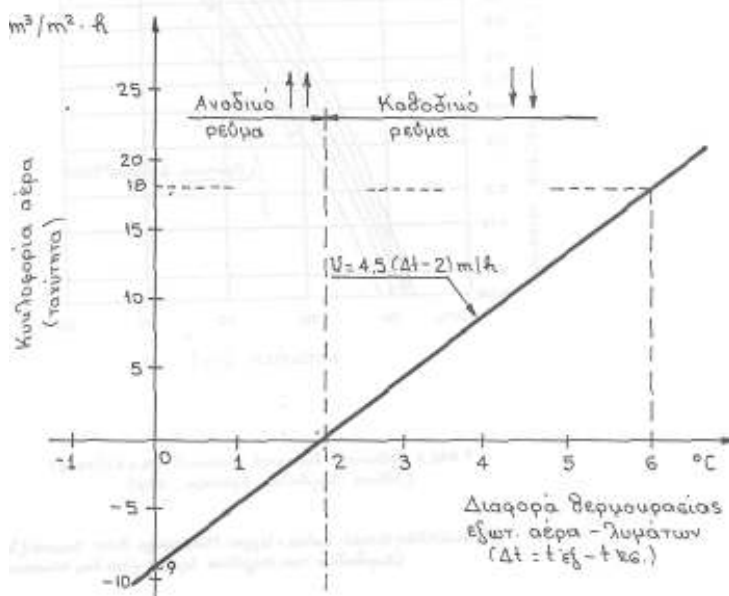
Στις συνήθεις απλές περιπτώσεις τα χαλικοδιύλιστήρια χαμηλής φορτίσεως λειτουργούν χωρίς ανακυκλοφορία με πρόβλεψη μόνο δεξαμενής φορτίσεως, ώστε να γίνεται περιοδικά η τροφοδότηση της μονάδας (με αυτόματο σιφώνι ή αντλία) κατά τις ώρες μικρής παροχής (νύχτα) και να εξασφαλίζεται έτσι η περιστροφή του διανομέα διαβροχής του διυλιστηρίου, που κινείται με υδραυλική αντίδραση.

Τα χαλικοδιύλιστήρια όμως ψηλής φορτίσεως από τη φύση τους λειτουργούν υποχρεωτικά με ανακυκλοφορία, είτε άμεση (γύρω από το διυλιστήριο), είτε συνήθως έμμεση από τη δευτεροβάθμια δεξαμενή καθιζήσεως ή την τελική απορροή.

Αερισμός

Βασικός παράγοντας για την κανονική απόδοση του χαλικοδιύλιστηρίου, σαν αερόβιου βιολογικού συστήματος, είναι ο επαρκής αερισμός και οξυγόνωση, που εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας .

Εικ. Φυσικός αερισμός χαλικοδιύλιστηρίου



Ο αερισμός μπορεί να είναι φυσικός ή μηχανικός.

Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αρκετός ο φυσικός αερισμός, που εξασφαλίζεται, χάρη στη διαφορά ανάμεσα στην εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία της μονάδας. Η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του χαλικοδιύλιστηρίου θεωρείται περίπου ίση με τη θερμοκρασία των λυμάτων, που το χειμώνα είναι θερμότερα και το καλοκαίρι ψυχρότερα από το εξωτερικό περιβάλλον και επομένως σχηματίζεται ανοδικό (χειμώνα) ή καθοδικό ρεύμα (καλοκαίρι).

Για διαφορά θερμοκρασίας ίση με 2°C έχει παρατηρηθεί στασιμότητα του αέρα, ενώ όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι ίση με 6°C έχει βρεθεί ταχύτητα $u = 18 \text{ m/h}$. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις η ταχύτητα του αέρα εκφράζεται από τη σχέση:

Με διαφορά θερμοκρασίας 6°C, που εξασφαλίζει ρεύμα αέρα $18 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, υπολογίζεται ότι ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε O_2 για υδραυλική φόρτιση ψηλού ρυθμού, πράγμα που είναι πολύ ικανοποιητικό.

Τεχνητός αερισμός δικαιολογείται σε ειδικές μόνο περιπτώσεις, όπως σε χαλικοδιύλιστήρια με πολύ μεγάλο ύψος καλυμμένα ή με πολύ ψηλό οργανικό φορτίο.

Στις περιπτώσεις αυτές συνιστάται η εξασφάλιση ταχύτητας αέρα: $\text{min } 18 \text{ m/h}$ και η εγκατάσταση ανατρέψιμου συστήματος αερισμού, για να εξασφαλίζει ρεύμα της ίδιας κατευθύνσεως με το φυσικό.

Για την εξασφάλιση ικανοποιητικού τεχνητού αερισμού συνιστάται:

Το στραγγιστήριο σύστημα και το αυλάκι συλλογής στον πυθμένα του χαλικοδιύλιστηρίου να έχουν υπολογισθεί για μισή πληρότητα με λύματα, προκειμένου να εξασφαλίζεται αρκετή διόδος για τον αέρα.

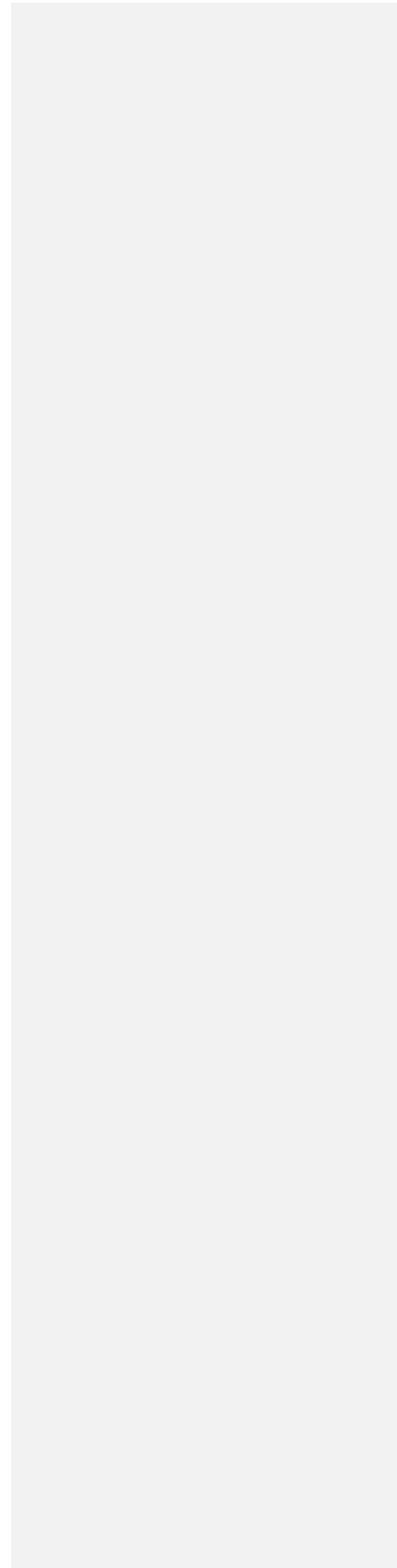
Τοποθέτηση φρεατίων αερισμού με σχαρωτό κάλυμμα στα δύο άκρα του κεντρικού συλλεκτήριου αυλακιού.

Τα μεγάλης διαμέτρου χαλικοδιύλιστήρια να έχουν πλευρικά συλλέκτρια αυλάκια με στόμια αερισμού ή αεραγωγούς σωλήνες στην περιφέρεια.

Η επιφάνεια των σχισμών στο πάνω μέρος του στραγγιστηρίου να είναι τουλάχιστο 15% της επιφάνειας του χαλικοδιύλιστηρίου.

Η ανοικτή επιφάνεια των σχαρών στα φρεάτια αερισμού ή των αεραγωγών σωλήνων να είναι τουλάχιστο ίση με το $1/250$ της επιφάνειας του χαλικοδιύλιστηρίου.

Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά



α. Μορφή

Τα χαλικοδιύλιστήρια είναι γενικά απλά στην κατασκευή και λειτουργία. Σε κάτοψη είναι συνήθως κυκλικά (σπάνια εξαγωνικά ή οκταγωνικά) με διάμετρο ως 10 m, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις (π.χ. Las Vegas, Νεβάδα, ΗΠΑ, $D = 53$ m, Βέρνη, Ελβετία, $D = 36$ m).

Πάντως κατασκευάζονται διανομείς για κλίνες με διάμετρο μέχρι 60 m .

β. Σύστημα διανομής

Η διαβροχή των λυμάτων γίνεται συνήθως με περιστροφικό διανομέα, που αποτελείται από δύο, τέσσερις ή και περισσότερους βραχίονες. Η περιστροφή εξασφαλίζεται με την υδραυλική αντίδραση των λυμάτων και απαιτεί γενικά υδραυλικό φορτίο τουλάχιστο 0,60 m ή σπανιότερα με ηλεκτροκινητήρα. Για την εξασφάλιση της απαραίτητης ροής των λυμάτων τις ώρες της μικρής παροχής (νύχτα) κατασκευάζεται συνήθως στα χαμηλής φορτίσεως χαλικοδιύλιστήρια δεξαμενή φορτίσεως, που εκκενώνεται περιοδικά με αυτόματο σιφώνι σε λίγα λεπτά, με μεσοδιαστήματα αναπαύσεως 5 - 15 λεπτά.. Το απαιτούμενο υδραυλικό φορτίο σ' αυτή την περίπτωση είναι $H = 1,0 - 2,0$ m και για ολόκληρο το χαλικοδιύλιστήριο (σιφώνι, κλίνη, στραγγιστήριο, αυλάκια) περισσότερο από 5,0 m, Αν δεν υπάρχει φυσικά διαθέσιμη υψομετρική διαφορά, χρειάζεται άντληση, οπότε περιτεύει το σιφώνι, αλλά η εγκατάσταση γίνεται συνθετώτερη.

Ο διανομέας πρέπει να περιστρέφεται με ταχύτητα μιας στροφής σε 10 λεπτά ή και λιγότερο και να υπάρχει ελεύθερος χώρος min. 0,25 m, μέχρι το άνω μέρος της κλίνης. Για ισοκατανομή των λυμάτων η ροή ανά μονάδα μήκους διανομέα είναι ανάλογη της ακτίνας περιστροφής κάθε στοιχείου.

Αντί για περιστρεφόμενο διανομέα, η διανομή των λυμάτων μπορεί να γίνει με αριθμό σταθερών ακροφυσίων.

γ. Μέσο πληρώσεως

Για μέσο πληρώσεως προτιμάται υλικό γωνιώδες (θραυστό), σκληρό, καθαρό, ανθεκτικό σε διάβρωση και τεμαχισμό (όχι σχιστολιθικό) και κατά το δυνατό ομοιόμορφο σε μέγεθος για εξασφάλιση μεγάλου ποσοστού κενών και διευκόλυνση της ροής των λυμάτων και του αερισμού.

Χρησιμοποιούνται συνήθως θραυστά σκύρα (κατά περίπτωση γρανιτικά), αλλά επίσης ηφαιστειακό υλικό (λάβρα), σκουριά υφικαμίνων, ανθρακίτης, οπτάνθρακας (κωκ), τούβλα, κεραμικά, ξύλα κλπ. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να προτιμάται τοπικής προελεύσεως υλικό.

Σαν υπόστρωμα στηρίξεως του υλικού πληρώσεως τοποθετείται στρώμα από έτερους μεγέθους 12 - 15 cm και πάχους μέχρι 0,50 m.

Εκτός από τα πιο πάνω φυσικά υλικά πληρώσεως κυκλοφορούν στο εμπόριο βιομηχανοποιημένα συνθετικά μέσα, με μεγάλο ανάπτυγμα επιφάνειας και κενών ανά μονάδα μάζας, κατάλληλα κυρίως για πυκνά βιομηχανικά απόβλητα με πάχος κλίνης μέχρι 6,0m.

δ. Περιμετρικά τοιχώματα

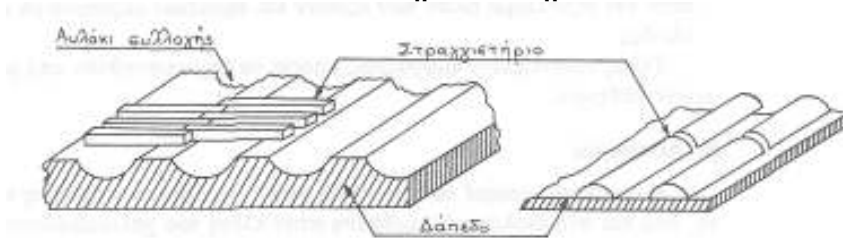
Τα περιμετρικά τοιχώματα κατασκευάζονται από οπλισμένο ή και απλό σκυρόδεμα, πλινθοδομή ή λιθοδομή. Περιμετρικά στη βάση του τοιχώματος προβλέπονται φρεάτια ή σωληνώσεις αερισμού.

ε. Συλλεκτήριο σύστημα

Το χαλικοδιύλιστήριο έχει τρία βασικά συστήματα : διανομή, επεξεργασία (μέσο πληρώσεως) και συλλογή λυμάτων.

Το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται συνήθως από το δάπεδο, τα αυλάκια

Συλλεκτήριο σύστημα



συλλογής και το στραγγιστήριο, που έχει σχισμές ή ανοικτούς αρμούς για την διόδο των λυμάτων και της λάσπης. Το στραγγιστήριο υποβαστάζει τα χοντρά σκύρα, που αποτελούν το υπόστρωμα του υλικού πληρώσεως. Το δάπεδο έχει κλίση συνήθως 1-2% προς τα συλλεκτήρια αυλάκια, που καταλήγουν στον κεντρικό συλλεκτήρα. Όλα τα αυλάκια και ο κεντρικός συλλεκτήρας πρέπει να εξασφαλίζουν ταχύτητα αυτοκαθαρισμού (min. 0,60 - 0,9 m/sec) και να αφήνουν ελεύθερη κατά προτίμηση τουλάχιστο τη μισή διατομή για τα χαμηλού ρυθμού ή τα 2/3 για τα ψηλού ρυθμού χαλικοδιύλιστήρια, ώστε να διευκολύνεται ο κανονικός αερισμός του συστήματος.

Λειτουργικές ανωμαλίες

Η λειτουργία των χαλικοδιύλιστηρίων είναι ιδιαίτερα απλή, γι' αυτό είναι κατάλληλα για μικρές εγκαταστάσεις, με περιορισμένες δυνατότητες παρακολούθησής τους.

Οποσδήποτε όμως μπορεί να παρουσιάσουν ορισμένα προβλήματα κατά τη λειτουργία (έμφραξη, δυσσομία, μύγες, τοξικές ουσίες κλπ.), που πρέπει να αντιμετωπίζονται κατάλληλα.

α. Έμφραξη

Η έμφραξη — με αποτέλεσμα τη λίμναση των λυμάτων στην επιφάνεια — γίνεται, όταν τα κενά του μέσου πληρώσεως γεμίσουν τελείως με βιολογικό υλικό (ζωόγλοια). Αυτό μπορεί να συμβεί, αν τα στοιχεία του μέσου είναι πολύ μικρά ή δεν είναι αρκετά ομοιόμορφα ή επίσης αν το οργανικό φορτίο είναι αναλογικά ψηλό.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται:

Με δικράνισμα της επιφάνειας.

Με έκπλυση της επιφάνειας, χρησιμοποιώντας νερό με πίεση.

Με προσθήκη χλωρίου (5 mg / Ltr υπολειμματικό χλώριο στην απορροή της πρωτο-βάθμιας καθιζήσεως) για αρκετές ώρες κάθε εβδομάδα στις περιόδους της μικρής

παροχής (νύχτα) για τον περιορισμό της καταναλώσεως χλωρίου.

Με διακοπή της λειτουργίας για 24 ώρες, ώστε να ξεραθεί.

Με κατάκλυση του χαλικοδιύλιστηρίου για 24 ώρες, πράγμα όμως που προϋποθέτει τον εξοπλισμό όλων των εξόδων και φρεατίων αερισμού με κατάλληλες δικλείδες.

Τέλος προβλήματα εμφράξεως μπορεί να δημιουργηθούν από φύλλα παρακείμενων δέντρων.

β. Δυσσομία

Η δυσσομία μπορεί να προκληθεί από αναερόβια αποσύνθεση τόσο στα λύματα, όσο και στη βιολογική μεμβράνη στην κλίνη του χαλικοδιύλιστηρίου. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος στο χαλικοδιύλιστήριο, είτε περιορίζεται η υπερβολική ανάπτυξη ζώογλοιας με την ελάττωση του οργανικού φορτίου και αύξηση του υδραυλικού με την ανακυκλοφορία είτε γίνεται χλωρίωση των εισαγομένων λυμάτων, κατά προτίμηση τις ώρες μικρής παροχής (νύχτα) για οικονομία χλωρίου.

γ. Μύγες

Σοβαρό πρόβλημα ενοχλήσεως στην περιοχή των χαλικοδιύλιστηρίων δημιουργείται συχνά από την πολυπληθή ανάπτυξη της μικρής μύγας Psychoda κυρίως το καλοκαίρι. Το φαινόμενο είναι συνηθέστερο στα χαλικοδιύλιστήρια με διαλείπουσα λειτουργία (χαμηλού ρυθμού).

Οι προνύμφες, σαν μετάζωα, είναι ωφέλιμες, γιατί διατρύπουν τη βιολογική μεμβράνη και συμβάλλουν στον καλύτερο αερισμό, τα τέλεια όμως έντομα ενοχλούν σοβαρά το προσωπικό και τους γείτονες. Πάντως η ακτίνα δράσεως τους είναι μερικά μέτρα και συνήθως λιγότερα από 50 m εκτός αν παρασυρθούν από τον άνεμο. Ο κύκλος αναπτύξεως τους είναι 22 μέρες στους 15°C και 7 στους 40°C.

Οι μύγες αυτές περιορίζονται:

Με συνεχή λειτουργία του χαλικοδιύλιστηρίου.

Με αφαίρεση της υπερβολικής βιολογικής μεμβράνης από την επιφάνεια, όπως στην περίπτωση της εμφράξεως.

Με κατάκλυση του χαλικοδιύλιστηρίου για 24 ώρες μια φορά την εβδομάδα ή

κάθε 15 μέρες, εφόσον υπάρχουν κατάλληλες δικλείδες απομονώσεως των εξόδων,

Με προσθήκη χλωρίου (0,5-1,0 mg/l) για μερικές ώρες κάθε μία ή δύο εβδομάδες ή με χρησιμοποίηση εντομοκτόνων.

Με κάλυψη του χαλικοδιύλιστηρίου.

δ. Τοξικές ουσίες

Τα απόβλητα, βιομηχανικής συνήθως προελεύσεως, δυνατό να διαταράξουν την κανονική βιολογική δράση στο χαλικοδιύλιστήριο, λόγω των τοξικών ουσιών, που μπορεί να περιέχουν ή της ψηλής οξύτητας - αλκαλικότητας.

Για την αποδοτική βιολογική δράση πρέπει το pH να βρίσκεται μεταξύ 5,5-9,0 και κατά προτίμηση 6,0 - 8,0. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί δεν επιζούν σε pH μικρότερο του 4,0 ή μεγαλύτερο του 11,0. Εξάλλου ορισμένα άλατα σε συγκέντρωση κατώτερη από την τοξική παρουσιάζουν βακτηριοκτόνες ιδιότητες με παρουσία οξέων ή αλκαλίων (πιθανή συνεργηστική δράση).

Ορισμένα άλατα επιβραδύνουν ή αναστέλλουν τελείως τη βιολογική δράση, ανάλογα με το είδος, τη συγκέντρωση, το βαθμό ιονισμού, το σθένος και το ατομικό βάρος. Κατά γενικό κανόνα τα δισθενή κατιόντα είναι πιο τοξικά από τα μονοθενή και τα άλατα των βαρέων μετάλλων πιο τοξικά από τα ελαφρά. Η βακτηριοκτόνος δράση των αλάτων των βαρέων μετάλλων οφείλεται στην έλξη των κατιόντων στο πρωτεϊνικό υλικό του κυττάρου, που, όταν καθιζήσει σαν αδιάλυτο, το κύτταρο πεθαίνει.

Η επιβραδυντική ή βιοστατική συγκέντρωση ορισμένων ουσιών στα χαλικοδιύλιστήρια σημειώνεται στον παρακάτω πίνακα :

Τοξική συγκέντρωση ιόντων ορισμένων ουσιών στη βιολογική διεργασία του χαλικοδιύλιστηρίου

Ουσία	Τοξική συγκέντρωση mg/Ltr
Βάριο	1,0
Κυανιούχα	1,0-2,0
Μόλυβδος	0,1
Νικέλιο	1,0-3,0
Σίδηρος	5,0
Χαλκός	1,0
Χρώμιο	3,0

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΚΟΛΗΜΕΝΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Βιολογικός δίσκος (biological-disc)

Η μονάδα του βιολογικού δίσκου (βιοδίσκου) στηρίζεται στην ίδια αρχή με το χαλικοδιύλιστήριο, με τη διαφορά ότι το σταθερό υπόβαθρο της ζωόγλοιας είναι κινητό και έρχεται περιοδικά σ' επαφή με τα λύματα (τροφή) και τον αέρα (οξυγόνο).

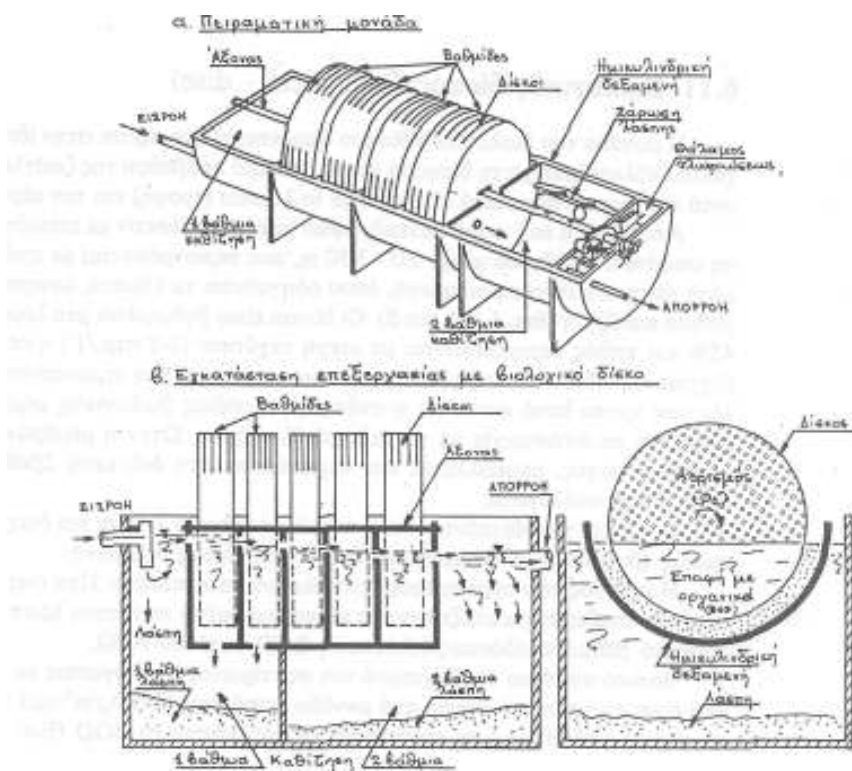
Αποτελείται από σειρά κατακόρυφων κυκλικών δίσκων με επίπεδη ή πτυχωμένη επιφάνεια διαμέτρου μέχρι 3,0 - 3,50 m , που περιστρέφονται με οριζόντιο άξονα μέσα σε ημικυλινδρική δεξαμενή, όπου οδηγούνται τα λύματα, ύστερα από πρωτοβάθμια καθίζηση . Οι δίσκοι είναι βυθισμένοι στα λύματα κατά 40-45% και καθώς περιστρέφονται με μικρή ταχύτητα (1-2 στρ./ min) η επιφάνεια τους έρχεται περιοδικά σ' επαφή με το οργανικό φορτίο και τον ατμοσφαιρικό αέρα (O²). Με τον τρόπο αυτό ευνοείται η ανάπτυξη αερόβιας βιολογικής μεμβράνης στην επιφάνεια σε αντιστοιχία με το χαλικοδιύλιστήριο. Όταν η μεμβράνη αποκτήσει ορισμένο πάχος, αποκολλάται και παρασύρεται στη δεξαμενή 2βάθμιας καθιζήσεως, όπου συλλέγεται.

Οι δίσκοι τοποθετούνται πολύ κοντά με διάκενο 1-2 cm και διαχωρίζονται σε ομάδες (βαθμίδες) με διαφράγματα στην κυλινδρική δεξαμενή.

Η μέθοδος των περιστρεφόμενων δίσκων καταναλίσκει λίγη ενέργεια και εξασφαλίζει σταθερότητα επεξεργασίας με περιορισμένη ποσότητα λάσπης και ικανοποιητικό βαθμό αποδόσεως (ελάττωση BOD κατά 80-90%).

Βασικό κριτήριο υπολογισμού του συστήματος επεξεργασίας με βιολογικό δίσκο είναι το οργανικό φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (BOD⁵/m².ημ.) ή το υδραυλικό φορτίο (m³/ m².ημ.) σε συνδυασμό με το αντίστοιχο BOD.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΔΙΣΚΟΣ (ΒΙΟΔΙΣΚΟΣ)



Κατά μήκος τομή

Τομή

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ

ΤΟΜΗ

COMPACT ΣΥΣΤΗΜΑ (CONTAINER), ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα Compact (Συμπαγή , περιορισμένου χώρου) συστήματα χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία λυμάτων από μεμονωμένες κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή μικρούς οικισμούς. Τις περισσότερες φορές συναντούνται τα συστήματα αυτά στην συμπαγή , προκατασκευασμένη μορφή τους από μέταλλο ή πλαστικό (Container) .Οι μονάδες αυτές εφαρμόζονται για παροχές λυμάτων μέχρι και 3800 m³/d , αλλά το σύνηθες εύρος παροχών για τις οποίες ενδείκνυται είναι 3,8-760 m³/d . Βεβαίως όταν συνδεθούν παράλληλα περισσότερα τέτοια συστήματα μεταξύ τους μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες οικισμών μέχρι και 10.000 κατοίκων .

Ο πλέον συνηθισμένος τύπος συστήματος σε Container είναι το σύστημα της ενεργού ιλύος με ανακυκλο-φορία, ενώ έχουν αναπτυχθεί και υβριδικά συστήματα που περιλαμβάνουν αερόβιες και αναερόβιες διεργασίες, αλλά και συστήματα περιστρεφόμενων βιοδίσκων.

Οι κυριότερες παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό και τη λειτουργία αυτών των συστημάτων είναι:

- Οι έντονες διακυμάνσεις στο υδραυλικό και ρυπαντικό φορτίο εισόδου
- Το ποσοστό ανακυκλοφορίας της ενεργού ιλύος
- Η απομάκρυνση των επιπλεόντων και των λιπών από τη δεξαμενή τελικής καθίζησης
- Ο έλεγχος της απονιτροποίησης στην τελική καθίζηση που θα είχε σαν αποτέλεσμα την ανύψωση της ιλύος
- Ο επαρκής έλεγχος των MLSS στη δεξαμενή αερισμού
- Η επάρκεια των αντιαφριστικών μέτρων
- Οι έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές
- Ο επαρκής έλεγχος της παροχής αέρα

Η απόδοση των συστημάτων αυτών βελτιώνεται σημαντικά με τον συντηρητικό σχεδιασμό των μονάδων επεξεργασίας και ειδικά της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Ως βέλτιστη τιμή σχεδιασμού της ταχύτητας υπερχειλίσης, στην ωριαία παροχής αιχμής, θεωρείται η τιμή μεταξύ 24-33 m³/m²*d . Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται και στο **σύστημα ανακυκλοφορίας**.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις **αεραντλίες** που χρησιμοποιούνταν μέχρι σήμερα , διότι δεν είναι πάντα η βέλτιστη επιλογή και δεν έχουν έτσι την δυνατότητα εύκολης και αξιόπιστης ρύθμισης της παροχής που ανακυκλοφορείται.

Τέλος, απαραίτητος θεωρείται ο εξοπλισμός συλλογής και απομάκρυνσης επιπλεόντων από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης .

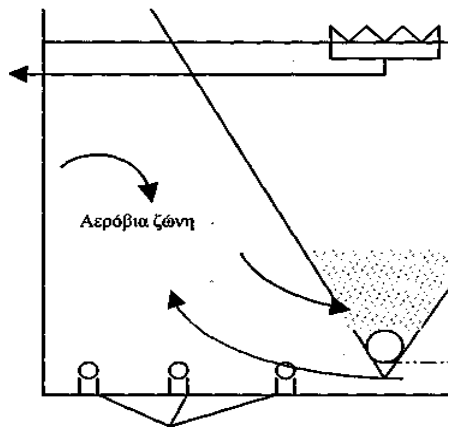
Σύστημα Container , ενεργού ιλύος , με ανακυκλοφορία

Στο Compact σύστημα ενεργού ιλύος οι βασικές βιολογικές διεργασίες επιτελούνται σε μια κυκλική, ενιαία δομικά, κατασκευή από τσιμέντο ή περισσότερο διαδεδομένο από χάλυβα ή πλαστικό PVC, ως προκατασκευασμένη μορφή (Container) .

Περιλαμβάνει ανοξική ζώνη για την απονιτροποίηση, αερόβια ζώνη για την νιτροποίηση-και την αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου και δεξαμενή καθίζησης ανοδικής ροής, κωνικού σχήματος, τοποθετημένη στο κέντρο της κατασκευής για το διαχωρισμό των στερεών από τα επεξεργασμένα λύματα.

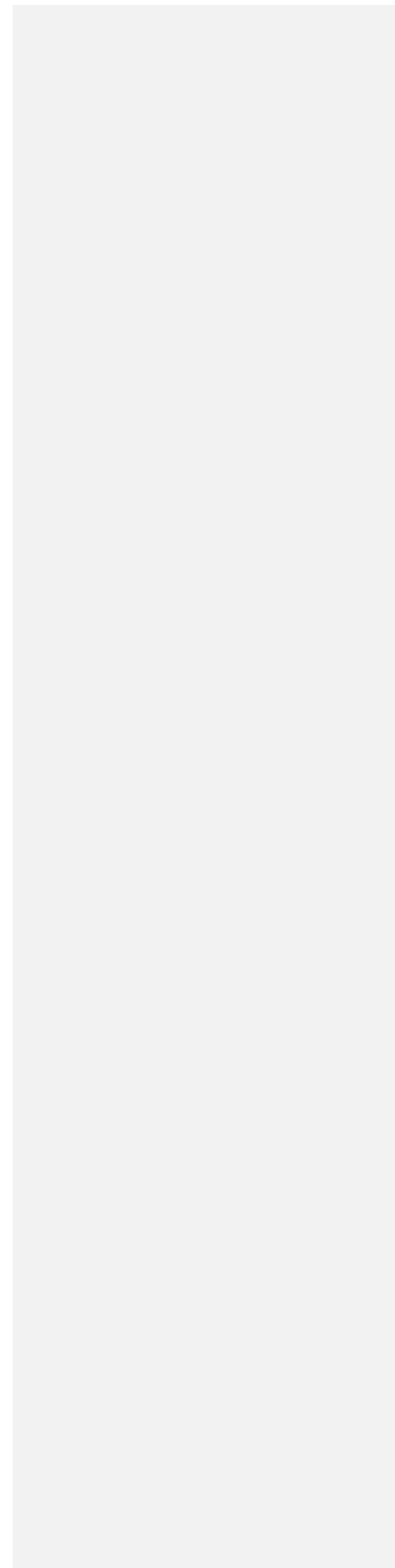
Η κατασκευή είναι εφοδιασμένη με όλα τα απαιτούμενα συστήματα αερισμού και επανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος.

Μια τυπική τομή μιας κατασκευής Container ενεργού ιλύος παριστάνεται στο παρακάτω σχήμα:



Λύματα
α
USB (καθίζηση
ση
ανοδική
ροή)
Εκροές
Εσχάρωση
εισόδου

Σύστημα
επανακυκλοφορίας
ενεργού
αέρα



Σύστημα αερισμού

Σχήμα : *Τυπική τομή Compact συστήματος σε Container , ενεργού ιλύος με ανακυκλοφορία*

Τα κριτήρια σχεδιασμού του συστήματος είναι:

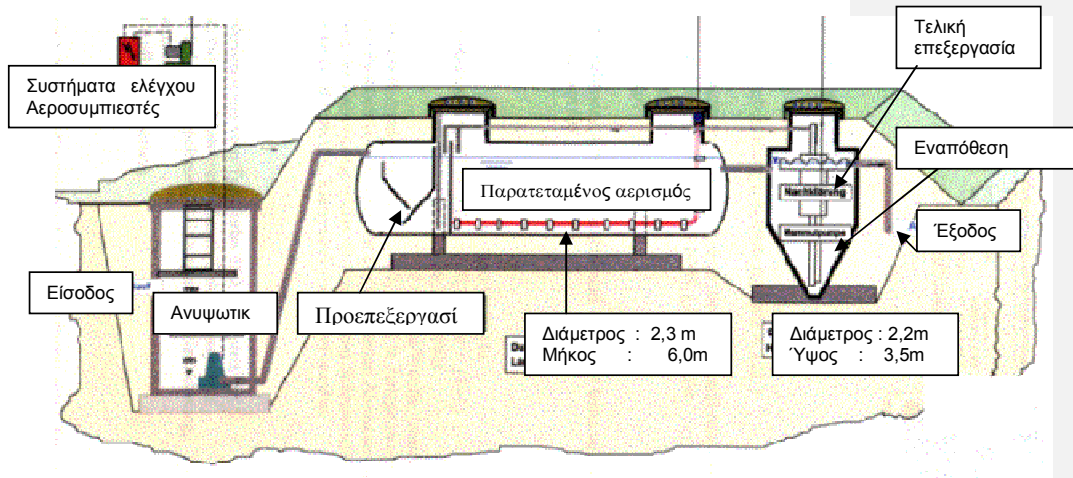
Πίνακας Κριτήρια σχεδιασμού Compact συστήματος παρατεταμένου αερισμού

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	
		Εύρος	Τυπική
Απαιτούμενη προεπεξεργασία		Εσχάρωση, εξάμμωση	
Χρόνος παραμονής (στη δεξαμενή αερισμού)	h	18-36	24
Φόρτιση BOD ₅	kg BOD ₅ /kg MLVSS	0,05-0,15	0,10
MLSS	mg /l	2500-6500	3500
Απαιτούμενη παροχή αέρα (μέση στους 20°C)	kg / kg BOD ₅	2-3	2,5
Περίσσεια λάσπης	kg / kg BOD ₅	0,3-0,75	0,4

COMPACT – σύστημα σε Container με δυναμικότητα επεξεργασίας λυμάτων 1.500 ατόμων της εταιρείας WaterTrust Hellas



Βιολογικός καθαρισμός 300 ατόμων κάτω από το έδαφος



Ένα τυπικό Compact σύστημα σε Container περιλαμβάνει το στάδιο της προεπεξεργασίας των λυμάτων (εσχάρωση και εξάμμωση) για την απομάκρυνση των ογκωδών σωματιδίων και της άμμου όπως συμβαίνει και στα συμβατικά συστήματα επεξεργασίας. Στην συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων και τελικά τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης και διατίθενται στον αποδέκτη.

Η προεπεξεργασία (1) περιέχει, αναλόγως την περίπτωση και μια μετακινούμενη καλαθοσκάρα που χρησιμεύει για την συλλογή μεγάλων μη επεξεργάσιμων αντικειμένων (όπως π.χ. μέταλλα, πλαστικά κλπ.) και για την αποθήκευση της πλεονάζουσας λάσπης.

Μετά την προεπεξεργασία εισέρχονται τα λύματα στην φάση της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (2) , που στα Compact σύστημα λαμβάνει χώρα σε ένα προκατασκευασμένο βιοαντιδραστήρα με την πολλαπλή διέλευση των λυμάτων μέσω μιας ρευστοποιημένης κλίνης ενεργού ιλύος. Στην κλίνη αυτή εξασφαλίζονται ιδανικές συνθήκες επαφής των μικροοργανισμών με τα ρυπογόνα συστατικά των αποβλήτων, επιτυγχάνοντας ταχείες και αποτελεσματικές βιοαντιδράσεις. Ταυτόχρονα, στην ενεργό κλίνη λαμβάνει χώρα διαχωρισμός της υγρής από τη στερεά φάση, χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή μονάδα καθίζησης. Κατά την φάση αυτή έχουμε μία μακρόχρονη αντίδραση με παράλληλη σταθεροποίηση της λάσπης.

Η λάσπη που κατακάθεται στον πυθμένα της λεκάνης διοχετεύεται μέσω ισχυρών αντλιών είτε στην φάση των ζυμώσεων (2) είτε στην προεπεξεργασία (1) δηλαδή στην αρχή της επεξεργασίας.

Η τελική φάση (3) , είναι η ζώνη εκροής .Το καθαρό νερό αντλείται από την επιφάνεια της τελικής επεξεργασίας και διοχετεύεται προς την έξοδο .

Η ανάπτυξη της εν λόγω τεχνολογίας δίνει τη δυνατότητα για πολλές εναλλακτικές επιλογές ως προς τη διαμόρφωση του αντιδραστήρα, ανάλογα με τη δυναμικότητα του. Σε κάθε περίπτωση, ο ενσωματωμένος H/M εξοπλισμός περιορίζεται σε έναν αεροσυμπιεστή με κατάλληλη παροχή αέρα.

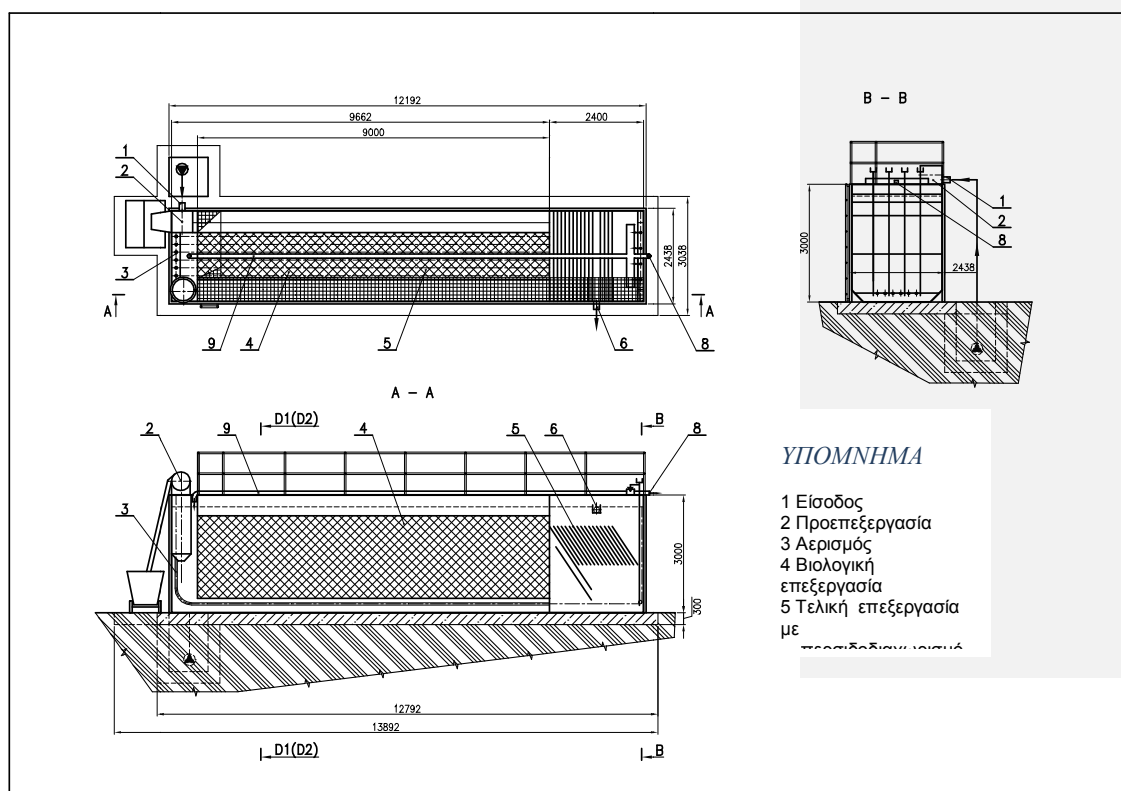
Τα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος συνοψίζονται στα παρακάτω:

1. Τυποποιημένο μέγεθος, μικρός όγκος και μικρή επιφάνεια εγκατάστασης.
2. Υψηλή συγκέντρωση ενεργού ιλύος, 8 g/L- αιωρούμενα στερεά.
3. Ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες βιοαντιδράσεων οξειδωσης οργανικού φορτίου, νιτροποίησης, απονιτρο-ποίησης.
4. Υψηλούς βαθμούς καθαρισμού, οι οποίοι οφείλονται στην βέλτιστη επαφή των μικροοργανισμών της ενεργού ιλύος με τα ρυπογόνα συστατικά των λυμάτων.
5. Υψηλή απόδοση μεταφοράς οξυγόνου και ελαχιστοποίηση απαίτησης σε οξυγόνου κατ. κατά συνέπεια κατανάλωσης ενέργειας.
6. Απλότητα στη λειτουργία, αφού η ταυτόχρονη διεργασία βιολογικής επεξεργασίας και διάγνωσης οδη- γεί στην κατάργηση των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης και των αντλιοστασίων ανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος. Το μόνο μηχανικό ή κινούμενο μέρος της μονάδας είναι ο αεροσυμπιεστής που τροφοδοτεί το σύστημα με αέρα.
7. Σταθερή λειτουργία, ανεξάρτητα από ης διακυμάνσεις παροχής εισόδου, λόγω του ειδικού υδραυλικού σχεδιασμού της ρευστοποιημένης κλίνης.
8. Ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ιλύος και πλήρης σταθεροποίηση της.
9. Ελαχιστοποίηση λειτουργικού κόστους και προσωπικού λειτουργίας. Λόγω της λειτουργικής σταθερότητας, απλότητας και απουσίας H/M εξοπλισμού, παρουσιάζεται μόνο η ανάγκη περιοδικής εποπτείας.
10. Λόγω του ειδικού σχεδιασμού του, αποτελώντας κλειστό σύστημα χωρίς τη δημιουργία σπητικών (αναερόβιων) συνθηκών, χαρακτηρίζεται από την πλήρη απουσία οσμών ή σταγονιδίων.

Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στον προτεινόμενο βιοαντιδραστήρα περιλαμβάνουν οξειδωση του οργανικού φορτίου, νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων και απονιτροποίηση των νιτρικών ιόντων.

Τα λύματα οδηγούνται στη ζώνη αερισμού όπου εισάγεται αέρας με διάχυση και έρχονται σε επαφή με τους μικροοργανισμούς της ενεργού ιλύος. Κατόπιν, το ανάμικτο υγρό εισέρχεται στη ζώνη απαερισμού όπου, επικρατεί υψηλός ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου και λαμβάνει χώρα βιολογική αποδόμηση του οργανικού

φορτίου και νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων. Τελικά το ανάμικτο υγρό καταλήγει στο αιωρούμενο στρώμα βιομάζας. Για να διατηρηθούν σταθερές υδραυλικές συνθήκες, δημιουργείται μια σταθερή ανακυκλοφορία του μίγματος λυμάτων-μικροοργανισμών, λόγω διαφοράς στην πυκνότητα και στην υδραυλική πίεση μεταξύ της ζώνης αερισμού και του αιωρούμενου στρώματος. Ως αποτέλεσμα τα λύματα περνούν διαδοχικά από αερόβιες σε ανοξικές συνθήκες και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση και η απομάκρυνση του αζώτου. Το αιωρούμενο στρώμα της ρευστοποιημένης βιομάζας ενεργεί επιπλέον ως φίλτρο όπου εξασφαλίζεται η διαύγαση των αποβλήτων. Στην επάνω επιφάνεια του στρώματος δημιουργείται έτσι μια διακριτή επιφάνεια μεταξύ των καθαρών λυμάτων και των μικροοργανισμών. Στη συνέχεια τα επεξεργασμένα λύματα απομακρύνονται από το σύστημα απαλλαγμένα από τα στερεά σωματίδια.



Σύστημα SBR (Sequencing Batch Reactor)

Το σύστημα SBR είναι ένα σύστημα πλήρωσης/ επεξεργασίας/ εκκένωσης των δεξαμενών. Το σύστημα λειτουργεί με τις διεργασίες και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων επεξεργασίας της ενεργού ιλύος.

Οι μονάδες που απαρτίζουν το σύστημα SBR και εκείνες που σχεδιάζονται στα συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος είναι πανομοιότυπα.

Ο αερισμός και η καθίζηση/ διαύγαση των επεξεργασμένων περιλαμβάνονται και στα δύο συστήματα.

Ωστόσο η βασική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων είναι ότι ενώ στα συμβατικά συστήματα οι διεργασίες γίνονται εν σειρά σε ξεχωριστές δεξαμενές, στα συστήματα SBR οι διεργασίες γίνονται διαδοχικά στην ίδια δεξαμενή.

Όπως εφαρμόζεται το σύστημα σήμερα, όλες οι εφαρμογές των SBR έχουν πέντε εν σειρά βήματα ως ακολούθως:

Βήμα 1^ο	Πλήρωση της δεξαμενής
Βήμα 2^ο	Βιολογικές αντιδράσεις με προσθήκη αερισμού και δυνατότητα συνδιασμένων συστημάτων νιτροποίησης απονιτροποίησης και αποφωσφόρωσης.
Βήμα 3^ο	Καθίζηση / διαύγαση
Βήμα 4^ο	Αποστάλαξη και μετάγγιση της
Βήμα 5^ο	Αδράνεια

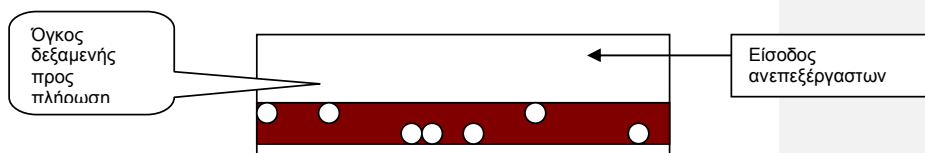
Πλήρωση της δεξαμενής.

Ο σκοπός της διεργασίας πλήρωσης της δεξαμενής είναι η προσθήκη υπο-στρώματος/τροφής των μικροοργανισμών (από ανεπεξέργαστα υγρά ή από πρωτοβάθμια επεξεργασμένα) μέσα στον αντιδραστήρα, δηλαδή στις δεξαμενές που απαρτίζουν το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας.

Το ολοκληρωμένο σύστημα επεξεργασίας των αποβλήτων περιλαμβάνει αναερόβια δεξαμενή, ανοξική δεξαμενή και οξική δεξαμενή. Η ποιότητα των εισερχομένων αποβλήτων και το ισχυρό ρυπαντικό φορτίο εισόδου, πολλές φορές απαιτεί εν σειρά εναλλαγή των παραπάνω ζωνών, ώστε το τελικό αποτέλεσμα των επεξεργασμένων αποβλήτων να είναι αποδεκτό από τα προδιαγεγραμμένα όρια αποδοχής του αποδέκτη.

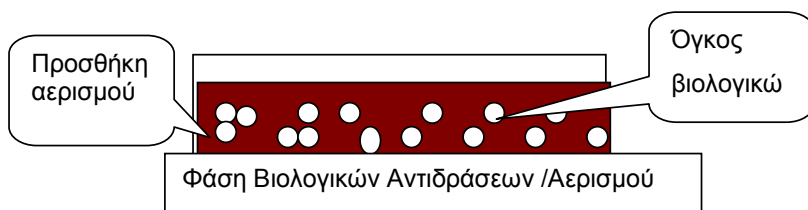
Η διεργασία πλήρωσης επιτρέπει την αύξηση του όγκου των υγρών εντός της δεξαμενής από 25% της χωρητικότητας της δεξαμενής στο τέλος του 5^{ου} βήματος έως και το 100% της χωρητικότητάς της.

Εάν η διεργασία ελέγχεται από χρονοπρόγραμμα, η διεργασία πλήρωσης της δεξαμενής είναι περίπου το 25% της διάρκειας του κάθε κύκλου:



Όγκος πλήρωσης της δεξαμενής έως 100 %	Από 25%
Ποσοστό χρόνου της φάσης σε κάθε κύκλο λειτουργίας 25%	
Πρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κύκλου και παύσεις	Ενάρξεις
Διοχέτευση αέρα	
Διεργασίες που επιτελούνται Προσθήκη τροφής των μικροοργανισμών	

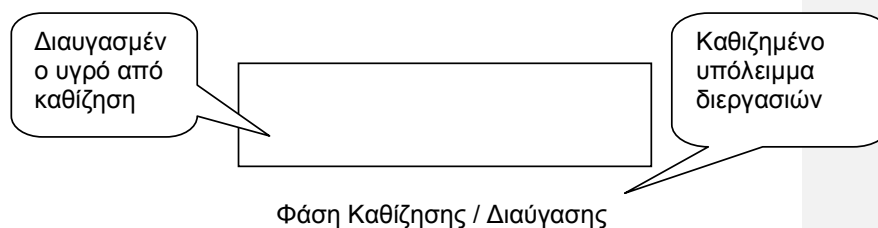
Βιολογικές αντιδράσεις/ προσθήκη αερισμού. Ο σκοπός του δεύτερου κύκλου είναι η ολοκλήρωση των βιολογικών αντιδράσεων, η έναρξη των οποίων γίνεται κατά τη διάρκεια πλήρωσης της δεξαμενής. Τυπικά οι διεργασίες αυτές καλύπτουν το 35 % του συνολικού χρόνου λειτουργίας του κύκλου.



Όγκος πλήρωσης της δεξαμενής	100 %
Ποσοστό χρόνου της φάσης σε κάθε κύκλο λειτουργίας 35%	
Πρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κύκλου Διοχέτευση αέρα	
Διεργασίες που επιτελούνται μικρ/νισμών	Ανάπτυξη

Καθίζηση/διαύγαση.

Με την καθίζηση επιτρέπεται ο διαχωρισμός των στερεών, η κατακάθισή τους, και η διαύγαση των υπερκείμενων υγρών τα οποία απομακρύνονται από την βιολογική επεξεργασία, ως επεξεργασμένα απόβλητα. Στα συστήματα SBR, η διεργασία καθίζησης είναι πολύ περισσότερο αποδοτική από ότι σε συστήματα συνεχούς ροής, επειδή στον κύκλο καθίζησης τα περιεχόμενα στερεά δεν δέχονται επιδράσεις ανατάραξης και ευρίσκονται σε κατάσταση πλήρους ηρεμίας. Ο χρόνος καθίζησης στον κύκλο λειτουργίας των δεξαμενών καλύπτει το 20 % του συνολικού χρόνου, στα τυπικά αστικά λύματα.



Όγκος πλήρωσης της δεξαμενής	100 %
Ποσοστό χρόνου της φάσης σε κάθε κύκλο λειτουργίας	20%
Πρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κύκλου κλειστός	Αέρας
Διεργασίες που επιτελούνται	Καθίζηση

Ο χρόνος λειτουργίας της μονάδας καθίζησης είναι μεταβλητός, ενώ τα παραπάνω χαρακτηριστικά λειτουργίας της αποδίδονται σε ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας αστικών λυμάτων, συνήθους κύκλου λειτουργίας 1 ημέρας, όπου ο χρόνος καθίζησης περιορίζεται σε 2,5 ώρες.

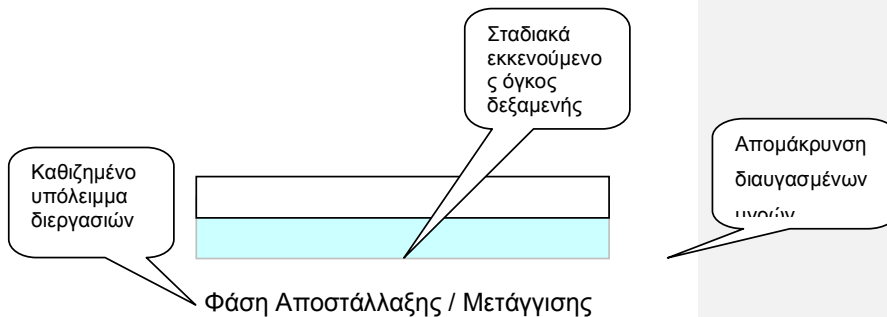
Αποστάλαξη και μετάγγιση των διαυγασμένων:

Ο σκοπός της αποστάλαξης/μετάγγισης είναι η απομάκρυνση των διαυγασμένων νερών από τον αντιδραστήρα. Η απομάκρυνση γίνεται από την επιφάνεια του νερού προς την ήδη διαμορφωμένη διαστρωμάτωση της λάσπης.

Στον πυθμένα ο όγκος της λάσπης είναι συνεχώς αυξανόμενος. Στο στάδιο της μετάγγισης των διαυγασμένων υγρών, τα απόβλητα, με ήπιες συνθήκες ροής μεταφέρονται εκτός του αντιδραστήρα, ώστε να αποτρέπεται η ανατάραξη των καθιζημένων στερεών και τα απομακρυνόμενα υγρά να μην εμπεριέχουν στερεά.

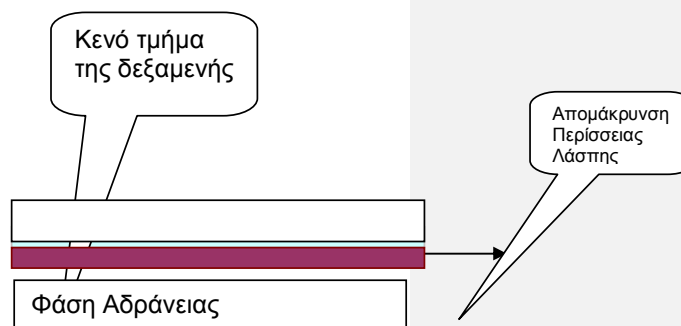
Πολλοί μηχανισμοί ήπιας απομάκρυνσης των διαυγασμένων νερών έχουν εφαρμοσθεί, όπως διαβαθμισμένες δικλείδες καθ' ύψος με περιμετρική κάλυψη των δεξαμενών, ρυθμιζόμενοι υπερχειλιστές, σταθεροί υπερχειλιστές και αντλιοστάσιο κ.λ.π

Ο απαιτούμενος χρόνος για την αποστάλαξη/μετάγγιση κυμαίνεται από 5-30% έκαστου πλήρους κύ-κλου (από 5 λεπτά έως 2 ώρες) με περίπου 45 λεπτά τον τυπικό χρόνο περιόδου απομάκρυνσης των διαυγασμένων.



Όγκος πλήρωσης της δεξαμενής από 100
% σε 35 %
Ποσοστό χρόνου της φάσης σε κάθε κύκλο λειτουργίας
15%
Πρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κύκλου Αέρας
κλειστός
Διεργασίες που επιτελούνται
Απομάκρυνση διαυγασμένων
Κατά το στάδιο της αποστάλαξης και μετάγγισης των διαυγασμένων
λυμάτων συνεχίζεται η διακοπή τροφοδοσίας με αέρα, ώστε να
παραμένουν τα καθιζημένα στερεά σε ήρεμες συνθήκες.

Αδράνεια:



Όγκος πλήρωσης της δεξαμενής %	από 35 % σε 25 %
Ποσοστό χρόνου της φάσης σε κάθε κύκλο λειτουργίας	5%
Πρόσθετα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κύκλου	αέρας κλειστός /ανοικτός
Διεργασίες που επιτελούνται	απομάκρυνση λάσπης

Στο χρόνο της αδράνειας της λειτουργίας της εγκατάστασης θα πρέπει να περιλαμβάνεται η συλλογή και απομάκρυνση της λάσπης. Συγκεκριμένα σε σύστημα αστικών λυμάτων, η λάσπη μπορεί να απομακρύνεται μία φορά την εβδομάδα. Σε καθημερινή όμως βάση παράγεται ποσότητα αδρανούς λάσπης που ουσιαστικά παραμένει εντός του ενεργού όγκου της δεξαμενής ελατώνοντας έτσι τον ενεργό όγκο της δεξαμενής. Ο υπολογισμός αυτής της ποσότητας της λάσπης και η εκ των προτέρων αύξηση του όγκου των δεξαμενών ώστε να μην επηρεάζουν τον υδραυλικό χρόνο παραμονής και κατά συνέπεια την αποτελεσματικότητα των διεργασιών από τις βιολογικές δράσεις των μικροοργανισμών, θεωρητικά αποτελεί τον όγκο αδράνειας της δεξαμενής.



Εγκατάσταση συστήματος 2000 ατόμων



σύστημα 900 ατόμων

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ
ΜΕΘΟΔΩΝ

Τεχνολογία : Ενεργός ιλύς
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Σηπτική δεξαμενή
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Αμμόφιλτρο
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Χαλικόφιλτρο
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Προσκολλημένη βιομάζα
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Τεχνικός υδροβιότοπος
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

_ Τα συστήματα FWS απαιτούν μεγάλες εκτάσεις γης.

+ Έχουν μικρές ενεργειακές απαιτήσεις

– Χαμηλό όριο ζωής . Ο λόγος είναι ότι μετά από 5 μέχρι 6 χρόνια , οι ρίζες των φυτών έχουν μεγαλώσει σε τέτοιο βαθμό που απαιτείται αραίωση . Αυτό γίνεται μόνο με την βοήθεια μηχανημάτων π.χ. εκσκαφέα που όμως καταστρέφει την μεμβράνη στεγάνωσης του υδροβιότοπου . Πρακτικά αυτό σημαίνει την εκ νέου κατασκευή της λεκάνης του υδροβιότοπου .

– Αποδίδουν μόνο το 30% των υγρών λυμάτων σε επεξεργασμένο νερό .
– Το καλοκαίρι καταναλώνουν πόσιμο νερό . Ο λόγος είναι ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες τα υγρά λύματα δεν επαρκούν να καλύψουν τις ανάγκες των υδροχαρή φυτών , που από την φύση τους ζητούν περισσότερο νερό από άλλα συνηθισμένα φυτά . Επειδή ο κίνδυνος να ξεραθούν και να σταματήσει η επεξεργασία του συστήματος είναι μεγάλος , τα συστήματα αυτά τροφοδοτούνται με καθαρό νερό . Οι ποσότητες του καθαρού νερού αυξάνονται όσο πλησιάζει η γεωγραφική θέση και πλάτος του υδροβιότοπου τον ισημερινό .

Κόστος

Επένδυσης: είναι γενικά ΜΕΣΑΙΟ . Σε μερικές περιπτώσεις όμως όπου το κόστος της γής είναι υψηλό και επειδή τα συστήματα αυτά απαιτούν μεγάλες εκτάσεις , το κόστος γίνεται ΥΨΗΛΟ .

Συντήρησης : ΥΨΗΛΟ . Αφού μετά από 5 μέχρι 6 χρόνια απαιτείται αραίωση των φυτών, καταστρέφεται η μεμβράνη στεγάνωσής του και χρειάζεται η εκ νέου κατασκευή της λεκάνης του υδροβιότοπου .

Τεχνολογία : Compact σύστημα σε Container
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Τεχνολογία : Οξειδωτικοί τάφροι
Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Κόστος

Κεφ. 6

ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, διάφορες φυσικές χημικές και βιολογικές διεργασίες συμβαίνουν στο φυσικό περιβάλλον με την αλληλοεπίδραση του νερού, εδάφους, ατμόσφαιρας και φυτικών και ζωικών οργανισμών. Τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας σχεδιάζονται έτσι, ώστε να χρησιμοποιούν τα πλεονεκτήματα τέτοιων φυσικών διεργασιών, στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων.

Πολλές φορές οι διεργασίες που εμπλέκονται στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι οι ίδιες που συμβαίνουν στα μηχανικά ή συμβατικά συστήματα επεξεργασίας όπως είναι:

Η καθίζηση, το φιλτράρισμα, η μεταφορά αερίων, η προσρόφηση, η ιονική εναλλαγή, η χημική κατακρήμνιση, η χημική οξειδωση και αναγωγή και η βιολογική μετατροπή και αποδόμηση, που είναι μοναδικές σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας όπως είναι η φωτοσύνθεση, η φωτοοξείδωση και η πρόσληψη από τα φυτά. Στα φυσικά συστήματα οι διεργασίες συμβαίνουν με "φυσικές" ταχύτητες και τείνουν να συμβαίνουν περισσότερες από μια συγχρόνως σε ένα "οικοσυστηματικό αντιδραστήρα", σε αντίθεση με τα μηχανικά συστήματα που συμβαίνουν διαδοχικά και σε διαφορετικούς σε σειρά αντιδραστήρες ή δεξαμενές με επιταχυνόμενες ταχύτητες ως αποτέλεσμα της εισρέουσας σε αυτές ενέργειας (Metcalf and Eddy, 1991).

Γενικά, φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, ονομάζονται αυτά που η επεξεργασία του υγρού αποβλήτου διενεργείται με φυσικά μέσα και διεργασίες όπως είναι οι φυσικές χημικές βιολογικές ή συνδυασμό τους που συμβαίνουν στο περιβάλλον έδαφος – φυτό -απόβλητο (Αγγελάκης 1989).

Τα φυσικά συστήματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες (Metcalf and Eddy, 1991):

1) Αυτά που βασίζονται στο έδαφος ή τα γήινα συστήματα επεξεργασίας. Μετά την εφαρμογή στην επιφάνεια του εδάφους προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, επιτυγχάνεται περαιτέρω επεξεργασία τους δια μέσου των φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν στο έδαφος και βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Τα υδραυλικά φορτία εφαρμογής των αποβλήτων πρέπει να είναι συμβατά με το δυναμικό του κάθε συστήματος. Οι κύριοι τύποι συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με εφαρμογή τους στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς είναι οι: α) Βραδεία εφαρμογή, β) ταχεία διήθηση, γ) επιφανειακή ροή, και δ) συνδυασμένοι τύποι

2) Τα συστήματα που βασίζονται στα υδροχαρή φυτά όπως είναι οι φυσικοί και τεχνητοί υδροβιότοποι και τα συστήματα των επιπλεόντων υδροχαρών φυτών

Όλοι οι τύποι των φυσικών συστημάτων προϋποθέτουν προεπεξεργασία των λυμάτων, με φυσικές και μηχανικές μεθόδους. Η ελάχιστη προεπεξεργασία που συνιστάται είναι η εσχάρωση, εξάμμιση ή και η πρωτοβάθμια καθίζηση. Σκοπός της προεπεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των στερεών που ενδεχομένως να προξενήσουν προβλήματα στη ροή κατά την επεξεργασία τους στα δίκτυα διανομής ή να δημιουργήσουν ενοχλητικές συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο.

Οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, όταν λειτουργούν ικανοποιητικά, συντελούν αποφασιστικά στην προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει και στην Ελλάδα η τάση να δημιουργούνται συμβατικές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων σε μικρές πόλεις και οικισμούς. Μια εναλλακτική λύση στην επεξεργασία των αποβλήτων αποτελούν και τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

1.1 Είδη φυσικών συστημάτων επεξεργασίας

Τα φυσικά συστήματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: α) συστήματα που βασίζονται στο έδαφος και β) συστήματα που βασίζονται σε υδροχαρή φυτά.

1.1.1. Συστήματα που βασίζονται στο έδαφος.

Μετά την εφαρμογή προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην επιφάνεια του εδάφους, επιτυγχάνεται περαιτέρω επεξεργασία τους δια μέσου των φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Τα υδραυλικά φορτία εφαρμογής των λυμάτων πρέπει να είναι συμβατά με το δυναμικό του κάθε συστήματος. Οι κύριοι τύποι συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με εφαρμογή τους στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς είναι: i) η Βραδεία Εφαρμογή, ii) Ταχεία Διήθηση, iii) Επιφανειακή Ροή και iv) οι Συνδυασμένοι Τύποι.

1.1.2. Συστήματα που βασίζονται στα υδροχαρή φυτά

Στα συστήματα αυτά περιλαμβάνονται οι φυσικοί και τεχνητοί υδροβιότοποι και τα συστήματα των υδροχαρών φυτών. Συνοπτικά τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων είναι τα ακόλουθα:

Έχουν χαμηλές έως μηδενικές απαιτήσεις σε ενέργεια.

Δεν απαιτείται η χρήση χημικών προσθέτων. Δεν υπάρχει ανάγκη για χλωρίωση στην έξοδο.

Έχουν εύκολη και χαμηλού κόστους συντήρηση που δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

Απαιτούνται πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις από ότι στις συμβατικές μονάδες κατεργασίας αποβλήτων.

Το ποσοστό απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου που επιτυγχάνεται δεν είναι τόσο μεγάλο όσο σε μία συμβατική μονάδα που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ενεργού ιλύος.
Η επεξεργασία διαρκεί αρκετές ημέρες (> 30) και γίνεται με τη βοήθεια της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και τη δράση μικροοργανισμών που διασπούν το οργανικό φορτίο σε ανόργανες ενώσεις.

Στους τεχνητούς υγρότοπους μεταφυτεύονται υδροχαρή φυτά τα οποία βοηθούν στη μείωση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Γενικά η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων είναι κατάλληλα για μικρούς οικισμούς και ειδικά όταν η αξία της γης δεν είναι υψηλή.

Στον Πίνακα 1.1 περιγράφονται τα τυπικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού φυσικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων.

1.2 Χαρακτηριστικά φυσικών συστημάτων επεξεργασίας

i) Βραδεία εφαρμογή

Το φυσικό σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με βραδεία εφαρμογή περιλαμβάνει την ελεγχόμενη εφαρμογή των προεπεξεργασμένων λυμάτων σε έδαφος με φυτική βλάστηση, με σκοπό την περαιτέρω επεξεργασία του και την ικανοποίηση των εξατμισοδιαπνευστικών αναγκών της φυτικής βλάστησης.

Τα λύματα είτε καταναλώνονται διαμέσου της εξατμισοδιαπνοής ή διηθούνται και κατεισδύουν στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Η επεξεργασία των λυμάτων διενεργείται καθώς αυτά διηθούνται στην ακόρεστη επιφάνεια του εδάφους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα λύματα κατεισδύουν στον υποκείμενο υδροφόρο, αλλά είναι δυνατόν να συναντηθούν με επιφανειακή πηγή ή ακόμη να ανακτηθούν με διάφορα έργα. Η εφαρμογή των λυμάτων στο έδαφος μπορεί να γίνει με επιφανειακές μεθόδους, όπως λεκάνες, αύλακες ή με καταιονισμό. Για την επικράτηση ακόρεστων συνθηκών στο έδαφος, επιβάλλεται η μη συνεχής εφαρμογή του αποβλήτου σε αυτό. Οι ενδιάμεσοι κύκλοι εφαρμογής κυμαίνονται συνήθως από 4 με 10 ημέρες, με σκοπό τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στο έδαφος. Η βραδεία εφαρμογή των λυμάτων, σε συνδυασμό με την παρουσία της φυτικής βλάστησης και του εδαφικού οικοσυστήματος, μπορούν να δώσουν συστήματα με υψηλές αποδόσεις καθαρισμού.

ii) Ταχεία Διήθηση

Στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας με ταχεία διήθηση, τα προεπεξεργασμένα λύματα εφαρμόζονται σε αβαθείς λεκάνες διήθησης με επαναλαμβανόμενους κύκλους. Συνήθως σε τέτοιου είδους συστήματα, δεν είναι απαραίτητη η φυτική βλάστηση, εκτός από την περίπτωση που η εφαρμογή των λυμάτων διενεργείται με εκτοξευτές. Επειδή τα φορτία και οι ταχύτητες εφαρμογής είναι σχετικά υψηλά, οι απώλειες με εξάτμιση είναι μικρές και για το λόγο αυτό η μεγαλύτερη ποσότητα των λυμάτων κατεισδύει στο έδαφος, όπου και γίνεται η περαιτέρω επεξεργασία του.

Τα συστήματα ταχείας διήθησης περιλαμβάνουν: i) την επεξεργασία που ακολουθείται από τον εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα, ii) επεξεργασία που ακολουθείται από ανάκτηση με υπόγεια κανάλια ή άντληση και iii) επεξεργασία που ακολουθείται με φυσική ροή των υπόγειων καναλιών και απορροή σε επιφανειακή πηγή.

iii) Επιφανειακή Ροή

Στα συστήματα επιφανειακής ροής η εφαρμογή των προεπεξεργασμένων λυμάτων γίνεται κατά μήκος της ψηλότερης πλευράς μιας κεκλιμένης επιφάνειας με φυτική βλάστηση. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η ροή των λυμάτων σε όλη την έκταση της κεκλιμένης επιφάνειας, ενώ η συλλογή της επεξεργασμένης απορροής γίνεται στο τέλος της κλίσης. Συνήθως τα συστήματα επιφανειακής ροής εφαρμόζονται σε εδάφη με στρώσεις σχετικά αδιαπέρατες. Ωστόσο τα συστήματα αυτά έχουν εφαρμογή σε μια ποικιλία εδαφικών τύπων, επειδή η περατότητα του εδάφους σε τέτοια συστήματα μειώνεται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Η εδαφική διήθηση των λυμάτων στα συστήματα επιφανειακής ροής είναι περιορισμένη και αποτελεί μια μειωμένη υδραυλική δίοδο των λυμάτων. Ο κύριος όγκος τους συλλέγεται ως επιφανειακή απορροή, ενώ ένα μέρος τους απομακρύνεται με εξατμισοδιαπνοή. Οι συνολικές απώλειες των λυμάτων εξαρτώνται από την εποχή του έτους, τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και το είδος της φυτικής

βλάστησης. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με εναλλασσόμενες περιόδους εφαρμογής και ξήρανσης. Η χρονική διάρκεια της κάθε περιόδου εξαρτάται από το σκοπό της επεξεργασίας. Η εφαρμογή των λυμάτων γίνεται με εκτοξευτές υψηλής ή χαμηλής πίεσης ή με επιφανειακές μεθόδους όπως είναι οι σωλήνες με ρυθμιζόμενες εξόδους. Στον παρακάτω Πίνακα 1.2 δίνονται συγκριτικά τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων αποβλήτων που προκύπτουν με την εφαρμογή των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας που βασίζονται στο έδαφος (Metcalf & Eddy, 1991).

Πίνακας 1.2 Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας (mg/L).

Παράμετρος	Βραδεία Εφαρμογή ¹		Ταχεία διήθηση ²		Επιφανειακή ροή ³	
	Μέση	Μέγιστη	Μέση	Μέγιστη	Μέση	Μέγιστη
BOD ₅	<2	<5	2	<5	10	<15
Αιωρούμενα στερεά SS	<1	<5	2	<5	15	<25
Αμμωνιακό άζωτο N-NH ₄	<0.5	<2	0.5	<2	1	<3
Νιτρικό άζωτο N-NO ₃	3	<8	10	<20	5	<8
Ολικός Φώσφορος P	<0.1	<0.3	1	<5	4	<6

¹ Διήθηση πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκροής διαμέτρου 1.5 m βάθους εδάφους.

² Διήθηση πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκροής διαμέτρου 4.5 m βάθους εδάφους.

³ Επιφανειακή ροή λυμάτων σε κεκλιμένη επιφάνεια 45 m περίπου.

iv) Υδροβιότοποι

Οι υδροβιότοποι είναι τμήματα εδάφους, κατακλυζόμενα με νερό συνήθως μικρού βάθους (<0.6 m), στα οποία αναπτύσσονται φυτά όπως είναι τα είδη κύπερης, καλάμια νερών, είδη βούρλων και είδη ψαθιού.

Η φυσική βλάστηση προσφέρει το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των βακτηρίων, βοηθά στο φιλτράρισμα και την προσρόφηση συστατικών του αποβλήτου, μεταφέρει οξυγόνο στη μάζα νερού και περιορίζει την ανάπτυξη αλγών με τον περιορισμό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και τη σκίαση της επιφάνειας του υδροβιότοπου.

v) Φυσικοί υδροβιότοποι

Οι φυσικοί υδροβιότοποι μπορούν να θεωρηθούν και ως υδατικοί αποδέκτες. Ουσιαστικά η διάθεση αποβλήτων σε φυσικούς υδροβιότοπους πρέπει να συμμορφώνεται με αυστηρά πρότυπα που στην πράξη σημαίνουν να προηγείται δευτεροβάθμια ή τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων. Γενικά τροποποιήσεις σε υπάρχοντες υδροβιότοπους, με σκοπό την βελτίωση των συνθηκών επεξεργασίας πρέπει να αποφεύγονται, γιατί μπορεί να προξενήσουν προβλήματα στο φυσικό οικοσύστημα.

vi) Τεχνητοί υδροβιότοποι

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι έχουν όλες τις δυνατότητες των φυσικών υδροβιοτόπων, αλλά χωρίς τους περιορισμούς που αφορούν τη διάθεση των λυμάτων σε φυσικά οικοσυστήματα. Για την περαιτέρω επεξεργασία προεπεξεργασμένων υγρών λυμάτων με τεχνητούς υδροβιότοπους, έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί δύο τύποι συστημάτων: i) Υδροβιότοποι ελεύθερης επιφάνειας, FWS (free water surface systems) και ii) Υδροβιότοποι επιφανειακής ροής, SFS (subsurface flow systems).

Τα συστήματα FWS αποτελούνται συνήθως από παράλληλες λεκάνες, κανάλια ή τάφρους με αδιαπέραστους πυθμένες, με αναφυόμενη φυτική βλάστηση και μικρό βάθος νερού (0.1 - 0.6 m). Σε τέτοια συστήματα εφαρμόζονται προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα και διενεργείται η περαιτέρω επεξεργασία τους, καθώς η εφαρμοζόμενη εκροή ρέει με μικρή ταχύτητα δια μέσου των στελεχών και ριζών της υφιστάμενης φυτικής βλάστησης.

Τα συστήματα SFS σχεδιάζονται με σκοπό την επίτευξη δευτεροβάθμιας ή τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται επίσης και συστήματα «ριζόσφαιρας» ή «φίλτρα εδάφους - καλαμών». Αναπτύσσονται μέσα σε κανάλια ή τάφρους με σχετικά στεγανούς πυθμένες που περιέχουν άμμο ή άλλα γήινα μέσα υποστήριξης της αναφυόμενης φυτικής βλάστησης. Τα βασικά κριτήρια σχεδιασμού των τεχνητών υδροβιοτόπων αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα 1.3.

Πίνακας 1.3 Βασικά κριτήρια σχεδιασμού τεχνητών υδροβιότοπων.

Παράμετροι σχεδιασμού	Μονάδες	Τύπος συστήματος	
		FWS	SFS
Υδραυλικός χρόνος κράτησης	ημέρες	4-15	4-15
Βάθος νερού	m	0.1-0.6	0.3-0.8
Ρυθμός φόρτισης BOD ₅	Kg /στρ.d	<8	<8
Ρυθμός υδραυλικής φόρτισης	m ³ /m ² .d	0.01-0.06	0.01-0.06
Απαιτούμενη έκταση	στρ./ m ³ .d	0.02-0.14	0.02-0.14
Κάτοψη (σχέση μήκους/πλάτους)	--	2:1-10:1	<1
Έλεγχος κουνουπιών	--	Απαιτείται	Όχι
Συχνότητα συγκομιδής φυτικής βλάστησης	έτος	3-5	1-2

vii) Λίμνες

Σε αυτές οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες κάτω από την παρουσία οξυγόνου (αερόβιες) ή την απουσία οξυγόνου (αναερόβιες) ή συνδυασμό των δυο αυτών συνθηκών (αερόβιες-αναερόβιες). Το οξυγόνο προστίθεται στις λίμνες είτε με διατάξεις αερισμού (αεριζόμενες λίμνες) είτε μέσα από τη φυσική διαδικασία της φωτοσύνθεσης (λίμνες σταθεροποίησης). Η απομάκρυνση των μικροοργανισμών γίνεται με καθίζηση είτε στις ίδιες τις λίμνες είτε σε ξεχωριστές μονάδες καθίζησης (λίμνες ή δεξαμενές) και απομάκρυνσης (σχάρες, φίλτρα κλπ.). Πρωτοπαρουσιάστηκαν ως συστήματα βιολογικού καθαρισμού στις Η.Π.Α. κατά τη δεκαετία του '50. Ο χρόνος παραμονής είναι μεγάλος, της τάξης των 4-8 ημερών.

viii) Συστήματα επιπλεόντων υδροχαρών φυτών

Τα συστήματα επιπλεόντων υδροχαρών φυτών μοιάζουν στη βασική σύλληψη τους με τα συστήματα υδροβιότοπων FWS, με μόνη εξαίρεση ότι τα χρησιμοποιούμενα φυτά είναι επιπλέοντα είδη, όπως είναι ο υάκινθος του γλυκού νερού και διάφορα είδη της οικογένειας *Lemnaceae*. Στα συστήματα αυτά, το βάθος του νερού είναι συνήθως μεγαλύτερο από αυτό των συστημάτων των τεχνητών υδροβιότοπων και κυμαίνεται από 0.5 έως 1.8 m. Επίσης, εφαρμόζεται συνήθως συμπληρωματικός αερισμός για την αύξηση της ικανότητας επεξεργασίας, τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών και βιολογικού ελέγχου των κουνουπιών.

ix) Υδατοκαλλιέργειες

Υδατοκαλλιέργειες είναι η ανάπτυξη ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών σε επεξεργασμένα υγρά απόβλητα για την παραγωγή βιομάζας (ψαριών κλπ.). Σε διάφορες περιπτώσεις, τα υγρά απόβλητα έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τύπους των υδατοκαλλιεργειών. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις, το κύριο αντικείμενο τέτοιων συστημάτων ήταν η

παραγωγή βιομάζας και η επεξεργασία του υγρού αποβλήτου αποτελούσε ένα δευτερεύοντα στόχο. Η επεξεργασία που επιτυγχάνεται με τέτοια συστήματα, οφείλεται εξ ολοκλήρου στα βακτήρια που αναπτύσσονται και εγκαθίστανται στα επιπλέοντα υδροχαρή φυτά. Γενικά, ο συνδυασμός της υδατοκαλλιέργειας και της επεξεργασίας του υγρού αποβλήτου, ως μιας ενιαίας λειτουργίας ενός συστήματος, απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Ιδιαίτερα, θα πρέπει να διερευνηθεί η επικινδυνότητα στη δημόσια υγεία, των υδρόβιων οργανισμών που αναπτύσσονται στις υδατοκαλλιέργειες επεξεργασμένων αποβλήτων.

1.3 Μηχανισμοί επεξεργασίας των λυμάτων στα φυσικά συστήματα

Τα βασικά στοιχεία που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον επιτυχή σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών λυμάτων, συνοψίζονται στη γνώση των χαρακτηριστικών των εφαρμοζόμενων υγρών λυμάτων, την γνώση των μηχανισμών επεξεργασίας και των θεμάτων που αφορούν τη δημόσια υγεία.

Η επεξεργασία των υγρών λυμάτων με φυσικά συστήματα διενεργείται με φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο οικοσύστημα: έδαφος – φυτό - υγρό απόβλητο. Γενικά, τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι ικανά για απομάκρυνση, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό, όλων σχεδόν των κύριων και δευτερευόντων ρυπαντικών συστατικών των υγρών λυμάτων όπως: τα αιωρούμενα στερεά, το οργανικό φορτίο, το άζωτο, ο φώσφορος, τα ανόργανα και οργανικά σε ίχνη και οι μικροοργανισμοί.

1.3.1 Αιωρούμενα στερεά

Στα συστήματα που χαρακτηρίζονται από ροή των λυμάτων στην επιφάνεια, όπως στις περιπτώσεις επιφανειακής ροής, στους υδροβιότοπους FWS και τα υδροχαρή φυτά, τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται μερικώς με καθίζηση, οι οποίες ευνοείται με τις επικροτούμενες μικρές ταχύτητες ροής και το μικρό βάθος του αποβλήτου, και μερικώς με φιλτράρισμα δια μέσω του συστήματος της φυτικής βλάστησης.

Αντίθετα, στα συστήματα που χαρακτηρίζονται από ροή των λυμάτων κάτω από την εδαφική επιφάνεια, όπως είναι η βραδεία εφαρμογή, η ταχεία διήθηση και οι υδροβιότοποι τύπου SFS, τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται κυρίως με φιλτράρισμα τους στο έδαφος ή στο υπέδαφος ή σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Σε μερικές όμως περιπτώσεις, όπως στα συστήματα ταχείας διήθησης, η καθίζηση στη διάρκεια εφαρμογής του αποβλήτου, μπορεί να είναι σημαντική διεργασία απομάκρυνσης. Στα συστήματα βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης, ο κύριος όγκος των στερεών απομακρύνεται πλησίον της εδαφικής επιφάνειας σε πολύ μικρό βάθος του εδάφους.

1.3.2 Οργανικό φορτίο

Το αποδομώμενο οργανικό φορτίο, διαλυμένο ή σε αιώρηση, που αποτελεί συστατικό των λυμάτων, απομακρύνεται με βιολογική αποδόμηση. Οι μικροοργανισμοί που διενεργούν βιολογική αποδόμηση αναπτύσσονται υπό μορφή λεπτών μεμβρανών στις επιφάνειες των εδαφικών στρωμάτων, της φυτικής βλάστησης ή των χρησιμοποιούμενων υποστρωμάτων.

Γενικά, τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας σχεδιάζονται και λειτουργούν υπό αερόβιες συνθήκες, με σκοπό να προάγεται η

αποδόμηση με αερόβιους μικροοργανισμούς, που είναι μία πιο ταχεία και πλήρης διεργασία, σε σύγκριση με την αναερόβιο αποδόμηση οργανικών συστατικών. Έτσι, περιορίζονται επίσης, οι ανεπιθύμητες οσμές που προξενεί η αναερόβιος αποδόμηση. Μία εξαίρεση βέβαια, στην επικράτηση αερόβιων συνθηκών, αποτελούν συστήματα που σχεδιάζονται με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απομάκρυνσης του αζώτου με απονιτροποίηση. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζονται περιοδικά ανοξικές συνθήκες, με σκοπό την επιτάχυνση της διεργασίας της απονιτροποίησης- Για να αποφεύγονται οι αναερόβιες συνθήκες, πρέπει ο σχεδιασμός να γίνεται έτσι ώστε η φυσική οξυγόνωση να υπερκαλύπτει τις ανάγκες σε οξυγόνο των μικροοργανισμών από το BOD₅ των λυμάτων.

1.3.3 Αζωτο

Ανάλογες διεργασίες με αυτές των οργανικών ουσιών, συμβαίνουν γενικά και στην περίπτωση των αζωτούχων ενώσεων, στο περιβάλλον έδαφος-νερό. Οι μηχανισμοί που αφορούν την απομάκρυνση του αζώτου από υγρά λύματα εξαρτώνται από τη μορφή παρουσίας του αζώτου. Η επικρατέστερη μορφή αζώτου είναι το οργανικό ή το αμμωνιακό άζωτο, εκτός από την περίπτωση που τα υγρά λύματα έχουν υποστεί νιτροποίηση, ως αποτέλεσμα τριτοβάθμιας επεξεργασίας τους.

α) Οργανικό άζωτο

Το οργανικό άζωτο που περιέχεται στα υγρά απόβλητα συνήθως με τη μορφή στερεών σε αιωρήση, απομακρύνεται με καθίζηση και φιλτράρισμα. Επίσης, το οργανικό άζωτο, υπό την μορφή στερεών συστατικών των λυμάτων, που συνήθως περιέχεται σε πολύπλοκες, μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιγνίνη, μπορεί να ενσωματώνεται κατ' ευθείαν στην οργανική μάζα ή στο χούμο του εδάφους. Κάποια ποσότητα οργανικού αζώτου υδρολύεται σε ευδιάλυτα αμινοξέα και μπορεί να υποστεί περαιτέρω διάσπαση και να ελευθερώσει αμμωνία.

β) Αμμωνιακό άζωτο

Στα φυσικά συστήματα, το αμμωνιακό άζωτο απομακρύνεται με διάφορους μηχανισμούς. Η διαλυμένη αμμωνία μπορεί να απομακρυνθεί με εξαέρωση της, ως αμμωνιακό αέριο ή κατευθείαν στην ατμόσφαιρα. Το ποσοστό απομάκρυνσης με αυτόν τον τρόπο είναι σχετικά μικρό (<10%), εκτός από την περίπτωση που χρησιμοποιούνται δεξαμενές σταθεροποίησης, όπου επικρατούν συνθήκες μακρού χρόνου κράτησης και υψηλού pH, που είναι ευνοϊκές για την εξαέρωση της αμμωνίας. Το μεγαλύτερο ποσοστό του εισερχόμενου ή παραγόμενου σε ένα φυσικό σύστημα αμμωνιακού αζώτου, προσροφάται προσωρινά διαμέσου των αμινοδράσεων εναλλαγής ιόντων, σε εδαφικά οργανικά και αργιλικά σωματίδια. Το προσροφημένο αμμωνιακό άζωτο είναι διαθέσιμο για πρόσληψη του από φυτά ή μικροοργανισμούς ή για μετατροπή του σε νιτρικό άζωτο, δια μέσου της βιολογικής νιτροποίησης. Επειδή η προσφορά της αμμωνίας στα φυσικά συστήματα είναι συνήθως περιορισμένη, είναι απαραίτητη η νιτροποίηση για περαιτέρω απελευθέρωση και συνεπώς αναγέννηση της ικανότητας

προσρόφησης. Αυτή η αναγέννηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στα συστήματα επιφανειακής ροής.

γ) Νιτρικό άζωτο

Το νιτρικό άζωτο φέρει αρνητικό φορτίο και επομένως δε συγκρατείται με αντιδράσεις εναλλαγής. Συνήθως παραμένει σε διάλυση και μεταφέρεται με τη ροή του νερού δια μέσου του εδάφους. Έτσι όταν το νιτρικό άζωτο δεν απομακρύνεται με πρόσληψη του από τα φυτά ή απονιτροποίησης του, διαφεύγει στους υπόγειους υδροφορείς. Σε συστήματα με σημαντική κατείσδυση νερού, όπως αυτά της βραδείας εφαρμογής, της ταχείας διήθησης και της διάθεσης-εφαρμογής ιλύος, η μεταφορά νιτρικού αζώτου με το νερό κατείσδυσης, μπορεί να καταστεί επικίνδυνη για τη δημόσια υγεία. Για αυτό, τα συστήματα αυτά θα πρέπει να σχεδιάζονται και να λειτουργούν έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται ο αναγκαίος βαθμός απομάκρυνσης από την εκροή κατείσδυσης, για ασφαλή προστασία των υπόγειων υδροφορέων. Ο κύριος μηχανισμός απομάκρυνσης αζώτου σε τέτοια συστήματα είναι η συγκομιδή και απομάκρυνση από το σύστημα της φυτικής βλάστησης.

Το νιτρικό άζωτο απομακρύνεται επίσης, από τα φυσικά συστήματα με βιολογική απονιτροποίηση και στη συνέχεια απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σαν οξείδιο του αζώτου ή ελεύθερο άζωτο. Η βιολογική απονιτροποίηση αποτελεί τον κύριο μηχανισμό απομάκρυνσης αζώτου στα συστήματα ταχείας διήθησης, επιφανειακής ροής και υδροχαρών φυτών. Η απονιτροποίηση διενεργείται με επαμφοτερίζοντα βακτήρια σε ανοξικές συνθήκες σε ολόκληρο το σύστημα. Έτσι απονιτροποίηση είναι δυνατό να συμβαίνει σε ανοξικές μικροπεριοχές, που συνήθως διατηρούνται σε ευρύτερες αερόβιες περιοχές.

Για μεγιστοποίηση όμως της απονιτροποίησης, θα πρέπει να βελτιστοποιούνται οι απαιτούμενες συνθήκες. Για την ολοκλήρωση της βιολογικής απονιτροποίησης, εκτός των ανοξικών συνθηκών απαιτείται και μια αυξημένη αναλογία άνθρακα/αζώτου. Μια τέτοια αναλογία άνθρακα/αζώτου τουλάχιστον 2:1 είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση της απονιτροποίησης. Βιομάζα από τη φυτική βλάστηση ορισμένων συστημάτων, όπως αυτά των υδροχαρών φυτών, μπορεί να αποτελέσει μία μερική πηγή άνθρακα. Σε συστήματα όμως με υψηλά φορτία, όπως αυτά της ταχείας διήθησης και της επιφανειακής ροής, θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στην εφαρμοζόμενη εκροή και πηγή άνθρακα.

1.3.4 Φώσφορος

Οι κύριοι μηχανισμοί απομάκρυνσης του φωσφόρου με φυσικά συστήματα επεξεργασίας, είναι η χημική κατακρήμνιση και η προσρόφηση. Μικρότερες ποσότητες φωσφόρου είναι δυνατόν να απομακρυνθούν με πρόσληψη του από τα φυτά. Ο φώσφορος στο έδαφος βρίσκεται συνήθως υπό μορφή ορθοφωσφορικών αλάτων, που μπορούν να προσροφούνται από αργιλικά και ορισμένα οργανικά σωματίδια και να ενσωματώνονται στη στερεή εδαφική μάζα. Η προσρόφηση του φωσφόρου είναι σχετικά ισχυρή και γενικά ανθίσταται στη μεταφορά του με τη ροή του νερού κατείσδυσης. Χημική απομάκρυνση του φωσφόρου με ασβέστιο (σε ουδέτερο προς αλκαλικό pH) και σίδηρο ή αλουμίνιο (σε όξινο pH) επιτυγχάνεται σε μικρότερες ποσότητες. Παρόλο που το δυναμικό προσρόφησης του

φωσφόρου είναι περιορισμένο, αυτό θεωρείται σχετικά υψηλό ακόμη και σε αμμώδη εδάφη. Η μακροχρόνια όμως εφαρμογή, δημιουργεί αύξηση του διαλυμένου φωσφόρου στο επιφανειακό έδαφος (0,3 m), που οφείλεται στην επικράτηση κορεσμένων συνθηκών στη ζώνη προσρόφησης. Ο επιτυγχανόμενος βαθμός απομάκρυνσης του φωσφόρου με ένα φυσικό σύστημα επεξεργασίας, εξαρτάται από τον αντίστοιχο βαθμό επαφής των λυμάτων με τη στερεά μάζα του εδάφους.

1.3.5 Μεταλλικά ιχνοστοιχεία

Η απομάκρυνση των μετάλλων διενεργείται με δέσμευση, προσρόφηση και χημική κατακρήμνιση, και σε μικρότερο βαθμό με πρόσληψη τους από τις ρίζες των φυτών. Τα μέταλλα παραμένουν στο έδαφος ή στα ιζήματα των συστημάτων υδροχαρών φυτών. Το δυναμικό κατακρήμνισης μετάλλων στα περισσότερα εδάφη και στα διάφορα ιζήματα είναι γενικά υψηλό, ιδιαίτερα όταν το pH είναι μικρότερο από 6. Αντίθετα, σε μικρά pH και αναερόβιες συνθήκες, ορισμένα μέταλλα είναι περισσότερο διαλυτά και μπορούν να απελευθερώνονται ως εδαφικά διαλύματα. Γενικά, η απομάκρυνση μετάλλων στα διάφορα φυσικά συστήματα ποικίλει και εξαρτάται από τη συγκέντρωσή τους στην εφαρμοζόμενη εκροή και τις τοπικές συνθήκες. Τα ποσοστά αποδοτικότητας και απομάκρυνσης των περισσότερων μετάλλων κυμαίνονται από 80-95%. Μικρότερα ποσοστά επιτυγχάνονται με συστήματα υδροβιότοπων FWS και επιπλεόντων υδροχαρών φυτών, γεγονός που οφείλεται στην περιορισμένη επαφή του αποβλήτου με το έδαφος και τα ιζήματα, και τις αναερόβιες συνθήκες που μπορούν να επικρατούν σε αυτά.

1.3.6 Ίχνη Οργανικών (μικρορύποι).

Ίχνη οργανικών ουσιών απομακρύνονται από τα λύματα που εφαρμόζονται σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας, με τις διεργασίες της εξάχνωσης, της προσρόφησης και βιολογικών ή φωτοχημικών διασπάσεων. Γενικά, στα φυσικά συστήματα επιτυγχάνεται η απομάκρυνση μεγάλων ποσοστών οργανικών ουσιών μικρορύπων.

1.3.7 Μικροοργανισμοί

Οι μηχανισμοί απομάκρυνσης των βακτηριδίων και παρασίτων, όπως πρωτόζωα και έλμινθες που είναι συνήθη στα περισσότερα φυσικά συστήματα επεξεργασίας, περιλαμβάνουν καθίζηση, προσρόφηση, ηλιακή ακτινοβολία, ξήρανση, ανταγωνιστικές επιδράσεις, φυσική φθορά και γενικά έκθεση τους σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι ιοί απομακρύνονται μόνο με φυσική φθορά και καταστροφή τους. Σε συστήματα βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης, που χαρακτηρίζονται από ροή του υγρού αποβλήτου διαμέσου της εδαφικής μάζας, η απομάκρυνση των μικροοργανισμών θεωρείται σχεδόν πλήρης. Σε αμμοπηλώδη έως και αργιλοπηλώδη εδάφη, που συνήθως χρησιμοποιούνται σε συστήματα βραδείας εφαρμογής, πλήρης απομάκρυνση μικροοργανισμών επιτυγχάνεται κατά τη μεταφορά της εκροής του εφαρμοζόμενου αποβλήτου σε βάθος τουλάχιστον 1,5 m. Μεγαλύτερες αποστάσεις μεταφοράς απαιτούνται για υψηλότερα ποσοστά απομάκρυνσης με τα συστήματα ταχείας διήθησης, στα οποία η απόσταση μεταφοράς εξαρτάται από το υδραυλικό φορτίο μεταφοράς και την υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους. Στους υπόλοιπους τύπους φυσικών συστημάτων επεξεργασίας, παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις στις αποδόσεις

επεξεργασίας, έτσι ώστε να καθίσταται απαραίτητη η απολύμανση, όταν υπάρχουν περιορισμοί για τους μικροοργανισμούς στις εκροές.

1.4 Θέματα δημόσιας υγείας

Γενικά οι απόψεις για τη δημόσια υγεία που σχετίζονται με τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας περιλαμβάνουν: i) βακτηριολογικά αίτια και την πιθανότητα μεταφοράς ασθενειών σε ανώτερες βιολογικές μορφές, ii) διάφορες χημικές ουσίες που μπορούν να φθάσουν σε πηγές νερού και να τις καταστήσουν επικίνδυνες και iii) επιπτώσεις στην ποιότητα των τροφών που παράγονται από τις φυτικές καλλιέργειες αρδευόμενες με εκροές επεξεργασίας λυμάτων.

1.4.1 Βακτηριολογικά αίτια

Σημαντική προσοχή έχει αποδοθεί σε επιδράσεις σε εργαζόμενους, που οφείλονται στη διασπορά στο έδαφος παθογόνων βακτηρίων και ιών. Η διασύνδεση μεταξύ των παθογόνων που εφαρμόζονται με τα υγρά απόβλητα στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς και της εκδήλωσης της ασθένειας στον άνθρωπο ή τα ζώα συνήθως απαιτεί μια μακρά και πολύπλοκη δίοδο επιδημιολογικών συμβάντων. Η εφαρμογή του αποβλήτου με καταιονισμό δημιουργεί συνθήκες ευνοϊκές για τη μεταφορά με τον άνεμο κολλοειδών με την μορφή σταγονιδίων (διαμέτρου 0.01 - 50 μm), που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα (aerosols). Όταν τα σταγονίδια αυτά παράγονται από την εφαρμοζόμενη εκροή ενός αποβλήτου, που δεν έχει υποστεί επαρκή απολύμανση, είναι δυνατόν να περιέχουν συγκεντρώσεις ενεργών παθογόνων, όπως βακτηρίων και ιών. Αναφέρεται σχετικά, ότι μόνο το 0.3 % περίπου της καταιονιζόμενης εκροής με εκτοξευτές υψηλής πίεσης, συμμετέχει στην δημιουργία σταγονιδίων. Μεταφορά των βακτηριδίων με τον τρόπο αυτό διαπιστώθηκε σε αποστάσεις από 30 έως 200 m. Η ανάγκη ύπαρξης ουδέτερης ζώνης με σκοπό την ελαχιστοποίηση της επικινδυνότητας τους στη δημόσια υγεία από σταγονίδια, θα πρέπει να εκτιμάται σε κάθε περίπτωση χωριστά. Ιδιαίτερα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

Ο βαθμός της ικανότητας προσπέλασης στην περιοχή.

Η έκταση της αρδευόμενης περιοχής.

Η δυνατότητα εξασφάλισης ουδέτερης ζώνης ή φύτευσης περιμετρικά δένδρων ή θάμνων.

Οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες.

1.4.2 Ποιότητα υπόγειου νερού

Στις περιπτώσεις συστημάτων, όπως είναι αυτά της βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης, όπου μέρος του εφαρμοζόμενου υγρού αποβλήτου κατεισδύει σε υπόγειους υδροφορείς, θα πρέπει να σχεδιάζονται και να διαχειρίζονται έτσι ώστε η ποιότητα του λαμβανόμενου νερού να υπερπληρεί τα ποιοτικά κριτήρια του πόσιμου νερού, όπως είναι αυτά που έχουν θεσπιστεί από την US EPA, και άλλους οργανισμούς.

Τα ίχνη μετάλλων δεν αποτελούν ιδιαίτερο πρόβλημα ποιότητας του υπόγειου νερού, γιατί συνήθως απομακρύνονται με προσρόφηση και χημική κατακρήμνισή τους, σε μικρό βάθος της ακόρεστης ζώνης του εδάφους.

Η απομάκρυνση βακτηρίων από εκροές που εφαρμόζονται στο έδαφος είναι σχεδόν πλήρης και είναι πολύ υψηλή στα συστήματα ταχείας εφαρμογής. Ωστόσο, σημεία με ρήγματα και καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι, προσφέρουν ίσως διόδους

μεταφοράς των βακτηρίων σε αποστάσεις δεκάδων μέτρων από το σημείο εφαρμογής.

Από τα φυσικά συστήματα φυσικής επεξεργασίας ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τεχνητοί υδροβιότοποι οι οποίοι παρουσιάζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους όπως χαμηλό κόστος επένδυσης, χαμηλό λειτουργικό κόστος αφού δεν απαιτείται ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ανακυκλοφορία ιλύος και τον αερισμό, φιλικότητα προς το περιβάλλον κλπ. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σήμερα για την επεξεργασία των λυμάτων από μια περιοχή με συνολικό πληθυσμό 3500 κατοίκους (Avgitidis et al., 1996). Έτσι η μέθοδος αυτή θα εξεταστεί με περισσότερες λεπτομέρειες ως μια εναλλακτική λύση για την επεξεργασία των αποβλήτων.

1.5 Σχεδιασμός τεχνητών υδροβιοτόπων επεξεργασίας λυμάτων

Οι βασικότεροι, παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό τεχνητών υδροβιοτόπων είναι:

Η επιλογή θέσης.

Η απαιτούμενη προεπεξεργασία.

Η επιλογή βλάστησης και διαχείρισης.

1.5.1 Επιλογή θέσης

Στην επιλογή θέσης για την κατασκευή τεχνητών υδροβιοτόπων, οι βασικότεροι παράμετροι που εξετάζονται είναι: α) η τοπογραφία, β) η καταλληλότητα του εδάφους, γ) η αντιπλημμυρική προστασία, δ) οι χρήσεις γης στην περιοχή και ε) το μικροκλίμα της περιοχής.

Στην τοπογραφία του εδάφους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κλίσεις του εδάφους, ενώ η περατότητα του εδάφους αποτελεί κριτήριο για την καταλληλότητα του. Γενικά ο υδροβιότοπος προστατεύεται περιμετρικά με τρόπο ώστε τα όμβρια ύδατα να μην οδηγούνται μέσα στον υδροβιότοπο. Ανοικτές περιοχές σε αγροτικές εκτάσεις, είναι οι καταλληλότερες για την επιλογή κατασκευής ενός τεχνητού υδροβιότοπου, ιδιαίτερα όταν υπάρχει στην περιοχή φυσικός υδροβιότοπος.

Τα συστήματα των υδροβιοτόπων μπορούν να λειτουργήσουν και σε κρύα κλίματα, όμως οι αποδόσεις τους το χειμώνα είναι πολύ μικρές και πιθανόν να απαιτούνται βοηθητικές δεξαμενές αποθήκευσης. Όμως, τα θερμά κλίματα είναι ιδιαίτερα ευνοϊκά, αφού οι βιοχημικές διεργασίες επιταχύνονται εντυπωσιακά με την αύξηση της θερμοκρασίας.

1.5.2 Απαιτούμενη προεπεξεργασία

Η ελάχιστη απαιτούμενη προεπεξεργασία των εφαρμοζόμενων λυμάτων πρέπει να είναι πρωτοβάθμια επεξεργασία (εσχαρισμός, απολίπωση, εξάμωση και προκαθίζηση) και ενδεχομένως κάποιος προαερισμός. Οι υδροβιότοποι συχνά χρησιμοποιούνται και για τριτοβάθμια επεξεργασία της δευτεροβάθμιας εκροής. Όμως αν επιβάλλεται η απομάκρυνση φωσφόρου, είναι χρήσιμο να γίνεται πριν τον υδροβιότοπο, επειδή η απομάκρυνση του δεν είναι αποδοτική στα συστήματα των τεχνητών υδροβιοτόπων. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγεται η τροφοδοσία του υδροβιότοπου με εκροή

από τεχνητές λίμνες, γιατί περιέχουν άγλη, τα οποία δεν απομακρύνονται αποδοτικά στον υδροβιότοπο και δημιουργούν λειτουργικά προβλήματα.

1.5.3 Επιλογή βλάστησης και διαχείριση

Τα φυτά ουσιαστικά δημιουργούν τους βασικούς μηχανισμούς επεξεργασίας των λυμάτων στους υδροβιότοπους, όπως: α) μεταφορά οξυγόνου με το ριζικό τους σύστημα στον πυθμένα των υδροβιότοπων και β) οι ρίζες τους δημιουργούν το υπόστρωμα συγκράτησης των μικροοργανισμών που διενεργούν τη βιολογική επεξεργασία. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται κυρίως στους τεχνητούς υδροβιότοπους, είναι φυτά που βρίσκονται παντού εύκολα και αντέχουν σε συνθήκες παγετού.

Πίνακας 1.1 Τυπικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού φυσικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων					
Χαρακτηριστικά	Βραδεία εφαρμογή	Ταχεία διήθηση	Επιφανειακή ροή	Υδροβιότοποι	Επιπλέοντα υδροχαρή φυτά
Επιδιωκόμενοι σκοποί	Δευτεροβάθμια ή προωθημένη επεξεργασία και μηδενική εκροή	Δευτεροβάθμια ή προωθημένη επεξεργασία ή εμπλουτισμός υδροφορέων	Δευτεροβάθμια ή προωθημένη επεξεργασία με υψηλή απομ. Ν	Δευτεροβάθμια ή προωθημένη επεξεργασία	Δευτεροβάθμια ή προωθημένη επεξεργασία
Τεχνική εφαρμογής	Καταιονισμός ή επιφανειακά ¹	Συνήθως επιφανειακά	Καταιονισμός ή επιφανειακά ¹	Καταιονισμός ή επιφανειακά ¹	Επιφανειακά
Υδραυλικό φορτίο (m/έτος)	0,61-6,10	6,0-90,0	7,3-56,7	5,5-18,3	5,5-18,3
Απαιτούμενη επιφάνεια (στρ./10 ³ m ³ /d)	60-590	4,0-60	6,5-48,1	19,2-66,3	19,2-66,3
Ελάχιστη προεπεξεργασία	Πρωτοβάθμια επεξεργασία ²	Πρωτοβάθμια επεξεργασία ²	Εσχαρισμός	Πρωτοβάθμια επεξεργασία ²	Πρωτοβάθμια επεξεργασία ²
Κύριες φυσικές διεργασίες	Εξατμισοδιαπνοή και διήθηση	Κυρίως διήθηση, κατείδυση	Κυρίως επιφανειακή και απορροή	Εξατμισοδιαπνοή κατείδυση και απορροή	Μερική Εξατμισοδιαπνοή
Φυτική βλάστηση ³	Αναγκαία	Προαιρετική	Αναγκαία	Αναγκαία	Αναγκαία
Απαιτούμενη δεξαμενή ⁴	Συχνά απαιτείται	Όχι	Συχνά απαιτείται ⁵	Προαιρετική ⁵	Προαιρετική ⁵
Κλίσεις εδάφους	<15% για καλλιέργη	Μεγάλες κλίσεις	Τελική διαμόρφ	<5%	<5%

	μένη γη <40% για δασώδεις περιοχές	απαιτούν πρόσθετ ες εκσκαφές	ωση 1-18%		
Υδατοπερ ατότητα εδάφους	Μέτρια	Μεγάλη (αμμώδη εδάφη, αφράτο χώμα)	Μικρή (άργιλος, πηλός και αδιαπέρα τα στρώμα τα)	Μικρή έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια

1. Σε αυτές περιλαμβάνονται όλες σχεδόν οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης (αυλάκια, λεκάνες και άλλες)
2. Εξαρτάται από τη χρήση της εκροής και το είδος της φυτικής βλάστησης
3. Για λόγους δημόσιας υγείας, δεν χρησιμοποιούνται φυτά που η παραγωγή τους τυγχάνει άμεσης κατανάλωσης από τον άνθρωπο
4. Συγκέντρωση για περίοδο βροχοπτώσεων
5. Μόνο για παγετό

Κεφ. 7

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Εισαγωγή

Δύο είναι οι βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχία μιας ΜΕΥΑΑ :

Η τεχνική αρτιότητα της και η εναρμόνιση της με το περιβάλλον, ώστε να μην δημιουργεί περιβαλλοντικές οχλήσεις. Η πρώτη προϋπόθεση εξασφαλίζεται με τον σωστό σχεδιασμό - κατασκευή και την ορθή και σύμφωνα με τις οδηγίες λειτουργία και συντήρηση της ΜΕΥΑΑ. Η δεύτερη προϋπόθεση, που συνεισφέρει παράλληλα και στην τεχνική αρτιότητα, εξασφαλίζεται με την πραγματοποίηση ΜΠΕ πριν από την μελέτη – κατασκευή της εγκατάστασης.

Είναι γενικά παραδεκτό, ότι η ισχύουσα νομοθεσία που διέπει την εκτέλεση μιας ΜΠΕ για ΜΕΥΑΑ , δεν είναι ακόμα πλήρης και σαφής, όπως άλλωστε και γενικότερα οι ΜΠΕ για τα διάφορα τεχνικά έργα.

Θεωρήσαμε σκόπιμο στο σημείο αυτό να παρουσιάσουμε τα βασικά σημεία (Red Flags) της ΜΠΕ μιας ΜΕΥΑΑ.

Παρουσιάζονται οι κυριότερες περιβαλλοντικές οχλήσεις από τις ΜΕΥΑΑ (δυσάρεστες οσμές, θόρυβοι, σταγονίδια και έντομα) αναφέροντας τις θέσεις τις θέσεις δημιουργίας τους περιγράφοντας τις συνοπτικά και συστηματικά μια σειρά από μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας ΜΕΥΑΑ ώστε να περιοριστούν στο ελάχιστο οι οχλήσεις αυτές.

Θέματα όπως η ποσοτική εκτίμηση των οχλήσεων (άμεσες ή έμμεσες στη θέση παραγωγής τους και έμμεσες στην περίμετρο της ΜΕΥΑΑ) η πιθανότητα τοξικότητας ή όχι των διαφόρων αερίων εκπομπών και η επίδραση τους στο στρώμα του όζοντος δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία.

Στην παρούσα ενότητα δίδεται και υπόδειγμα της έγκρισης περιβαλλοντικών όρων που αφορά τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας από το οποίο μπορεί κάποιος να συμπεράνει πως εξετάζεται μια ΜΠΕ και ποιες είναι οι βασικές παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται, η συχνότητα παρακολούθησης αυτών των παραμέτρων και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εκροής ανάλογα με τη χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Η άρδευση δεν μπορεί να θεωρηθεί πανάκεια και σαν μοναδικός τρόπος τελικής διάθεσης. Είναι σαφές ότι το κόστος μιας ΜΕΥΑΑ είναι άμεσα εξαρτώμενο από την επιθυμητή ποιοτική σύσταση των επεξεργασμένων αποβλήτων.

Βασικές επισημάνσεις – παραλήψεις που παρατηρούνται κατά την εκπόνηση μιας ΜΠΕ.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, προτείνεται τα επεξεργασμένα λύματα να οδηγούνται για άρδευση. Η πράξη έχει δείξει, ότι σε όσες περιπτώσεις έχει υπάρξει έγκριση άρδευσης, στην πραγματικότητα αυτή δεν υλοποιείται, κύρια λόγω της δυσπιστίας, δικαιολογημένης ή μη, που υπάρχει από τους γεωργούς στο να αρδεύσουν με τα επεξεργασμένα λύματα.

Θα πρέπει να εξετάζεται το σύστημα έδαφος – νερό – καλλιέργεια – σύστημα άρδευσης με πολύ μεγαλύτερη προσοχή στη σχετική μελέτη, ώστε στη συνέχεια να είναι εφικτή η όποια διατύπωση άποψης από πλευράς Υπηρεσιών, ώστε να μπορούν να εξαχθούν σαφείς περιβαλλοντικοί όροι.

Ένα άλλο σημείο το οποίο θα θέλαμε να παρατηρήσουμε είναι ότι κατά την χειμερινή περίοδο δεν γίνονται αρδεύσεις. Είναι αδύνατο επομένως να δεχθούμε στις μελέτες τα αναφερόμενα ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα γίνεται άρδευση. Θα πρέπει επομένως να δίδεται εναλλακτική λύση και να καθορίζεται αποδέκτης λυμάτων.

Η άρνηση του καθορισμού αποδέκτη από ορισμένες Νομαρχίες και η παράνομη στη συνέχεια απόρριψη των επεξεργασμένων λυμάτων δεν θεωρούμε ότι εξυπηρετεί την ουσία της προστασίας του περιβάλλοντος αφού τούτο έχει σαν συνέπεια να γίνεται παράνομη απόρριψη επεξεργασμένων λυμάτων σε μη καθορισμένους αποδέκτες ή ακόμα και εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων, πράγμα που αποτελεί εξαιρετικά επικίνδυνη εξέλιξη.

Σε περίπτωση που τα λύματα προορίζονται για απεριόριστη άρδευση, η εκροή των λυμάτων απαιτεί αυστηρότερες ποιοτικές προδιαγραφές. Στην περίπτωση αυτή δεν θα πρέπει να καθορίζονται συγκεκριμένες περιοχές που θα αρδεύονται και οι οποίες θα απαιτούν περίφραξη, σήμανση κλπ.

Στην άδεια διάθεσης των λυμάτων που χορηγεί η Δνση Υγιεινής τούτο θα πρέπει να διευκρινίζεται με σαφήνεια στην προέγκριση χωροθέτησης, ώστε να εντοπίζονται και να μελετώνται οι περιοχές που θα αρδεύονται στην ΜΠΕ.

Η επεξεργασία λάσπης, πολλές φορές δεν αναφέρεται που και με ποιο τρόπο θα γίνεται και ποια θα είναι η τελική διάθεση της.

Η λάσπη ή θα είναι σταθεροποιημένη και αφυδατωμένη οπότε θα διατίθεται σε ΧΥΤΑ ή σε καλλιέργειες μετά από ανάμειξη της με κόμποστ ή θα επεξεργάζεται σε σταθμούς που διαθέτουν εγκαταστάσεις παραλαβής βοθρολυμάτων. Η άρνηση των μεγάλων Δημοτικών Εγκαταστάσεων να δέχονται για περαιτέρω επεξεργασία την λάσπη των μικρών εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, επιβάλλει στις μικρές εγκαταστάσεις να αντιμετωπίζουν οι ίδιες το πρόβλημα εντός της εγκατάστασής τους.

Στον προϋπολογισμό που θα πρέπει να αναφέρεται στη μελέτη για το έργο και τα έργα αποκατάστασης, θα πρέπει να περιλαμβάνεται και το απαιτούμενο αρδευτικό δίκτυο που θα κατασκευασθεί, ένας ενδεικτικός σχεδιασμός του και ο τρόπος ελέγχου του. Το έργο δεν μπορεί να θεωρηθεί ολοκληρωμένο χωρίς αυτό.

Πριν την προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΠΠΕ) να υπάρχει κατάλληλη γεωλογική – υδρογεωλογική έρευνα της περιοχής για τη διάθεση των λυμάτων.

.....

Επί πλέον, θα πρέπει να αποφεύγονται τα μεγάλα ελεύθερα ύψη πτώσης κατόντη υπερχειλιστών για να μην δημιουργείται έντονη διαταραχή και έκλυση σταγονιδίων.

Παράδειγμα απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων

Έγκριση Περιβαλλοντικών όρων του έργου:

«Εγκατάσταση Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Οικισμού
....., Νομού »

ΣΧΕΤ.: |

Το Ν.1650/86 (ΦΕΚ 160/Α) «Για την προστασία του περιβάλλοντος»,
όπως τροποποιήθηκε με

το Ν. 3010/02 (ΦΕΚ 91/Α/25.04.2002).

Την ΚΥΑ 15393/2332 (ΦΕΚ 1022/Β/5-08-2002) «Κατάταξη δημόσιων
και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες»

Το Ν. 2647 (ΦΕΚ 237/Α/22.10.98) για τη μεταβίβαση αρμοδιοτήτων
στις Περιφέρειες και την Αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις.

Την ΚΥΑ 25535/3281 (ΦΕΚ 1463/Β/20-11-2002) «Έγκριση
περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας
των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην
υποκατηγορία 2 της Α' κατηγορίας.

Το Π.Δ. 274/25-9-97 (ΦΕΚ 195^Α/2-10-97) για το χαρακτηρισμό των
χημικών εγκαταστάσεων.

Την ΚΥΑ 69269/5387/25-10-90 (ΦΕΚ 678/Β/90) που αναφέρεται στην
«κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο
Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθορισμός
περιεχομένου Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές
 συναφείς διατάξεις».

Την ΚΥΑ 75308/5512/2-11-90 (ΦΕΚ 691/Β) που αναφέρεται στον
«Καθορισμό τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων
εκπροσώπησής τους για το περιεχόμενο της Μελέτης
Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και Δραστηριοτήτων
σύμφωνα με την παρ.2 του άρθρου 5 του Ν.1650/86»

Την ΚΥΑ 5673/400/5-3-97 (ΦΕΚ 192/Β/14-3-97) που αναφέρεται στα
«Μέτρα και όρους για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων»

Την 6453/1373/5-3-98 Απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ για έκδοση
άδειας οικοδομής σε κατασκευές έργων και εγκαταστάσεων
βιολογικού καθαρισμού.

Την υποβληθείσα στην υπηρεσία μας Μ.Π.Ε.

Το έγγραφο του Νομαρχιακού Συμβουλίου, που αφορά τη
γνωμοδότηση για τη ΜΠΕ του έργου.

Το έγγραφο της Δ/σης Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος Ν.Α.

Την Προέγκριση Χωροθέτησης της υπηρεσίας μας.

Την Έγκριση Μελέτης Επεξεργασίας και Διάθεσης Λυμάτων της
Δ/σης Δημόσιας Υγείας της Ν.Α.

Το έγγραφο της ΤΥΔΚ

Comment [A1]:

Την Απόφαση του Δημοτικού Συμβουλίου με θέμα «Έγκριση εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού που προτείνεται από τη μελέτη του».

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ

Την έγκριση των κάτωθι περιβαλλοντικών όρων και περιορισμών για το έργο: «Εγκατάσταση Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Οικισμού, Δήμου, Νομού», η εφαρμογή των οποίων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την υλοποίηση του έργου και βαρύνει τον φορέα εκτέλεσης και λειτουργίας του. Η αναφερόμενη στο θέμα μονάδα θα εγκατασταθεί σε γήπεδο, του οποίου η ακριβής θέση απεικονίζεται σε χάρτη κλίμακας 1:5000 καθώς και στα τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:200 που συνοδεύουν τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) που εγκρίνεται με την παρούσα.

A. Είδος και μέγεθος δραστηριότητας

Το έργο αφορά στη λειτουργία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) του οικισμού Δήμου, ισχύοντος πληθυσμού (Ι.Π.) 1600 κάτοικοι, που θα περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα :

έργα εισόδου των υγρών αποβλήτων (φρεάτιο, εσχάρα και μετρητή παροχής)
σηπτική δεξαμενή
σύστημα προσκολλημένης βιομάζας (βιοδίσκοι)
δεξαμενή καθίζησης με αντλιοστάσιο τροφοδοσίας και αντλιοστάσιο λάσπης
τεχνητός υγροβιότοπος FWS (ελεύθερης επιφάνειας)
σύστημα απολύμανσης εκροής με UV κατάλληλη για επεξεργασμένα λύματα
δεξαμενή αποθήκευσης εκροής
ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
κτίριο Η/Μ

Η επιλεγείσα μέθοδος επεξεργασίας είναι αυτή του συνδυασμένου συστήματος της προσκολλημένης βιομάζας και τεχνητού υγροβιότοπου, ενώ η εκροή θα χρησιμοποιείται στην άρδευση ελιάς και αμπέλου.

Ο σχεδιασμός της υφιστάμενης εγκατάστασης έγινε με βάση τα παρακάτω δεδομένα:

Παράμετρος	Τιμή	
εξυπηρετούμενος πληθυσμός (κάτοικοι)	1600	
	Χειμώνας	Θέρος

Μέσο ημερήσιο υδραυλικό φορτίο (m ³ /d)	128	192
Μέγιστο ημερήσιο υδραυλικό φορτίο (m ³ /d)	192	288
Μέγιστο ωριαίο υδραυλικό φορτίο (m ³ /h)	25.42	34.43
μέση ωριαία παροχή (m ³ /h)	8	12
Βιοδίσκοι		
Προτεινόμενη ενεργή επιφάνεια (m ²)	4800	
Αριθμός δίσκων ανά μονάδα	180	
Τεχνητός υγροβιότοπος		
Προτεινόμενη επιφάνεια (m ²)	3400 (4 λεκάνες)	

Β.Ειδικές οριακές τιμές εκπομπής ρυπαντικών φορτίων και συγκεντρώσεων σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις

Για τα αέρια απόβλητα τα όρια εκπομπής αναφέρονται στο Άρθρο 2 του Π.Δ. 1180/1981 (ΦΕΚ 293/Α/81) και συγκεκριμένα:

1. Τα στερεά εν αιώρηση (σκόνης) θα είναι <150 mg/m³
2. Δεν θα υπάρχουν οσμές σε απόσταση 10 μέτρων από το χώρο όπου θα εγκατασταθεί η μονάδα επεξεργασίας.
3. Το όριο θορύβου καθορίζεται στα 50dB (A) μετρούμενο στα όρια του οικοπέδου της εγκατάστασης.

Η ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων, μετά από την απολύμανση με τη χρήση UV, θα πρέπει να ελέγχεται συστηματικά, μέσα από ένα πρόγραμμα χημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων, το οποίο προσδιορίζεται αναλυτικά παρακάτω.

Η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων θα επιτραπεί μετά τη δοκιμαστική λειτουργία της μονάδας, για χρονικό διάστημα ενός (1) έτος, κατά το οποίο θα πραγματοποιηθεί σχετικό πρόγραμμα μετρήσεων των παραμέτρων εκροής, το οποίο θα καταρτιστεί από την αρμόδια Δ/ση Υγείας.

Συγκεκριμένα καθορίζονται τα εξής όρια ώστε να είναι δυνατή η άρδευση δέντρων στην περιοχή:

Παράμετρος	Μέση Ημερήσια Συγκέντρωση
BOD ₅	< 15 mg/l
COD	≤ 60 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	< 15 mg/l
PH	Εύρος τιμών 6-8
Ολικά κολοβακτηριοειδή	< 100 απ./100ml
Κοπρανώδη κολοβακτηρίδια	< 10 απ./100ml
Νιτρικό Άζωτο (NO ₃ -N)	≤ 10 mg/l
Αμμωνιακό Άζωτο (NH ₃ -N)	≤ 2 mg/l
Φώσφορος	≤ 2 mg/l
Λίπη -Έλαια	0

Ολικά διαλυμένα στερεά	≤ 1200 mg/l
Υπολειμματικό χλώριο	< 1 mg/l
Διαλυμένο οξυγόνο	>2 mg/l

Το 95% των λαμβανομένων δειγμάτων θα βρίσκεται εντός των παραπάνω ορίων.

Προτεινόμενα όρια για συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων σε λύματα επαναχρησιμοποιούμενα για άρδευση.

Ιχνοστοιχείο	Μακρόχρονη εφαρμογή (συνεχής άρδευση σε κάθε είδος εδάφους) (mg/l)	Παρατηρήσεις
Αργίλιο	5.00	Όχι για όξινα εδάφη
Αρσενικό	0.10	
Βηρύλλιο	0.10	
Βόριο	0.75	
Κάδμιο	0.01	
Χρώμιο	0.10	
Κοβάλτιο	0.05	
Χαλκός	0.20	
Φθόριο	1.00	
Σίδηρος	5.00	
Μόλυβδος	5.00	
Λίθιο	2.50	Όχι για άρδευση εσπεριδοειδών
Μαγγάνιο	0.20	Όχι για όξινα εδάφη
Μολυβδένιο	0.01	
Νικέλιο	0.20	Όχι για όξινα εδάφη
Σελήνιο	0.02	
Βανάδιο	0.012	
Ψευδάργυρος	2.00	Όχι για όξινα εδάφη

Γ. Ειδικές οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις

Το επιτρεπόμενο όριο θορύβου, που εκπέμπεται στο περιβάλλον από την εγκατάσταση καθορίζεται στον Πίνακα 1 του Άρθρου 2 του ΠΔ 1180/1981 (ΦΕΚ 293^Α/81). Στη συγκεκριμένη περίπτωση το όριο

θορύβου καθορίζεται σε 55dB (A) μετρούμενο στα όρια του οικοπέδου της εγκατάστασης.

Κατά τη διάρκεια κατασκευής της μονάδας ισχύουν οι δεσμεύσεις για τα μηχανήματα που καθορίζονται στις Υπουργικές Αποφάσεις:

(α) Υ.Α. 2375/78 (ΦΕΚ 689B/18-8-78)

(β) Υ.Α. 56206/86 (ΦΕΚ 570B/9-9-86)

(γ) Υ.Α. 69001/88 (ΦΕΚ 751B/18-10-88) και

(δ) Υ.Α. 765/91 (ΦΕΚ 81B/21-2-91)

Δ. Τεχνικά έργα και μέτρα αντιρρύπανσης ή γενικότερα αντιμετώπισης της υποβάθμισης του περιβάλλοντος που επιβάλλεται να κατασκευαστούν ή να ληφθούν

Οι παρακάτω όροι είναι υποχρεωτικοί στην τήρησή τους και αφορούν:
Τον κύριο του έργου

Τις αρμόδιες για κατασκευή και λειτουργία του έργου υπηρεσίες και φορείς

Τους προϊστάμενους των παραπάνω υπηρεσιών, οι οποίοι οφείλουν να μεριμνούν για την εφαρμογή τους και να ελέγχουν την πιστή τήρησή τους

Όλους όσους λόγω της θέσης και των αρμοδιοτήτων τους είναι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό, έγκριση, δημοπράτηση, ανάθεση, επίβλεψη, πιστοποίηση, παραλαβή και λοιπές διαδικασίες, που αφορούν την κατασκευή και λειτουργία του έργου

Τον ανάδοχο του έργου στο μέρος που τον αφορούν

Κατά τις διαδικασίες δημοπράτησης, επίβλεψης, παραλαβής να γίνουν όλες οι απαιτούμενες ενέργειες και να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται:

Η τήρηση των περιβαλλοντικών όρων από τον ανάδοχο, στο βαθμό που τον αφορούν

Η δυνατότητα αντιμετώπισης και αποκατάστασης δυσάρεστων περιβαλλοντικά καταστάσεων που οφείλονται σε ενέργειες ή παραλήψεις του αναδόχου κατά παράβαση των περιβαλλοντικών όρων.

Από τις πιστώσεις για την κατασκευή και λειτουργία του αναφερόμενου στο θέμα έργου, να εξασφαλίζονται κατά προτεραιότητα οι απαιτούμενες δαπάνες για τα έργα προστασίας του περιβάλλοντος (έργα φύτευσης, διαμόρφωσης, κλπ.)

Ένα πλήρες εγκεκριμένο αντίγραφο της ΜΠΕ του έργου καθώς και η παρούσα απόφαση περιβαλλοντικών όρων να τηρούνται στα γραφεία της επιβλέπουσας του έργου υπηρεσίας προς χρήση κάθε ενδιαφερομένου. Όμοιο αντίγραφο να τηρείται στα γραφεία του εργοταξίου κατασκευής του έργου.

2. Εκπόνηση οριστικής μελέτης

2.1 Να γίνει υδρογεωλογική μελέτη για την προστασία του υδροφορέα πλησίον της αρδευόμενης περιοχής. Η μελέτη θα εκπονηθεί από τον ανάδοχο μετά την ανάθεση κατασκευής του έργου και θα περιλαμβάνει:

Τεχνική έκθεση, εξέταση εδαφών, αποτύπωση όλων των πηγών και σημείων υδροληψίας, καθορισμό σημείων υδροληψίας για έλεγχο επιπτώσεων στον υδροφόρο και πρόγραμμα δειγματοληψιών.

2.2 Να προσδιοριστεί το αρδευτικό δίκτυο στην έκταση όπως αυτή έχει προσδιοριστεί κατά την προέγκριση χωροθέτησης και να δοθούν όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους και των καλλιεργειών που θα αρδεύονται.

3.1 **Πριν τη δημοπράτηση του έργου** θα πρέπει να γίνει ένα πλήρες πρόγραμμα κατασκευής που θα λαμβάνει υπόψη τη λειτουργία της περιοχής και τους οικολογικούς παράγοντες, ώστε να προληφθούν τυχόν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Το πρόγραμμα αυτό θα προβλέπει:

Σαφή οριοθέτηση του γηπέδου / χώρου κατασκευής και λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας που θα επαρκεί για:

- i) τα έργα
- ii) την μελλοντική επέκταση των έργων
- iii) την προσθήκη νέων βαθμιδών επεξεργασίας για τη βελτίωση της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων
- iv) την περιμετρική δεντροφύτευση του χώρου ανέγερσης και λειτουργίας του έργου.

Προγραμματισμό για τη συντόμευση του χρόνου των εκσκαφών, καθώς και του χρόνου κατασκευής των έργων.

Ειδική μέριμνα για τη στήριξη των πρανών κατά τη διάρκεια των εκσκαφών και κατασκευής του έργου.

Λήψη όλων των κατάλληλα πρακτικά μέτρων για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης (θόρυβος, απορρίμματα) κατά τη φάση της κατασκευής.

Λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων για την ελαχιστοποίηση της παραγόμενης σκόνης κατά τη διάρκεια των χηματοουργικών εργασιών για τη διαμόρφωση του οριοθετημένου χώρου, ιδιαίτερα όταν οι μετεωρολογικές συνθήκες ευνοούν τη διασπορά και μεταφορά της σκόνης σε μεγάλη απόσταση. Να διαβρέχονται συνεχώς οι σωροί χυμάτων και τα μέτωπα εκσκαφών για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών σκόνης.

Προγραμματισμός μόνο των απαραίτητων χηματοουργικών εργασιών, ώστε να αποφευχθούν άσκοπες εκχερσώσεις και αποψιλώσεις. Πρόβλεψη αποκατάστασης του τοπίου εκσκαφών, απόθεσης υλικών κ.λ.π.

Ο φορέας του έργου θα πρέπει να εφοδιασθεί με σχετική βεβαίωση για την παραλαβή και επεξεργασία της λάσπης της μονάδας, από τον πλησιέστερο σταθμό επεξεργασίας βοθρολυμάτων που διαθέτει ανάλογο σύστημα επεξεργασίας.

4. Κατασκευή του έργου

Η ατμοσφαιρική ρύπανση που μπορεί να προκληθεί από τις εκπομπές ρύπων των μηχανημάτων, από την εκφυγή κονιορτού από το εργοτάξιο και τα οχήματα μεταφοράς των υλικών να μειωθεί στο

μέγιστο δυνατόν σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις που καθορίζονται στις Υπουργικές Αποφάσεις :

Υ.Α. 2640/270 (ΦΕΚ 689 Β/18-8-78)

Υ.Α. 56206/1613 (ΦΕΚ 570 Β/9-9-86)

Υ.Α. 69001/1921 (ΦΕΚ 751 Β/18-10-88)

Υ.Α. 765 (ΦΕΚ 81 Β/21-2-91)

Τα προϊόντα εκσκαφών που θα προκύψουν από την κατασκευή των έργων υποδομής να χρησιμοποιηθούν για την επανεπίχωση αυτών καθώς και για τη διαμόρφωση επιφανειών μέσα στα έργα. Τα επιπλέον προϊόντα εκσκαφών να απορριφθούν σε ανενεργά λατομεία ή άλλους κατάλληλους χώρους, που δεν θα θίγουν το γενικότερο οικοσύστημα, ύστερα από υπόδειξη της Δ/νσης Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης

Απαγορεύεται η απόρριψη υλικών κατασκευής και περίσσειας όγκων εκσκαφής στη θάλασσα ή στο έδαφος ή στα επιφανειακά νερά (κοίτες ποταμών, ρεμάτων, χειμάρρων) της περιοχής, χωρίς την άδεια της Δ/νσης Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης

Απαγορεύεται η διάθεση των μεταχειρισμένων ορυκτέλαιων του εργοταξίου σε επιφανειακά ύδατα της περιοχής, στη θάλασσα ή στο έδαφος. Τα ορυκτέλαια να συλλέγονται σε βαρέλια και να διαχειρίζονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα την ΚΥΑ 71560/3053/85 (ΦΕΚ 665/Β/85).

Εάν κατά το στάδιο των εργασιών αποκαλυφθεί υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας να εκπονηθεί κατάλληλη μελέτη αποστράγγισης της περιοχής.

Να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία της υγείας του προσωπικού κατασκευής και να γίνει πρόβλεψη κατάλληλων χώρων για τους εργαζόμενους και τους επισκέπτες.

Κατά το σχεδιασμό των κτισμάτων της μονάδας να αποφευχθεί η οπτική ρύπανση και η υποβάθμιση του χώρου τα οποία συνδέονται και με τις αντιλήψεις του κοινού για τις εγκαταστάσεις αυτές. Η αισθητική εικόνα της περιοχής, να προστατευτεί με την κατασκευή ημιυπόγειων δεξαμενών και χαμηλών κτιρίων, όσο βέβαια επιτρέπουν οι κανονισμοί λειτουργίας Η/Μ εξοπλισμού, με όψεις που εναρμονίζονται με την αρχιτεκτονική της περιοχής.

Τα έργα θα πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται η μικρότερη δυνατή επιφάνεια, να υπάρχει ομαδοποίηση των λειτουργιών, να επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση της αισθητικής όχλησης και βέλτιστη εικόνα του συνόλου της εγκατάστασης.

Κατά την κατασκευή του έργου να γίνει χρήση ανθεκτικών υλικών στη διάβρωση. Να εξασφαλιστεί η στεγανότητα των δεξαμενών της εγκατάστασης, ώστε η ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα να καθίσταται μηδαμινή.

Να προβλεφθεί ο καλός σχεδιασμός του δικτύου αποχέτευσης καθώς και η ομαλή είσοδος των λυμάτων στο φρεάτιο άφιξης της εγκατάστασης. Η ταχύτητα των λυμάτων στον Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (ΚΑΑ) σε καμία περίπτωση να μην προσεγγίζει την ελάχιστη αναγκαία τιμή αυτοκαθαρισμού του αγωγού, ενώ παράλληλα θα πρέπει να αποφευχθεί η στροβιλώδης ροή εντός αυτού.

Να γίνει πλήρης αποκατάσταση της μορφολογίας του εδάφους μετά το πέρας των εργασιών κατασκευής του αγωγού προσαγωγής στην εγκατάσταση. Τα προϊόντα εκσκαφών από την τοποθέτηση του αγωγού προσαγωγής θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την επανεπίχυσή του. Τα επιπλέον προϊόντα εκσκαφών να απορριφθούν σε κατάλληλους χώρους που δεν θίγουν το γενικότερο οικοσύστημα (π.χ. ανενεργά λατομεία, ΧΥΤΑ), ύστερα από άδεια της Δ/σης Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ηρακλείου.

Στις σωληνώσεις, αγωγούς και δεξαμενές να ληφθεί μέριμνα κατά τον υδραυλικό υπολογισμό τους, ώστε να αποφευχθεί η τυχόν στασιμότητα των λυμάτων μέσα σε αυτά.

Να αποφευχθούν τα μεγάλα ελεύθερα ύψη κατόντη των υπερχειλιστών, για να μη δημιουργείται έντονη διαταραχή και εκπομπή σταγονιδίων.

Όλες οι μονάδες που παράγουν οσμάερια (σηπτική δεξαμενή, βιοδίσκοι, φρεάτιο εσχαισμού) θα είναι στεγασμένες και συνδεδεμένες με σύστημα απόσμησης (φίλτρο με πληρωτικό υλικό Compost) όπως αναλυτικά περιγράφεται στη ΜΠΕ που συνοδεύει την παρούσα απόφαση.

Στο φρεάτιο εισόδου να τοποθετηθεί ανοξειδωτή εσχάρα (χειροκαθοριζόμενη) για την απομάκρυνση μεγάλων αντικειμένων. Να υπάρχει εφεδρεία στον εξοπλισμό της εγκατάστασης (π.χ. αντλίες, εσχάρες, κλπ) τουλάχιστον κατά 50%. Να προβλεφθεί σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου καθώς και σύστημα μέτρησης ανώτατης στάθμης. Σε περίπτωση εκτεταμένης διακοπής ρεύματος αν και λειτουργεί ο υγροβιότοπος, απαιτείται εφεδρικό Η/Ζ, το οποίο θα καλύπτει κατ' ελάχιστο αντλιοστάσιο ανύψωσης και τη μονάδα απόσμησης.

Να εξασφαλιστεί η αδιάληπτη ροή των ανεπεξέργαστων λυμάτων από το αντλιοστάσιο εκτροπής στην εγκατάσταση επεξεργασίας.

Η θέση κατασκευής του υγροβιότοπου βρίσκεται πάνω σε περατούς σχηματισμούς και στη γύρω περιοχή υπάρχουν υδρευτικές γεωτρήσεις, ως εκ τούτου η λεκάνη του τεχνητού υγροβιότοπου πρέπει να στεγανοποιηθεί πλήρως, όπως παρακάτω (έγγραφο ΤΥΔΚ):

Εξυγίανση του εδάφους και στη συνέχεια τοποθέτηση του αργιλοχώματος συμπιεσμένου, πάχους περίπου 60cm, στη συνέχεια στεγανή μεμβράνη πολυαιθυλενίου πάχους $> \eta = 1\text{mm}$ και πάνω στη μεμβράνη γεωύφασμα προστασίας. Επάνω στο γεωύφασμα θα τοποθετηθεί στρώση φύτευσης ελάχιστου πάχους 40 cm. Η τοποθέτηση μεμβράνης θα καλύπτει τον πυθμένα και τα τοιχώματα με κατάλληλο τρόπο και συγκολλήσεις, ώστε να μην υπάρχει η παραμικρή διαρροή και να προστατεύεται απόλυτα ο υδροφόρας.

4.13. Ο χώρος κατασκευής και λειτουργίας του έργου να έχει περίφραξη και κεντρική πόρτα που να κλειδώνει με ασφάλεια, για αποφυγή άτυπων επισκέψεων απόμων της περιοχής, απουσία του εργαζομένου προσωπικού ή και για αποφυγή βανδαλισμών.

5. Λειτουργία του έργου

5.1 . Θα πρέπει να τηρείται αυστηρό πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των δευτεροβάθμια και επαναχρησιμοποιούμενων λυμάτων, σύμφωνα με τα ακόλουθα:

Σημείο δειγματοληψίας & ελέγχου	Παράμετρος ελέγχου	Συχνότητα μέτρησης
Είσοδος εγκατάστασης	COD, BOD ₅ , S.S., pH	Εβδομαδιαία
	Ολικό N, Ολικός P, TKN, TDS, λίπη, απορρυπαντικά	Μηνιαία
	Πετρελαιοειδή, λίπη, μικρορύποι	Εξαμηνιαία
Έξοδος εγκατάστασης	COD, BOD ₅ , pH, D.O., θολότητα Ολικά, κοπρανώδη, E. Coli, Streptococci	Εβδομαδιαία
	θερμοκρασία, αγωγιμότητα, Cl, Na, K, Ca, Mg, σκληρότητα, NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , PO ₄ , B, αλκαλικότητα, COD, TDS, SO ₄ , απορρυπαντικά	Μηνιαία
	Ιχνοστοιχεία, Ag, Al, Ba, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mo, Ni, Pb, Sse, Si, Sn, Sr, Zn, μικρορύποι	Εξαμηνιαία
Έξοδος μονάδας απόσμησης	H ₂ S	Εβδομαδιαία

Στις παραπάνω παραμέτρους πρέπει να προστεθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία προσδιορίζει την αλατότητα του νερού άρδευσης. Συνδέεται άμεσα με τη συνολική συγκέντρωση των αλάτων στο νερό και με τα πιθανά προβλήματα που προκαλούν τα άλατα του νερού άρδευσης στα εδάφη και τα φυτά. Δεν αναμένεται να υπάρξει πρόβλημα αλατότητας για νερά με ηλεκτρική αγωγιμότητα μικρότερη από 0.7 dS/m.

Δεν τίθενται όροι για τη λάσπη, αφού θα παραδίδεται σε σταθμούς βοθρολυμάτων.

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων θα γίνεται στην περιοχή όπως αυτή οριοθετείται στην εγκεκριμένη μελέτη διάθεσης λυμάτων από τη Δνση Υγιεινής.

Οι μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και της θερμοκρασίας θα γίνονται επιτόπου.

5.2 Στο διάστημα της δοκιμαστικής λειτουργίας (ένα έτος από την ολοκλήρωση του έργου), θα πρέπει να γίνει εξέταση του αποδέκτη ως προς τη λειτουργία του συστήματος νερό – έδαφος – φυτό – αρδευτικό σύστημα, εντός έτους από την έναρξη λειτουργίας του, και να κοινοποιηθεί στη Δ/νση ΠΕ.ΧΩ, Περιφέρειας Κρήτης, προκειμένου να επανεξετασθούν οι περιβαλλοντικοί όροι εάν προκύψουν αυστηρότερα κριτήρια για τη διάθεση.

Θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη οι δυνατότητες απορρόφησης του εδάφους στις συγκεκριμένες ποσότητες λυμάτων και συγκεντρώσεων αζώτου και φωσφόρου.

5.3 Επιπρόσθετα, θα πρέπει να καταρτισθεί ένα ετήσιο πρόγραμμα δειγματοληψιών και παρακολούθησης της ποιότητας (микροβιολογικές αναλύσεις) του νερού των γεωτρήσεων ώστε να ελέγχεται εάν υπάρχουν μεταβολές στην ποιότητα των νερών και να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα αντιμετώπισης.

Ένα έτος μετά την ολοκλήρωση των τεχνικών έργων και του μηχανολογικού εξοπλισμού του όλου αποχετευτικού συστήματος θα πρέπει να εκδοθεί απόφαση από τον οικείο Νομάρχη μετά από κοινή εισήγηση των αρμοδίων υπηρεσιών Περιβάλλοντος και Υγιεινής του Νομού, εφόσον προηγουμένως διενεργηθεί σχετικός έλεγχος ότι η οργάνωση, κατασκευή και λειτουργία της εν λόγω εγκατάστασης συμφωνούν με την υποβληθείσα σχετική μελέτη, ότι τηρούνται οι περιβαλλοντικοί όροι και κυρίως η ποιότητα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων τα οποία θα οδηγηθούν για άρδευση, μετά από εργαστηριακές αναλύσεις.

5.5 Παράλληλα το πρόβλημα των οσμών να αντιμετωπίζεται με την καλή συντήρηση του εξοπλισμού και την καλή λειτουργία της εγκατάστασης. Συχνή και πλήρης απόξεση της λάσπης από τα τοιχώματα των φρεατίων (κεντρικό φρεάτιο εισόδου, ενδιάμεσα και εισόδου στις επιμέρους μονάδες) για να αποφεύγεται η δημιουργία σηπτικών συνθηκών. Συνεχές πλύσιμο θέσεων συγκέντρωσης ακαθαρσιών και γενικά ο χώρος της εγκατάστασης να διατηρείται ιδιαίτερα καθαρός.

Επιπλέον όλες οι μονάδες που παράγουν οσμαέρια (φρεάτιο εισόδου, σηπτικές δεξαμενές, μετρητής παροχής, βιοδίσκοι) θα είναι σκεπασμένες και συνδεδεμένες με σύστημα απόσμησης. Μείωση στο ελάχιστο πιθανότητας ασοχίας του εξοπλισμού, με συνεπή συντήρηση από εξειδικευμένο προσωπικό. Επαρκής συντήρηση του δικτύου αποχέτευσης και έλεγχος του κεντρικού φρεατίου εισόδου. (Από έλλειψη συντήρησης ή κακό σχεδιασμό του δικτύου αποχέτευσης, παράγονται αέρια, κυρίως υδρόθειο, που διοχετεύονται στο κεντρικό φρεάτιο εισόδου).

5.6 Το γήπεδο της εγκατάστασης να απομονωθεί οπτικά από τις γύρω εκτάσεις και την ευρύτερη περιοχή, με τη δημιουργία περιμετρικά ενός φράκτη περίφραξης και ανεμοφράκτη, που θα αποτελείται από δέντρα, μη φυλλοβόλα και ταχυσυζή αναρριχώμενα ενδημικά φυτά. Τα φυτά να φυτευτούν (δέντρα/θάμνοι) σε αναλογία 3:1 και ο φυτευτικός σύνδεσμος να είναι 2x2m σε βάθος τριών (3) σειρών τουλάχιστον. Ενδεικτικά προτείνονται τα είδη: χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), αστύρακας (*Styrax officinalis*), πικροδάφνη (*Nerium oleander*).

Να γίνει κατάλληλη διαμόρφωση και φύτευση δέντρων, καλλωπιστικών φυτών και πράσινου στο χώρο εσωτερικά της περίφραξης. Τα επεξεργασμένα λύματα να χρησιμοποιηθούν και για το πότισμα των δέντρων, καλλωπιστικών φυτών και πράσινου στο χώρο της εγκατάστασης.

5.7 Απαιτείται περιοδική καταστροφή της υπάρχουσας ξηρής βλάστησης του υγροβιότοπου, προκειμένου να διατηρηθούν συνθήκες ελεύθερης ροής και να αποφευχθεί η δημιουργία ροής σε αλάκες.

5.8 Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί από το Δήμο Θραψανού στη σύνδεση οποιασδήποτε παραγωγικής μονάδας με το αποχετευτικό δίκτυο, ώστε να αποφευχθεί η είσοδος ουσιών που θα δημιουργήσουν λειτουργικό πρόβλημα στη μονάδα. Θα πρέπει να υπάρχει συνεχής επαφή του Δήμου με τις παραγωγικές μονάδες, που θα συνδέονται με το αποχετευτικό δίκτυο, καθώς και παρακολούθηση της ποιότητας των εισερχομένων στο δίκτυο, υγρών αποβλήτων.

Όπου απαιτείται, να γίνεται προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων στο χώρο που παράγονται, προτού διατεθούν στο δίκτυο αποχέτευσης. Η διάθεση να γίνεται εφόσον η ποιοτική σύσταση των αποβλήτων δεν διαφέρει αισθητά από το μέσο όρο σύστασης των αστικών λυμάτων.

Αποκλείεται η διάθεση των προεπεξεργασμένων αποβλήτων μαζί με τα επεξεργασμένα λύματα στον αποδέκτη.

5.9. Για τη σωστή λειτουργία της μονάδας απαιτούνται τακτικοί εργαστηριακοί έλεγχοι, επίβλεψη χειρισμών από επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό καθώς και μόνιμη απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού για τη λειτουργία και συντήρηση της εγκατάστασης.

Ο φορέας λειτουργίας του έργου να είναι υπεύθυνος για την πρόβλεψη ειδικευμένου προσωπικού και μέσων για την παρακολούθηση της λειτουργίας, τη συντήρηση και τον έλεγχο της απόδοσης του έργου, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

Ο επικεφαλής της εγκατάστασης να είναι διπλωματούχος Χημικός Μηχανικός σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 2θ και το Άρθρο 3 παράγραφος 3β του Π.Δ. 274/97.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών ο ανάδοχος του έργου θα πρέπει να εφαρμόζει τα αναφερόμενα στο Π.Δ. 305/96(ΦΕΚ 212/Α/29-8-86) για την ασφάλεια και υγεία του προσωπικού στα εργοτάξια.

5.10 Ο αρμόδιος φορέας λειτουργίας του έργου θα είναι υπεύθυνος για :

την εκπαίδευση του προσωπικού λειτουργίας της μονάδας

την τήρηση των μέτρων ασφαλείας και υγιεινής για τους

εργαζόμενους στην εγκατάσταση

τον τακτικό έλεγχο και την συντήρηση του Η/Μ εξοπλισμού της εγκατάστασης

την τήρηση αρχείου με εργαστηριακές αναλύσεις για όλα τα στάδια λειτουργίας της μονάδας καθώς και πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων και του αποδέκτη.

την εξασφάλιση εξοπλισμού προστασίας έναντι συγκεκριμένων κινδύνων

5.11 Τα εσχαρίσματα που θα παράγονται από τη μονάδα να συλλέγονται τακτικά και να διατίθενται στον πλησιέστερο χώρο ταφής απορριμμάτων. Η παραγόμενη λάσπη και ο αφρός-λίπη από τη σηπτική δεξαμενή να αποκομίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να μεταφέρονται στον πλησιέστερο σταθμό υποδοχής βιοηλεκτρικών λυμάτων.

5.12 Τα επεξεργασμένα λύματα μετά το στάδιο της απολύμανσης να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ικανοποίηση εσωτερικών αναγκών της εγκατάστασης σε βιομηχανικό νερό.

5.13 Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται για άρδευση 65 στρεμμάτων καλλιεργειών (αμπέλια και ελιές) με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης.

Η μέθοδος της στάγδην άρδευσης είναι η πλέον ενδεδειγμένη στην προκειμένη περίπτωση, δεδομένου ότι το σύστημα αυτό θεωρείται το πιο κατάλληλο για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, καθώς είναι κλειστό και περιορίζει ή ελαχιστοποιεί την καταιόνηση και την ανθρώπινη έκθεση. Ο ρυθμός εφαρμογής των αρδεύσεων με σταγόνες δεν πρέπει να υπερβαίνει την συνολική απορροφητική ικανότητα του εδάφους (απορρόφηση-εξατμισοδιαπνοή, διεύθυνση) και να αποφεύγεται η επιφανειακή λίμναση λόγω κορεσμού.

5.14 Τα καθαρισμένα λύματα που θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση, θα έχουν τα ανάλογα χαρακτηριστικά, που θα μετρώνται συστηματικά, μέσα από ένα πρόγραμμα χημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων από τον αρμόδιο φορέα του έργου, με τη συνεχή παρακολούθηση των αρμόδιων Δ/σεων Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος καθώς και Υγιεινής της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ηρακλείου. Ετήσια έκθεση παρακολούθησης θα αποστέλλεται στη Δ/ση ΠΕ.ΧΩ της Περιφέρειας Κρήτης και στο Τμήμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων της Περιφέρειας.

Η καταλληλότητα του νερού άρδευσης είναι συνάρτηση της καλλιέργειας αλλά και των εδαφικών χαρακτηριστικών. Για την υιοθέτηση των απαιτούμενων ποιοτικών χαρακτηριστικών των προς άρδευση λυμάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

προστασία της δημόσιας υγείας (περίφραξη των χώρων άρδευσης, ενημέρωση των καλλιεργητών για λήψη μέτρων προστασίας όπως γάντια, κλπ.)

προστασία του περιβάλλοντος

προστασία των καλλιεργειών

αποδοχή από τους χρήστες και το κοινό

5.15 Σε περιόδους κατά τις οποίες δεν υπάρχει ανάγκη άρδευσης (χειμερινή περίοδος), να βρεθεί εναλλακτικός τρόπος διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων. Σε καμία περίπτωση να μην χρησιμοποιηθεί ως αποδέκτης, ούτε το παρακείμενο στην μονάδα ρέμα, αλλά ούτε και η λιμνοδεξαμενή της Λειβάδας. Μια τέτοια χρήση έρχεται σε αντίθεση με Απόφαση της Δ/σης Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος της Ν.Α. Ηρακλείου σχετικά με την περιβαλλοντική αδειοδότηση του έργου : «Σχέδιο παρεμβάσεων διαχείρισης – αποκατάστασης του οικοσυστήματος λιμνοδεξαμενής» στα πλαίσια του προγράμματος «LIFE ENV-GR 000685 Μεσογειακοί Υγρότοποι και ταμιευτήρες. Επιδεικτική διαχείριση πολλαπλών σκοπών στις υδατοσυλλογές της Κρήτης». Επιπλέον και στην Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (αρ. πρωτ. 416/30-03-2001 Απόφαση Δ/ση ΠΕ.ΧΩ Περιφέρειας Κρήτης) για τη λιμνοδεξαμενή της Λειβάδας τονίζεται ότι προτεραιότητα δίνεται στον υγρότοπο και δευτερευόντων στην άρδευση της περιοχής από τη συγκεκριμένη λιμνοδεξαμενή.

5.16 Το σύστημα του τεχνητού υγροβιοτόπου ελεύθερης επιφάνειας, αποτελεί ιδεώδεις κατοικίες αναπαραγωγής κουνουπιών. Για το λόγο αυτό ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να περιλαμβάνει βιολογικό έλεγχο κουνουπιών. Μια τέτοια λύση είναι η δημιουργία συνθηκών ανάπτυξης του είδους ψαριού *Gambusia affinis*, σε συνδυασμό και με χημικό έλεγχό τους. Σημειώνεται ότι είναι απαραίτητα επίπεδα D.O. άνω του 1mg/l για τη διατήρηση πληθυσμού ψαριών αυτού του είδους. Απαιτείται κατά διαστήματα αραίωση της φυτικής βλάστησης για τον περιορισμό τμημάτων, τα οποία δεν είναι προσίτα στην ανάπτυξη του ιχθυοπληθυσμού.

Θα πρέπει να βρεθούν επίσης αποδοτικοί τρόποι αντιμετώπισης των τρωκτικών, που τυχόν θα εμφανιστούν στις λεκάνες του υγροβιοτόπου.

5.17 Ο αρμόδιος φορέας λειτουργίας του έργου οφείλει να ειδοποιεί τις αρμόδιες Υπηρεσίες, όπως τις Δ/σεις Πολεοδομίας και Περιβάλλοντος και Υγιεινής της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ηρακλείου σε κάθε περίπτωση που διαπιστώνεται ρύπανση στον αποδέκτη, όπου εκβάλουν τα επεξεργασμένα λύματα της μονάδας.

Εφόσον το επεισόδιο ρύπανσης οφείλεται σε δυσλειτουργία της μονάδας επεξεργασίας ο αρμόδιος φορέας λειτουργίας του έργου γνωστοποιεί στις υπηρεσίες αυτές τα επανορθωτικά μέτρα που προτίθεται να λάβει, καθώς και το συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα για την ολοκλήρωσή τους.

Τα μέτρα αυτά και το χρονοδιάγραμμα εφαρμογή τους εγκρίνονται με Απόφαση του Νομάρχη εφόσον η διάρκεια ολοκλήρωσής τους υπερβαίνει τον ένα μήνα. Η τήρηση των μέτρων και του χρονοδιαγράμματος είναι ευθύνη του φορέα του έργου, που συντάσσει και σχετική έκθεση μετά την ολοκλήρωση των μέτρων. Οι σχετικές εκθέσεις κρατούνται στο αρχείο της εγκατάστασης και αποτελούν μαζί με όλα τα άλλα στοιχεία, το ιστορικό λειτουργίας της. Το αρχείο αυτό θα είναι στη διάθεση των συναρμόδιων Νομαρχιακών και Περιφερειακών Υπηρεσιών καθώς και των Δ/σεων των συναρμόδιων Υπουργείων.

E1. Περιβάλλον περιοχής-Ευαίσθητα στοιχεία του-Ειδικά προστατευόμενες ζώνες

Ο χώρος της εγκατάστασης καταλαμβάνει έκταση 6380 m, με ήπιες κλίσεις και μέσο υψόμετρο 312.5 m. Στο ανατολικό τμήμα του χώρου υπάρχει αγροτικός δρόμος χωμάτινος πλάτους 10m και στο νότιο τμήμα υπάρχει ρέμα. Η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει έντονη αγροτική δραστηριότητα με καλλιέργειες κυρίως ελιάς και αμπέλου.

Το προτεινόμενο έργο δεν βρίσκεται εντός ζώνης με ιδιαίτερο καθεστώς προστασίας, ιδιαίτερη προσοχή ωστόσο, πρέπει να δοθεί στην προστασία των στοών των *Platanus orientalis* που βρίσκονται στις κοίτες του ρέματος.

E2. Μέτρα και έργα για τη διατήρηση των παραπάνω στοιχείων

Τα επανορθωτικά μέτρα που προτείνονται να κατασκευαστούν ή να ληφθούν στην παράγραφο (Δ) της παρούσας κρίνονται επαρκή για την προστασία και διατήρηση των στοιχείων (φυσικών και ανθρωπογενών) της περιοχής επέμβασης. Πρόσθετη εξασφάλιση αποτελούν τα αναγραφόμενα στις επόμενες παραγράφους.

ΣΤ. Χρονικό διάστημα για το οποίο ισχύει η χορηγούμενη έγκριση περιβαλλοντικών όρων-Προϋποθέσεις για την αναθεώρησή της.

Οι ανωτέρω αναφερόμενοι περιβαλλοντικοί όροι ισχύουν για 10 χρόνια και με την προϋπόθεση ότι αυτοί θα τηρούνται με ακρίβεια. Μετά την ημερομηνία αυτή ο κύριος του έργου οφείλει να εφοδιασθεί με νέα απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις.

Κάθε όρος της παρούσης απόφασης δύναται να τροποποιηθεί εφόσον κατά την κατασκευή ή τη λειτουργία του έργου προκύπτει ότι δεν προστατεύεται επαρκώς το περιβάλλον.

Z. Η εγκεκριμένη ΜΠΕ και η παρούσα Απόφαση καθορισμού περιβαλλοντικών όρων θα πρέπει να βρίσκονται στο χώρο λειτουργίας της μονάδας ή στα γραφεία του Δήμου Θραψανού και να επιδεικνύονται σε κάθε έλεγχο από αρμόδια υπηρεσία σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

Η. Η εφαρμογή των παραπάνω περιβαλλοντικών όρων και περιορισμών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την υλοποίηση και λειτουργία του έργου.

Θ. Η μη τήρηση των όρων της παρούσης ή η καθ' υπέρβαση τους πραγματοποίηση έργων και δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, συνεπάγονται την επιβολή στους υπεύθυνους των προβλεπόμενων κυρώσεων από τις διατάξεις των άρθρων 28,29 και 30 του Ν.1650/ΦΕΚ 160/Α/86 και λοιπών διατάξεων περί προστασίας του περιβάλλοντος.

ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών (μ/ο), ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών με τα νερά του αποδέκτη, στα οποία διοχετεύονται τα απόβλητα. Είναι το μοναδικό στάδιο στην Επεξεργασία των αποβλήτων με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μ/ο, αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας.

Η περισσότερη διαδεδομένη και δοκιμασμένη μέθοδος απολύμανσης σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (ΕΕΑΑ) με Παρατεταμένο Αερισμό (ΠΑ) είναι η χλωρίωση με υποχλωριώδες νάτριο. Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χλωρίωση, έχει το βασικό μειονέκτημα της δυσμενούς επίδρασης του χλωρίου στο υδάτινο περιβάλλον που διοχετεύονται τα χλωριωμένα απόβλητα. Η επίδραση αυτή εκδηλώνεται άμεσα στις διάφορες μορφές ζωής (π.χ. ψάρια) λόγω της τοξικότητας του χλωρίου ή έμμεσα με το σχημασμό οργανοχλωριούχων ενώσεων, από την αντίδραση του χλωρίου με τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων, που πιθανολογείται ότι είναι καρκινογόνες. Είναι λοιπόν προφανές ότι στο υδάτινο περιβάλλον δεν πρέπει να διοχετεύονται μεγάλες ποσότητες χλωρίου, που προκύπτουν από αλόγιστη χρήση του στη διαδικασία της χλωρίωσης.

Σήμερα γίνονται διάφορες προσπάθειες για τη βελτίωση της απόδοσης της χλωρίωσης, ώστε να αποφεύγεται η ανεξέλεγκτη χρήση και σπατάλη του χλωρίου. Στις προσπάθειες αυτές ανήκουν ορισμένες τεχνικές, όπως π.χ. η χρησιμοποίηση μετρητή υπολειμματικού χλωρίου, αλλά και περισσότερο δραστικά μέτρα, όπως π.χ. η αποχλωρίωση (συνήθως με διοξειδίο του θείου, και σπανιότερα με ενεργό άνθρακα) και η μη λειτουργία ή ακόμα και η παράλειψη εγκατάστασης χλωρίωσης (π.χ. η ΕΕΑΑ της πόλης της Καβάλας), όταν η δυνατότητα φυσικής μείωσης των παθογόνων μ/ο στο υδάτινο περιβάλλον, οι τοπικές συνθήκες και η χρήση του αποδέκτη το επιτρέπουν.

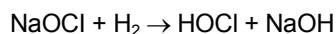
Το παραπάνω βασικό μειονέκτημα της χλωρίωσης έχει οδηγήσει σε προσπάθειες αντικατάστασης της από άλλες μεθόδους απολύμανσης, που είναι δραστικές χωρίς όμως να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στις μεθόδους αυτές ανήκει η απολύμανση με υπεριώδη (UV) ακτινοβολία, η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος.

Χημική δράση του χλωρίου

Το πιο συνηθισμένο απολυμαντικό μέσο είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl). Διατίθεται στο εμπόριο σε υγρή μορφή με περιεκτικότητα χλωρίου κατά βάρος μικρότερη από 15%.

Ο τρόπος με τον οποίο το χλώριο που περιέχεται στο NaOCl καταστρέφει τους μ/ο δεν είναι απόλυτα εξακριβωμένος. Για τα βακτηρίδια η πιο πιθανή εξήγηση είναι ότι το χλώριο διαπερνά την κυτταρική μεμβράνη τους και αδρανοποιεί ορισμένα ένζυμα που είναι απαραίτητα για τη ζωή τους. Επειδή η αντίδραση χλωρίου-ενζύμων είναι αντιστρέψιμη σε χαμηλές συγκεντρώσεις χλωρίου, είναι δυνατόν τα ένζυμα να επανασχηματισθούν και να συνεχίσουν τη λειτουργία τους. Για τους ιούς και ορισμένους άλλους μικροοργανισμούς η πιο πιθανή εξήγηση είναι ότι το χλώριο επιδρά κατευθείαν στα DNA και RNA του πυρήνα τους.

Η βασική, θεωρητική αντίδραση κατά τη διοχέτευση υποχλωριώδους νατρίου στο νερό είναι η ακόλουθη :

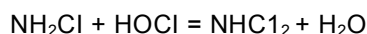
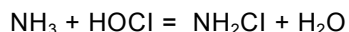


Το υποχλωριώδες νάτριο με το νερό σχηματίζει HOCl το οποίο είναι η βασικότερη μορφή του χλωρίου που δρα ως απολυμαντικό μέσο στη διαδικασία και το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί ως "ελεύθερο χλώριο".

Ένα πρακτικό συμπέρασμα είναι, ότι για χαμηλές τιμές του pH (όξινη περιοχή) επικρατεί η δραστικότερη - από πλευράς απολυμάνσεως — μορφή του χλωρίου, ενώ στην αλκαλική περιοχή απαιτείται αύξηση της προστιθέμενης ποσότητας.

Συνδυασμένο χλώριο (χλωραμίνες)

Όταν τα απόβλητα περιέχουν αμμωνία (ή οι αζωτούχες οργανικές ενώσεις δίνουν αμμωνία), το χλώριο αντιδρά και σχηματίζει μια σειρά από χλωραμίνες, που έχουν κι αυτές απολυμαντική δράση, αλλά πολύ βραδύτερη:



Η μονοχλωραμίνη (NH₂Cl), διχλωραμίνη (NHC1₂) και το τριχλωριούχο άζωτο (NCl₃) αποτελούν το «συνδυασμένο» διαθέσιμο χλώριο για απολύμανση.

Η παρουσία του δραστικού υπολειμματικού χλωρίου στο νερό (ανεξάρτητα σαν ελεύθερο ή χλωραμίνες) ανιχνεύεται και μετράται χρωματομετρικά με τη χρήση κατάλληλου αντιδραστήριου της ορθοτολιδίνης (ortho – tolidine - arsenite, OTA test).

Οι χλωραμίνες είναι σχετικά σταθερές ενώσεις του χλωρίου και δεν δεσμεύονται εύκολα, αλλά έχουν πολύ λιγότερη και βραδύτερη απολυμαντική δράση. Με τις πιο ευνοϊκές συνθήκες υπολογίζεται, ότι, για ισότιμη μικροβιακή δράση σε σύγκριση με το ελεύθερο χλώριο απαιτείται:

- Για τον ίδιο χρόνο επαφής περίπου 25πλάσια ποσότητα χλωραμινών.
- Για την ίδια δόση περίπου 100πλάσιος χρόνος επαφής των χλωραμινών.

Μικροβιοκίνος δράση του χλωρίου

Όπως αναφέρθηκε, η μικροβιοκίνος δράση του χλωρίου εξαρτάται από το χρόνο επαφής, τη συγκέντρωση, το είδος των οργανισμών, τη θερμοκρασία και τη σύνθεση των υγρών, μέσα στα οποία γίνεται η απολύμανση. Συμπληρωματικά, επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό και την απόδοση της απολυμάνσεως. τόσο το pH — στο όξινο περιβάλλον επικρατεί η δραστικότερη ένωση του χλωρίου —, όσο και η μορφή — ελεύθερο χλώριο ή χλωραμίνες.

Η δράση του χλωρίου κατά των ιών φαίνεται, ότι είναι μικρότερη από το όζον. Ειδικότερα για τον ιό της λοιμώδους ηπατίτιδας, τύπου Α, υπάρχουν ενδείξεις, ότι είναι ανθεκτικός και απαιτείται συγκέντρωση χλωρίου τουλάχιστο 1 mg / Ltr για την καταστροφή του.

Μορφές χλωρίου

Οι κυριώτερες μορφές του χλωρίου, που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των αποβλήτων, είναι το υγρα-έριο για μεγάλες εγκαταστάσεις και οι ενώσεις του χλωρίου για μικρότερες μονάδες.

1. Αέριο χλώριο / Ιδιότητες

- Είναι αέριο πολύ τοξικό και διαβρωτικό. Σε κατάσταση ξηρασίας μπορεί να με ταφερθεί με σωληνώσεις από μαύρο σφυρήλατο σίδηρο, αλλά σε διάλυμα, λόγω υψηλής διαβρωτικότητας, χρειάζονται εξαρτήματα από ελαστικό ή πλαστικά.
- Το χλώριο διαλύεται αρκετά στο νερό περίπου 1,0-0,6% κατά βάρος σε συνηθισμένες θερμοκρασίες (10-30°C). Διάλυμα πικνότητας 1% χάνει σε 14 μέρες 7% στο φως και 3% στο σκοτάδι.
- Σε θερμοκρασία κάτω από 10°C το χλώριο ενώνεται με μόρια του νερού και σχηματίζει ένυδρο χλώριο ($\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), γνωστό σαν «χλωριόπαγο», που φράσσει τις σωληνώσεις των συσκευών χλωριώσεως.
- Το αέριο χλώριο είναι 2,5 φορές βαρύτερο από τον αέρα, ενώ το υγρό 1,5 φορά βαρύτερο από το νερό. Λόγω του βάρους οι χώροι αποθηκείσεως και χρησιμοποίησεως του αερίου χλωρίου πρέπει να αερίζονται από ανοίγματα στο ύψος του δαπέδου.
- Η πικνότητα του χλωρίου σε κανονική πίεση είναι 3,222 g/l.

2. Ενώσεις χλωρίου

Εκτός από το αέριο χλώριο χρησιμοποιούνται σε μικρότερες εγκαταστάσεις ενώσεις του χλωρίου, που είναι πολύ ασφαλέστερες στο χειρισμό τους. Είναι χαρακτηριστικό, ότι τα τελευταία χρόνια μεγάλες εγκαταστάσεις μετατράπηκαν ή έγιναν με ενώσεις του χλωρίου (υποχλωριώδες νάτριο) αποκλειστικά για λόγους ασφαλείας (Νέα Υόρκη 1965, Σικάγο 1967).

Δόσεις

Ειδικότερα για την απολύμανση των αποβλήτων η απαιτούμενη δόση χλωρίου εξαρτάται από το είδος και την επεξεργασία καθαρισμού των ακαθάρτων σε συνδυασμό με τους ισχύοντες τοπικούς κανονισμούς και τον απαιτούμενο βαθμό προστασίας του τελικού αποδέκτη.

Επειδή δεν είναι δυνατό να καθορισθούν με ακρίβεια οι απαιτούμενες δόσεις, ιδιαίτερα αν επιβάλλεται σοβαρή ελάττωση του μικροβιακού πληθυσμού, κρίνεται απαραίτητο να προηγηθεί σχετική εργαστηριακή έρευνα ή μεγαλύτερης κλίμακας κατευθυντήρια εγκατάσταση (pilot plant), προκειμένου να καθορισθούν η δόση, τα χαρακτηριστικά παροχής της συσκευής χλωριώσεως και ο όγκος της δεξαμενής επαφής.

Σε περίπτωση ελλείψεως ακριβέστερων στοιχείων και για προκαταρκτικό στάδιο της μελέτης μπορεί να ληφθούν σαν οδηγοί σχεδιάσεως και εκλογής των συσκευών χλωριώσεως οι παρακάτω τιμές :

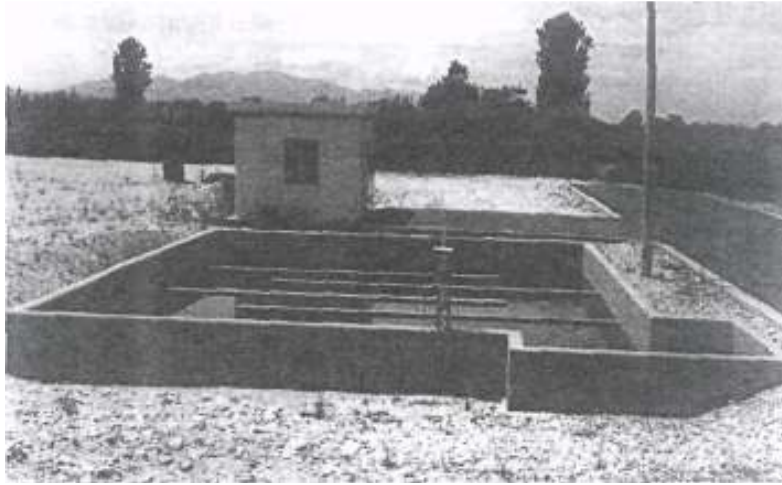
Είδος αποβλήτων mg / Ltr]	Δόση $C1_2$ [
1. Ακατέργαστα λύματα (προχλωρίωση) μέχρι 100)	20 – 30 (
2. Πρωτοβάθμια καθίζηση	5 - 20
3. Σηπτική δεξαμενή	10 - 15
4. Δεξαμενή IMFOFF	5 - 20
5. Χαλικόφιλτρο	3 - 15
6. Δραστική λάσπη	2 - 8

Δεξαμενή χλωρίωσης (ΔΧΛ)

Η επαφή του $NaOCl$ με τα λύματα γίνεται στη δεξαμενή χλωρίωσης (ΔΧΛ) που καλείται και δεξαμενή επαφής. Η ΔΧΛ πρέπει να εξασφαλίζει τον απαραίτητο χρόνο επαφής με τα απόβλητα ώστε να επιτυγχάνεται ο επιθυμητός βαθμός απομάκρυνσης των παθογόνων μικροοργανισμών (μ/o).

Η διοχέτευση του $NaOCl$ γίνεται συνήθως στο φρεάτιο εισόδου της ΔΧΛ, όπου επιχειρείται η δημιουργία έντονης τύρβης για την επίτευξη θεωρητικά ακαριαίας ανάμιξης του $NaOCl$ με τα απόβλητα

Οι ΔΧΛ έχουν συνήθως μαιανδρική (βλέπε εικόνα) κάτοψη με μεγάλους λόγους μήκος: πλάτος, ώστε να επιτυγχάνεται σε αυτές ομοιόμορφη, παράλληλη ροή, που έχει διαπιστωθεί ότι επιδρά ευεργετικά στην απόδοση της χλωρίωσης .



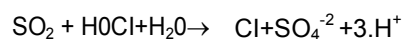
Δεξαμενή χλωρίωσης (Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων ΕΕΑΑ , στην Άρτα).

Όταν μετά τη ΔΧΛ γίνεται η διάθεση των αποβλήτων σε υδάτινο αποδέκτη (π. χ. στη θάλασσα) με αγωγό μεγάλου μήκους, ο αγωγός αυτός προσφέρεται ιδιαίτερα για τη χλωρίωση (λόγω του είδους της ροής) με την προϋπόθεση ότι ο χρόνος διαδρομής των αποβλήτων στον αγωγό είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο επαφής που απαιτείται. Στην αντίθετη περίπτωση κατασκευάζεται ΔΧΛ διαστασιολογημένη με τη διαφορά των δυο χρόνων.

Η ταχύτητα ροής στη ΔΧΛ πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2-4 m/min για να μη γίνεται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, Παράλληλα μπορεί να υπάρχει παρακαμπτήριο αγωγός ο οποίος επιτρέπει την εκκένωση της ΔΧΛ για τον καθαρισμό της από τα στερεά που καθίζησαν.

Αποχλωρίωση με διοξείδιο του θείου

Η χημική αντίδραση του διοξειδίου του θείου με το χλώριο είναι η ακόλουθη :



Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι απαιτείται περίπου 1 mg/Ltr διοξειδίου του θείου για την αποχλωρίωση του υπολειμματικού χλωρίου .

Ο Λόγος του "ελεύθερου χλωρίου" προς το "ενωμένο χλώριο" στα απόβλητα πριν από την αποχλωρίωση αποτελεί μια αρχική ένδειξη του αναμενόμενου βαθμού αποτελεσματικότητας της αποχλωρίωσης. Όταν ο λόγος αυτός είναι μικρότερος από 85 %, τότε είναι πιθανό να

υπάρχουν σημαντικές ποσότητες οργανικού αζώτου στα απόβλητα, οι οποίες θα περιορίσουν την απόδοση της αποχλωρίωσης.

Εφαρμογές του χλωρίου - παρενέργειες

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι τα τελευταία χρόνια έχουν επισημανθεί ορισμένοι δυνητικοί κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία από παρενέργειες του χλωρίου, εφόσον τα χλωριωμένα απόβλητα διατίθενται σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά, που χρησιμοποιούνται σαν πηγές υδροληψίας για ύδρευση. Το χλώριο αντιδρά με ορισμένες οργανικές ουσίες με αποτέλεσμα την παραγωγή αλογονοφορμίων (τριαλομεθάνια χλωροφόρμιο CHCl_3 , βρωμοδιχλωρομεθάνιο CHCl_2Br , χλωροδιβρωμομεθάνιο CHClBr_2 και βρωμοφόρμιο CHBr_3).

Το χλωροφόρμιο θεωρείται καρκινογόνο, αλλά δεν είναι μεταλλαξιογόνο, ενώ τα τρία βρωμιωμένα αλογονοφόρμια — που δεν έχουν ελεγχθεί για καρκινογένεση — είναι μεταλλαξιογόνα. Λιγότερη βλαπτική ένωση θεωρείται το διοξείδιο του χλωρίου (ClO_2).

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV) Απολυμαντική δράση

Η υπεριώδης (UV) ακτινοβολία διαπερνά την κυτταρική μεμβράνη των μ/ο και απορροφάται από τα κυτταρικά συστατικά τους (π. χ. τα DNA και RNA) εξοντώνοντας τους ή καθιστώντας τους ανίκανους να πολλαπλασιαστούν, Η ακτινοβολία UV αποτελεί ένα φυσικό τρόπο απολύμανσης χωρίς να αναμένονται περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εφόσον δεν πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις.

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο σύγχρονη και έχει, τα τελευταία χρόνια, ευρεία εφαρμογή όχι μόνο στην απολύμανση επεξεργασμένου νερού αποβλήτων αλλά και στην αποστείρωση του πόσιμου νερού πριν αυτό εμφιαλωθεί ή πριν διοχετευθεί σε δίκτυο ύδρευσης οικισμών.

Για να είναι αποδοτική η ακτινοβολία θα πρέπει να έχουν αφαιρεθεί σε υψηλά ποσοστά από τα απόβλητα τα αιωρούμενα στερεά, ώστε να μην παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής της ακτινοβολίας και των μ/ο και να λειτουργούν έτσι ως "ασπίδες των μ/ο". Για το λόγο αυτό συνιστάται πριν από την απολύμανση η διαδικασία της διύλισης, π, χ. με αμμόφιλτρα, για την απομάκρυνση-συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών που απέμειναν στα απόβλητα μετά τη βιολογική επεξεργασία.

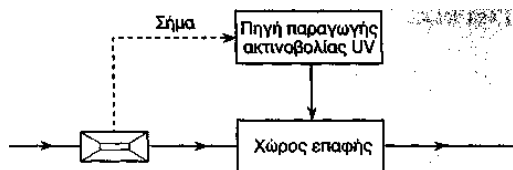
Διάταξη απολύμανσης

Η διάταξη απολύμανσης με ακτινοβολία UV αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη (βλέπε παρακάτω σχήμα):

Πηγή παραγωγής ακτινοβολίας UV. Αυτή είναι συνήθως μια συστοιχία λυχνιών υδραργύρου χαμηλής πίεσης, που εκπέμπουν μονοχρωματική ακτινοβολία (σε ποσοστό 85%) σε μήκος κύματος 253.7 nm, που ανήκει στη βέλτιστη περιοχή για την καταστροφή των παθογόνων μ/ο. Οι λυχνίες υδραργύρου έχουν συνήθως μήκος 0.75 - 1.50 m και διάμετρο 15-20 mm

Χώρος επαφής. Ο απαιτούμενος χρόνος "επαφής" της ακτινοβολίας με τους μ/ο είναι συνήθως μικρότερος από 1 min. Σε μοντέρνες συσκευές UV ο

απαιτούμενος χρόνος "επαφής" ανέρχεται στα 10 sec. Η επαφή γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένη δεξαμενή (που ευνοεί τη δημιουργία παράλληλης



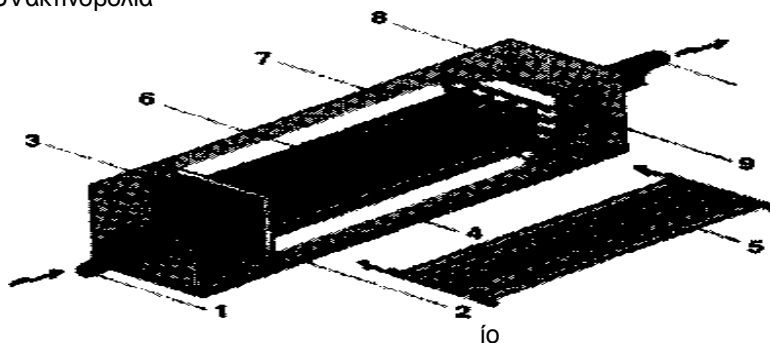
Μετρητής παροχής

Σχηματικό διάγραμμα ροής απολύμανσης με ακτινοβολία UVροής, όπως και στη ΔΧΛ) ή στον ανοικτό αγωγό εκροής των αποβλήτων της ΕΕΑΑ, που είναι κατάλληλα διαμορφωμένος και σκεπασμένος. Στο χώρο επαφής τοποθετούνται οι λυχνίες υδραργύρου και προφυλάσσονται με κυλινδρικά περιβλήματα. Οι λυχνίες μπορεί να τοποθετηθούν και έξω από το χώρο επαφής. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίδεται στην ύπαρξη διάταξης καθαρισμού της επιφάνειας των λυχνιών, ώστε να μη μειώνεται η απόδοση τους από ακαθαρσίες και λίπη που επικαθόνται σε αυτές.

Σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της ποσότητας της παραγόμενης ακτινοβολίας με βάση τα εκπεμπόμενα σήματα από το μετρητή παροχής.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές διατάξεων UV από κατασκευαστές που επιδιώκουν τη βελτίωση της απόδοσης της εγκατάστασης απολύμανσης.

Χαρακτηριστικά παρουσιάζεται η παρακάτω διάταξη απολύμανσης με UVακτινοβολία



1. Εισροή
2. Πέτασμα εισροής - ισοκατανομής

**3. Δεξαμενή
επαφής (από
προπυλαίνιο)**

- 4. Βάση στήριξης χάλυβα**
- 5. Λυχνίες UV**
- 6. Σωλήνες teflon**
- 7. Σκέπασμα δεξαμενής (από αλουμίνιο)**
- 8. Χώρος εκροής (από προπυλαίνιο)**

**9. Πέτασμα
(υπερχειλιστής)
εκροής**

10. Εκροή

Η μονάδα απολύμανση τοποθετείται μεταξύ της δεξαμενής δοσομέτρησης και της δεξαμενής αποθήκευσης εκροής. Σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται πρόβλεψη ώστε να είναι δυνατή μελλοντικά η προσθήκη αντλίας ανακυκλοφορίας από τη δεξαμενή αποθήκευσης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ εκροής στην είσοδο της μονάδας UV (για πολλαπλό πέρασμα-απολύμανση της εκροής).

Επιπροσθέτως, η μονάδα απολύμανσης UV είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση της μόλυνσης που προκαλείται από τα οργανικά υλικά που εισέρχονται στην μονάδα απολύμανσης. Η μονάδα απολύμανσης UV είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση της μόλυνσης που προκαλείται από τα οργανικά υλικά που εισέρχονται στην μονάδα απολύμανσης. Η μονάδα απολύμανσης UV είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση της μόλυνσης που προκαλείται από τα οργανικά υλικά που εισέρχονται στην μονάδα απολύμανσης. Η μονάδα απολύμανσης UV είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση της μόλυνσης που προκαλείται από τα οργανικά υλικά που εισέρχονται στην μονάδα απολύμανσης.

Η διαφορά του προγράμματος ΠΑΒΕ '99 από τα προηγούμενα ήταν ότι όλες οι εργασίες κομποστοποίησης, όπως είναι ο τεμαχισμός των κλαδοκάθαρων, η διαμόρφωση των σειραδίων, η αναστροφή των σειραδίων κλπ. έγιναν σε πιλοτικό επίπεδο με μεγάλες ποσότητες υλικών (άνω των 35m³ ανά σειράδιο). Αυτό, όπως είναι φυσικό, είχε ως αποτέλεσμα και οι διάφοροι παράμετροι, όπως είναι η αναλογία της ιλύος προς τα διογκωτικά υλικά, οι διάφορες κατηγορίες διογκωτικών υλικών, οι μεταβολές της υγρασίας κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης, ο αριθμός των αναγκαίων αναστροφών, η προκαλούμενη δυσοσμία κλπ. να μελετηθούν σε πιλοτικό επίπεδο και επομένως τα αποτελέσματα που προέκυψαν να είναι άμεσα εφαρμόσιμα.

Το λειτουργικό κόστος μιας συσκευής απολύμανσης της εκροής με UV είναι πολύ χαμηλό .

Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων είναι:

βιοχημικά απαιτ. οξυγόνο : $S_2 < \eta = 15 \text{ mg/l}$
αιωρούμενα στερεά : $S.S. < \eta = 15 \text{ mg/l}$
ολικά κολοβακτηρίδια (Total coli) : $< 100 \text{ αποικ./100ml}$

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα μιας μονάδας απολύμανσης με UV είναι σημαντικά καλύτερα:

βιοχημικά απαιτ. οξυγόνο : $S_2 < \eta = 10 \text{ mg/l}$
αιωρούμενα στερεά : $S.S. < \eta = 10 \text{ mg/l}$
ολικά κολοβακτηρίδια (Total coli): $0-20 \text{ αποικ./100 ml}$

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ταυτόχρονα, είναι γνωστό, πως τα γεωργικά εδάφη της Κρήτης έχουν χαμηλό ποσοστό οργανικής ουσίας και πως οι διαθέσιμες ποσότητες ζωικής κόπρου, για τη βελτίωσή τους, είναι περιορισμένες.

2.1. Πρώτες ύλες

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του προγράμματος ήταν οι ακόλουθες:

- Ενεργός ιλύς του βιολογικού καθαρισμού Ηρακλείου. μετά από αναερόβια χώνευση και αφυδάτωσή της με ταινιόπρεσσα.
- Κλαδοκάθαρα πάρκων και δενδροστοιχιών του Δήμου Ηρακλείου, μετά τον θρυμματισμό τους με θρυμματιστή του προγράμματος.
- Ροκανίδια λευκής ξυλείας από ξυλουργικά εργοστάσια του Ηρακλείου.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. Διαδικασία κομποστοποίησης

Ως βασικό συμπέρασμα, επί της διαδικασίας που εφαρμόστηκε, μπορεί να αναφερθεί ότι τα διογκωτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και η αυξημένη συμμετοχή τους, που κυμάνθηκε γύρω στο 65% κατ' όγκον του μείγματος, είχαν ως αποτέλεσμα τη διατήρηση των αερόβιων συνθηκών στα σειράδια και αυτό με τη σειρά του συνέβαλε στην άνοδο της θερμοκρασίας κομποστοποίησης, με περιορισμένο αριθμό γυρισμάτων και χωρίς να προκληθούν προβλήματα οσμών. Ο περιορισμός των οσμών δίδει το περιθώριο η κομποστοποίηση της ιλύος να γίνεται μέσα στο χώρο των εγκαταστάσεων των βιολογικών καθαρισμών, μηδενίζοντας έτσι τις δαπάνες μεταφοράς της σε άλλους χώρους περισσότερο απομακρυσμένους και επομένως με αυξημένο κόστος μεταφοράς. Ταυτόχρονα ο περιορισμός των αναστροφών των σειραδίων, κατά μέσον όρο γύρω στις πέντε, όπως είναι αυτόνοτο μειώνει σημαντικά το κόστος της κομποστοποίησης και επομένως δίδει το περιθώριο της ευκολότερης διάθεσης των παραγόμενων κόμποστς σε χαμηλότερες τιμές. Ενδεχόμενα όμως ο περιορισμός των γυρισμάτων να συμβάλει στη μη καταστροφή των παθογόνων.

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα από τη διαδικασία που εφαρμόστηκε είναι ότι, στις τοπικές συνθήκες της Κρήτης, στη διάρκεια των θερινών μηνών, σημειώνεται σημαντική μείωση της υγρασίας του μείγματος ιλύος και διογκωτικών κατά την κομποστοποίηση, γεγονός που θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα δεδομένου ότι μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα αναστολής της δράσης της ωφέλιμης μικροχλωρίδας. Το κάλυμα Torplex φαίνεται να συμβάλει στη διατήρηση της επιθυμητής υγρασίας και επομένως στην κανονική εξέλιξη της κομποστοποίησης.

Η μείωση του ξηρού βάρους, των προς κομποστοποίηση μειγμάτων, γύρω στο 40-45% αποτελεί ένα χρήσιμο δεδομένο για τον υπολογισμό της παραγωγής κόμποστ από μια μονάδα κομποστοποίησης της ιλύος.

4.2. Αγρονομική ποιότητα τελικών κόμποστς

Η αυξημένη συμμετοχή των διογκωτικών υλικών και κυρίως όταν αυτά είναι κλαδοκάθαρα και λιγότερο όταν πρόκειται για ροκανίδια, συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων κόμποστ, μειώνοντας τα μειονεκτήματα της ιλύος και κυρίως το μειονέκτημα της αυξημένης περιεκτικότητάς της σε βαριά μέταλλα, δεδομένης της μικρότερης αναλογικής συμμετοχής της στο κομποστοποιούμενο μείγμα που θα δώσει και το τελικό κόμποστ. Ακόμη βελτιώνονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των κόμποστ με την αυξημένη συμμετοχή γενικά των φυτικών υπολειμμάτων. Ιδιαίτερα σημαντικό θα πρέπει να θεωρηθεί το γεγονός ότι είναι περισσότερο βέβαιη η παραγωγή κόμποστ χωρίς παθογόνα για τον άνθρωπο, εξαιτίας της συμβολής των φυτικών υπολειμμάτων στην άνοδο και διατήρηση, επί μακρόν, της θερμοκρασίας κομποστοποίησης η οποία και προκαλεί την καταστροφή των παθογόνων.

4.3. Ποιότητα κόμποστ ως πληρωτικού υλικού βιοφίλτρων

Παρά το γεγονός ότι δεν έχουν ολοκληρωθεί οι μετρήσεις της αποτελεσματικότητας των παραχθέντων κόμποστ ως πληρωτικών υλικών των βιοφίλτρων της ΔΕΥΑΗ, από τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα και από τη σύγκρισή τους με το υπάρχον πληρωτικό υλικό αναμένεται τα αποτελέσματα να είναι θετικά.

ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

- Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά υποθαλάσσιων αγωγών
- Ελάχιστη αραίωση για εκροή από διαχυτήρα
- Σχήματα νομογραφημάτων και μαθηματικές σχέσεις

Στην ανάλυση που γίνεται στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι δύο επικρατέστεροι τρόποι τελικής διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων

- Στο θαλάσσιο αποδέκτη
- Στο έδαφος (άρδευση) ο οποίος είναι ο επικρατέστερος ενώ τελευταία προτείνεται όλο και περισσότερο από τους Δήμους στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Στο θαλάσσιο αποδέκτη

Ο μελετητής μηχανικός καλείται να επιλέξει τον καταλληλότερο σχεδιασμό για την επίτευξη του αντικειμενικού σκοπού, που είναι η ικανοποιητική ανάμιξη των λυμάτων με τον υδάτινο αποδέκτη, έτσι ώστε οι υγειονομικές προδιαγραφές να μην παραβιάζονται.

Ο πρωταρχικός σκοπός ενός συστήματος διάθεσης υγρών λυμάτων είναι η επίτευξη ταχείας αρχικής ανάμιξης λυμάτων και περιβάλλοντος ρευστού στην «κοντινή» περιοχή. Στην πραγματικότητα μόνο η αρχική ανάμιξη στην «κοντινή» περιοχή βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο του μηχανικού, αφού η τυρβώδης διάχυση και διασπορά, που ακολουθεί, εξαρτάται πρωταρχικά από τη ροή στο περιβάλλον ρευστό και ως εκ τούτου ελέγχεται από τη φύση.

Η επιτυγχανόμενη αραίωση από ένα σύστημα διάθεσης υγρών αποβλήτων εξαρτάται από την παροχή των λυμάτων, το μήκος του διαχυτήρα, τη διάμετρο των οπών, τη μεταξύ τους απόσταση, το βάθος διάθεσης καθώς και από την ύπαρξη ρευμάτων και στρωμάτωσης πυκνότητας, που οφείλεται συνήθως στη μεταβολή της θερμοκρασίας και στο βάθος. Ανάμεσα σε αυτά μόνο το μήκος του διαχυτήρα, η διάμετρος των οπών, η μεταξύ τους απόσταση καθώς και το βάθος διάθεσης βρίσκονται κάτω από τον έλεγχο του μηχανικού που πρέπει να προσδιοριστούν από τη διαδικασία του σχεδιασμού. Οι χειρότερες συνθήκες στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι η ομοιογένεια (αστρωμάτιστο) οπότε τα επεξεργασμένα λύματα φθάνουν στην επιφάνεια και η πλήρης απουσία ρευμάτων.

Οι τυρβώδεις ανωστικές φλέβες, εκτοξευόμενες κατακόρυφα, οριζόντια ή υπό κλίση, δημιουργούνται από την αρχική ορμή στην έξοδο και με τη σύγχρονη δράση των ανωστικών δυνάμεων οδηγούνται προς τα πάνω. Οι διάφορες κατηγορίες των ροών αυτών έχουν μελετηθεί άλλες περισσότερο και άλλες λιγότερο τόσο πειραματικά όσο και θεωρητικά με στόχο την κατανόηση του μηχανισμού της ανάμιξης και της δομής των ροών αυτών καθώς και τη μαθηματική τους προσομοίωση.

Στόχος επομένως είναι

ο προσδιορισμός μιας μεθοδολογίας για τον ορθό και ακριβή υπολογισμό της αραίωσης, που να βασίζεται σε σύγχρονες θεωρίες μίξης ρευστών με διαφορετική πυκνότητα και επειδή η διαδικασία σχεδιασμού διαχυτήρων είναι κατά βάση επαναληπτική και ο τελικός σχεδιασμός που θα επιλεγεί είναι συνήθως η κατάληξη πολλών δοκιμών, να παρουσιάσει διαγράμματα για την απευθείας επιλογή διαχυτήρα χωρίς δοκιμές.

Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά υποθαλάσσιων αγωγών

- Η επιλογή της **διαμέτρου του υποβρύχιου αγωγού** οφείλει να γίνεται (όπου είναι δυνατόν) με τρόπο που το διαθέσιμο πιεζομετρικό ύψος του φρεατίου αναρύθμισης να επαρκεί για την υδραυλική λειτουργία του συστήματος υποβρυχίου αγωγού – διαχυτήρα, χωρίς πρόσθετες δαπάνες εγκατάστασης αντλιοστασίου για το έτος στόχο, που οφείλει να είναι η 40ετία.

- Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το **μήκος του αγωγού** το οποίο είναι συνάρτηση της

- παροχής εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων
- γεωγραφικής διαμόρφωσης και της τοπογραφίας πυθμένα
- εκτίμησης της ανανέωσης των νερών της θαλάσσιας περιοχής
- τουριστικής σπουδαιότητας και άλλων παραμέτρων.

Το βάθος εκροής, δηλαδή το βάθος τοποθέτησης του διαχυτήρα πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 μέτρα ενώ η απόσταση από την ακτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τα 500 μέτρα με βέλτιστη τιμή της τάξης των 750 μέτρων έως 1000 μέτρα.

Η απόσταση αυτή είναι αναγκαία κυρίως για την μακροπρόθεσμη προστασία των ακτών από την ιλύ, που αργά αλλά σταθερά εναποτίθεται πλησίον των διαχυτήρων. Πράγματι τα επεξεργασμένα λύματα εξακολουθούν να έχουν ένα (μικρό) φορτίο αιωρούμενων στερεών, συχνά σε μορφή κολλοειδή, τα οποία με την έξοδο τους στο θαλάσσιο περιβάλλον και τη δημιουργούμενη τύρβη της ανωστικής ροής του πλουμίου, συσσωματώνονται, αποκτούν μεγαλύτερη διάμετρο και καθιζάνουν στην περιοχή γύρω από τον διαχυτήρα.

Το βάθος των 20 μέτρων είναι απαραίτητο

για την επίτευξη ικανοποιητικής αραίωσης και

για την προστασία του διαχυτήρα από το στερεοφορτίο κοντά στον πυθμένα που συνοδεύει μια μεγάλη θαλασσοταραχή.

Η **ελάχιστη αποδεκτή ταχύτητα** μέσα στον υποβρύχιο αγωγό είναι μικρή της τάξεως των 10 cm / sec, δεδομένου ότι τα λύματα έχουν υποβληθεί σε βιολογικό καθαρισμό και συνεπώς είναι απαλλαγμένα από άμμο και από ευκόλως καθιζάνοντα σωματίδια. Είναι απίθανο τα στερεά σωματίδια με πυκνότητα $2,6 \text{ gr/cm}^3$ να εισέλθουν στον υποβρύχιο αγωγό, γιατί θα έχουν ήδη συγκρατηθεί στον εξαμμητήρα και στη δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης ή στον υγρότοπο.

Πάντα υπάρχει ο **κίνδυνος εισόδου στερεών** και διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών (π.χ. μύδια) από τη θάλασσα στον υποβρύχιο αγωγό μέσα από τους διαχυτήρες κάτω από κατάλληλες συνθήκες (πολύ χαμηλές παροχές, αιωρούμενη άμμος λόγω θαλασσοταραχής κλπ.)

Ο υποβρύχιος αγωγός για διαμέτρους έως και ένα μέτρο, που καλύπτει τις περισσότερες περιπτώσεις στον Ελληνικό χώρο, είναι σκόπιμο να επιλέγεται από πολυαιθυλένιο HDPE, αντοχής 10 τουλάχιστον ατμοσφαιρών.

Ο υποβρύχιος αγωγός και ο διαχυτήρας οφείλουν να διαστασιολογούνται υδραυλικά για την μέση σημερινή ωριαία παροχή, τη σημερινή μέγιστη ωριαία και τη μέγιστη ωριαία της 40ετίας. Σε περίπτωση μεγάλων διακυμάνσεων της παροχής, είναι σκόπιμο ένας αριθμός των οπών να κατασκευασθεί με προσωρινό κλείσιμο.

Η αραίωση s_m σε οριζόντιο επίπεδο πάνω από την εκροή των λυμάτων ορίζεται ως ο λόγος c_0/c_m , όπου c_0 και c_m είναι αντιστοίχως οι συγκεντρώσεις οποιουδήποτε ρύπου στην εκροή και στο εξεταζόμενο οριζόντιο επίπεδο του υδάτινου αποδέκτη (θάλασσας). Η ελάχιστη αραίωση s_m στην επιφάνεια της θάλασσας πάνω από την εκροή του υποβρύχιου αγωγού οποιουδήποτε μεγέθους των λυμάτων (π.χ. BOD, κολοβακτηριδίων κ.λ.π.) αντιστοιχεί στη μέγιστη συγκέντρωση ρύπου. Δεδομένου ότι οι υγειονομικές διατάξεις προδιαγράφουν κάποια μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του ρύπου, που περιέχεται στα λύματα για να θεωρηθεί μια θάλασσα κατάλληλη για κολύμβηση (π.χ. 100 E. Coli ανά 100 ml), είναι προφανές ότι η ικανοποίηση των υγειονομικών διατάξεων στην επιφάνεια της θάλασσας πάνω από την εκροή, εγγυάται την ικανοποίησή τους στην ακτή.

Ο σχεδιασμός της διάθεσης πρέπει να εξασφαλίζει αραίωση τουλάχιστον ίση με 400 φορές για τη μέση ημερήσια παροχή της 40ετίας, και όχι λιγότερη από 200 για την ωριαία παροχή αιχμής. Για μικρές κοινότητες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (1) είναι δυνατή η επίτευξη αραίωσης ακόμα και πάνω από 1000.

Στο σχήμα (1) έχει υπολογισθεί η αραίωση ως συνάρτηση του πληθυσμού, για διάφορες διαμέτρους από 5 έως 40 εκατ. και για βάθος θάλασσας ίσο με 20 μέτρα. Για το νομογράφημα αυτό υιοθετήθηκε ημερήσια κατανάλωση του εξυπηρετούμενου πληθυσμού ίση με 150 λίτρα νερού ανά κάτοικο. Παρατηρούμε, ότι η επιτυγχανόμενη αραίωση για πληθυσμό μικρότερο από 6000 κατοίκους είναι πρακτικά ανεξάρτητη από τη διάμετρο της οπής. Παρατηρούμε επίσης, ότι για πληθυσμό μεγαλύτερο από 2000 κατοίκους περίπου, δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί αραίωση μεγαλύτερη από 400. συνεπώς για πληθυσμούς άνω των 2000 κατοίκων είναι απαραίτητη η εγκατάσταση διαχυτήρα.

Ελάχιστη αραίωση για εκροή από διαχυτήρα

Ο υπολογισμός της αραίωσης γίνεται με τη χρήση ημιεμπειρικού μοντέλου τα κύρια χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία και φαίνεται σαν το πλέον αξιόπιστο μέχρι σήμερα.

Για δεδομένες αρχικές συνθήκες ο φυσικός μηχανισμός της αραίωσης είναι πρακτικά ανεξάρτητος από την καμπύλη διαδρομή της ροής και μόνο το μήκος της διαδρομής είναι σημαντικό.

Γίνεται χρήση νομογραφήματος που παρουσιάζεται στο σχ. 2, το οποίο έχει βασιστεί στο μοντέλο και με το οποίο είναι δυνατή η απευθείας επιλογή του διαχυτήρα. Στο σχήμα αυτό έχει υιοθετηθεί ημερήσια κατανάλωση 150 λίτρα νερού ανά κάτοικο, απόσταση μεταξύ των οπών του διαχυτήρα 1,25 μ. και διάμετρος οπών 4,56 cm.

Για κατακόρυφη διάθεση των λυμάτων, με βάση τον πληθυσμό, είναι δυνατόν να επιλεγεί ο διαχυτήρας για τρεις επιθυμητές αραιώσεις (300, 350, 400) και για βάθη 15, 20, 25, 30, 35 και 40 μέτρων. Με βάση τον πληθυσμό σχεδιασμού ανεβαίνουμε κατακόρυφα στο σχήμα αυτό μέχρι να συναντήσουμε την τεθλασμένη με την επιθυμητή αραίωση και το διαθέσιμο βάθος και στη συνέχεια οριζόντια και αριστερά διαβάζουμε τον αριθμό των οπών και οριζόντια και δεξιά το μήκος του διαχυτήρα.

Παράδειγμα : Στόχος μας είναι η επιλογή διαχυτήρα μιας πόλης 50.000 κατοίκων. Αν η επιθυμητή αραίωση είναι 350, τότε αυτό είναι εφικτό με διαχυτήρα μήκους

105 μ. με 85 οπές για βάθος διάθεσης 15 μ, ή

84 μ. με 68 // για // // 20 μ. , ή

80 μ. με 65 // για // // 25 μ. , ή

37 μ. με 31 // για // // 30 μ. , ή

30 μ. με 25 // για // // 35 μ. , ή

24 μ. με 20 // για // // 40 μ.

Η τελική επιλογή γίνεται με κριτήρια το κόστος κατασκευής, την τοπογραφία του πυθμένα και την εκτίμηση της ανανέωσης των νερών της θαλάσσιας περιοχής.

Για **οριζόντια διάθεση** των λυμάτων επιτυγχάνεται καλύτερη αραίωση στην επιφάνεια της θάλασσας σε σχέση με την κατακόρυφη διάθεση, καθώς για μεγαλύτερο μήκος καμπύλης τροχιάς s σε σχέση με την κατακόρυφη απόσταση.

Αν επομένως τα λύματα αντί της κατακόρυφης εκτόξευσης διατεθούν οριζόντια, τότε για μήκος καμπύλης τροχιάς s μεγαλύτερο της κατακόρυφης απόστασης χ θα επιτευχθεί μεγαλύτερη αραίωση s_m η οποία ισούται με $s_m = s_m (s / \chi)$

Η μόνη δυσκολία για τον μελετητή μηχανικό είναι να υπολογίσει το μήκος της καμπύλης τροχιάς κατά μήκος του άξονα s .

Στο σχήμα (3) παρουσιάζεται το νομογράφημα βάσει του οποίου μπορεί να υπολογισθεί το μήκος της καμπύλης τροχιάς και επομένως η τελική αραίωση σε περίπτωση που έχουμε οριζόντια διάχυση. Στο νομογράφημα δίδεται στον οριζόντιο άξονα ο παράγων x/b , s/b και F_0 .

x : κατακόρυφη απόσταση από το σημείο διάθεσης των λυμάτων

b : πλάτος ισοδύναμης σχισμής διδιάστατης ανωστικής φλέβας

s : μήκος καμπύλης τροχιάς του άξονα της ροής

F_0 : αρχικός πυκνομετρικός αριθμός Froude που εξαρτάται από την διαφορά πυκνότητας θάλασσας και λυμάτων

Παράδειγμα : Έστω για πληθυσμό σχεδιασμού 50.000 κατοίκων είναι επιθυμητή αραίωση 350 και το διαθέσιμο βάθος είναι 20 μ. Από το σχ. 2 επιλέγεται διαχυτήρας με 68 οπές μήκους 83 μ. Εύκολα μπορούν να υπολογισθούν το ισοδύναμο πλάτος σχισμής $b = 0.133$ cm, η αρχική ταχύτητα των λυμάτων $u_0 = 78,6$ cm / sec και ο αρχικός αριθμός $F_0 = 44.4$ (διαφορά πυκνότητας θάλασσας και λυμάτων περίπου $0,024$ gr/cm³). Από το σχ. (3) για αδιάστατη κατακόρυφη απόσταση $x/b = 2000 / 0.133 = 15037$ και για $F_0 = 44.4$ προκύπτει αδιάστατο μήκος καμπύλης τροχιάς $s/b = 15700$ και συνεπώς $s = 20,88$ μ. Άρα αν η διάθεση των λυμάτων γίνει οριζόντια με τον ίδιο διαχυτήρα, τότε θα επιτευχθεί αραίωση $s_m = 350 (20,88/20,00) = 365$.