



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΩΤΗΡΙΑ Κ. ΠΑΝΑΚΟΥΛΙΑ

Εξεταστική Επιτροπή

Οικονομόπουλος Αλέξανδρος, Καθηγητής (επιβλέπων)
Καρατζάς Γεώργιος, Καθηγητής
Τσάνης Ιωάννης, Καθηγητής

Χανιά
Δεκέμβριος, 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία είχε σα σκοπό τη μελέτη της αποκεντρωμένης επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από ξενοδοχειακές μονάδες. Στόχος ήταν ο έλεγχος ύπαρξης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων των ξενοδοχείων, στο Βόρειο άξονα της Κρήτης.

Η αποκεντρωμένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ξενοδοχείων, είναι η επεξεργασία των λυμάτων, σε μονάδες που εγκαθίστανται στο χώρο των ξενοδοχείων. Η εφαρμογή αποκεντρωμένης επεξεργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις απομακρυσμένων ξενοδοχείων από το δίκτυο της αποχέτευσης, στα οποία μπορεί έπειτα να επαναχρησιμοποιηθεί η επεξεργασμένη εκροή και να επιτυγχάνεται ταυτόχρονη εξοικονόμηση νερού.

Πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις σε ξενοδοχεία που διέθεταν μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και πάρθηκαν δείγματα λυμάτων με σκοπό τον έλεγχο λειτουργίας των μονάδων και την ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών για τα ξενοδοχεία, τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και τη διαχείριση των επεξεργασμένων λυμάτων. Εν συνεχείᾳ, συγκεντρώθηκαν πληροφορίες από τη βιβλιογραφία γύρω από την αποκεντρωμένη επεξεργασία και τις μεθόδους με τις οποίες εφαρμόζεται και έγινε σύγκριση αυτών των πληροφοριών με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος είναι κατ’ αρχήν το ενδιαφέρον και η ανάπτυξη που παρουσιάζει η αποκεντρωμένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα το τελευταίο διάστημα καθώς και η πρακτική γνώση που επήλθε με το πέρας τις εργασίας.

Η διαδικασία αυτή ήταν αρκετά χρονοβόρα εξαιτίας της συνεχής παρουσίας απρόσμενων προβλημάτων. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Α. Οικονομόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του και την κ. Κ. Αντέλη για τη βοήθειά της στο εργαστήριο. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιδιοκτήτες των ξενοδοχείων που συνεργάστηκαν για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον αδερφό μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και ηθική υποστήριξη.

Aφιερώνεται

*στον^ς γονεί^ς μου,
Κώστα και Αλέκα*

*στον αδερφό μου,
Χάρη.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ	
ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	2
2.1 Κατηγορίες αποβλήτων.....	2
2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	2
2.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	3
2.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων	6
2.2.2.1 Οργανικά συστατικά.....	6
2.2.2.1.1 Μέτρηση οργανικού φορτίου.....	8
2.2.2.2 Ανόργανα συστατικά.....	10
2.2.2.3 Αέρια.....	12
2.2.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	13
2.2.3.1 Κατηγορίες και είδη μικροοργανισμών.....	13
2.2.3.2 Παθογόνοι μικροοργανισμοί.....	15
2.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	17
2.3.1 Παροχή υγρών αποβλήτων.....	17
3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	18
3.1 Αποκεντρωμένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων.....	18
3.2 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων.....	20
3.2.1 Στάδια και διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων.....	20
3.2.1.1 Προεπεξεργασία.....	20
3.2.1.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	21
3.2.1.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	21
3.2.1.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	22
3.2.1.5 Απολύμανση.....	23

3.2.1.6 Διάθεση.....	23
3.3 Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία λυμάτων.....	24
3.4 Επιλογή συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας.....	26
4 ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	28
4.1 Προεπεξεργασία λυμάτων.....	28
4.1.1 Εσχάρωση.....	28
4.1.2 Εξισορρόπηση.....	31
4.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία – απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών.....	32
4.2.1 Αρχή λειτουργίας - Είδη καθίζησης.....	32
4.2.2 Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης (ΔΠΚ).....	33
4.2.3 Σηπτική δεξαμενή.....	34
4.2.4 Δεξαμενή καθίζησης Imhoff.....	38
5 ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	40
5.1 Εισαγωγή στη βιολογική επεξεργασία.....	40
5.2 Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (Rotating Biological Contactors, RBC).....	42
5.3 Συστήματα Compact.....	54
5.4 Φυσικά συστήματα επεξεργασίας.....	56
6 ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ.....	64
6.1 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	64
6.1.1 Απομάκρυνση φωσφόρου (P).....	64
6.1.2 Απομάκρυνση αζώτου (N).....	67
6.2 Απολύμανση.....	68
6.2.1 Σκοπός και μέθοδοι απολύμανσης.....	68
6.2.2 Χλωρίωση – Αποχλωρίωση.....	69
6.2.3 Απολύμανση με όζον.....	70
6.2.4 Απολύμανση με ακτινοβολία UV.....	71
7 ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	72

7.1 Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων.....	72
7.2 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων.....	74
8 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	77
8.1 Νομοθεσία προστασίας περιβάλλοντος.....	77
8.2 Υγειονομικές διατάξεις για την επεξεργασία και διάθεση των λυμάτων....	78
9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ..	80
9.1 Εισαγωγή.....	80
9.2 Διαδικασία δειγματοληψίας.....	80
9.2.1 Είδη δειγμάτων.....	81
9.2.2 Οδηγίες δειγματοληψίας.....	81
9.2.3 Καταγραφή παρατηρήσεων.....	82
9.2.4 Δοχεία δειγματοληψίας και ποσότητες δειγμάτων.....	83
9.2.5 Συντήρηση δειγμάτων.....	84
9.2.6 Μεταφορά και αποθήκευση δειγμάτων.....	84
9.3 Μετρούμενες παράμετροι.....	86
9.3.1 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD).....	86
9.3.2 Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD).....	86
9.3.3 Φώσφορος (P).....	87
9.3.4 Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS).....	89
9.4 Μέθοδοι προσδιορισμού παραμέτρων.....	91
9.4.1 Μέθοδος προσδιορισμού βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD).91	91
9.4.2 Μέθοδος προσδιορισμού χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD)....94	94
9.4.2.1 Ανάλυση COD με σταθερό φασματοφωτόμετρο.....	94
9.4.2.2 Ανάλυση COD με φορητό φασματοφωτόμετρο.....	96
9.4.3 Μέθοδος προσδιορισμού φωσφορικών ιόντων (PO_4^{3-}).....	97
9.4.4 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS).....	99
9.5 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης των δειγμάτων.....	101
9.5.1 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου A.....	101

9.5.2 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου Β.....	103
9.5.3 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου Γ.....	105
9.6 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων.....	107
9.6.1 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Α.....	107
9.6.2 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Β.....	115
9.6.3 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Γ.....	122
10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	125
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	130
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ – ΕΙΚΟΝΕΣ – ΣΧΕΔΙΑ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΩΝ.....	146

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των μονάδων αποκεντρωμένης επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων από ξενοδοχειακές μονάδες της Βόρειας Κρήτης, στο χώρο των ξενοδοχείων. Κύριοι στόχοι είναι να απαντηθούν ερωτήματα όπως: κατά πόσο πραγματοποιείται αποκεντρωμένη βιολογική επεξεργασία, με ποιο τρόπο γίνεται, αν λειτουργεί σωστά η εγκατάσταση επεξεργασίας, ποια η ποιότητα της εκροής και πως αυτή διαχειρίζεται.

Το κατά πόσο υπάρχει εγκατάσταση βιολογικής επεξεργασίας σε κάθε ξενοδοχείο το πληροφορεί ο υπεύθυνος του εκάστοτε ξενοδοχείου. Ο τρόπος επεξεργασίας και ο έλεγχος λειτουργίας της εξακριβώνεται έπειτα από επίσκεψη σε κάθε ξενοδοχείο και συλλογή δειγμάτων λύματος από τη μονάδα επεξεργασίας. Η ποιότητας της εκροής και η απόδοση της μονάδας προκύπτει έπειτα από ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο του Πολυτεχνείου και σύγκριση των λυμάτων πριν και μετά την επεξεργασία. Ο τρόπος που διαχειρίζονται τα επεξεργασμένα λύματα γνωστοποιείται από τον υπεύθυνο της μονάδας επεξεργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Κατηγορίες αποβλήτων

Τα απόβλητα που καταλήγουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας διακρίνονται, ανάλογα με την προέλευσή τους, στις ακόλουθες κατηγορίες:

- i. Αστικά απόβλητα, που προέρχονται από οικιακά συγκροτήματα, γραφεία, καταστήματα, σχολεία, ξενοδοχεία κλπ.
- ii. Απόβλητα βιομηχανιών και βιοτεχνιών, που διοχετεύονται στο αποχετευτικό σύστημα χωρίς (ή μετά από) μερική επεξεργασία.
- iii. Επιφανειακά νερά απορροής, δηλαδή τα νερά της βροχής μαζί με τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων, που καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα.
- iv. Νερά διήθησης-εισροής, που δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητάς του (αρμοί αγωγών, σημεία με φθορές) και που προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα και τα νερά επιφανειακής απορροής. [7]

2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Εκτός από την ποσότητα των υγρών αποβλήτων που φτάνουν στη μονάδα επεξεργασίας πρέπει να είναι γνωστή και η σύστασή τους. Η κατανόηση της φύσης των υγρών αποβλήτων κρίνεται ως απαραίτητη γνώση για το σχεδιασμό και την κατανόηση της λειτουργίας των διαδικασιών συλλογής, επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης αυτών, καθώς και γενικότερα για τη διαδικασία μηχανικής διαχείρισης της περιβαλλοντικής ποιότητας.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων διακρίνονται σε φυσικά, χημικά και βιολογικά.

2.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι τα στερεά που περιέχουν, η θολότητα, το χρώμα, η θερμοκρασία και η οσμή

Στερεά

Τα ολικά στερεά (Total Solids-TS) που βρίσκονται στα λύματα μπορεί να είναι διαλυμένα, κολλοειδή και αιωρούμενα. Τα διαλυμένα στερεά έχουν διαστάσεις μικρότερες από 0,01 μμ και δεν αποτελούν διακριτή φάση από την υγρή φάση των λυμάτων. Τα κολλοειδή έχουν διαστάσεις από 0,01 έως 1 μμ και είναι ομοιόμορφα διασπαρμένα μέσα στην υγρή φάση, αλλά αποτελούν μια ξεχωριστή στερεά φάση. Τα κολλοειδή σωματίδια είναι συχνά υπεύθυνα σε μεγάλο ποσοστό για το χρώμα, τη θολότητα και το BOD των λυμάτων. Τα αιωρούμενα στερεά έχουν μεγαλύτερες από τα κολλοειδή και αποτελούν επίσης μια ξεχωριστή στερεά φάση.

Στην περίπτωση των αστικών λυμάτων γίνονται προσδιορισμοί δύο κύριων κατηγοριών στερεών. Η μία είναι τα ολικά στερεά και η άλλη τα αιωρούμενα στερεά(Suspended Solids-SS). Τα ολικά στερεά προσδιορίζονται με εξάτμιση της υγρής φάσης και τα αιωρούμενα στερεά προσδιορίζονται από τη μάζα του υλικού που κατακρατείται μετά από διήθηση δια μέσου φίλτρου με ανοίγματα πόρων 2 μμ ή και λιγότερο. Η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας σε ολικά στερεά και της περιεκτικότητας σε αιωρούμενα στερεά εκφράζεται ως περιεκτικότητα σε διαλυμένα στερεά(Dissolved Solids-DS).

Τα αιωρούμενα στερεά παρουσιάζουν μεγάλη σημασία από άποψη ρύπανσης περιβάλλοντος διότι κατά τη διοχέτευση των αποβλήτων σε έναν υδάτινο φορέα συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας στρώμα λάσπης και αναερόβιες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα. Τα διαλυμένα στερεά προκαλούν τη θολότητα του αποδέκτη.

Όλα τα είδη στερεών αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Κατά τη θέρμανση του δείγματος στους 600 °C τα οργανικά συστατικά εξαερώνονται ενώ τα ανόργανα μένουν σα στάχτη.

Θολότητα

Η θολότητα είναι ένα μέτρο της ικανότητας του νερού για εκπομπή φωτός και συνιστά μια ανάλυση που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ποιότητας των αποβλήτων και σχετίζεται κυρίως με τα κολλοειδή υλικά και τα υπολείμματα των αιωρούμενων υλικών. Η μέτρηση της θολότητας βασίζεται στη σύγκριση της έντασης του φωτός που υφίσταται διάχυση περνώντας διαμέσου ενός δείγματος, με το φως που υφίσταται διάχυση κατά τη διέλευσή του από ένα πρότυπο αιώρημα, κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

Η θολότητα του νερού αποτελεί το αμεσότερα αντιληπτό χαρακτηριστικό των νερών και μειώνει την αισθητική τους αξία και την χρήση τους για αναψυχή. Επιπλέον, εμποδίζει τη διείσδυση του φωτός, πράγμα που μειώνει την παραγωγή της φυτικής τροφής με επιπτώσεις σε όλο το υδρόβιο οικοσύστημα. Συγχρόνως αποτελεί βασικό δείκτη του βαθμού ευτροφισμού των λιμνών χαρακτηρίζοντας τη συγκέντρωση των κολλοειδών.

Χρώμα

Με τον όρο πραγματικό χρώμα αναφερόμαστε στο χρώμα του δείγματος μετά από αφαίρεση των σωματιδίων που προκαλούν θολότητα ενώ με τον όρο φαινομενικό χρώμα αναφερόμαστε στο χρώμα του αρχικού δείγματος. Το χρώμα είναι ενδεικτικό της ηλικίας και προέλευσης των αποβλήτων. Απόβλητα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν γκρίζο χρώμα, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν μαύρο χρώμα. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το γκρι, το σκούρο γκρι και το μαύρο χρώμα των υγρών αποβλήτων οφείλεται στη δημιουργία σουλφιδίων μετάλλων, τα οποία σχηματίζονται όταν τα σουλφίδια που παράγονται κάτω από αναερόβιες συνθήκες αντιδρούν με τα μέταλλα των υγρών αποβλήτων.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι γενικά μεγαλύτερη από αυτή του πόσιμου νερού εξαιτίας τις προσθήκης ζεστού νερού από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Συνήθως κυμαίνεται από 10°C μέχρι 22°C και είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το μεγαλύτερο μέρος του έτους με εξαίρεση τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού.

Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι μια σημαντική παράμετρος εξαιτίας της επίδρασής της στο βιολογικό και χημικό χαρακτήρα τους. Αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει:

- Ανάπτυξη των μικροοργανισμών που ευνοούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες
- Επιτάχυνση των βιολογικών διεργασιών
- Μείωση της διαλυτότητας των αερίων στη μάζα των αποβλήτων, κυρίως του οξυγόνου
- Επιτάχυνση των χημικών αντιδράσεων

Η διοχέτευση θερμών αποβλήτων σε έναν υδάτινο φορέα οδηγεί σε σοβαρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου του φορέα τόσο λόγω της μειωμένης διαλυτότητας του οξυγόνου σε υψηλές θερμοκρασίες, όσο και λόγω του αυξημένου ρυθμού κατανάλωσής του στις βιολογικές διεργασίες. Παράλληλα επιδρά αρνητικά στο οικοσύστημα του φορέα προκαλώντας το θάνατο ωφέλιμων οργανισμών με ταυτόχρονη ανάπτυξη ανεπιθύμητων οργανισμών.

Οσμή

Οι οσμές στα αστικά λύματα δημιουργούνται τις περισσότερες φορές εξαιτίας της αποσύνθεσης οργανικού υλικού ή λόγω προσθήκης ορισμένων ουσιών. Τα φρέσκα υγρά απόβλητα έχουν μια διακριτική, κάπως δυσάρεστη οσμή, η οποία είναι πολύ λιγότερο ενοχλητική από ότι η οσμή των υγρών αποβλήτων που έχουν υποστεί αναερόβια αποσύνθεση. Η πλέον χαρακτηριστική οσμή των αποβλήτων που έχουν υποστεί σήψη είναι αυτή που τους προσδίδει το υδρόθειο, το οποίο

παράγεται από αναερόβιους μικροοργανισμούς που μετατρέπουν τα θειικά σε σουλφίδια.

Οι οσμές εκτιμάται ότι αποτελούν το χαρακτηριστικό που δημιουργεί και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο κοινό που σχετίζεται με κάποιο τρόπο με τη λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Στο παρελθόν, σε πολλές περιοχές, σχέδια έχουν απορριφθεί εξαιτίας διαμαρτυριών σχετικά με το θέμα των οσμών.

2.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

Τα χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι πολύ πιο σημαντικά από τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και δίνουν μια πιο αντιπροσωπευτική εικόνα του γενικού χαρακτήρα τους. Κατατάσσονται στα οργανικά συστατικά, τα ανόργανα συστατικά και τα αέρια.

2.2.2.1 Οργανικά συστατικά

Τα κυριότερα οργανικά συστατικά των αποβλήτων είναι τα ακόλουθα:

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και εκτός από τα αστικά περιέχονται και σε βιομηχανικά απόβλητα. Είναι μακρομοριακές ασταθείς ενώσεις αποτελούμενες κυρίως από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο που αποσυντίθεται εύκολα από τους μικροοργανισμούς. Όταν περιέχονται σε μεγάλες ποσότητες στα απόβλητα προκαλούνται έντονες δυσοσμίες λόγω της αποσύνθεσής τους.

Υδρογονάνθρακες

Οι υδρογονάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Ορισμένοι διασπώνται εύκολα από μικροοργανισμούς (ζάχαρες), ενώ άλλοι δυσκολότερα (άμυλο).

Λιπίδια

Τα λιπίδια περιέχονται στα αστικά απόβλητα αφού αποτελούν συστατικά των τροφών του ανθρώπου αλλά και στα νερά επιφανειακής απορροής από την έκπλυση των δρόμων (λάδια, πετρέλαια κλπ). Είναι ενώσεις που αποτελούνται κυρίως από υδρογονάνθρακες και δεν διαλύονται στη μάζα των αποβλήτων. Τα πιο σημαντικά λιπίδια είναι τα λάδια και λίπη.

Η τυπική σύσταση των αστικών αποβλήτων είναι 40-60% πρωτεΐνες, 25-50% υδρογονάνθρακες και 10% λιπίδια.

Επιφανειακά ενεργές ουσίες

Περιέχονται στα αστικά αλλά και στα βιομηχανικά απόβλητα σαν συστατικά των απορρυπαντικών, σαπουνιών κλπ. Είναι μακρομοριακές ενώσεις διαλυτές στη μάζα των αποβλήτων και δρουν στη διαχωριστική επιφάνεια υγρού-αέρα δημιουργώντας αφρούς. Ορισμένες δεν διασπόνται από μικροοργανισμούς, ενώ άλλες είναι παράλληλα και τοξικές.

Φαινόλες

Περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και δεν διασπόνται σε μεγάλες συγκεντρώσεις ($>500\text{mg/l}$)

Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα

Είναι τοξικές ενώσεις επικίνδυνες για όλες τις μορφές ζωής και καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα με τις απορροές γεωργικών περιοχών.

Από άποψη ρύπανσης περιβάλλοντος, όταν οι οργανικές ουσίες διοχετευτούν σε έναν υδάτινο φορέα, οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στα απόβλητα ή το φορέα τις χρησιμοποιούν ως τροφή καταναλώνοντας παράλληλα το διαλυμένο οξυγόνο του φορέα. Όταν ο ρυθμός κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου ξεπεράσει την ικανότητα επανοξυγόνωσης του φορέα και η συγκέντρωσή του

γίνει μικρότερη από κάποια τιμή, ανατρέπεται η ισορροπία του οικοσυστήματος του φορέα με αποτέλεσμα το θάνατο ψαριών και τη δημιουργία σηπτικών συνθηκών. Εκτός από τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, που είναι η κύρια επίπτωση διοχέτευσης οργανικών ουσιών στο περιβάλλον, άλλα προβλήματα είναι η δημιουργία επιφανειακού αντιασθητικού στρώματος από τα λιπίδια, ενδεικτικού της ρύπανσης (που παράλληλα δυσκολεύει τη μεταφορά του οξυγόνου και του ηλιακού φωτός στο φορέα), η δημιουργία αφρών από τις επιφανειακά ενεργές ουσίες και ο άμεσος θάνατος οργανισμών από τις τοξικές ουσίες.

2.2.2.1.1 Μέτρηση οργανικού φορτίου

Η μέτρηση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων είναι πρακτικά αδύνατη εξαιτίας της πολύπλοκης σύστασής τους. Έτσι σαν μέτρο των οργανικών συστατικών, αλλά και γενικότερα του ρυπαντικού φορτίου τους, χρησιμοποιείται η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση των οργανικών συστατικών τους. Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του οργανικού φορτίου στα απόβλητα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες παράμετροι.

i. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand – BOD)

Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες. Η οξείδωση αυτή δίνεται παραστατικά από την αντίδραση:



Η διαδικασία αυτή είναι σχετικά αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά σε 20 ημέρες (οξείδωση σε τελικά προϊόντα 95-99%), οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται BOD. Στη συνηθισμένη πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες (BOD_5), στις οποίες οξειδώνονται οι απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60-70% των συνολικών οργανικών ουσιών.

ii. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand – COD)

Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό από ισχυρό οξειδωτικό μέσο σε όξινες συνθήκες. Συνήθως η τιμή του είναι μεγαλύτερη από αυτή του BOD καθώς όλα τα οργανικά μόρια οξειδώνονται χημικά. Το βασικό πλεονέκτημα του COD είναι ο σχετικά γρήγορος προσδιορισμός του (περίπου 3 ώρες) που επιτρέπει και την ανάλογα γρήγορη χρήση των σχετικών πληροφοριών.

iii. Συνολικά απαιτούμενο οξυγόνο (Total Oxygen Demand – TOD)

Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για τη χημική οξείδωση των οργανικών (και ορισμένων ανόργανων) ουσιών σε τελικά σταθερά προϊόντα σε θερμοκρασία 900 °C και με παρουσία καταλύτη (Pt). Επειδή η μέτρησή του γίνεται σε λιγότερο από 5 λεπτά και το TOD σαν απαίτηση οξυγόνου είναι μεγαλύτερο τόσο από το COD όσο και από το BOD τείνει αν χρησιμοποιείται τελευταία σαν παράμετρος απαίτησης οξυγόνου.

iv. Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο (Theoretical Oxygen Demand – ThOD)

Είναι το οξυγόνο που απαιτείται θεωρητικά για την οξείδωση κάποιας οργανικής ουσίας και υπολογίζεται από το μοριακό τύπο της ουσίας αυτής.

v. Ολικός οργανικός άνθρακας (Total Organic Carbon – TOC)

Εκτός από το οξυγόνο χρησιμοποιείται και ο άνθρακας σαν μέτρο των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου, αφού είναι το κύριο συστατικό τους και η βασική πηγή απαίτησης οξυγόνου. Ο άνθρακας εκφράζεται με τις παραμέτρους TOC και ThOC που είναι το αντίστοιχο του ThOD αλλά με βάση των άνθρακα. Το TOC βασίζεται στη μέτρηση του CO₂ που παράγεται κατά την πλήρη οξείδωση του άνθρακα των οργανικών ουσιών σε υψηλή θερμοκρασία και με παρουσία καταλύτη.

2.2.2.2 Ανόργανα συστατικά

Στα λύματα υπάρχουν όλα τα συστατικά του νερού από το οποίο έχουν προκύψει καθώς και επιπλέον συστατικά τα οποία εισάγονται κατά την παραγωγή τους. Τα ανόργανα συστατικά των υγρών αποβλήτων είναι τα ακόλουθα.

i. Άζωτο (N) και Φώσφορος (P)

Τα στοιχεία αυτά είναι από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών. Γι' αυτό και για τη βιολογική επεξεργασία είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας ελάχιστης ποσότητας και από τα δύο αυτά στοιχεία. Έλλειψη αυτής της ελάχιστης συγκέντρωσης μπορεί να προκαλέσει την ανάγκη ακόμα και προσθήκης τους ως μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας. Από την άλλη φαινόμενα όπως αυτό του ευτροφισμού καθιστούν απαραίτητη τη μέτρηση των συγκεντρώσεων των δυο αυτών στοιχείων μιας και αποτελεί σημαντική παράμετρο της ποιότητας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Τέλος καθώς η ανάγκη επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων κυρίως στη γεωργία έχει αυξηθεί υπάρχει η σκέψη αποφυγής μείωσης της συγκέντρωσης αζώτου και φωσφόρου στα λύματα που θα επαναχρησιμοποιηθούν για άρδευση καλλιεργειών αντικαθιστώντας μερικώς τη χημική ρύπανση.

Το άζωτο συναντάται στα αστικά απόβλητα είτε σαν οργανικό N (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα) είτε σαν αμμωνιακό N (άλατα NH_4^- ή NH_3)

Ο φώσφορος συναντάται στα αστικά απόβλητα είτε σαν ανόργανος P σαν ορθοφωσφορικά (PO_4^{3-} , HPO_4^{3-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$) και λιγότερο σαν πολυφωσφορικά (π.χ. $\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$, $\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$) είτε σαν οργανικός P σε μικρότερες ποσότητες απ' ότι ο ανόργανος.

ii. pH

Το pH είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των αποβλήτων, από το οποίο εξαρτάται ένα πλήθος φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών που γίνονται στο υδάτινο περιβάλλον. Οι αυξομειώσεις του μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις διεργασίες αυτές δημιουργώντας ανεπιθύμητες καταστάσεις.

Το pH επηρεάζει σχεδόν όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας (χημική και βιολογική επεξεργασία, απολύμανση, επεξεργασία λάσπης κ.τ.λ.) και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς (διάβρωσης) σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό κ.τ.λ. επειδή πολλές διαδικασίες απαιτούν ορισμένες τιμές pH για τη βέλτιστη απόδοσή τους κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχός του τόσο στο σχεδιασμό όσο και για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

iii. Αλκαλικότητα

Η αλκαλικότητα των αποβλήτων είναι σημαντική παράμετρος γιατί ρυθμίζει το pH των αποβλήτων και κατά συνέπεια επηρεάζει διάφορες διεργασίες επεξεργασίας. Εκφράζεται συνήθως σε mg/l CaCO₃.

iv. Χλωριούχα

Περιέχονται στα αστικά απόβλητα από το πόσιμο νερό και τα ανθρώπινα απόβλητα αλλά και σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα.

Η διοχέτευσή τους σε ένα υδάτινο φορέα γενικά δε δημιουργεί πρόβλημα ρύπανσης. Η παρουσία τους σε μεγάλες συγκεντρώσεις, και όταν το νερό του φορέα χρησιμοποιείται για ύδρευση, δίνει στο νερό υφάλμυρη γεύση.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας η κύρια επίδραση της παρουσίας των χλωριούχων στα απόβλητα είναι η μείωση διαλυτότητας του οξυγόνου. Επηρεάζει επίσης τον προσδιορισμό του COD και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

v. Ενώσεις θείου

Το θείο είναι βασικό συστατικό των ζώντων οργανισμών και βρίσκεται στα αστικά απόβλητα σε διάφορες μορφές, εκ των οποίων η σημαντικότερη είναι το SO₄⁻² λόγω της αναγωγής του σε H₂S και H₂SO₄. Η παρουσία του H₂S στα απόβλητα έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση δυσάρεστων οσμών αλλά και την καταστροφή της διάταξης καύσης του παραγόμενου αερίου κατά την αναερόβια χώνευση λάσπης λόγω της διαβρωτικής του ικανότητας. Το κύριο πρόβλημα της παρουσίας του H₂SO₄ είναι η διάβρωση που προκαλεί στους αγωγούς αποχέτευσης.

vi. Τοξικά συστατικά – Βαρέα μέταλλα

Καταλήγουν στα απόβλητα κυρίως από βιομηχανική δραστηριότητα και λιγότερο από οικιακή χρήση. Τα βαρέα μέταλλα, σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, είναι απαραίτητα για τη ζωή σημαντικών ειδών μικροοργανισμών (ιχνοστοιχεία). Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις γίνονται τοξικά για διάφορους οργανισμούς.

Η διοχέτευση τοξικών ουσιών σε έναν υδάτινο φορέα ή σε κάποια βιολογική διεργασία επεξεργασίας επιφέρει το θάνατο πολλών οργανισμών με τις ανάλογες συνέπειες.

2.2.2.3 Αέρια

Εκτός από τα αέρια που προαναφέρθηκαν στα απόβλητα περιέχονται και άλλα αέρια με μεγάλη σπουδαιότητα να έχουν κυρίως το O₂ και κατά δεύτερο λόγο το CH₄.

i. Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen – DO)

Είναι το πιο σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό ενός υδάτινου φορέα, καθώς η παρουσία του εξασφαλίζει την ύπαρξη ζωής σε αυτόν. Γι' αυτό το λόγο αποτελεί βασική παράμετρο ελέγχου ρύπανσης των υδάτινων φορέων. Το οξυγόνο έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό που μειώνεται σημαντικά με την άνοδο της θερμοκρασίας, την μείωση της καθαρότητάς του και την μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης. Το διαλυμένο οξυγόνο στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητο για τις αερόβιες βιολογικές διεργασίες για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων από τους μικροοργανισμούς και διατηρείται στα απαραίτητα για κάθε διεργασία επίπεδα με ειδικές διατάξεις αερισμού ή με φυσικές διαδικασίες. Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι το διαλυμένο οξυγόνο είναι βασική παράμετρος σχεδιασμού των παραπάνω διεργασιών αλλά και παράμετρος ελέγχου λειτουργίας τους.

ii. Μεθάνιο (CH₄)

Το μεθάνιο σχηματίζεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από ειδικούς μικροοργανισμούς και συνήθως δεν περιέχεται στα απόβλητα γιατί η παρουσία οξυγόνου δεν επιτρέπει το σχηματισμό του. Παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας από την αναερόβια χώνευση της λάσπης και γίνεται εκμετάλλευσή του για παραγωγή ενέργειας, εξαιτίας του μεγάλου ποσού ενέργειας που παράγεται κατά την καύση του. Επειδή είναι εύφλεκτο αέριο μπορεί να προκαλέσει έκρηξη στους αγωγούς αποχέτευσης και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

2.2.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στα απόβλητα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί αφενός χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των αποβλήτων και αφετέρου μπορεί να προκαλέσουν εξάπλωση ασθενειών μέσω του νερού.

2.2.3.1 Κατηγορίες και είδη μικροοργανισμών

Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την πηγή του άνθρακα που χρησιμοποιούν ως τροφή σε αυτοτροφικούς και ετεροτροφικούς και ανάλογα με την παρουσία ή όχι οξυγόνου στο περιβάλλον που αναπτύσσονται σε αερόβιους, αναερόβιους και αερόβιους-αναερόβιους. Τα βασικότερα είδη μικροοργανισμών που ενδιαφέρουν στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι τα ακόλουθα.

i. Βακτήρια

Η δράση και η σημασία τους στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η πλειονότητα των διεργασιών οφείλεται στη δράση τους, την ποικιλομορφία των συνθηκών κάτω από τις οποίες βρίσκονται και την ικανότητά τους να πολλαπλασιάζονται με ταχύτατους ρυθμούς όταν υπάρχει επαρκής τροφή και τα απαραίτητα θρεπτικά. Τα ετεροτροφικά βακτήρια έχουν μεγάλη σπουδαιότητα στις βιολογικές διαδικασίες επεξεργασίας γιατί καταναλώνουν σαν τροφή τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων.

ii. Μύκητες

Η δραστηριότητά τους είναι εξίσου σημαντική για τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων με αυτή των βακτηρίων. Είναι κυρίως σαπροφυτικοί οργανισμοί οι οποίοι καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες και αναπτύσσονται ακόμα και σε περιοχές μειωμένης υγρασίας, χαμηλού pH και μικρών συγκεντρώσεων θρεπτικών. Γενικά υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των μυκήτων και των βακτηρίων με τους μύκητες να ακολουθούν χρονικά την ανάπτυξη των βακτηρίων αλλά να επικρατούν μακροπρόθεσμα.

iii. Πρωτόζωα

Τα πρωτόζωα είναι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούν σαν τροφή βακτήρια, κολλοειδή στερεά, άλλα πρωτόζωα και άλλους μικροοργανισμούς, απαλλάσσοντας έτσι τα απόβλητα από αυτά.

iv. Άλγη

Η παρουσία των αλγών είναι πρωταρχικής σημασίας στη βιολογική επεξεργασία με λίμνες σταθεροποίησης, λόγω της ικανότητάς τους να παράγουν οξυγόνο με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, που χρησιμοποιείται από τα βακτήρια για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών.

v. Μαλακόστρακα, Τροχοφόρα

Είναι μικροοργανισμοί που τρέφονται με βακτήρια, άλγη και οργανικές ουσίες. Επειδή επιζούν σε υψηλές συγκεντρώσεις DO η παρουσία τους αποτελεί ένδειξη νερού καλής ποιότητας.

vi. Ιοί

Είναι σωματίδια – παράσιτα που δραστηριοποιούνται μόνο όταν προσκολληθούν σε κάποιο ζωντανό φορέα, τον οποίο μολύνουν προκειμένου να αναπαραχθούν. Η δραστηριότητα τους δεν έχει καμία επίδραση στην επεξεργασία των αποβλήτων

αλλά αποτελούν μια ομάδα παθογόνων μεγάλης σημασίας για την υγεία των ζώντων οργανισμών και γι' αυτό η απομάκρυνσή τους από τα απόβλητα είναι απαραίτητη.

2.2.3.2 Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί περιέχονται στα αστικά απόβλητα σαν προϊόντα αποβολών ασθενών ή φορέων ασθενειών και μπορούν να μεταφέρουν και να προκαλέσουν ασθένειες μέσω του νερού στον άνθρωπο, όπως χολέρα, δυσεντερία, τυφοειδή πυρετό, ηπατίτιδα κ.λπ.

Στον Πίνακα 2-1 συνοψίζονται οι σημαντικότεροι ρυπαντές των υγρών αποβλήτων καθώς και οι λόγοι απομάκρυνσής τους από τη μάζα των αποβλήτων.

Πίνακας 2-1: Σημαντικότεροι ρυπαντές των αστικών αποβλήτων και λόγοι απομάκρυνσής τους[9]

Ρυπαντές	Λόγοι απομάκρυνσης
Αιωρούμενα στερεά (SS)	Δημιουργία αποθέσεως λάσπης και αναερόβιων συνθηκών
Βιοαποδομήσιμες οργανικές ουσίες	Μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και δημιουργία σηπτικών συνθηκών
Παθογόνοι μικροοργανισμοί	Εξάπλωση ασθενειών
Θρεπτικά συστατικά	Ανάπτυξη ανεπιθύμητων οργανισμών για τον υδάτινο φορέα
Βαρέα μέταλλα	Σε μεγάλες συγκεντρώσεις επιφέρουν θάνατο κάποιον οργανισμών λόγω τοξικότητας
Διαλυμένα ανόργανα συστατικά	Απαραίτητη η απομάκρυνσή τους όταν τα επεξεργασμένα λύματα προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση

Είναι πλέον φανερό ότι ο χαρακτηρισμός της ποιοτική σύστασης των αποβλήτων, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει το σχεδιασμό μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που

ενδιαφέρουν στο σχεδιασμό είναι η περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο (BOD_5 , COD), τα αιωρούμενα στερεά (TSS), το άζωτο και ο φώσφορος. Στον Πίνακα 2-2 παρουσιάζονται οι περιοχές τιμών και οι τυπικές τιμές των παραμέτρων αυτών ανά κάτοικο ανά ημέρα[1] ενώ στον επόμενο Πίνακα 2-3 δίνονται οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις που έχουν μετρηθεί σε αστικά λύματα.

Πίνακας 2-2: Περιοχή τιμών και τυπικές τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών αποβλήτων που παράγονται από αστικές περιοχές (gr/κάτοικο/ημέρα)

Παράμετρος	Περιοχή τιμών	Τυπική τιμή
Οργανικό φορτίο		
BOD_5	50-120	80
COD	110-195	190
Αιωρούμενα στερεά	60-150	90
Άζωτο		
Αμμωνιακό	5-12	7,6
Οργανικό	4-10	5,4
Ολικός φώσφορος	2,7-4,5	3,2

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-3 έχουν υπολογιστεί για αστικά λύματα που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, δηλαδή από κατοικίες, εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης, ιδρύματα και εγκαταστάσεις αναψυχής. [1]

Πίνακας 2-3: Περιοχή τιμών και τυπικές τιμές συγκεντρώσεων βασικών παραμέτρων σε αστικά λύματα (mg/l)

Παράμετρος	Περιοχή τιμών	Τυπική τιμή
BOD_5	110-400	220
COD	250-1000	500
SS	100-350	220
Ολικό-N	20-85	40
Ολικό-P	4-15	8

2.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Ο υπολογισμός της παροχής που δέχεται μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι σημαντικός για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη σωστή λειτουργία της μονάδας. Ο προσδιορισμός των διαφόρων μεγεθών που αφορούν τον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού είτε γίνεται αναλυτικά είτε, συνηθέστερα, με τη βοήθεια της βιβλιογραφίας, κάνοντας ορισμένες παραδοχές και απλοποιήσεις ως προς την κατανάλωση νερού και παραγωγή ρυπαντικού φορτίου για κάθε περίπτωση.

2.3.1 Παροχή υγρών αποβλήτων

Τα αστικά λύματα μπορεί να προέρχονται από κατοικίες, από εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης (ξενοδοχεία, εστιατόρια κ.λπ.), από ιδρύματα (σχολεία) και από εγκαταστάσεις αναψυχής (κατασκηνώσεις). Η παροχή των αποβλήτων από κάθε μια πηγή εξαρτάται από τον αριθμό των ατόμων που εξυπηρετούνται. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, η παροχή των αποβλήτων είναι δυνατόν να παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή. Στον πίνακα 2-4 παρουσιάζονται οι περιοχές τιμών και οι τυπικές τιμές για την παροχή των αποβλήτων σε αστικές περιοχές ανάλογα με το είδος της πηγής. [1]

Πίνακας 2-4: Περιοχή τιμών και τυπικές τιμές παροχής αστικών λυμάτων ανάλογα με την προέλευσή τους (L/κάτοικο/ημέρα)

Προέλευση	Περιοχή τιμών	Τυπική τιμή
Κατοικία	110-230	170
Ξενοδοχείο		
Πελάτης	150-230	190
Εργαζόμενος	30-50	38
Εστιατόριο	30-38	34
Σχολείο	19-64	42
Κατασκήνωση	130-190	170

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1 Αποκεντρωμένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί ένα σημαντικό μέτρο για τον περιορισμό των επιπτώσεων από τη διάθεσή τους σε διάφορους αποδέκτες. Με το όρο λύματα αναφερόμαστε είτε στα υγρά απόβλητα από τις κατοικίες (οικιακά λύματα) είτε στα υγρά απόβλητα από τις συνήθεις δραστηριότητες μιας πόλης (αστικά λύματα). Όταν τα αστικά λύματα περιέχουν σημαντικά ποσοστά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων καλούνται υγρά αστικά απόβλητα. Τα οικιακά και αστικά λύματα υπόκεινται σε κοινή επεξεργασία λόγω των μικρών διαφοροποιήσεων που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά τους και κατ' επέκταση αντιμετωπίζονται ως μια κοινή κατηγορία λυμάτων. Σε αυτή την κατηγορία τοποθετούνται και τα υγρά λύματα των ξενοδοχειακών μονάδων.

Η επεξεργασία που είναι απαραίτητη εξαρτάται τόσο από την παροχή των λυμάτων όσο και από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διασφαλίζονται για τον αποδέκτη διάθεσής τους. Όταν η παροχή των διατιθέμενων λυμάτων είναι μικρή, είναι δυνατό να επαρκεί το δυναμικό του φυσικού αυτοκαθαρισμού του αποδέκτη και να μην απαιτείται κάποια επεξεργασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλές φορές οι διεργασίες που εμπλέκονται στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι ίδιες με εκείνες που συμβαίνουν στα μηχανικά ή συμβατικά συστήματα επεξεργασίας όπως είναι η καθίζηση, το φιλτράρισμα, η προσρόφηση, η χημική οξείδωση, η βιολογική αποδόμηση και άλλα. Συνήθως όμως τα πράγματα είναι διαφορετικά και απαιτείται επεξεργασία προκειμένου να μην παρατηρείται υποβάθμιση της ποιότητας του αποδέκτη. Τα υγρά απόβλητα, λοιπόν, πρέπει να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να αμβλύνονται οι επιπτώσεις στους αποδέκτες.

Τα αστικά λύματα συλλέγονται και συγκεντρώνονται προς επεξεργασία στις διάφορες εγκαταστάσεις μέσω του δικτύου αποχέτευσης. Η διαδικασία αυτή καλείται κεντρική επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις

απομακρυσμένων οικισμών ή συγκροτημάτων οικιών ή ξενοδοχείων όπου είναι αδύνατη η διέλευση του δικτύου αποχέτευσης. Στις περιπτώσεις αυτές η επεξεργασία των παραγόμενων λυμάτων γίνεται από μονάδες που εγκαθιστούν οι ίδιοι οι ιδιοκτήτες των εν λόγω κατοικιών. Η επεξεργασία αυτή καλείται αποκεντρωμένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν και προτιμάται στις ακόλουθες κυρίως περιπτώσεις :

- Όταν η λειτουργία και διαχείριση των ήδη υπαρχόντων συστημάτων πρέπει να βελτιωθεί.
- Όταν μεμονωμένα ενυπάρχοντα συστήματα αστοχούν και η κοινότητα που εξυπηρετείται αδυνατεί να αντεπεξέλθει στο κόστος ενός εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης υγρών αποβλήτων.
- Όπου οι κατοικίες που θέλουμε να εξυπηρετηθούν είναι απομακρυσμένες από το υπάρχον δίκτυο.
- Όπου υπάρχει δυνατότητα χρήσης των επεξεργασμένων αποβλήτων.
- Όπου η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας είναι περιορισμένη και η επέκτασή τους περιορίζεται από οικονομικούς παράγοντες.
- Όταν η ποσότητα των εκροών που διατίθεται στο περιβάλλον από τα ήδη υπάρχοντα κεντρικά συστήματα πρέπει να περιοριστεί για οικολογικούς λόγους.
- Όταν η επέκταση των εγκαταστάσεων συλλογής και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων θα περιελάμβανε και άσκοπη δαπάνη από τις κατοικίες.
- Όπου η πυκνότητα των κατοικιών είναι αραιή.
- Όταν συγκεκριμένα συστατικά των υγρών αποβλήτων επεξεργάζονται ή μεταβάλλονται καταλληλότερα στο σημείο όπου δημιουργούνται. [1]

Ο στόχος κατά την επεξεργασία των λυμάτων, όπως προαναφέρθηκε, είναι να διαχωριστούν τα επικίνδυνα για το περιβάλλον και τον άνθρωπο συστατικά. Ως επικίνδυνα και βλαβερά συστατικά των αποβλήτων θεωρούνται τα ογκώδη αντικείμενα, η άμμος, τα μικρού μεγέθους στερεά που αιωρούνται στη μάζα των αποβλήτων (αιωρούμενα στερεά), τα οργανικά συστατικά (λίπη, υδατάνθρακες,

πρωτεΐνες κ.α.), οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και τα θρεπτικά στοιχεία (άζωτο και φώσφορος).

3.2 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων

Η γραμμή επεξεργασίας των λυμάτων έγκειται σε δύο βασικά βήματα. Το πρώτο αφορά την επεξεργασία των αποβλήτων και το δεύτερο την επεξεργασία της λάσπης. Ειδικότερα στο πρώτο βήμα απομακρύνονται από την υγρή μάζα όλες οι επιβλαβείς για τον αποδέκτη ουσίες, ενώ στο δεύτερο επεξεργάζονται οι ουσίες αυτές και διατίθενται στο περιβάλλον.

Η διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων ακολουθεί μια σειρά από διάφορα στάδια. Το κάθε στάδιο μπορεί να περιλαμβάνει φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες απομάκρυνσης των διαφόρων ουσιών από τα λύματα. Στις φυσικές η απομάκρυνση γίνεται με την εκμετάλλευση των φυσικών χαρακτηριστικών των λυμάτων, στις χημικές γίνεται με προσθήκη χημικών ουσιών και στις βιολογικές με κάποια βιολογική διεργασία.

3.2.1 Στάδια και διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων

3.2.1.1 Προεπεξεργασία

Σκοπός της προεπεξεργασίας είναι η προστασία των επόμενων κύριων διαδικασιών επεξεργασίας καθώς και η βελτιστοποίηση της απόδοσής τους.

Στην προεπεξεργασία χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι:

- i. Εσχάρωση: απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων με χρήση σχαρών
- ii. Άλεση: θρυμματισμός των ογκωδών αντικειμένων σε πολύ μικρού μεγέθους στερεά
- iii. Εξάμμωση: απομάκρυνση κόκκων άμμου και άλλων σωματιδίων διαμέτρου μεγαλύτερης από 200 μ
- iv. Λιποσυλλογή: απομάκρυνση ελαίου και λιπών

v. Εξισορρόπηση παροχής: εξασφάλιση ομοιόμορφης φόρτισης των επόμενων μονάδων επεξεργασίας

3.2.1.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Σκοπός της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των στερεών από τα λύματα. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία ως πρωτοβάθμια επεξεργασία κρίνεται αυτή που επιτυγχάνει την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών κατά τουλάχιστον 50% της ποσότητας των εισερχόμενων λυμάτων και την τιμή του BOD κατά τουλάχιστον 20%.

Στόχος είναι η απομάκρυνση των στερεών αλλά και των κολλοειδών στερεών. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στο στάδιο αυτό είναι:

- i. Καθίζηση – Επίπλευση: απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων στερεών μεγέθους 0,1 – 0,001 mm
- ii. Χημική επεξεργασία και καθίζηση: απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών που δεν απομακρύνονται με απλή καθίζηση. Πραγματοποιείται με προσθήκη χημικών ουσιών στα λύματα για τη δημιουργία συσσωμάτων τα οποία απομακρύνονται με καθίζηση

3.2.1.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Σκοπός της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου των λυμάτων με βιολογικές διεργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί που καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες. Στη συνέχεια οι μικροοργανισμοί απομακρύνονται από τα απόβλητα με καθίζηση ή κάποια άλλη διαδικασία. Στη φάση αυτή έχουμε απομάκρυνση του οργανικού φορτίου 80-85%.

Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους που χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες ανάλογα με το αν οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε αιώρηση μέσα στα λύματα (ενεργός ιλύς, λίμνες) ή προσκολλημένοι σε κάποια επιφάνεια (βιολογικά φίλτρα, βιολογικοί δίσκοι).

- i. Σύστημα ενεργού ιλύος: περιλαμβάνει αερισμό για την οξείδωση των οργανικών ουσιών και καθίζηση για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών
- ii. Λίμνες: οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες κάτω από αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Το οξυγόνο προστίθεται είτε με διατάξεις αερισμού είτε μέσα από τη φυσική διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Η απομάκρυνση των μικροοργανισμών γίνεται με καθίζηση είτε στις ίδιες τις λίμνες είτε σε ξεχωριστές μονάδες καθίζησης και απομάκρυνσης.
- iii. Βιολογικά φίλτρα – Βιολογικοί δίσκοι: το βιολογικό φίλτρο περιλαμβάνει κλίνη με διηθητικό μέσο πάνω στην επιφάνεια του οποίου προσκολλώνται οι μικροοργανισμοί καταναλώνοντας τις οργανικές ουσίες των λυμάτων που ρέουν μέσα στο φίλτρο χρησιμοποιώντας οξυγόνο από την ατμόσφαιρα και δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών που αποκολλώνται από την επιφάνεια του διηθητικού μέσου και παρασύρονται από τα λύματα. Οι βιολογικοί δίσκοι λειτουργούν με ανάλογο τρόπο, όπου οι μικροοργανισμοί βρίσκονται προσκολλημένοι πάνω σε επίπεδες επιφάνειες (δίσκους) που περιστρέφονται μέσα στη μάζα των αποβλήτων σε ειδικές δεξαμενές.

3.2.1.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Σκοπός της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση ορισμένων ρυπαντικών ουσιών, κυρίως αζώτου και φωσφόρου, που δεν απομακρύνονται στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας. Η απομάκρυνση αυτή αποσκοπεί στην προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από ορισμένες ουσίες ή στην προετοιμασία των επεξεργασμένων λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση.

Στην τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Στις φυσικές περιλαμβάνονται οι:

- i. Εκρρόφηση: απομάκρυνση αμμωνίας
- ii. Διήθηση: απομάκρυνση των TS

iii. Ηλεκτροδιάλυση: απομάκρυνση DS

iv. Αντίστροφη όσμωση: απομάκρυνση DS

Στις χημικές περιλαμβάνονται οι:

i. Ιονανταλλαγή: απομάκρυνση των νιτρικών και της αμμωνίας

ii. Χημική επεξεργασία – καθίζηση: απομάκρυνση φωσφόρου

iii. Ενεργός άνθρακας: απομάκρυνση διαλυμένων οργανικών ουσιών, χλωρίου και βαρέων μετάλλων

Στις βιολογικές περιλαμβάνεται:

i. Νιτροποίηση – Απονιτροποίηση: απομάκρυνση ενώσεων αζώτου

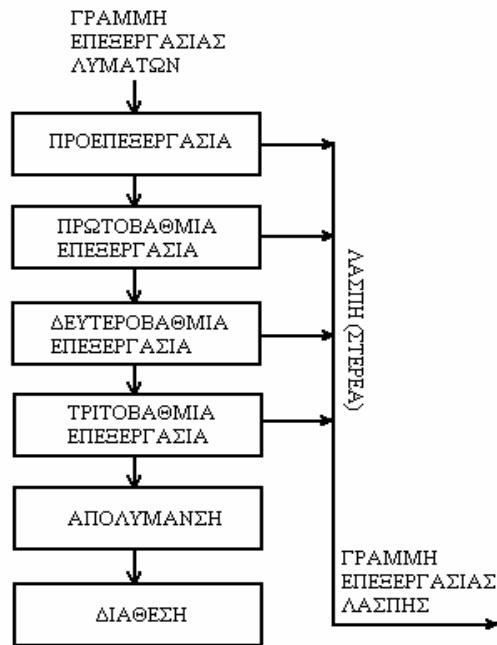
3.2.1.5 Απολύμανση

Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των λυμάτων ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού του αποδέκτη. Είναι το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας και το μοναδικό με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση γίνεται με τη χρήση χημικών ουσιών όπως χλώριο, όζον, βρώμιο, διοξείδιο του χλωρίου κ.λπ. ή με φυσικά μέσα όπως η θερμότητα και η ακτινοβολία. Το πιο συνηθισμένο μέσο απολύμανσης είναι το χλώριο.

3.2.1.6 Διάθεση

Η τελική διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να γίνει σε έναν υδάτινο φορέα ή στο έδαφος επιφανειακά ή υπεδάφια. Εκτός από την απλή απόρριψή τους στο περιβάλλον τα επεξεργασμένα λύματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν κυρίως για άρδευση.

Μια τυπική γραμμή επεξεργασίας λυμάτων φαίνεται στο σχήμα 3-1



Σχήμα 3-1: Στάδια επεξεργασίας λυμάτων

3.3 Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία λυμάτων

Ο σχεδιασμός των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων, απαιτεί τη γνώση διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με την κινητική των αντιδράσεων οι οποίες λαμβάνουν χώρα. Ταχύτητα μιας αντίδρασης r είναι ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης των ουσιών dC/dt που παίρνουν μέρος σε αυτή, ως αποτέλεσμα της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Όταν η αντίδραση γίνεται σε αντιδραστήρα σταθερού όγκου, τότε η ταχύτητά της είναι:

$$r = \pm \frac{dC}{dt}$$

Το πρόσημο (+) δείχνει αύξηση και το (-) δείχνει μείωση της συγκέντρωσης της ουσίας που αντιδρά.

Οι χημικές αντιδράσεις έχουν ταχύτητες που είναι ανάλογες των συγκεντρώσεων των ουσιών που αντιδρούν. Έτσι διακρίνονται σε διάφορες τάξεις, απλές μορφές των οποίων δίνονται παρακάτω:

1. Μηδενικής τάξης: $A \rightarrow B$

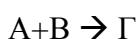
$$\frac{dC_A}{dt} = \pm k \quad \text{ή} \quad C_A = C_{A_0} - kt$$

2. Πρώτης τάξης: $A \rightarrow B$

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A \quad \text{ή} \quad C_A = C_{A_0} e^{-kt}$$

3. Δεύτερης τάξης: $A + A \rightarrow \Gamma$

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A^2 \quad \text{ή} \quad \frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A_0}} + kt$$



$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A C_B$$

Όπου dC_A/dt : η ταχύτητα αντίδρασης της ουσίας A

C_A : η συγκέντρωση της ουσίας A σε χρόνο $t=$

C_{A_0} : η συγκέντρωση της ουσίας A σε χρόνο $t=0$

k : η σταθερά της αντίδρασης

Στις αντιδράσεις με βιολογικούς αντιδραστήρες, αντί για C_A , χρησιμοποιούμε το L, με το οποίο συμβολίζουμε το BOD.

Η σταθερά k εκφράζει όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης, εκτός από τις συγκεντρώσεις των ουσιών που αντιδρούν.

Οι αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται στις διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας λυμάτων είναι:

i. Κλειστός αντιδραστήρας πλήρους ανάμιξης (Batch Reactor). Στο είδος αυτό δεν υπάρχει εισροή και εκροή και το περιεχόμενο αναδεύεται πλήρως.

ii. Αντιδραστήρας σωληνοειδούς ροής (Plug-Flow Reactor). Σε αυτό το είδος τα στοιχειώδη σωματίδια του υγρού, εισέρχονται ομοιόμορφα κατανεμημένα στη

διατομή του αντιδραστήρα, διατηρούν σταθερές ταχύτητες κατά τη διέλευσή τους μέσα από αυτόν και εξέρχονται επίσης ομοιόμορφα κατανεμημένα. Η μεταβολή στη συγκέντρωση λόγω της αντίδρασης γίνεται κατά μήκος του αντιδραστήρα.

iii. Αντιδραστήρας συνεχούς ροής με πλήρη ανάμιξη (Continuous Flow Stirred Tank Reactor – CSTR). Στο είδος αυτό τα στοιχειώδη σωματίδια του υγρού εισέρχονται στον αντιδραστήρα και διασπείρονται ομοιόμορφα, λόγω της ανάμιξης, σε όλο τον όγκο του. Η συγκέντρωση στον αντιδραστήρα θεωρείται ίδια με αυτή της εκροής.

3.4 Επιλογή συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας

Η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας λυμάτων απαιτεί ιδιαίτερη διερεύνηση από το μελετητή για κάθε περίπτωση. Πρόκειται για μια τεχνικοοικονομική διαδικασία που συνοψίζεται στα ακόλουθα στάδια:

- i. Εκτίμηση των χαρακτηριστικών και ποσοτήτων των λυμάτων για τον επιθυμητό χρόνο ζωής του έργου.
- ii. Προσδιορισμός των προδιαγραφών που πρέπει να πληρούν τα χαρακτηριστικά των λυμάτων που θα διοχετεύονται σε ένα συγκεκριμένο αποδέκτη. Οι προδιαγραφές αυτές ορίζονται από κάποιο νόμο ή σε περίπτωση απουσίας νομικού πλαισίου από ειδική διερεύνηση της δυνατότητας του αποδέκτη να δεχθεί λύματα συγκεκριμένης ποσότητας και ποιότητας.
- iii. Εξέταση όλων των πιθανών εναλλακτικών λύσεων, που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους τοπικούς παράγοντες. Τέτοιοι παράγοντες είναι το κλίμα, οι εδαφολογικές συνθήκες, η πρόσβαση σε συγκοινωνιακό δίκτυο, η θέση εκροής των αποβλήτων στον αποδέκτη, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές κ.λπ.
- iv. Τεχνικοοικονομική εξέταση των λύσεων που επιλέχθηκαν αρχικά. Περιλαμβάνει τον καθορισμό των κριτηρίων σχεδιασμού των διαφόρων μονάδων

επεξεργασίας, τη διαστασιολόγηση των διάφορων μονάδων ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος και την ανάλυση του κόστους κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης των εναλλακτικών λύσεων ώστε να επιλεχθεί η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.

Η παρουσίαση της τελικής λύσης περιλαμβάνει επιπλέον το γενικό διάγραμμα ροής της εγκατάστασης με τις διάφορες μονάδες, το υδραυλικό προφίλ της εγκατάστασης με τις στάθμες των διαφόρων μονάδων στη μέση και μέγιστη παροχή καθώς επίσης και ισοζύγια μάζας για BOD και SS για την εγκατάσταση και για κάθε μονάδα ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.1 Προεπεξεργασία λυμάτων

Η προεπεξεργασία αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Σε περίπτωση που δεν σχεδιαστεί σωστά επηρεάζει την απόδοση των επόμενων σταδίων επεξεργασίας. Σκοπός της προεπεξεργασίας είναι η απομάκρυνση του ευμεγέθους υλικού, της άμμου και άλλων συστατικών ή χαρακτηριστικών όπως λίπη και έλαια. Επίσης σε μερικές περιπτώσεις σκοπός είναι και η διαμόρφωση συνθηκών που βελτιώνουν την απόδοση των επόμενων σταδίων επεξεργασίας, όπως η εξισορρόπηση της παροχής των λυμάτων.

Το στάδιο της επεξεργασίας περιλαμβάνει έναν αριθμό από φυσικές διεργασίες. Τέτοιες είναι η άντληση για ανύψωση των λυμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης ώστε να εξασφαλίζεται ροή με βαρύτητα στα επόμενα στάδια, εξισορρόπηση της παροχής, μέτρηση της παροχής, εσχαρισμός των λυμάτων, αμμοσυλλογή και λιποσυλλογή.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην περιοχή της προεπεξεργασίας είναι αναγκαίο να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση πιθανών οσμών. Οι οσμές προέρχονται κυρίως από τα λύματα τα οποία έχουν υποστεί σήψη αλλά και από τα εσχαρίσματα και την ελαφρά ανάδευση των λυμάτων.

4.1.1 Εσχάρωση

Σκοπός της εσχάρωσης είναι η απομάκρυνση των ογκωδών στερεών των λυμάτων όπως κουρέλια, κομμάτια ξύλων, κλαδιά κ.λπ., τα οποία μπορεί να φράξουν και να καταστρέψουν τις αντλίες και τον υπόλοιπο μηχανικό εξοπλισμό της εγκατάστασης επεξεργασίας. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί και σε επόμενα στάδια για την απομάκρυνση των αιρούμενων στερεών. Η απομάκρυνση των

στερεών γίνεται με τη συγκράτησή τους σε σχάρες κατά τη διέλευση των λυμάτων από αυτές.

Είδη σχαρών

Βασική σχεδιαστική παράμετρος των σχαρών είναι το μέγεθος των διακένων τους, το οποίο καθορίζεται από το μέγεθος των στερεών που πρέπει να συγκρατηθούν και με βάση το οποίο διακρίνονται σε χονδρές, λεπτές και μικροσχάρες. Στον πίνακα 4-1 φαίνονται οι εφαρμογές και το μέγεθος των διάκενων της κάθε κατηγορίας. Επίσης ανάλογα με το σχήμα των ράβδων, οι σχάρες διακρίνονται σε επίπεδες ή καμπύλες.

Πίνακας 4-1: Είδη και εφαρμογές σχαρών [7]

Είδος σχάρας	Μέγεθος διακένων mm	Στάδιο εφαρμογής	Σκοπός
Χονδρές	20-150	Προεπεξεργασία	Συγκράτηση ογκωδών αντικειμένων ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος φραξίματος ή ζημιάς αντλιών, βανών, σωληνώσεων και λοιπού εξοπλισμού εγκαταστάσεων.
Λεπτές	3-6	Προεπεξεργασία Πρωτοβάθμια επεξεργασία	Όπως και στις χονδρές σχάρες με επιπλέον συγκράτηση αιωρούμενων στερών.
Μικροσχάρες	0,02-0,3	Τριτοβάθμια επεξεργασία	Συγκράτηση υπόλοιπων αιωρούμενων στερεών μετά από δευτεροβάθμια επεξεργασία.

Χονδρές σχάρες

Είναι ο βασικός τύπος σχάρας που χρησιμοποιείται στην προεπεξεργασία των αστικών λυμάτων. Αποτελούνται από μια σειρά από χαλύβδινες ράβδους τοποθετημένες παράλληλα και σε σταθερές αποστάσεις (διάκενα) μεταξύ τους. Διακρίνονται σε απλές και μηχανικές σχάρες.

i. Απλές σχάρες

Οι απλές σχάρες χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων για παροχές $1000\text{m}^3/\text{d}$ [2], μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και ως παρακαμπτήρια διάταξη που αντικαθιστά τη μηχανική σχάρα όταν αυτή χρειάζεται επισκευή ή συντήρηση. Επίσης, η απλή σχάρα χρησιμοποιείται και για προεσχάρωση δηλαδή πριν τη μηχανική εσχάρωση. Το κανάλι της σχάρας είναι ορθογώνιο και οριζόντιο με ελαφρά κλίση προς τα κατάντη. Οι ράβδοι τοποθετούνται σχηματίζοντας γωνία 30° έως 80° (συνήθως 60°) με τη διεύθυνση της ροής, ώστε να διευκολύνεται η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών. Εμπειρικά για κάθε 1000 κατοίκους αναλογεί 0,15 έως 0,20 m^2 βυθισμένης επιφάνειας σχάρας. [2]

Οι απλές σχάρες μειονεκτούν σε σχέση με τις μηχανικές διότι απαιτούν συχνό καθαρισμό, εργασία κουραστική και δυσάρεστη, ενώ παράλληλα σε περιόδους μεγάλων παροχών φράζουν εύκολα με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής ανάντη της σχάρας, την αναστροφή της ροής, τη λειτουργία του αγωγού εισόδου υπό πίεση αλλά και την πρόκληση δυσοσμίας. Για την αποφυγή της αναστροφής της ροής, ο πυθμένας του καναλιού της σχάρας τοποθετείται πιο κάτω από τη στέψη του αγωγού εισόδου.

ii. Μηχανικές σχάρες

Οι μηχανικές σχάρες χρησιμοποιούνται για παροχές άνω των $1000 \text{ m}^3/\text{d}$ [2]. Η απομάκρυνση των συγκρατούμενων στερεών γίνεται με ειδική μηχανική διάταξη, που τίθεται σε κίνηση αυτόματα όταν η διαφορά στάθμης ανάντη και κατάντη της σχάρας φθάσει σε ένα ορισμένο όριο ή που λειτουργεί σε τακτά χρονικά διαστήματα ή και συνέχεια. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο δεύτερος τρόπος υστερεί

του πρώτου διότι μπορεί να τεθεί σε λειτουργία νωρίτερα απ' ότι χρειάζεται ή αργότερα, όταν η σχάρα έχει ήδη φράξει.

Υπάρχουν πολλοί τύποι μηχανικών σχαρών στο εμπόριο. Οι κυριότεροι παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται από το μελετητή για τη σωστή επιλογή μιας σχάρας είναι οι διαστάσεις του καναλιού της, οι μεταβολές του βάθους ροής, ο όγκος και τα χαρακτηριστικά των συγκρατούμενων στερεών, το πλάτος των διακένων και ο τρόπος λειτουργίας της σχάρας.

Λεπτές σχάρες

Οι λεπτές σχάρες χρησιμοποιούνται συνήθως στην επεξεργασία αστικών αποβλήτων που περιέχουν και βιομηχανικά απόβλητα και πολλές φορές αντικαθιστούν την πρωτοβάθμια καθίζηση. Οι λεπτές σχάρες διακρίνονται σε σταθερές και περιστρεφόμενες και το βασικό τους μειονέκτημα είναι το μεγάλο τους κόστος.

Μικροσχάρες

Οι μικροσχάρες χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των υπόλοιπων αιωρούμενων στερεών μετά από δευτεροβάθμια επεξεργασία και όταν αναμένεται πρόβλημα αυξημένων συγκεντρώσεων στερεών.

4.1.2 Εξισορρόπηση

Η εξισορρόπηση έχει ως στόχο να εξομαλύνει τη διακύμανση της παροχής των λυμάτων ή τη διακύμανση στη συγκέντρωση διαφόρων χαρακτηριστικών. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται κυρίως στην περιοδικότητα των καθημερινών δραστηριοτήτων του πληθυσμού. Η εξισορρόπηση επιτυγχάνεται με κράτηση των λυμάτων σε κατάλληλες δεξαμενές όπου η ανάμιξη με άλλους όγκους λυμάτων που παρουσιάζουν μικρότερα επίπεδα συγκεντρώσεως έχει ως αποτέλεσμα την άμβλυνση των αιχμών.

Η εξισορρόπηση της παροχής είναι μια τεχνική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναβάθμιση παλαιοτέρων εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

Στις δεξαμενές εξισορρόπησης θα πρέπει να εξασφαλίζεται ένα επίπεδο ανάμιξης για παρεμπόδιση της καθίζησης των στερεών καθώς επίσης και αερόβιες συνθήκες για την αποφυγή δημιουργίας σηπτικών συνθηκών.

Σε μερικές περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητη η εξισορρόπηση μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία και πριν τη βιολογική επεξεργασία. Η εξισορρόπηση μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία προκαλεί λιγότερα προβλήματα από τις αποθέσεις στερεών και από τη συσσώρευση αφρού.

4.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία – απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών

Τα λύματα που έχουν υποστεί προεπεξεργασία, έχουν απαλλαγεί από την πλειοψηφία των μεγάλων σε μέγεθος στερεών και των επιπλεόντων. Παρόλα αυτά, υπάρχουν στη μάζα τους οργανικά και ανόργανα σωματίδια, μεγέθους 0,1 – 0,001 mm σε αιώρηση τα οποία μπορούν να απομακρυνθούν με καθίζηση. Η απομάκρυνση των σωματιδίων αυτών πριν τη βιολογική επεξεργασία, επιφέρει μείωση του BOD_5 κατά 25 – 40% και των αιωρούμενων στερεών κατά 50 – 70%. Η μείωση αυτή προορίζεται για τις επόμενες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας ή τον τελικό αποδέκτη, εφόσον η επεξεργασία που γίνεται είναι μόνο πρωτοβάθμια.

4.2.1 Αρχή λειτουργίας - Είδη καθίζησης

Η απομάκρυνση λόγω καθίζησης βασίζεται στη διαφορά πυκνότητας μεταξύ των σωματιδίων και του υγρού, που οδηγεί στην κατακάθιση των αιωρούμενων στερεών. Ανάλογα με τη φύση των στερεών που βρίσκονται σε αιώρηση διακρίνουμε τρία είδη καθίζησης.

1. Καθίζηση τύπου I ή αλλιώς καθίζηση διακεκριμένων σωματιδίων η οποία παρατηρείται σε περιπτώσεις μικρών συγκεντρώσεων σωματιδίων, τα οποία καθιζάνουν ως διακεκριμένες οντότητες, δηλαδή χωρίς να σχηματίζουν συσσωματώματα ή άλλου τύπου ενότητες με άλλα σωματίδια, διατηρώντας αναλλοίωτες τις φυσικές τους ιδιότητες κατά τη διεργασία.
2. Καθίζηση τύπου II ή αλλιώς καθίζηση συσσωματωμένων στερεών κατά την οποία τα αιωρούμενα σωματίδια συσσωματώνονται και η καθίζησή τους

συνοδεύεται από αλλαγές στην πυκνότητα και την ταχύτητα καθίζησης. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η πρωτοβάθμια καθίζηση αστικών λυμάτων.

3. Καθίζηση τύπου III ή αλλιώς καθίζηση ζώνης όπου τα σωματίδια δημιουργούν ένα πλέγμα που καθιζάνει ενιαία, δημιουργώντας μια διεπιφάνεια στην υγρή φάση.
4. Καθίζηση τύπου IV γνωστή και ως συμπύκνωση και λαμβάνει χώρα σε περιπτώσεις πολύ μεγάλων συγκεντρώσεων αιωρούμενου υλικού όπου τα σωματίδια βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους.

Η τυπική πρωτοβάθμια καθίζηση των αστικών λυμάτων αντιστοιχεί στη δίοδο των προεπεξεργασμένων λυμάτων δια μέσου μιας δεξαμενής, όπου επικρατούν συνθήκες σχετικής ηρεμίας και επιτυγχάνεται διαχωρισμός με καθίζηση και επίπλευση, καθιζανόντων στερεών και επιπλέοντος υλικού.

Η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών λαμβάνει χώρα σε δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (ΔΠΚ). Οι ΔΠΚ είναι ορθογώνιες, κυκλικές ή σπανιότερα τετράγωνες. Στις μικρές εγκαταστάσεις συναντώνται δεξαμενές Imhoff και σηπτικές δεξαμενές

4.2.2 Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης (ΔΠΚ)

Η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης αποτελεί την πρώτη βασική μονάδα καθαρισμού ύστερα από την προεπεξεργασία στις προηγούμενες εγκαταστάσεις. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στη σημαντική ελάττωση της ταχύτητας ροής των λυμάτων με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα αιωρούμενα σωματίδια να καθιζάνουν στον πυθμένα.

Οι δεξαμενές καθίζησης είναι είτε ορθογώνιες με οριζόντια ροή των υγρών κατά μήκος της μεγάλης πλευράς, είτε κυκλικές με ακτινωτή ροή των λυμάτων από το κέντρο στην περιφέρεια, είτε τέλος κωνικές με λοξή ροή των λυμάτων από την κορυφή προς τα πάνω και έξω.

Εφόσον η δεξαμενή μελετηθεί σωστά και λειτουργεί κανονικά, επιτυγχάνεται απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών (40-70%) και μείωση του BOD (25-40%) ανάλογα με το χρόνο συγκράτησης.

Η λάσπη που καθιζάνει στον πυθμένα έχει σημαντικό οργανικό φορτίο και γι' αυτό πρέπει να απομακρύνεται συνεχώς με μηχανική αλυσίδα ή ξέστρα διότι αν

παραμείνει, μετά από διάστημα μερικών ωρών, θα αρχίσει η αναερόβια αποδόμηση και η δημιουργία σοβαρών δυσοσμιών.[5]

Παράμετροι σχεδιασμού ΔΠΚ

Οι κύριες παράμετροι υπολογισμού των διαστάσεων των ΔΠΚ είναι:

1. Ο χρόνος παραμονής
2. Η επιφανειακή φόρτιση
3. Η ταχύτητα ροής στον πυθμένα των ΔΠΚ
4. Η απομάκρυνση των SS και του BOD

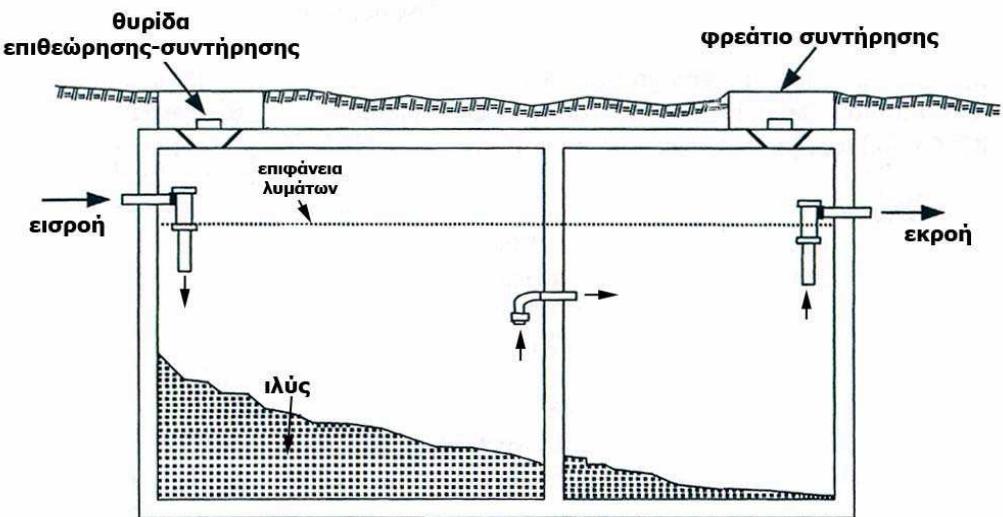
Οι ΔΠΚ που περιγράφηκαν χρησιμοποιούνται κυρίως στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των αστικών αποβλήτων όπου οι παροχές των λυμάτων είναι μεγάλες σε σχέση με τις παροχές των λυμάτων στις μικρές εγκαταστάσεις επεξεργασίας των λυμάτων των ξενοδοχείων. Στις μικρές εγκαταστάσεις, όπου εξυπηρετείται μικρότερος πληθυσμός, χρησιμοποιούνται κυρίως σηπτικές δεξαμενές και δεξαμενές Imhoff.

4.2.3 Σηπτική δεξαμενή

Χρήση και μορφή

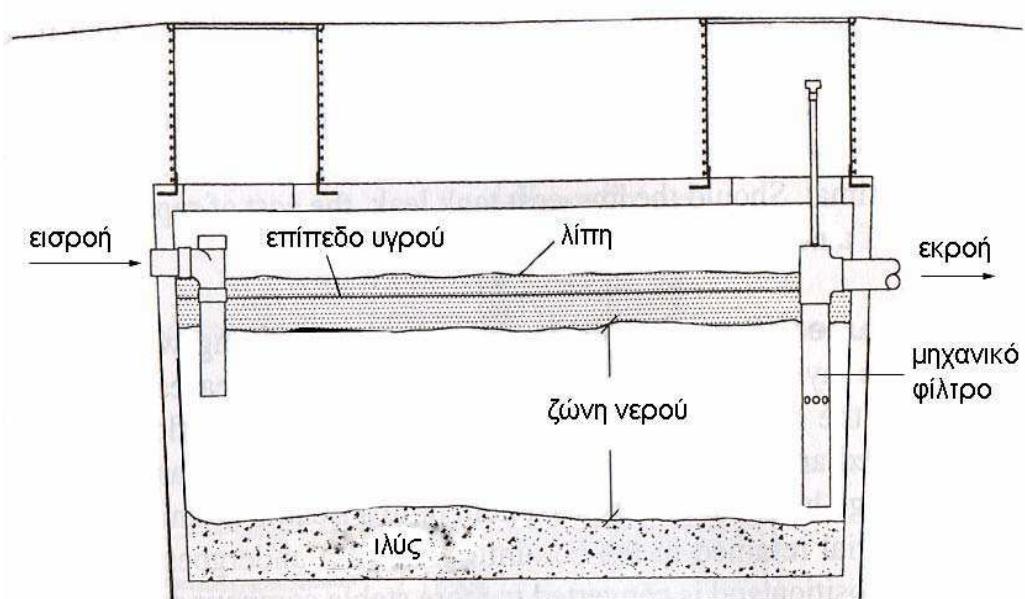
Η σηπτική δεξαμενή χρησιμοποιείται κυρίως στα μικρά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, πριν την τελική τους διάθεση στο υπέδαφος (απορροφητικό βόθρο, υπεδάφιο απορροφητικό πεδίο κ.λπ.). Πρόκειται για μονοθάλαμη ή συνήθως διθάλαμη ορθογωνική δεξαμενή, στην οποία γίνεται καθίζηση μέρους των αιωρούμενων στερεών με ταυτόχρονη αναερόβια χώνευση της λάσπης στον προβλεπόμενο όγκο του πυθμένα. Τα διερχόμενα από τη σηπτική δεξαμενή λύματα, ενώ απαλλάσσονται από μέρος του αιωρούμενου υλικού, ταυτόχρονα εμπλουτίζονται με τεμάχια σηπόμενης λάσπης, τα οποία παρασύρονται στην επιφάνεια με φυσαλίδες και με τα δύσοσμα αέρια της αποσύνθεσης. Ενώ λοιπόν η απορροή της σηπτικής δεξαμενής είναι βελτιωμένη από την καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων, έχει επιβαρυνθεί με σηπτική χλωρίδα και αναδίδει δυσοσμία και για το λόγο αυτό δε μπορεί να γίνει

επιφανειακή διάθεση. Στις ακόλουθες εικόνες φαίνονται ενδεικτικά σχήματα σηπτικών δεξαμενών.



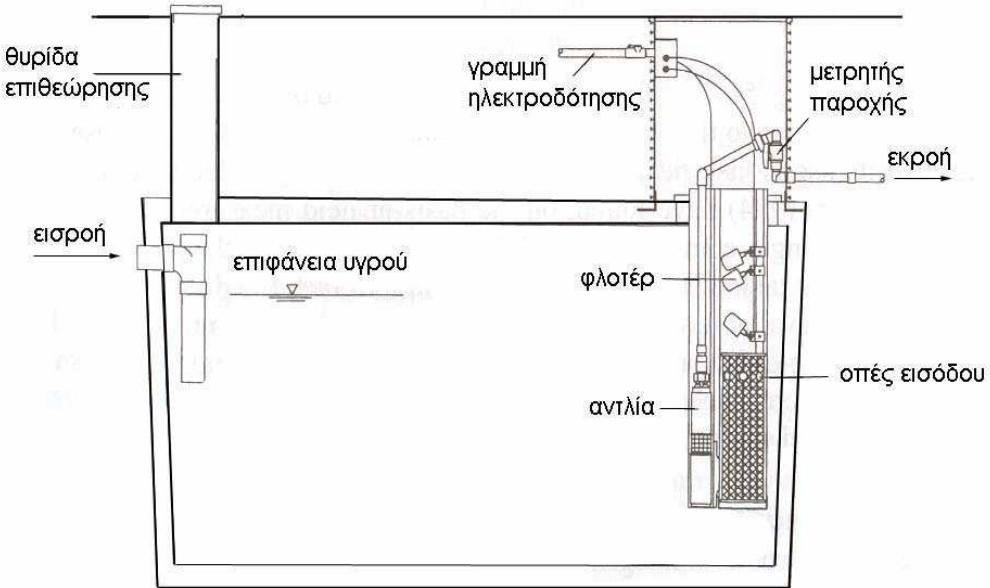
Eikόνα 4-1

Στην εικόνα 4-1 φαίνεται μια κλασική σηπτική δεξαμενή δυο χώρων.



Eikόνα 4-2

Στην εικόνα 4-2 φαίνεται μια σηπτική δεξαμενή με ενσωματωμένο μηχανικό φίλτρο στην εκροή.



Eikόνα 4-3

Στην εικόνα 4-3 φαίνεται μια σηπτική δεξαμενή με μηχανικό φίλτρο και αντλία στην εκροή.

Χωρητικότητα και διαστάσεις

Όσον αφορά τον υπολογισμό της χωρητικότητας της σηπτικής δεξαμενής λαμβάνονται υπ' όψη:

1. Η μέση ημερήσια παροχή των λυμάτων
2. Ο χρόνος συγκέντρωσης, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 24 ώρες για κατοικίες και μικρές εγκαταστάσεις ενώ για μεγάλες εγκαταστάσεις περιορίζεται σε 12 ή και 8 ώρες
3. Ο όγκος για τη συγκέντρωση και χώνευση της λάσπης, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 100 λίτρα το άτομο το χρόνο

Ο όγκος για τη λάσπη προκύπτει από τη συχνότητα αφαιρέσεως που φαίνεται ενδεικτικά στον πίνακα 4-2.

Πίνακας 4-2 : Στοιχεία υπολογισμού σηπτικών δεξαμενών[5]

Είδος εγκατάστασης	Ελάχιστη χωρητικότητα, l/άτομο			Ελάχιστος χρόνος εκκένωσης
	Για μέση 24ωρη κατανάλωση	Για αποθήκευση	Σύνολο	

		λάσπης		της λάσπης (χρόνια)
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	1/2
4. Σχολεία				
Ημερήσια	50	25	75	1/2
Οικοτροφεία	100	50	150	1/2
5. Κατασκηνώσεις	75	50	125	1/2

Μια μονοθάλαμη σηπτική δεξαμενή δεν μπορεί να έχει χωρητικότητα μικρότερη των 2 m^3 ενώ αν η δεξαμενή έχει περισσότερους θαλάμους η χωρητικότητα του πρώτου θα πρέπει να είναι τουλάχιστο ίση με τα $2/3$ της συνολικής χωρητικότητας ή των 2 m^3 .

Η διαστασιολόγηση της σηπτικής δεξαμενής γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το μήκος να είναι 2 έως 3 φορές το πλάτος και το βάθος τουλάχιστον ίσο με $1,2 \text{ m}$ με ελεύθερο από πάνω χώρο $0,3 \text{ m}$.

Στον πίνακα 4-3 σημειώνονται ενδεικτικά οι συνιστώμενες διαστάσεις για μονοθάλαμες σηπτικές δεξαμενές.

Πίνακας 4-3 : Συνιστώμενες διαστάσεις μονοθάλαμων σηπτικών δεξαμενών[5]

Χωρητικότητα υγρών (m^3)	Εσωτερικές διαστάσεις (m)			
	Μήκος	Πλάτος	Βάθος	
			Υγρών	Συνολικό
2,00	1,85	0,90	1,20	1,50
2,50	2,10	1,00	1,20	1,50
3,00	2,30	1,10	1,20	1,50
3,50	2,45	1,10	1,30	1,60

4,00	2,50	1,20	1,35	1,65
4,50	2,80	1,20	1,35	1,65
5,00	3,10	1,20	1,35	1,65
6,00	3,30	1,35	1,35	1,65
8,00	3,35	1,50	1,50	1,90
10,00	4,00	1,70	1,50	1,90
15,00	5,40	1,85	1,50	1,90
20,00	5,80	2,30	1,50	1,95
25,00	6,10	2,50	1,65	2,10
30,00	7,00	2,60	1,65	2,10

Η σηπτική δεξαμενή πρέπει να αερίζεται καλά ούτος ώστε να επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των δύσοσμων και εύφλεκτων αερίων της αποσύνθεσης και να υπάρχουν κατάλληλα φρεάτια ελέγχου στην είσοδο και έξοδο των λυμάτων.

Θέση σηπτικής δεξαμενής

Η θέση της σηπτικής δεξαμενής συνιστάται να βρίσκεται μακριά από οποιαδήποτε πηγή ύδρευσης με ελάχιστη απόσταση ασφαλείας ίση με 15 m και απόσταση 1 m από τα θεμέλια του κτηρίου.

4.2.4 Δεξαμενή καθίζησης Imhoff

Χρήση και μορφή

Η δεξαμενή Imhoff χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες ιδιωτικές εγκαταστάσεις όπου η μέση ημερήσια παροχή είναι μεγαλύτερη από 35 m³/ημέρα, και η τελική απορροή μπορεί να διατεθεί τόσο στο υπέδαφος όσο και σε επιφανειακές εγκαταστάσεις, διότι διατηρείται νωπή και άσηπτη.

Η δεξαμενή Imhoff αποτελείται από δύο επάλληλα διαμερίσματα, το θάλαμο καθίζησης και το θάλαμο χώνευσης, που επικοινωνούν με στενή σχισμή ώστε να περνούν κάτω τα ιζήματα, χωρίς να επηρεάζονται τα διερχόμενα λύματα από τις ανερχόμενες φυσαλίδες με μικρά τεμαχίδια σηπτόμενης λάσπης, που οδηγούνται

σε αεριαγωγούς. Τα λύματα λοιπόν εξέρχονται από τη δεξαμενή έπειτα από 2 έως 6 ώρες καθίζησης, χωρίς σηπτική επιβάρυνση και σχετικά διαυγή και άοσμα.

Η δεξαμενή αυτή κατασκευάζεται συνήθως ορθογωνική. Το άνοιγμα της σχισμής είναι τουλάχιστον 12,5-15 cm και η οριζόντια επικάλυψη των άκρων 10-15 cm. Η οριζόντια επιφάνεια των αεραγωγών είναι κατά προτίμηση 25 % της ολικής επιφάνειας της δεξαμενής.[5]

Χωρητικότητα

Για τον υπολογισμό του θαλάμου καθίζησης λαμβάνεται υπόψη η μέση ημερήσια παροχή των λυμάτων και ο χρόνος καθίζησης ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 2 έως 3 ώρες για μεγάλες δεξαμενές (εξυπηρέτηση πάνω από 500 άτομα) ενώ για μικρές ίσος με 5 έως 6 ώρες.

Η χωρητικότητα του θαλάμου χώνευσης μετράται 0,40 m κάτω από τη σχισμή και υπολογίζεται για τουλάχιστο 100 l/άτομο.

Θέση δεξαμενής Imhoff

Για τη θέση της δεξαμενής Imhoff ισχύει ότι προαναφέρθηκε για τη θέση της σηπτικής δεξαμενής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ

5.1 Εισαγωγή στη βιολογική επεξεργασία

Σκοπός της βιολογικής επεξεργασίας

Τα λύματα που εξέρχονται της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας, έχουν απαλλαγεί από το μεγαλύτερο μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων που υπήρχαν στη μάζα τους, καθώς επίσης και από ένα σημαντικό ποσοστό του BOD. Παρ’ όλ’ αυτά, στη μάζα των λυμάτων υπάρχουν οργανικές ουσίες οι παραμένουν διαλυμένες ή σε λεπτό καταμερισμό. Οι κύριοι στόχοι της βιολογικής επεξεργασίας είναι η μετατροπή (οξείδωση) των διαλυμένων και σωματιδιακών βιοαποικοδομήσιμων συστατικών σε αποδεκτά τελικά προϊόντα, η συσσωμάτωση και απομάκρυνση των μη καθιζάνοντων κολλοειδών στερεών, η απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών, αζώτου και φωσφόρου, ιδιαίτερα όταν τα επεξεργασμένα λύματα προορίζονται για άρδευση και τέλος η απομάκρυνση οργανικού φορτίου.

Η βιολογική επεξεργασία αποτελεί τη συνηθέστερη μορφή δευτεροβάθμιου καθαρισμού των αστικών λυμάτων και ουσιαστικά στηρίζεται στη βιοχημική αποδόμηση και μετατροπή των διαλυμένων οργανικών ουσιών σε συσσωματώματα, τα οποία εν συνεχεία απομακρύνονται με καθίζηση.

Ο ρόλος των μικροοργανισμών

Η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου στα αστικά λύματα επιτυγχάνεται με τη χρήση μικροοργανισμών, κυρίως βακτηρίων. Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται για να οξειδώσουν τη διαλυμένη και σωματιδιακή οργανική ύλη σε απλά τελικά προϊόντα και επιπρόσθετη βιομάζα. Οι οργανικές ουσίες χρησιμοποιούνται από τους μικροοργανισμούς ως τροφή για την απόκτηση ενέργειας, η οποία είναι απαραίτητη για τη συντήρηση και αναπαραγωγή τους.

Τύποι βιολογικών διεργασιών

Οι βιολογικές διεργασίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες : τις διεργασίες αιωρούμενης βιομάζας και τις διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας. Στην πρώτη κατηγορία ανήκει το σύστημα ενεργού ιλύος (E.I.) ενώ στη δεύτερη τα βιολογικά φίλτρα και οι βιολογικοί δίσκοι.

Στις διεργασίες αιωρούμενης βιομάζας, οι μικροοργανισμοί διατηρούνται σε υγρό εναιώρημα με κατάλληλες μεθόδους ανάμιξης. Πολλές διεργασίες αιωρούμενης βιομάζας είναι αερόβιες, αλλά υπάρχουν και εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται αναερόβιοι αντιδραστήρες. Η πιο κοινή διεργασία αιωρούμενης βιομάζας, όπως προαναφέρθηκε, είναι η διαδικασία ενεργού ιλύος. Ονομάστηκε έτσι επειδή περιλαμβάνει την παραγωγή μιας ενεργοποιημένης μάζας μικροοργανισμών ικανών να σταθεροποιούν ένα απόβλητο κάτω από αερόβιες συνθήκες[2]. Στη δεξαμενή αερισμού πραγματοποιείται ανάμιξη και αερισμός των εισερχόμενων λυμάτων με το μικροβιακό εναιώρημα. Το ανάμικτο υγρό οδηγείται σε δεξαμενή καθίζησης όπου το μικροβιακό εναιώρημα καθιζάνει. Η βιομάζα που καθιζάνει, περιγράφεται ως ενεργός ιλύς εξ αιτίας της παρουσίας ενεργών μικροοργανισμών, επιστρέφει στη δεξαμενή αερισμού προκειμένου να συνεχιστεί η αποικοδόμηση του οργανικού υλικού της εισροής.

Στις διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας, οι μικροοργανισμοί είναι προσκολλημένοι σε ένα αδρανές πληρωτικό υλικό. Η οργανική ύλη και τα θρεπτικά απομακρύνονται από τα λύματα καθώς αυτά ρέουν πάνω από την προσκολλημένη βιομάζα. Οι διεργασίες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως αερόβιες ή αναερόβιες διαδικασίες. Το υλικό πλήρωσης μπορεί να είναι τελείως εμβαπτισμένο στο υγρό ή να μην είναι εμβαπτισμένο με κενό χώρο αέρα πάνω από το υγρό στρώμα της βιολογικής στοιβάδας. Οι πιο συνηθισμένες διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας είναι τα βιολογικά φίλτρα και οι βιολογικοί δίσκοι. Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι θα αναλυθούν εκτενέστερα στη συνέχεια εξαιτίας της προτίμησής τους από τους μελετητές για τις μικρές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων που συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία.

5.2 Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (Rotating Biological Contactors, RBC)

Ιστορικό

Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι αποτελούν ένα σύστημα βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων το οποίο τα τελευταία χρόνια συναγωνίζεται ικανοποιητικά τα παραδοσιακά συστήματα της ενεργούς ιλύος και των βιολογικών φίλτρων, τόσο για τα αστικά όσο και για πολλά βιομηχανικά απόβλητα.

Η θεωρητική σύλληψη του συστήματος των βιολογικών δίσκων ξεκινάει το 1900 στη Γερμανία από τον Weigant και τριάντα χρόνια αργότερα παρουσιάζονται οι πρώτες πειραματικές εγκαταστάσεις από ξύλινους και μεταλλικούς δίσκους, τόσο στην Γερμανία όσο και στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η μετέπειτα εξέλιξη του συστήματος βρίσκεται σε στενή συσχέτιση με την ανακάλυψη και δυνατότητα χρήσης διάφορων νέων υλικών κατασκευής των δίσκων. Στη δεκαετία του '60 η χρήση μεγάλων φύλλων διογκωμένης πολυυστερίνης δίνει ώθηση σε νέες έρευνες που οδηγούν στην κατασκευή εγκαταστάσεων βιολογικών δίσκων για αστικά και βιομηχανικά λύματα. Εν τούτοις οι εγκαταστάσεις αυτές είναι μικρής κλίμακας και εξυπηρετούν πληθυσμούς της τάξεως μερικών χιλιάδων κατοίκων ενώ για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις το κόστος κατασκευής των βιολογικών δίσκων σε σύγκριση με συστήματα ενεργού ιλύος είναι ακόμα πολύ υψηλό.

Η καθιέρωση του συστήματος για εγκαταστάσεις μεγαλύτερης κλίμακας επιτυγχάνεται τη δεκαετία του '70 όπου έγινε χρήση ρυτιδοειδών φύλλων αδρανούς PVC σαν υλικό κατασκευής των δίσκων, τα οποία με κατάλληλη επεξεργασία και διάταξη εξασφάλιζαν πολυάριθμα κανάλια ροής, με εσωτερικές διασυνδέσεις και μεγάλη ειδική επιφάνεια. Οι αλλεπάλληλες εξελίξεις του υλικού κατασκευής των δίσκων και οι συνεχιζόμενες προσπάθειες για τη βελτίωση της λειτουργίας του συστήματος οδήγησαν στη διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής του σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων (οικισμών έως και 100.000 κατοίκων) και βιομηχανικών λυμάτων.

Τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον για μία παρά πέρα εξέλιξη και διερεύνηση του πεδίου εφαρμογής των περιστρεφόμενων βιολογικών δίσκων έχει

γίνει πιο έντονο λόγω της ενεργειακής κρίσης. Έτσι το κύριο πλεονέκτημα του συστήματος που είναι η σχετικά μικρή απαιτούμενη ενέργεια κατά την λειτουργία του, αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα στις οικονομοτεχνικές συγκρίσεις για την επιλογή διάφορων συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων.

Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας των διατάξεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους είναι ιδιαιτέρως απλή. Πρόκειται για αερόβια διεργασία, κατά την οποία η μεταφορά του απαιτούμενου οξυγόνου στο προς επεξεργασία απόβλητο γίνεται με φυσικό, μη βεβιασμένο τρόπο και σε περιοδική βάση.

Η μονάδα των βιοδίσκων αποτελείται από μια σειρά κατακόρυφων κυκλικών δίσκων, συνήθως από ανθεκτικό συνθετικό υλικό (πχ πολυπροπυλένιο), μικρού πάχους 3-10 mm και διαμέτρου έως 3-3,5m. Οι δίσκοι περιστρέφονται γύρω από οριζόντιο άξονα σε ημικυλινδρική προκατασκευασμένη δεξαμενή, από πολυπροπυλένιο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Οι δίσκοι είναι βυθισμένοι στα λύματα κατά 40-45% και καθώς περιστρέφονται με μικρή ταχύτητα (1-3 rpm), η επιφάνειά τους έρχεται περιοδικά σε επαφή με το οργανικό φορτίο των λυμάτων και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Με τον τρόπο αυτό ευνοείται η ανάπτυξη αερόβιας βιολογικής μεμβράνης στην επιφάνειά τους. Όταν η μεμβράνη αποκτήσει ορισμένο πάχος αποκολλάται και παρασύρεται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης απ' όπου και συλλέγεται.

Η δεξαμενή των δίσκων αποτελεί δηλαδή μια δεξαμενή αερισμού με ιδιαίτερα υψηλή απόδοση και υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό οφείλεται στη συνεχή επαφή των λυμάτων με τον ατμοσφαιρικό αέρα λόγω της περιστροφής των δίσκων και της απορρόφησης οξυγόνου από το στρώμα των μικροοργανισμών που είναι προσκολλημένο στην επιφάνεια των δίσκων. Οι δίσκοι τοποθετούνται πολύ κοντά με διάκενο 1-2 cm και διακρίνονται σε ομάδες, με διαφράγματα στην ημικυλινδρική δεξαμενή. Μεταξύ των δίσκων παρεμβάλλονται ειδικοί αναδευτήρες που εμποδίζουν μέσω της ανάδευσης τις επικαθίσεις ιζημάτων και το φράξιμο των διακένων.

Περιγραφή του συστήματος

Όπως προαναφέρθηκε, ο οριζόντιος άξονας περιστρέφεται αργά ενώ οι δίσκοι είναι μερικώς βυθισμένοι στη δεξαμενή των λυμάτων. Με την περιστροφή αυτή πραγματοποιείται αλλεπάλληλη βύθιση διαδοχικών τμημάτων της επιφάνειας των δίσκων στα λύματα και μετέπειτα ανάδυσή τους και έκθεση στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Κατά την έναρξη της λειτουργίας οι μικροοργανισμοί των λυμάτων προσαρτώνται στις περιστρεφόμενες επιφάνειες, πολλαπλασιάζονται και σε διάστημα μιας περίπου εβδομάδας, όλη η επιφάνεια καλύπτεται από ένα στρώμα βιομάζας πάχους μερικών χιλιοστών.

Καθώς περιστρέφονται οι δίσκοι, κατά την ανάδυσή τους παρασέρνουν ένα λεπτό στρώμα λυμάτων στον αέρα έτσι ώστε ατμοσφαιρικό οξυγόνο να διαλύεται στο λεπτό υγρό στρώμα. Εν συνεχείᾳ, οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στην επιφάνεια προσλαμβάνουν το διαλυμένο οξυγόνο καθώς και τις οργανικές ουσίες του στρώματος των λυμάτων. Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός απόδοσης στην απομάκρυνση του οργανικού υλικού και κυμαίνεται μεταξύ 90-95% ως προς τη μείωση του BOD.

Η νέα μικροβιακή μάζα που δημιουργείται συσσωρεύεται στην επιφάνεια των δίσκων, αυξάνοντας το πάχος του στρώματος των μικροοργανισμών. Για μόνιμες συνθήκες λειτουργίας το μικροβιακό στρώμα αποκτά ένα σταθερό πάχος. Η απομάκρυνση των μικροοργανισμών προκαλείται από την επίδραση των διατμητικών δυνάμεων που ασκούνται στο μικροβιακό στρώμα κατά την περιστροφή των βιοδίσκων, με αποτέλεσμα την αποκόλληση μικρών συνόλων μικροοργανισμών. Ο τρόπος αυτός της αποκόλλησης οδηγεί στη δημιουργία μιας τραχείας και κατακερματισμένης επιφάνειας του μικροβιακού στρώματος η οποία διευκολύνει τη μεταφορά τόσο των οργανικών ουσιών όσο και του οξυγόνου. Ο τρόπος αυτής της αποκόλλησης δημιουργεί πολλά λειτουργικά πλεονεκτήματα στη μέθοδο των βιολογικών δίσκων.

Η βιομάζα που αποκολλάται από την επιφάνεια των δίσκων εισέρχεται στα λύματα της δεξαμενής και παραμένει σε αιώρηση λόγω της ανάμιξης που προκαλείται από την περιστροφή των βιοδίσκων. Έτσι οι μικροοργανισμοί

έρχονται σε επαφή με τις οργανικές ουσίες των λυμάτων και κάτω από αερόβιες συνθήκες είναι λογικό να αναμένεται ότι οι βιολογικές διεργασίες συνεχίζονται στο ανάμικτο υγρό και ότι επιτελείται περαιτέρω απομάκρυνση οργανικών ουσιών. Διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει για να εκτιμηθεί ποσοτικά η συνεισφορά των παραπάνω βιολογικών διεργασιών στην όλη απόδοση του συστήματος. Γενικά πάντως λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης των μικροοργανισμών στο ανάμικτο υγρό (της τάξεως των 100 mg/l) σε σύγκριση με την συγκέντρωση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια των δίσκων, η επίδραση των πρώτων στην απόδοση του συστήματος είναι αμελητέα και είναι δυνατόν να αγνοηθεί κατά τον σχεδιασμό.

Λόγω της παρουσίας των αιωρούμενων μικροοργανισμών στην υγρή φάση, κρίνεται αναγκαία η παρεμβολή δεξαμενών καθίζησης πριν από την τελική διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων. Η αυξημένη πυκνότητα των αιωρούμενων μικροβιακών συσσωρευμάτων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας καθίζησής τους με συνέπεια την δυνατότητα σχεδιασμού της δεξαμενής τελικής καθίζησης με σχετικά υψηλό οργανικό και υδραυλικό φορτίο. Επιπλέον στις δεξαμενές τελικής καθίζησης επιτυγχάνεται ικανοποιητική συμπύκνωση της ιλύος και είναι δυνατό σε πολλές περιπτώσεις να αποφευχθεί η εγκατάσταση παχυντών ιλύος.

Μία τυπική εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων με περιστρεφόμενους δίσκους απαρτίζεται από διάφορες εν σειρά τοποθετημένες μονάδες περιστρεφόμενων δίσκων, που η κάθε μία αποτελεί ένα διακριτό στάδιο επεξεργασίας. Τα λύματα καθώς περνούν διαδοχικά από κάθε στάδιο υφίσταται έναν προοδευτικά αυξανόμενο βαθμό καθαρισμού λόγω των μικροοργανισμών του κάθε σταδίου. Έτσι στα πρώτα στάδια, όπου συναντώνται υψηλές συγκεντρώσεις τροφής στα λύματα, η βιομάζα των δίσκων αποτελείται κυρίως από μία μεγάλη ποσότητα και ποικιλία βακτηριδίων ενώ στα επόμενα στάδια εμφανίζονται και υψηλότερες μορφές ζωής συμπεριλαμβανομένων των πρωτόζωων και των νιτροποιητικών βακτηριδίων. Στα τελευταία αυτά στάδια επεξεργασίας, όπου η βιομάζα των βιοδίσκων αποτελείται κυρίως από νιτροποιητικά βακτήρια, σκοπός είναι κυρίως η επίτευξη της νιτροποίησης και όχι η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών.

Βασικά στοιχεία σχεδιασμού

Η γενική μορφή μιας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων με βιολογικούς δίσκους δεν διαφέρει σε τίποτα από μια συμβατική μονάδα όσον αφορά τα στάδια επεξεργασίας. Διακρίνονται και εδώ τα στάδια της προεπεξεργασίας, της βιολογικής επεξεργασίας και της απομάκρυνσης ιλύος.

Το στάδιο της προεπεξεργασίας διαμορφώνεται από τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης. Συνήθως στις μικρές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων προτείνεται η κατασκευή μιας διθάλαμης ή τριθάλαμης σηπτικής δεξαμενής για λιποσυλλογή, εξισορρόπηση και πρωτοβάθμια καθίζηση. Πριν ή μετά από τη σηπτική δεξαμενή τοποθετείται μια βαθμίδα εσχάρωσης για την απομάκρυνση των ογκωδών στερεών.

Στη συνέχεια τοποθετείται η βαθμίδα των βιοδίσκων. Η βασική σχεδιαστική παράμετρος είναι το επιφανειακό φορτίο, δηλαδή η φόρτιση μάζας BOD_5 ανά τετραγωνικά μέτρα διαθέσιμης επιφάνειας δίσκων. Οι τιμές της παραμέτρου κυμαίνονται από 5-30 g BOD_5 / m^2 d, ανάλογα με τη μέση θερμοκρασία του αποβλήτου και τις απαιτήσεις καθαρισμού. Ο χρόνος παραμονής εντός της δεξαμενής είναι αρκετά μικρός και κυμαίνεται από 20-40min (ανάλογα και με το αν απαιτείται νιτροποίηση).

Ανάλογα με τις απαιτήσεις επεξεργασίας είναι δυνατό να επιτευχθεί και νιτροποίηση-απονιτροποίηση με βάση κατάλληλη επιλογή επιφανειακού φορτίου για το αμμωνιακό άζωτο, στην ίδια ή σε διαφορετικές βαθμίδες. Η νιτροποίηση είναι δυνατό να γίνει στη βασική δεξαμενή αερισμού ή σε ξεχωριστή δεξαμενή ανάλογα με την επιλογή του μελετητή.

Μετά τη δεξαμενή των βιοδίσκων ακολουθεί δεξαμενή καθίζησης. Έχουν αναπτυχθεί ειδικές κατασκευές για την καθίζηση με σκοπό τη μεγιστοποίηση εξοικονόμησης χώρου. Η δεξαμενή καθίζησης είναι συνήθως και αυτή προκατασκευασμένη και δίνει αρκετά σταθεροποιημένη λάσπη.

Η περίσσεια λάσπης, είναι αρκετά σταθεροποιημένη, παρά τους μικρούς υδραυλικούς χρόνους παραμονής, κυρίως εξ' αιτίας της αρκετά υψηλής συγκέντρωσης MLVSS (mixed-liquor volatile suspended solids, αιωρούμενα πτητικά στερεά του μικτού υγρού) στη δεξαμενή βιοδίσκων. Σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους η ποσότητα της δραστικής βιομάζας στο σύστημα

διακρίνεται σε δύο μορφές, προσκολλημένη στους δίσκους και κατανεμημένη στο υγρό της δεξαμενής. Γι αυτό αν και οι συγκεντρώσεις MLVSS είναι της τάξης των 900-1.000mg/l στην πραγματικότητα πρέπει συνυπολογιστούν οι ενεργοί μικροοργανισμοί του επί των δίσκων στρώματος. Κατά συνέπεια, ενώ η ονομαστική ηλικία λάσπης είναι 3-5 ημέρες, παρουσιάζει ιδιότητες ανάλογες με τη λάσπη παρατεταμένου αερισμού.

Σε μικρές μονάδες προτιμάται η αποθήκευση της λάσπης σε ξεχωριστή δεξαμενή ή σε θάλαμο σηπτικής δεξαμενής στην είσοδο της μονάδας.

Χαρακτηριστικά λειτουργίας

Η απουσία μηχανικών διατάξεων αερισμού έχει ως αποτέλεσμα την απουσία θορύβου από τη λειτουργία του συστήματος. Παράλληλα οι υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου και η συνεχής επαφή των λυμάτων με τον ατμοσφαιρικό αέρα έχουν σα συνέπεια την εξάλειψη των οσμών κατά τη λειτουργία της μονάδας.

Η γεωμετρία και η μορφή της επιφάνειας των δίσκων αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο για τη λειτουργία του συστήματος. Δίσκοι με ανώμαλη επιφάνεια η οποία ευνοεί την ανάπτυξη και συγκράτηση του στρώματος των μικροοργανισμών, μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την παραμονή των μικροοργανισμών στο στρώμα αυτό για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από την ωφέλιμη ζωή τους. Επίσης δίσκοι με πτυχωτή επιφάνεια, εξασφαλίζουν μεν μεγαλύτερη ωφέλιμη επιφάνεια ελαχιστοποιώντας τον απαιτούμενο όγκο, αλλά προκαλούν προβλήματα αύξησης του στρώματος των μικροοργανισμών πέραν των 2-3mm, τα οποία αποτελούν το βέλτιστο πάχος για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών στη βάση του στρώματος.

Ο πίνακας 5-1 παρουσιάζει τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας τυπικής μονάδας βιολογικών δίσκων.

Πίνακας 5-1: Βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά μονάδας βιολογικών δίσκων.[10]

Επιφανειακή φόρτιση	25 gBOD ₅ /m ² d 4 NH ₃ /m ² d
Υδραυλικός χρόνος παραμονής	30 min
pH (βιολογίας/εξόδου)	7,5-8
Διαλυμένο οξυγόνο στη δεξαμενή βιοδίσκων	6-7 mg/l
Διαλυμένο οξυγόνο στην εκρροή	4-6mg/l
Φορτίο λάσπης (U=F/M)	0,3-0,5
Πάχος στρώματος μικροοργανισμών	2mm
Λόγος ανακυκλοφορίας λάσπης	30%
Απόδοση	90%
Παραγόμενη δευτεροβάθμια λάσπη	0,27 l/d άτομο
Ηλικία λάσπης	4-10 d
Περιεκτικότητα παραγόμενης λάσπης σε στερεά	6%
Ειδικό βάρος παραγόμενης λάσπης	1,023 Kg/l

Εφαρμογές και οικονομικά δεδομένα

Οι μονάδες των βιολογικών δίσκων είναι συνήθως προκατασκευασμένες και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν υψηλό πάγιο κόστος κτήσης σε σχέση με τις αντίστοιχες συμβατικές κατασκευές. Το λειτουργικό κόστος όμως είναι αισθητά μικρότερο επειδή η σημαντικότερη κατανάλωση ρεύματος γίνεται από τον άξονα περιστροφής των δίσκων. Επίσης δεν υπάρχουν μηχανικά μέρη τα οποία να υφίστανται ιδιαίτερη καταπόνηση με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις σε ανταλλακτικά να είναι μικρές.

Επιπλέον χημικά ή άλλα πρόσθετα δεν απαιτούνται, εκτός εάν το επιβάλλει η φύση του αποβλήτου ή οι απαιτήσεις του αποδέκτη.

Το μέσο κόστος μιας εγκατάστασης βιολογικών δίσκων κυμαίνεται μεταξύ 100-150 €/m³ ενώ η μέση κατανάλωση ενέργειας 4-5 W/m³. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από τον κατασκευαστή και αναφέρονται σε αστικά λύματα.[10].

Το κύριο πεδίο εφαρμογής των εγκαταστάσεων επεξεργασίας βιολογικών δίσκων είναι τα αστικά απόβλητα και ιδιαίτερα αυτά που προέρχονται από μικρούς οικισμούς, με προβλήματα χώρου και πρόσβασης (νησιά, ορεινές περιοχές, ξενοδοχεία, κατασκηνώσεις κλπ). Υπάρχουν όμως και αρκετές περιπτώσεις που τα συστήματα βιοδίσκων έχουν λειτουργήσει με μεγάλη επιτυχία σε μεταποιητικές μονάδες (βιομηχανία τροφίμων) ή μονάδες του πρωτογενούς τομέα (εκτροφεία ψαριών).

Από άποψη δυναμικότητας, η μικρότερη εγκατεστημένη μονάδα εξυπηρετεί 6 κατοίκους (όχι ισοδύναμους αλλά πραγματικούς) και η μεγαλύτερη 14.000 ισοδύναμους κατοίκους (3.000 m³/d). Μονάδες μεγαλύτερης δυναμικότητας κρίνονται ασύμφορες, τόσο από οικονομικής όσο και από διαχειριστικής άποψης. Για τα ελληνικά δεδομένα το εύρος δυναμικότητας στο οποίο μπορεί τεχνικά και οικονομικά να κινηθεί μια εγκατάσταση βιοδίσκων είναι 100-7.000 ισοδύναμους κατοίκους (20-1.500 m³/d).[10].

Οι εγκαταστάσεις βιολογικών δίσκων θεωρούνται ιδανικές μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σε αρκετές περιπτώσεις στον ελληνικό χώρο. Μπορούν να αποδειχθούν σωτήριες τόσο από τεχνικής, οικονομικής, αλλά και κοινωνικής άποψης. Η λογική της τοποθέτησης μικρών μονάδων για κάθε οικισμό ή κοινότητα καταργεί την ανάγκη κατασκευής αγωγών συλλογής και μεταφοράς των λυμάτων προς ένα κεντρικό σταθμό επεξεργασίας, έργο ιδιαίτερα αντιοικονομικό λόγω των γεωγραφικών ιδιομορφιών και των ενδιάμεσων αντλιοστασίων, αλλά και προβληματικό από λειτουργική άποψη.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα το οποίο μπορεί να αντιμετωπισθεί με τις μονάδες βιολογικών δίσκων είναι η μεγάλη εποχιακή διακύμανση φορτίων που παρατηρείται σε τουριστικές περιοχές με λίγους μόνιμους κατοίκους. Η σύνθεση μιας τέτοιας εγκατάστασης μπορεί να ακολουθήσει δομούμενη φιλοσοφία, η οποία επιτρέπει τη λειτουργία μέρους μόνο της εγκατάστασης με τρόπο ιδιαίτερα απλό και απόλυτα αποτελεσματικό.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου των βιολογικών δίσκων συνοψίζονται παρακάτω:

- Μικρός απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Μικρές απαιτήσεις σε συντήρηση και ανταλλακτικά
- Απουσία οσμών και θορύβου
- Εύκολη επέκταση ή και μεταφορά της μονάδας
- Απλότητα στη λειτουργία
- Ευκολία στη διαχείριση παροχών με έντονες αυξομειώσεις
- Ευκολία τοποθέτησης
- Μικρή παραγωγή λάσπης

Τα βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου των βιολογικών δίσκων είναι:

- Σχετικά υψηλό κόστος κτήσης
- Περιορισμοί στο μέγεθος
- Δεν χρησιμοποιούνται για όλους τους τύπους αποβλήτων

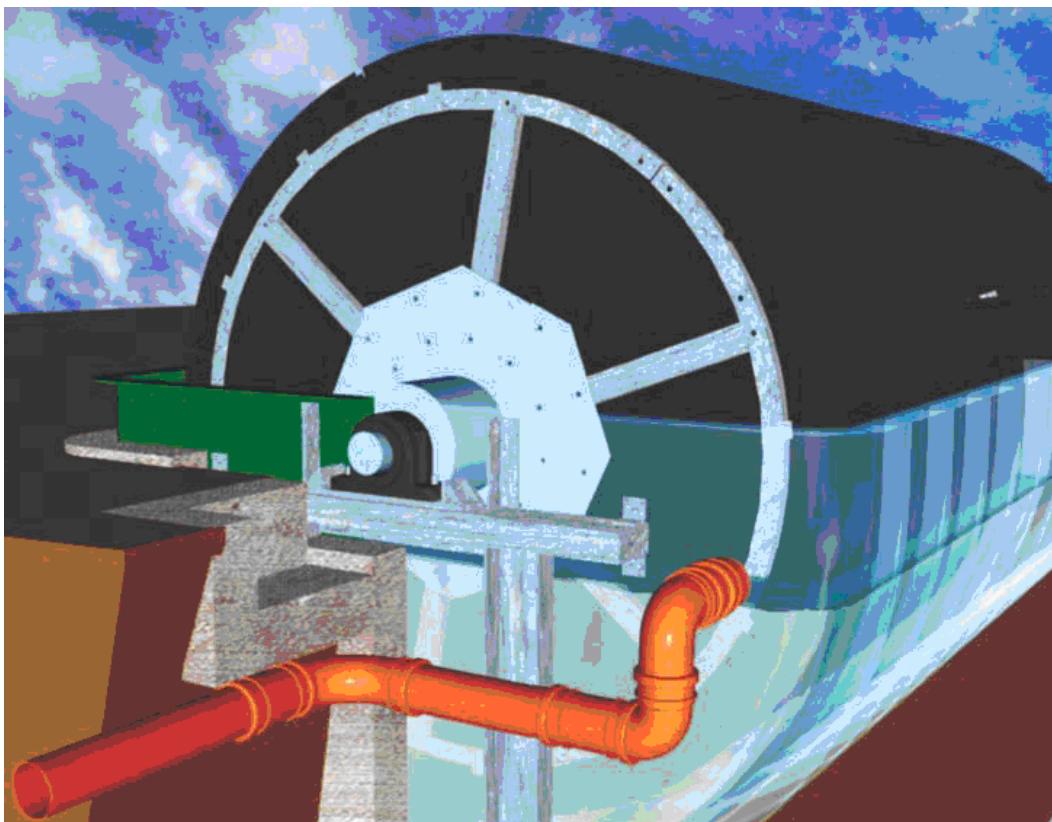
Επιλογή θέσης εγκατάστασης

Η επιλογή της θέσης εγκατάστασης του βιολογικού καθαρισμού καθορίζεται από τα ακόλουθα κριτήρια:

- Ελάχιστη απόσταση από τα όρια των κτηρίων
- Ύπαρξη αποδέκτη σε κοντινή απόσταση
- Διαθεσιμότητα κατάλληλης έκτασης (τοπογραφία, μέγεθος οικοπέδου κ.λπ.)
- Αποφυγή προστατευόμενων περιοχών
- Περιβαλλοντικά, αισθητικά ή άλλα κριτήρια
- Οικονομικά κριτήρια

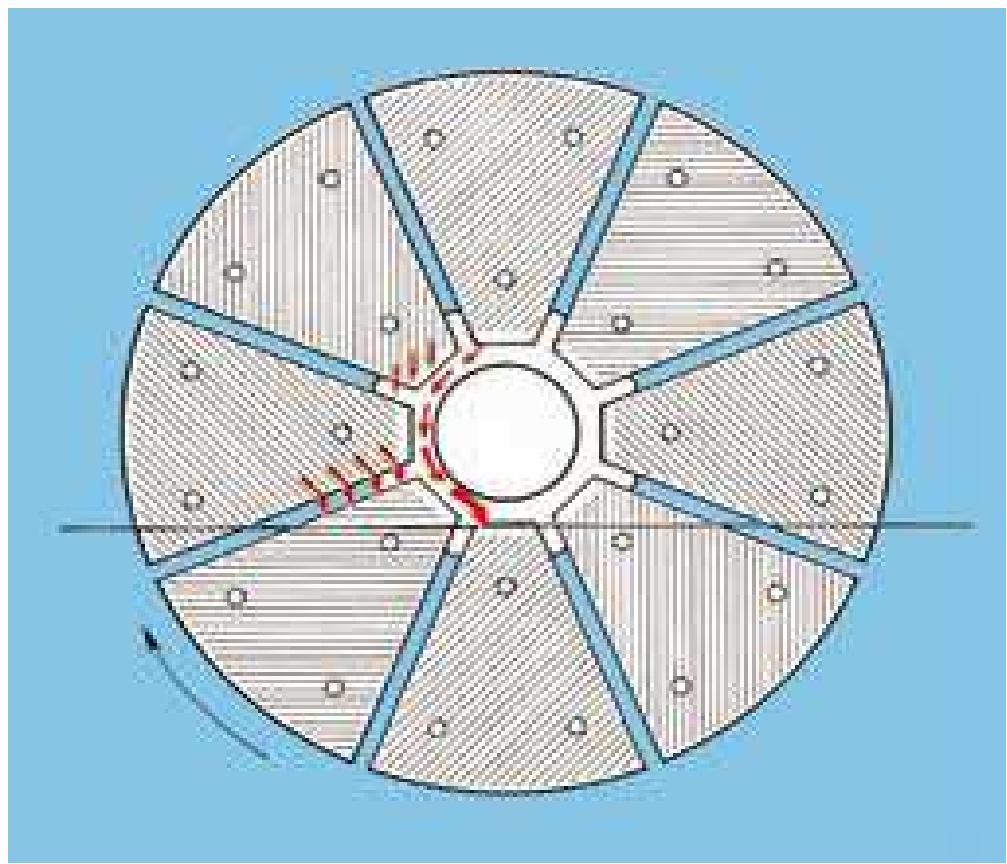
Εικόνες

Ακολούθως παρατίθενται, ενδεικτικά, εικόνες που αναπαριστούν περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους.

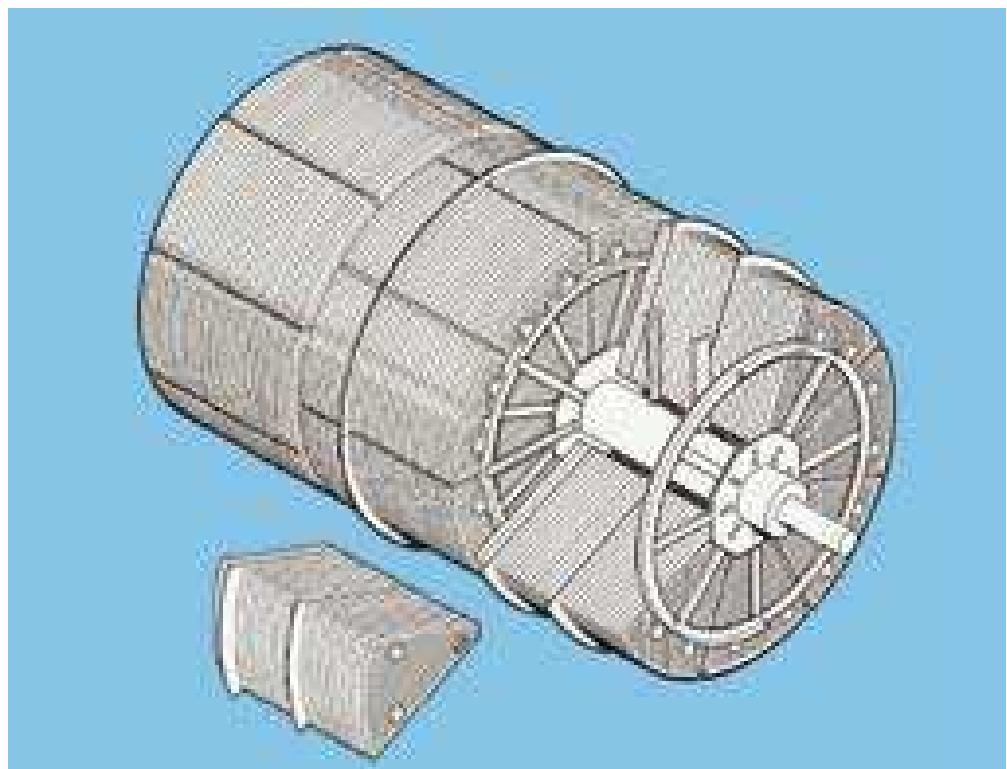


Εικόνα 5-1

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η μορφή ενός RBC συστήματος, χωρίς το εξωτερικό περίβλημα. Διακρίνεται ο αγωγός εισόδου των λυμάτων στη μονάδα μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία, καθώς και οι βιολογικοί δίσκοι, οι οποίοι είναι μερικώς βυθισμένοι στη δεξαμενή των λυμάτων. Στις εικόνες 5-2 και 5-3 που ακολουθούν, φαίνεται το σύστημα σε τομή.



Εικόνα 5-2



Εικόνα 5-3



Εικόνα 5-4



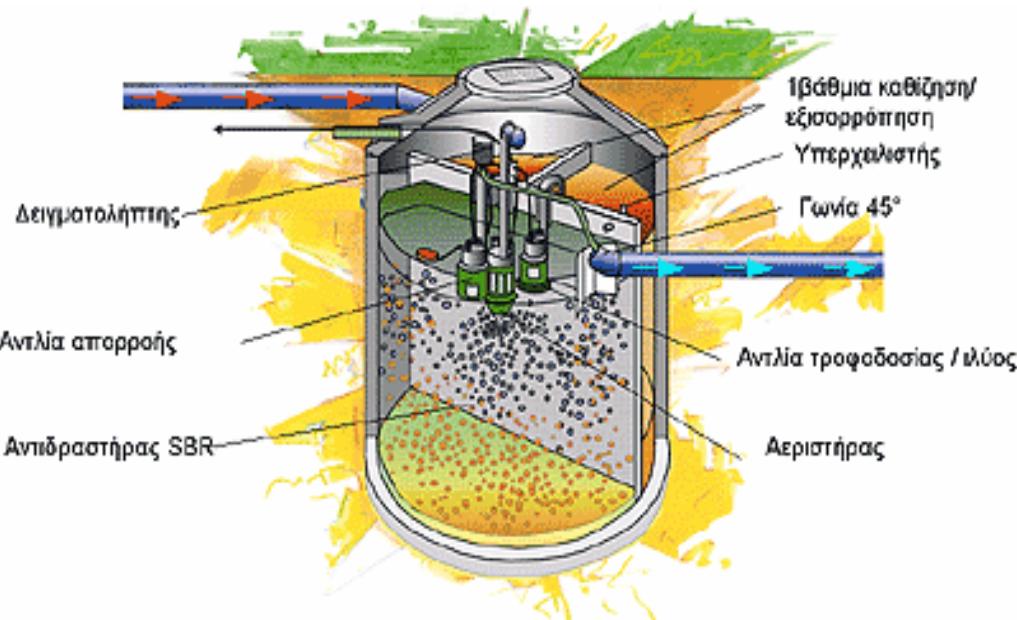
Εικόνα 5-5



Εικόνα 5-6

5.3 Συστήματα Compact

Τα συστήματα Compact είναι προκατασκευασμένα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Τα συστήματα αυτά, ανάλογα με τις ανάγκες που πρόκειται να εξυπηρετηθούν, διαθέτουν και τα κατάλληλα στάδια επεξεργασίας. Τοποθετούνται εντός του εδάφους αλλά και στην επιφάνεια σε υπόγεια κτιρίων. Στην εικόνα 5-7 φαίνεται ένα σύστημα Compact τοποθετημένο εντός του εδάφους, σε τομή.



Εικόνα 5-7

Η γραμμή επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων μιας εγκατάστασης με σύστημα Compact περιλαμβάνει : εσχαρισμό για την απομάκρυνση ογκωδών στερεών, δεξαμενή καθίζησης για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα και αερισμό. Ο αερισμός γίνεται προκειμένου να επιτευχθεί επίπλευση και βιολογική επεξεργασία στα λύματα.

Η επίπλευση είναι η διεργασία κατά την οποία διαχωρίζονται στερεά ή υγρά σωματίδια από μια υγρή φάση και επιτυγχάνεται με την εισαγωγή αερίων φυσαλίδων μέσα στην υγρή φάση. Οι φυσαλίδες προσκολλώνται στη σωματιδιακή ύλη, ανέρχονται στην επιφάνεια εξαιτίας της άνωσης και τελικά απομακρύνονται.

Ο αέρας που διοχετεύεται στα υγρά απόβλητα είναι πολύ περισσότερος από αυτόν που απαιτείται θεωρητικά. Αυτό συμβαίνει γιατί μόνο ένα μέρος του οξυγόνου που περιέχεται στον εισερχόμενο αέρα, διαλύεται στα υγρά απόβλητα. Ο αερισμός των υγρών αποβλήτων για την εξασφάλιση του απαιτούμενου οξυγόνου εξαρτάται από τους μηχανισμούς μεταφοράς του αέρα από τη μία φάση στην άλλη. Ο μηχανισμός του αερισμού παίζει σημαντικό ρόλο στο κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος.

Ο αερισμός των υγρών αποβλήτων γίνεται είτε με επιφανειακές διατάξεις, είτε με διατάξεις βυθισμένες στη μάζα των αποβλήτων.

Το τελικό στάδιο είναι η τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων για τη βελτίωση της ποιότητας της εκροής ώστε να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Στην εικόνα 5-8 που ακολουθεί φαίνεται η κεντρική δεξαμενή ενός συστήματος Compact, η οποία συνίσταται από το τμήμα αερισμού των λυμάτων και το τμήμα καθίζησης, το οποίο είναι μια ανάστροφη κωνική δεξαμενή εγκατεστημένη εντός της κεντρικής δεξαμενής.



Εικόνα 5-8

5.4 Φυσικά συστήματα επεξεργασίας

Φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, ονομάζονται αυτά όπου η επεξεργασία των αποβλήτων πραγματοποιείται με φυσικά μέσα και διεργασίες όπως φυσικές, χημικές, βιολογικές και συνδυασμός τους, που συμβαίνουν στο περιβάλλον έδαφος – φυτό – απόβλητο. Τα φυσικά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

Τα συστήματα που βασίζονται στο έδαφος

Τα υγρά απόβλητα, έπειτα από την κατάλληλη προεπεξεργασία, εφαρμόζονται στην επιφάνεια του εδάφους με αποτέλεσμα την 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 : η βραδεία εφαρμογή, η ταχεία διήθηση, η επιφανειακή ροή και οι συνδυασμένοι τύποι.

Τα συστήματα που βασίζονται στα υδροχαρή φυτά

Τέτοια συστήματα είναι οι φυσικοί και τεχνητοί υγροβιότοποι και τα συστήματα των επιπλεόντων υδροχαρών φυτών.

Στον πίνακα 5-2 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα φυσικά χαρακτηριστικά, τα δεδομένα σχεδιασμού και οι δυνατότητες επεξεργασίας διάφορων τύπων φυσικών συστημάτων. Όλοι οι τύποι των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας προϋποθέτουν προεπεξεργασία των χρησιμοποιούμενων λυμάτων. Η ελάχιστη προεπεξεργασία που απαιτείται είναι η εσχάρωση, εξάμμωση, λιποσυλλογή και πρωτοβάθμια καθίζηση. Στόχος είναι η απομάκρυνση στερεών που θα μπορούσαν να προξενήσουν προβλήματα στη ροή κατά την επεξεργασίας τους στα δίκτυα διανομής ή να δημιουργήσουν ενοχλητικές συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο. Η ανάγκη για προεπεξεργασία υψηλού επιπέδου εξαρτάται από το σκοπό του συστήματος και τους σχετικούς κανονισμούς. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ικανότητα των φυσικών συστημάτων για επεξεργασία λασπών από λύματα είναι περιορισμένη. Η προϋπόθεση αυτή λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή των φυσικών συστημάτων.

Πίνακας 5-2 : Τυπικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού φυσικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων.

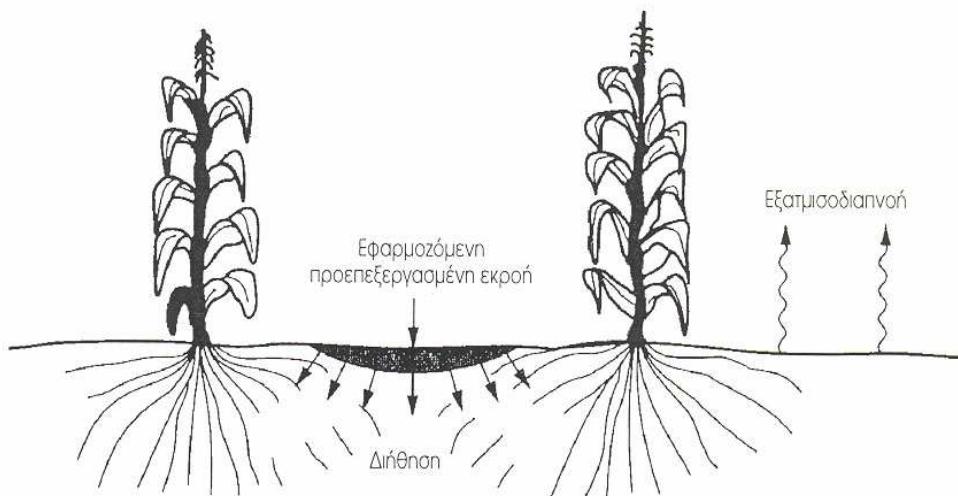
Χαρακτηριστικά	Βραδεία εφαρμογή	Ταχεία διήθηση	Επιφανειακή ροή	Υδροβιότοποι	Επιπλέοντα υδροχαρή φυτά

Επιδιωκόμενοι σκοποί	Δευτεροβάθμια επεξεργασία και μηδενική εκροή εμπλουτισμός υδροφόρων	Δευτεροβάθμια επεξεργασία εμπλουτισμός απομάκρυνση N	Δευτεροβάθμια επεξεργασία με υψηλή απομάκρυνση N	Δευτεροβάθμια επεξεργασία α επεξεργασία μια επεξεργασία	Δευτεροβάθμια επεξεργασία
Τεχνική εφαρμογής	Επιφανειακά (i)	Συνήθως επιφανειακά	Επιφανειακά	Επιφανειακά	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	4-60	6,50-48,10	19,20-66,3	19,20-66,3
Ελάχιστη προεπεξεργασία	Πρωτοβάθμια επεξεργασία (ii)	Πρωτοβάθμια επεξεργασία (ii)	Εσχαρισμός	Πρωτοβάθμια επεξεργασία	Πρωτοβάθμια επεξεργασία
Κύριες φυσικές διεργασίες	Εξατμισοδιαπνοή και διήθηση	Κυρίως διήθηση, κατείσδυση	Κυρίως επιφανειακή απορροή	Εξατμισοδιαπνοή, κατείσδυση και απορροή	Μερική εξατμισοδιαπνοή
Φυτική βλάστηση (iii)	Αναγκαία	Προαιρετική	Αναγκαία	Αναγκαία	Αναγκαία
Απαιτούμενη δεξαμενή (συγκέντρωση για περίοδο βροχοπτώσεων)	Συχνά απαιτείται	Οχι	Συχνά απαιτείται	Μόνο παγετό	Μόνο για παγετό
Κλίσεις	<15% για	Μεγάλες κλίσεις	1-8%	<5%	<5%

εδάφους	καλλιεργημένη γη, <40% δασώδεις περιοχής	απαιτούν πρόσθετες εκσκαφές				
Υδατοπερατότητα εδάφους	Μέτρια	Μεγάλη (αμμώδη εδάφη, αφράτο χώμα)	Μικρή πηλός και αδιαπέραστα στρώματα)	Μικρή μέτρια	έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια

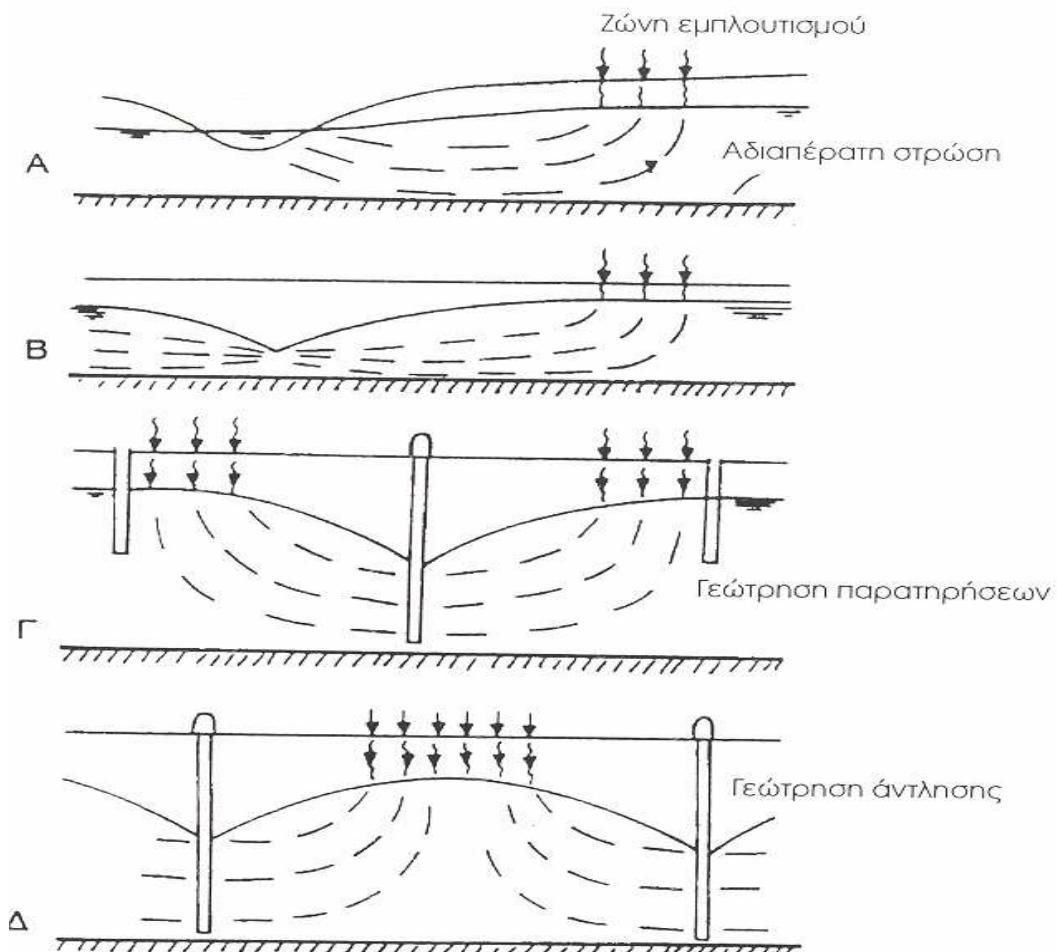
- (i) Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται όλες οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης.
- (ii) Εξαρτάται από τη χρήση της εκροής και το είδος τη φυτικής βλάστησης.
- (iii) Για λόγους δημόσιας υγείας δεν χρησιμοποιούνται φυτά που καταναλώνονται άμεσα από τον άνθρωπο.

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται ενδεικτικά ορισμένα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.



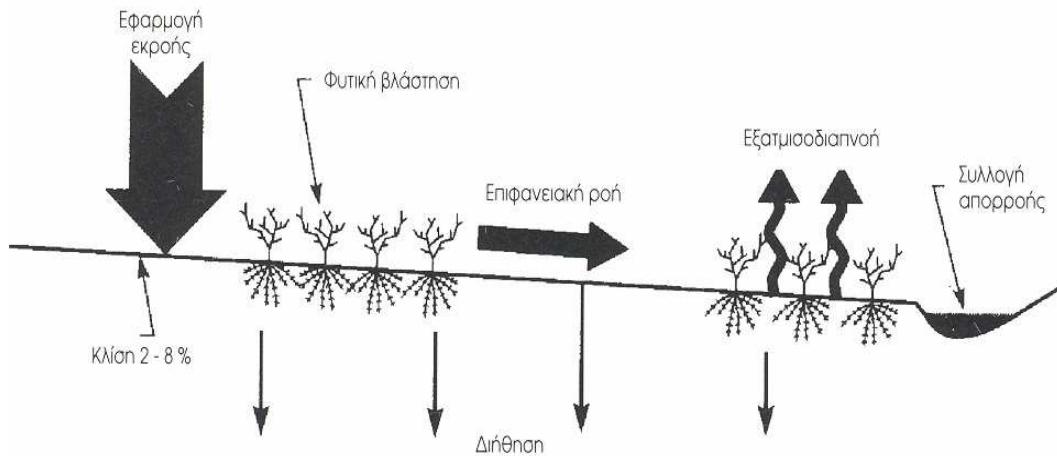
Εικόνα 5-9

Στην εικόνα 5-9 διακρίνεται η σχηματική αναπαράσταση επεξεργασίας λυμάτων με τη μέθοδο της βραδείας εφαρμογής.



Εικόνα 5-10

Στην εικόνα 5-10 φαίνεται η σχηματική απεικόνιση της μεθόδου ταχείας διήθησης για εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα. Α: ανάκτηση νερού από παρακείμενη λίμνη, Β: συλλογή νερού με υπόγεια στράγγιση, Γ: άντληση ύδατος μέσω κεντρικής γεώτρησης, Δ: άντληση ύδατος μέσω περιφερειακών γεωτρήσεων.



Εικόνα 5-11

Στην εικόνα 5-11 διακρίνεται η σχηματική παράσταση της μεθόδου επιφανειακής ροής.

Όπως προαναφέρθηκε, η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων με φυσικά συστήματα διενεργείται με φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που πραγματοποιούνται στο περιβάλλον έδαφος – φυτό – υγρό απόβλητο.

Τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας, εν γένει, είναι ικανά για την ικανοποιητική απομάκρυνση των ρυπαντικών συστατικών των λυμάτων όπως τα αιωρούμενα στερεά, το οργανικό φορτίο, ο φώσφορος, το άζωτο και οι μικροοργανισμοί. Οι κύριοι μηχανισμοί απομάκρυνσης περιγράφονται ακολούθως.

Αιωρούμενα στερεά

Στα συστήματα όπου η ροή των λυμάτων γίνεται στην επιφάνεια, όπως στις περιπτώσεις επιφανειακής ροής, στους υδροβιότοπους ελεύθερης επιφάνειας και τα υδροχαρή φυτά, τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται μερικώς με καθίζηση, που ευνοείται με τις επικρατούσες μικρές ταχύτητες ροής και το μικρό βάθος του αποβλήτου και μερικώς με φιλτράρισμα δια μέσου του συστήματος της φυτικής βλάστησης.

Στα συστήματα όπου η ροή των λυμάτων γίνεται κάτω από την εδαφική επιφάνεια, όπως είναι η βραδεία εφαρμογή, η ταχεία διήθηση και οι υδροβιότοποι υποεπιφανειακής ροής, τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται κυρίως με φιλτράρισμά τους στο έδαφος, το υπέδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς

σχηματισμούς. Στα συστήματα βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης, ο κύριος όγκος των στερεών απομακρύνεται πλησίον της εδαφικής επιφάνειας και σε πολύ μικρό βάθος του εδάφους.

Οργανικό φορτίο

Το οργανικό φορτίο απομακρύνεται με βιολογική αποδόμηση. Οι μικροοργανισμοί που διενεργούν τη βιολογική αποδόμηση αναπτύσσονται υπό μορφή λεπτών μεμβρανών ή εκκρίσεων στις επιφάνειες των εδαφικών σωματιδίων, της φυτικής βλάστησης ή των χρησιμοποιούμενων υποστρωμάτων.

Εν γένει, τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας σχεδιάζονται και λειτουργούν υπό αερόβιες συνθήκες, με σκοπό να προάγεται η αποδόμηση με αερόβιους μικροοργανισμούς. Η διαδικασία αυτή σε σχέση με την αναερόβια αποδόμηση είναι πιο ταχεία και πλήρης και με λιγότερες ανεπιθύμητες οσμές.

Φώσφορος

Οι κύριες διεργασίες απομάκρυνσης φωσφόρου με φυσικά συστήματα επεξεργασίας, είναι η χημική κατακρήμνιση και η προσρόφηση. Μικρότερες ποσότητες φωσφόρου απομακρύνονται εξαιτίας της πρόσληψής του από τα φυτά. Η προσρόφηση του φωσφόρου είναι σχετικά ισχυρή και ανθίσταται στη μεταφορά του με τη ροή του νερού κατείσδησης. Σε μικρότερο ποσοστό επιτυγχάνεται χημική κατακρήμνιση με ασβέστιο, αλουμίνιο ή σίδηρο. Ο βαθμός απομάκρυνσης του φωσφόρου με ένα φυσικό σύστημα επεξεργασίας εξαρτάται από το βαθμό επαφής των λυμάτων με τη στερεή μάζα του εδάφους.

Μικροοργανισμοί

Οι μηχανισμοί απομάκρυνσης των βακτηρίων και παρασίτων, όπως πρωτόζωα και έλμινθες που είναι συνήθη στα περισσότερα φυσικά συστήματα επεξεργασίας, περιλαμβάνουν καθίζηση, προσρόφηση, ηλιακή ακτινοβολία, ξήρανση, εμπλοκή, ανταγωνιστικές επιδράσεις, φυσική φθορά και γενικά έκθεσή τους σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι ιοί απομακρύνονται μόνο με φυσική φθορά και καταστροφή τους.

Όσων αφορά τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υπάρχουν θέματα που λαμβάνονται υπόψη για την δημόσια υγεία και είναι: α) Βακτηριολογικά αίτια και η πιθανότητα μεταφοράς ασθενειών σε ανώτερες βιολογικά μορφές, β) διάφορες χημικές ουσίες που μπορούν να φθάσουν σε πηγές νερού, καθιστώντας τες επικίνδυνες και γ) επιπτώσεις στην ποιότητα των τροφών που παράγονται από τις φυτικές καλλιέργειες αρδευόμενες με επεξεργασμένα λύματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

6.1 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία στοχεύει στην παραγωγή εκροής υψηλών προδιαγραφών για διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων σε ευαίσθητους αποδέκτες ή για άρδευση σε ξενοδοχεία ή καλλιέργειες, όπου οι περιορισμοί είναι πολύ αυστηρότεροι.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνει πρόσθετα στάδια που ακολουθούν τη δευτεροβάθμια επεξεργασία με στόχο τη μείωση κυρίως του φωσφόρου και του αζώτου αλλά και των αιωρούμενων στερεών, του BOD και των μικροβίων.

Ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλες πρόσθετες τεχνικές επεξεργασίας όπως η απόσμηση και ο αποχρωματισμός με ενεργό άνθρακα, η μερική αφαλάτωση και αφαίρεση οργανικών ουσιών με αντίστροφη όσμωση κ.λπ.

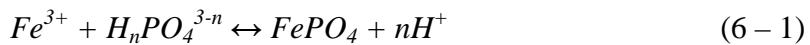
6.1.1 Απομάκρυνση φωσφόρου (P)

Η απομάκρυνση του φωσφόρου από τα λύματα περιλαμβάνει την ενσωμάτωση των φωσφορικών στα ολικά αιωρούμενα στερεά και την εν συνεχείᾳ απομάκρυνση των στερεών αυτών. Ο φώσφορος μπορεί να ενσωματωθεί είτε σε βιολογικά στερεά (π.χ. σε μικροοργανισμούς) είτε σε χημικά ιζήματα. Η απομάκρυνση του φωσφόρου με χημική κατακρήμνιση είναι η μέθοδος που θα παρουσιαστεί μιας και είθισται να προτιμάται στις μικρές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την επεξεργασία των λυμάτων αφαιρείται μικρό μέρος του φωσφόρου με την πρωτοβάθμια καθίζηση.

Η χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου επιτυγχάνεται με την προσθήκη αλάτων πολυσθενών μεταλλικών ιόντων τα οποία σχηματίζουν ιζήματα ελάχιστα διαλυτών φωσφορικών. Τα πολυσθενή μεταλλικά ιόντα που χρησιμοποιούνται είναι του σιδήρου, του αργιλίου και του ασβεστίου.

Κατακρήμνιση φωσφόρου με Σίδηρο

Η αντίδραση που περιγράφει την κατακρήμνιση του φωσφόρου (φωσφορικών) με σίδηρο είναι η ακόλουθη:



Στην περίπτωση αυτή φαίνεται ότι ένα mol σιδήρου θα προκαλέσει κατακρήμνιση ενός mol φωσφορικών. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι η αντίδραση αυτή δεν είναι απλή και πρέπει να εξετάζεται λαμβάνοντας υπόψη τις πολλές ανταγωνιστικές αντιδράσεις με τις αντίστοιχες σταθερές ισορροπίας, καθώς επίσης και την επίδραση του pH, της αλκαλικότητας και των ιχνοστοιχείων που βρίσκονται στα λύματα. Κατά συνέπεια, η αντίδραση (6-1) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τον υπολογισμό της απαιτούμενης δόσης χημικών. Ο υπολογισμός των δόσεων προκύπτει εν γένει από εργαστηριακές δοκιμές.

Θέσεις χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου

Η κατακρήμνιση του φωσφόρου μπορεί να συμβεί σε διάφορα στάδια της γραμμής επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Οι γενικές θέσεις που μπορεί να λάβει χώρα η χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου ταξινομούνται ως εξής[2]:

Προ-κατακρήμνιση : καλείται η προσθήκη χημικών στα ακατέργαστα λύματα για την κατακρήμνιση του φωσφόρου σε εγκαταστάσεις πρωτοβάθμιας καθίζησης. Τα καθιζάνοντα φωσφορικά απομακρύνονται μαζί με την πρωτοβάθμια λάσπη.

Συν-κατακρήμνιση : καλείται η προσθήκη χημικών για το σχηματισμό ιζημάτων που απομακρύνονται μαζί με την απορριπτόμενη βιολογική λάσπη. Τα χημικά μπορεί να προστεθούν είτε στην εκροή της πρωτοβάθμιας καθίζησης, είτε στο ανάμικτο υγρό ή στην επεξεργασμένη εκροή από τη βιολογική διεργασία πριν τη δευτεροβάθμια καθίζηση.

Μετα-κατακρήμνιση : καλείται η προσθήκη χημικών στην εκροή της δευτεροβάθμιας καθίζησης και η εν συνεχείᾳ απομάκρυνση των ιζημάτων που σχηματίζονται σε ξεχωριστές εγκαταστάσεις καθίζησης.

Στον πίνακα 6-1 παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την προσθήκη χημικών σε διάφορα στάδια μιας μονάδας επεξεργασίας για την απομάκρυνση φωσφόρου[2]:

Πίνακας 4-1: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα προσθήκης χημικών για απομάκρυνση φωσφόρου σε διάφορα στάδια επεξεργασίας[2]

Επίπεδο επεξεργασίας	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Πρωτοβάθμια	Μπορεί να εφαρμοστεί στις περισσότερες μονάδες. Αυξημένη απομάκρυνση BOD και TSS. Μικρότερος βαθμός απώλειας μετάλλων.	Λιγότερο αποτελεσματική η χρήση μεταλλικών κροκιδωτικών. Μπορεί να απαιτούνται πολυμερή για τη συσσωμάτωση. Δυσκολότερη η αφυδάτωση της λάσπης από την αφυδάτωση της πρωτοβάθμιας λάσπης.
Δευτεροβάθμια	Χαμηλότερο κόστος. Μικρότερη δόση χημικών από την πρωτοβάθμια. Βελτίωση σταθερότητας ενεργού λύος. Δεν απαιτούνται πολυμερή.	Υπερβολική δόση μετάλλων μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Μπορεί να απαιτείται σύστημα ρύθμισης pH. Η προσθήκη στερεών στο ανάμικτο υγρό μειώνει το ποσοστό των πτητικών στερεών.
Προχωρημένη κατακρήμνιση	Εκροή με χαμηλότερη συγκέντρωση φωσφόρου. Αποτελεσματικότερη χρήση των μεταλλικών κροκιδωτικών.	Υψηλό κόστος κεφαλαίου. Υψηλή απώλεια μετάλλων.

Ο φώσφορος στο έδαφος

Τα φωσφορικά των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί:

1. Να προσληφθούν από τα φυτά.
2. Να δεσμευτούν από τη στερεή φάση του εδάφους σχηματίζοντας αδιάλυτα φωσφορικά άλατα με το σίδηρο, το αργίλιο ή το ασβέστιο.
3. Να αποδεσμευτούν κατά τη διάβρωση του εδάφους, για παράδειγμα από τα νερά της απορροής.

Γενικά το μεγαλύτερο μέρος του εφαρμοζόμενου φωσφόρου προσλαμβάνεται από τα φυτά ή δεσμεύεται από τη στερεή φάση του εδάφους. Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό, της τάξης του 3%, απορρέει ή καταλήγει στα υπόγεια νερά, χωρίς γενικά να αναμένεται δημιουργία προβλήματος ρύπανσης.

6.1.2 Απομάκρυνση αζώτου (Ν)

Στην παρούσα εργασία, τα δείγματα των λυμάτων από τα ξενοδοχεία που αναλύθηκαν στο εργαστήριο, δεν υποβλήθηκαν σε ανάλυση για τη διαπίστωση απομάκρυνσης αζώτου. Για το λόγο αυτό αναφέρονται παρακάτω μόνο ορισμένες γενικές πληροφορίες για τον τρόπο και τη σημασία της απομάκρυνσης του αζώτου από τα υγρά απόβλητα.

Προέλευση και ενώσεις του αζώτου

Το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου που υπάρχει στα επιφανειακά νερά προέρχεται κυρίως από τις αγροτικές απορροές και αστικό-βιομηχανικά απόβλητα και απαντάται είτε με μορφή αμμωνίας είτε ενωμένο σε οργανικές ενώσεις. Η συμβατική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία αφαιρεί το 40% περίπου από το ολικό άζωτο και το υπόλοιπο παραμένει στην απορροή, κυρίως με τη μορφή αμμωνίας, εάν οι συνθήκες δεν ευνοούν τη νιτροποίηση.

Οι μορφές του αζώτου που αφορούν στην επεξεργασία των λυμάτων είναι το οργανικό, το ανόργανο και το αέριο άζωτο. Το οργανικό άζωτο μετατρέπεται αρχικά σε αμμωνία κατά τη βιολογική αποδόμηση των αζωτούχων ενώσεων και εν συνεχεία η αμμωνία μετατρέπεται σταδιακά, με παράλληλη παραγωγή

ενέργειας, σε νιτρώδη και νιτρικά με τη δράση νιτροβακτηρίων (νιτροποίηση). Τα νιτρικά σε αναερόβιο περιβάλλον μετατρέπονται με βιολογική δράση από επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς, σε αέριο άζωτο (απονιτροποίηση). Η πλήρης σειρά αυτών των αντιδράσεων αποτελεί μια από τις βασικές διαδικασίες για την απομάκρυνση του αζώτου από τα λύματα.

Σε πολλά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων επιτυγχάνουν παράλληλη βιολογική αφαίρεση φωσφόρου και αζώτου. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει:

1. Να υποβάλλεται η βιομάζα σε εναλλασσόμενες αναερόβιες και αερόβιες συνθήκες (για αφαίρεση φωσφόρου).
2. Να υποβάλλεται η βιομάζα σε εναλλασσόμενες αερόβιες και ανοξικές συνθήκες για αφαίρεση αζώτου μέσω των διεργασιών νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

Το άζωτο στο έδαφος

Η πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά εξαρτάται σημαντικά από τη συγκέντρωση των νιτρικών στο εδαφικό νερό, το οποίο έρχεται σε επαφή και απορροφάται από τις ρίζες των φυτών. Το ποσοστό πρόσληψης του αζώτου εξαρτάται από την καλλιέργεια, το βάθος και την κατανομή του ριζικού συστήματος των φυτών, το βαθμό ανάπτυξης των φυτών, την ταχύτητα ροής του εδαφικού νερού στη ζώνη των ριζών και άλλα. Γενικά το ποσοστό πρόσληψης δεν υπερβαίνει το 50% [4]. Στο εδαφικό νερό πρέπει να υπάρχει μια ελάχιστη συγκέντρωση νιτρικών για τις ανάγκες των φυτών σε άζωτο.

Όσο το άζωτο δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά, καταλήγει στα υπόγεια νερά. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε η συγκέντρωση του νιτρικού αζώτου, στα υπόγεια νερά, να μην υπερβαίνει το όριο των 10 mg/l για λόγους υγείας.

6.2 Απολύμανση

6.2.1 Σκοπός και μέθοδοι απολύμανσης

Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε να προλαμβάνεται η μετάδοση ασθενειών με τα νερά του αποδέκτη, στα οποία διοχετεύονται τα επεξεργασμένα λύματα. Είναι το μοναδικό στάδιο της γραμμής επεξεργασίας με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των μικροοργανισμών.

Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος απολύμανσης είναι η χλωρίωση με υποχλωριώδες νάτριο. Παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χλωρίωση, υπάρχει το βασικό μειονέκτημα της δυσμενούς επίδρασης του χλωρίου στο υδάτινο περιβάλλον που διοχετεύονται τα χλωριωμένα λύματα. Η επίδραση αυτή εκδηλώνεται είτε άμεσα στις διάφορες μορφές ζωής, όπως τα ψάρια, λόγω της τοξικότητας του χλωρίου, είτε έμμεσα με το σχηματισμό οργανοχλωριούχων ενώσεων, οι οποίες πιθανολογείται ότι είναι καρκινογόνες. Είναι προφανές ότι θα πρέπει να αποφεύγεται η αλόγιστη χρήση χλωρίου στη διαδικασία της απολύμανσης.

Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί ορισμένες τεχνικές για τη βελτίωση της απόδοσης της χλωρίωσης όπως η χρήση μετρητή υπολειμματικού χλωρίου, η αποχλωρίωση με διοξείδιο του θείου ή ενεργό άνθρακα, καθώς επίσης και η πιθανή παράλειψη εγκατάστασης χλωρίωσης εφόσον επιτυγχάνεται η φυσική μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών και οι τοπικές συνθήκες και η χρήση του αποδέκτη το επιτρέπουν.

Το παραπάνω βασικό μειονέκτημα της χλωρίωσης οδήγησε στη δημιουργία εναλλακτικών μεθόδων απολύμανσης. Στις μεθόδους αυτές ανήκει η απολύμανση με όζον και η απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

6.2.2 Χλωρίωση – Αποχλωρίωση

Το πιο συνηθισμένο απολυμαντικό μέσο είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl). Διατίθεται στο εμπόριο σε υγρή μορφή με περιεκτικότητα χλωρίου, κατά βάρος, μικρότερη από 15%.

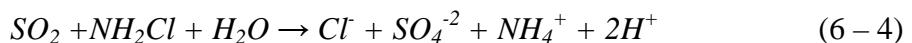
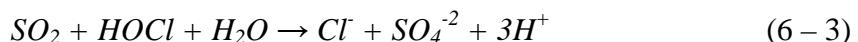
Ο τρόπος με τον οποίο το χλώριο που περιέχεται στο NaOCl καταστρέφει τους μικροοργανισμούς, δεν είναι απόλυτα εξακριβωμένος. Η πιο πιθανή εξήγηση για τα βακτηρίδια είναι ότι το χλώριο διαπερνά την κυτταρική μεμβράνη τους και αδρανοποιεί ορισμένα ένζυμα που είναι απαραίτητα για την επιβίωσή τους. Για τους ιούς και ορισμένους άλλους μικροοργανισμούς, η πιο πιθανή εξήγηση είναι ότι το χλώριο επιδρά κατευθείαν στο DNA, ή RNA ανάλογα, του πυρήνα τους.

Η βασική αντίδραση κατά τη διοχέτευση NaOCl στο νερό είναι η ακόλουθη:



Το HOCl που σχηματίζεται χαρακτηρίζεται ως ελεύθερο χλώριο και είναι η βασικότερη μορφή του χλωρίου που δρα ως απολυμαντικό μέσο.

Η αποχλωρίωση επιτυγχάνεται με τη χρήση διοξειδίου του θείου. Οι αντιδράσεις του διοξειδίου του θείου με το χλώριο και τις χλωραμίνες που λαμβάνουν χώρα είναι:



Ο λόγος του ελεύθερου χλωρίου προς το ενωμένο χλώριο στα λύματα πριν από τη χλωρίωση, αποτελεί μια αρχική ένδειξη του αναμενόμενου βαθμού αποτελεσματικότητας της αποχλωρίωσης. Όταν ο λόγος αυτός είναι μικρότερος του 85%, τότε είναι πιθανό να υπάρχουν σημαντικές ποσότητες οργανικού αζώτου στα λύματα, οι οποίες θα περιορίσουν την απόδοση της αποχλωρίωσης.

6.2.3 Απολύμανση με όζον

Το όζον έχει πολύ ισχυρότερη και ταχύτερη απολυμαντική και οξειδωτική δράση από το χλώριο για διάφορες τιμές θερμοκρασίας και pH, ενώ παράλληλα επιτυγχάνει αποτελεσματικότερη καταστροφή των ιών. Παρ' ολ' αυτά είναι ασταθές και έχει μικρή διάρκεια απολυμαντικής δράσης με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η παρουσία εγκατάστασης παραγωγής του.

Η απολύμανση με όζον δε δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας στον αποδέκτη διότι το υπολειμματικό όζον είναι ελάχιστο και διασπάται μέχρι τα επεξεργασμένα λύματα να καταλήξουν στον αποδέκτη. Παράλληλα, εξαιτίας της ισχυρής οξειδωτικής του δράσης μειώνονται οι οσμές, αυξάνεται το διαλυμένο οξυγόνο του αποδέκτη και καταστρέφονται επικίνδυνες οργανικές ενώσεις.

6.2.4 Απολύμανση με ακτινοβολία UV

Η υπεριώδης ακτινοβολία δια περνά την κυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών και απορροφάται από τα κυτταρικά συστατικά τους εξοντώνοντάς τους ή καθιστώντας τους ανίκανους να πολλαπλασιαστούν. Η ακτινοβολία UV αποτελεί ένα φυσικό τρόπο απολύμανσης, χωρίς να αναμένονται περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω απουσίας χημικών αντιδράσεων.

Για να είναι αποδοτική η απολύμανση με ακτινοβολία UV θα πρέπει να έχουν αφαιρεθεί σε υψηλά ποσοστά τα αιωρούμενα στερεά των λυμάτων. Σε αντίθετη περίπτωση παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής ακτινοβολίας και των μικροοργανισμών λειτουργώντας ως ασπίδα. Για το λόγο αυτό συνίσταται πριν την απολύμανση να παρεμβάλλεται διάταξη απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών που παραμένουν από τη βιολογική επεξεργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

7.1 Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων

Η διάθεση της απορροής των λυμάτων, έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία καθαρισμού, αποτελεί το τελευταίο βασικό στάδιο στο τρίπτυχο της διαχείρισης των αποβλήτων, συλλογή – επεξεργασία – διάθεση. Αυτό εξάλλου είναι και το ζητούμενο της επεξεργασίας των αποβλήτων, η ασφαλή τους διάθεση στο περιβάλλον. Η κατάλληλη εκλογή του τελικού αποδέκτη πρέπει να γίνει με κριτήρια δημόσιας υγείας, οικονομικά και περιβαλλοντικά. Είναι καθοριστική για τον απαιτούμενο βαθμό καθαρισμού και τη σχετική επεξεργασία που πρέπει να εφαρμοστεί. Για το λόγο αυτό, το σύστημα επεξεργασίας – διάθεσης, πρέπει να εξετάζεται ενιαία προκειμένου να βρίσκεται η βέλτιστη λύση, σε συνδυασμό με την επιθυμητή τοπική χρήση των διάφορων αποδεκτών.

Η διάθεση των αποβλήτων γίνεται είτε στο έδαφος, υπόγεια ή επιφανειακά, είτε σε επιφανειακά ύδατα. Σε μικρές μονάδες, όπως κατοικίες ή ξενοδοχεία, όπου δεν εξυπηρετούνται από το δίκτυο αποχέτευσης, γίνεται απευθείας διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος, που αποτελεί ταυτόχρονα και είδος φυσικής επεξεργασίας.

Διάθεση στο έδαφος

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στο έδαφος γίνεται είτε υπόγεια σε στεγανούς βόθρους, απορροφητικούς βόθρους, υπεδάφιο πεδίο διάθεσης κ.α. είτε επιφανειακά με άρδευση.

Ο στεγανός βόθρος είναι ένας υδατοστεγής υποδοχέας από σκυρόδεμα και πλεονεκτεί διότι απομονώνει τα λύματα στο έδαφος από τα έντομα και από τα υπόγεια νερά. Ο βόθρος θα πρέπει να αδειάζει περιοδικά.

Ο απορροφητικός βόθρος αποτελεί κατακόρυφο σύστημα διάθεσης αποβλήτων στο υπέδαφος ύστερα από τουλάχιστον πρωτοβάθμια καθίζηση ή από σηπτική δεξαμενή. Χρησιμοποιείται σε μικρές μονάδες αλλά δεν αποτελεί αποδεκτή λύση σε πυκνοκατοικημένες περιοχές όπου ελλοχεύουν κίνδυνοι δημόσιας υγείας και περιβάλλοντος εξαιτίας της πιθανότητας ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα. Για το λόγο αυτό, ο απορροφητικός βόθρος θα πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατό μακριά και προς τα κάτω από πηγές πόσιμου νερού και να μην εισχωρεί στα υπόγεια νερά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 30 m από πηγές ή πηγάδια που χρησιμοποιούνται για ύδρευση και από ακτές κολύμβησης και τουλάχιστον 15 m από σωληνώσεις υδραγωγείων. Ανεξάρτητα όμως από την τήρηση των παραπάνω ορίων, αποκλείεται η κατασκευή και χρήση απορροφητικών βόθρων σε περίπτωση διαπερατών εδαφών.

Το υπεδάφιο πεδίο διάθεσης αποτελείται από ένα σύστημα αγωγών με ανοικτούς αρμούς για τη διαρροή των λυμάτων. Τοποθετούνται σε τάφρους βάθους 0,45 – 0,90 m και περιβάλλονται από στρώμα χαλικιών για τη διευκόλυνση της έκχυσης των λυμάτων. Επιφανειακά η τάφρος συμπληρώνεται με φυτική γη[5]. Με το υπεδάφιο πεδίο διάθεσης τα λύματα, ύστερα από επεξεργασία, κατανέμονται περιοδικά στον πυθμένα των τάφρων. Στην αρχή του δικτύου των σωληνώσεων τοποθετείται κατάλληλο φρεάτιο διανομής, για την ομοιόμορφη κατανομή των λυμάτων.

Η επιφανειακή διάθεση των λυμάτων στο έδαφος γίνεται με έναν από τους συμβατικούς τρόπους άρδευσης έπειτα από την κατάλληλη επεξεργασία για την τήρηση των κανόνων και αρχών της υγειονομικής μηχανικής.

Διάθεση σε επιφανειακά ύδατα

Η διάθεση των λυμάτων στα επιφανειακά λύματα γίνεται είτε σε ποτάμι είτε στη θάλασσα.

Τα ποτάμια, εκτός από τον υδραυλικό τους χαρακτήρα, αποτελούν ζωντανούς οργανισμούς που αφομοιώνουν και αποδομούν τα οργανικά συστατικά των λυμάτων σε βάρος του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, το οποίο όμως ανανεώνεται συνεχώς κυρίως από την ατμόσφαιρα. Πρέπει όμως να υπολογίζεται η επεξεργασία που έχει προηγηθεί στα λύματα καθώς επίσης και η αφομοιωτική ικανότητα του ποταμού προκειμένου να διατεθούν ασφαλώς τα λύματα.

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στη θάλασσα γίνεται με υποβρύχιο αγωγό που καταλήγει σε σύστημα διαχύσεως με πολλές θυρίδες ή σχισμές. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σημαντική αρχική αραίωση των λυμάτων κατά την ανοδική τους πορεία στην επιφάνεια, λόγω διαφοράς πυκνότητας (εξαιτίας της αλατότητας και της θερμοκρασίας) και εν συνεχεία διασπορά (επιφανειακή κυρίως) και αραίωση λόγω των ρευμάτων.

7.2 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων

Οι προχωρημένες τεχνικές επεξεργασίας λυμάτων παρέχουν τη δυνατότητα παραγωγής νερού σχεδόν οποιασδήποτε επιθυμητής ποιότητας. Η λογική της επαναχρησιμοποίησης κατάλληλα επεξεργασμένων λυμάτων παρουσιάζει πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την εξοικονόμηση υδατικών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και με οικονομικά οφέλη. Επίσης έχει καταστεί επιτακτική ανάγκη η προστασία και διαφύλαξη των διαθέσιμων υδατικών πόρων παγκοσμίως. Σε κάθε περίπτωση επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ενδεχόμενοι κίνδυνοι και περιορισμοί. Η αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων διακρίνεται σε δύο βασικούς τύπους: την επαναχρησιμοποίηση για μη πόσιμους σκοπούς και την επαναχρησιμοποίηση για εμπλούτισμό του δικτύου ύδρευσης (με έμμεσο τρόπο). Ανάλογα με τον τύπο της επαναχρησιμοποίησης καθορίζεται και η επεξεργασία που θα εφαρμοστεί στα λύματα.

Άρδευση αγροτικών περιοχών

Η άρδευση αποτελεί την πιο μαζική χρήση νερού, ιδιαίτερα στις ξηρές περιοχές. Στην Ελλάδα η άρδευση αντιπροσωπεύει το 83,7% της συνολικής χρήσης νερού. Σε υγρές περιοχές η άρδευση εφαρμόζεται συμπληρωματικά των βροχοπτώσεων. Η αγροτική άρδευση αποτελεί παγκοσμίως το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής χρήσης του νερού και υπερβαίνει σε εξαιρετικά μεγάλο βαθμό οποιαδήποτε άλλη χρήση. Όταν οι υδατικοί πόροι μιας περιοχής δεν αρκούν για τις απαιτήσεις ζήτησης, επιλέγεται το διαθέσιμο ύδωρ να χρησιμοποιείται δύο φορές. Αρχικά για αστική χρήση και έπειτα να επαναχρησιμοποιηθεί για άρδευση αφού πρώτα υποστεί κατάλληλη επεξεργασία.

Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων, που δε χρησιμοποιούνται για άρδευση

Ο τεχνητός εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα λύματα μπορεί να έχει ως στόχο τη δημιουργία υδραυλικού φράγματος που θα εμποδίζει τη διείσδυση και ανάμιξη του θαλασσινού νερού με το γλυκό νερό παράκτιων υδροφορέων, την αποθήκευση επεξεργασμένων λυμάτων για μελλοντική χρήση ή για εξισορρόπηση των διακυμάνσεων ζήτησης, την ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα σε περίπτωση υπερεκμετάλλευσής του κ.λπ.

Αστική επαναχρησιμοποίηση

Η αστική επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων έγκειται σε οποιαδήποτε χρήση εκτός πόσης. Μερικές μικρές κοινότητες, λόγω της δυσκολίας ανάπτυξης άλλων διαθέσιμων υδατικών πόρων, αναπτύσσουν και υλοποιούν μελέτες για συστήματα τέτοιων χρήσεων. Μερικές από αυτές τις αστικές χρήσεις είναι το πότισμα δημόσιων πάρκων και κέντρων αναψυχής, σχολικών αυλών, γηπέδων, κήπων που περιβάλλουν δημόσια κτήρια ή κήπους κατοικιών και ξενοδοχείων, γενικό πλύσιμο κ.λπ. Οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι η αξιοπιστία εξυπηρέτησης και η προστασία της δημόσιας υγείας.

Το 1989, κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης των ισχυουσών οδηγιών επαναχρησιμοποίησης λυμάτων διερευνήθηκαν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.) με την υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας και άλλων διεθνών οργανισμών, οι ακόλουθες κατηγορίες μέτρων για τη μείωση των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών κατά την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση.

- Επεξεργασία των λυμάτων.
- Περιορισμός των τύπων των αρδευόμενων περιοχών.
- Επιλογή μεθόδου άρδευσης.
- Έλεγχος της ανθρώπινης έκθεσης σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται ως εξής:

1. Η άρδευση με ακατέργαστα λύματα και χωρίς λήψη προληπτικών μέτρων εγκυμονεί υψηλό κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών.
2. Η εφαρμογή μερικής επεξεργασίας ή η λήψη μέτρων για την αποφυγή ανθρώπινης επαφής με τους παθογόνους μικροοργανισμούς μειώνει τον κίνδυνο, ο οποίος όμως εξακολουθεί να υφίσταται.
3. Αποτελεσματικό μέτρο αποτελεί η άρδευση καλλιεργειών των οποίων τα παραγόμενα προϊόντα δεν τρώγονται ωμά.
4. Αποτελεσματικό μέτρο είναι η επιλογή κατάλληλης μεθόδου διάθεσης των λυμάτων και ιδιαίτερα στο υπέδαφος.
5. Η πλήρης επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί το αποτελεσματικότερο εργαλείο για την πρόληψη μετάδοσης ασθενειών.

Στο σημείο αυτό σημειώνεται ο διαχωρισμός της άρδευσης σε περιορισμένη και απεριόριστη. Η περιορισμένη αφορά καλλιέργειες με προϊόντα που δεν τρώγονται ωμά, ενώ η απεριόριστη αφορά κάθε τύπο καλλιέργειας καθώς και το πότισμα γηπέδων, πάρκων, κήπων κ.λπ.

Η ελάχιστη προτεινόμενη επεξεργασία λυμάτων για περιορισμένη άρδευση είναι η δευτεροβάθμια επεξεργασία για την παραγωγή εκροής με συγκεντρώσεις BOD_5 και SS χαμηλότερες από 25 και 35 mg/l αντίστοιχα.

Η ελάχιστη προτεινόμενη επεξεργασία λυμάτων για απεριόριστη άρδευση είναι η δευτεροβάθμια επεξεργασία, που ακολουθείται από τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση για την παραγωγή εκροής με συγκεντρώσεις BOD_5 και SS χαμηλότερες από 10 mg/l.

Ανακεφαλαιώνοντας γίνεται σαφές ότι η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση νερού έχει σα συνέπεια αφενός την εξάντληση των υδάτινων αποθεμάτων και αφετέρου την επιστροφή μεγάλων ποσοτήτων ποιοτικά υποβαθμισμένου ύδατος στο περιβάλλον. Η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων είναι πλέον μονόδρομος και η εφαρμογή αυστηρών κριτηρίων ποιότητας επιτακτική για τη διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

8.1 Νομοθεσία προστασίας περιβάλλοντος

1. **N.1650/86** για την προστασία του περιβάλλοντος.

Περιέχει ένα γενικό θεσμικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος. Για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και την προστασία των υδάτων έχουν εκδοθεί οι ακόλουθες Π.Υ.Σ. και Κ.Υ.Α.

- **ΠΥΣ 144/2-11-87 (ΦΕΚ 197Α/11-11-87)**
- **KYA 18186 (ΦΕΚ 126Β/3-3-88)**
- **KYA 55648 (ΦΕΚ 323Β/13-5-91)** Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος (οριακές τιμές επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα)
- **KYA 26857 (ΦΕΚ 196Β/6-4-88)** Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων υδάτων από επικίνδυνες ουσίες.
- **KYA 80568 (ΦΕΚ 641Β/7/8/91)** Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για χρησιμοποίηση στη γεωργία της παραγόμενης ιλύος.

2. Το από **6.10.78 ΠΔ (ΦΕΚ 538/Δ)** και το από **28.1.88 ΠΔ** : υποχρεώνει τις ξενοδοχειακές μονάδες για την ύπαρξη κατάλληλης προεπεξεργασίας των λυμάτων πριν τη διάθεσή τους στο έδαφος, στη θάλασσα ή σε δίκτυο υπονόμων.

3. Εγκ. **ΥΥΠ & ΚΑ** με αριθμό **ΥΜ/2985/29.5.91**

Οδηγίες εφαρμογής **E1β/221/65** σε συνδυασμό με **69269/5387/90 KYA**

Διαδικασίες για την έκδοση άδειας διάθεσης λυμάτων με ταυτόχρονη έγκριση περιβαλλοντικών όρων.

4. Εγκύκλιος **ΥΥΠ** με αρ. **A5/2672/εγκ.79/12.10.84**

Άδεια λειτουργίας ξενοδοχειακών μονάδων – Διάθεση υγρών αποβλήτων. καθορίζει προϋποθέσεις για την χορήγηση άδειας λειτουργίας ξενοδοχειακών μονάδων από τον ΕΟΤ σε σχέση με την άδεια διάθεσης λυμάτων.

5. Εγκ. ΥΥΠ με αρ. Α5/2050/εγκ.64/21.12.83

Άρδευση κήπων ξενοδοχείων με επεξεργασμένα λύματα.

6. Εγκ. ΥΥΠ με αρ. YM/2965/18-7-90 και ΥΠ/4782/92/1-1-93B

Βεβαίωση καλής λειτουργίας αποχετευτικών συστημάτων ξενοδοχειακών μονάδων.

7. Εγκ. ΥΥΠ & ΚΑ με αρ. YM/οικ.2825/17-5-91

Υγειονομικά προβλήματα από την ανεξέλεγκτη διάθεση λυμάτων ξενοδοχειακών μονάδων.

8. Εγκ. ΥΥΠ & ΚΑ με αρ. YM/3751/10.9.90

Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων στη θάλασσα.

8.2 Υγειονομικές διατάξεις για την επεξεργασία και διάθεση των λυμάτων

1. Υγειονομική διάταξη Ε1β/221/65 (ΦΕΚ 138/Τβ/24.2.65) Καθορίζει:

Τον τρόπο διάθεσης λυμάτων στα επιφανειακά ύδατα και τις απαιτούμενες διαδικασίες για τον καθορισμό ενός αποδέκτη, ανάλογα με τις προβλεπόμενες χρήσεις των υδάτων στην περιοχή.

Τους όρους διάθεσης λυμάτων στο έδαφος.

Τον τρόπο υπολογισμού του υδραυλικού φορτίου των λυμάτων, τον τρόπο κατασκευής του λιποσυλλέκτη, των σηπτικών δεξαμενών, δεξαμενών Imhoff, κλινών ξήρανσης ιλύος.

Τον τρόπο υπολογισμού και κατασκευής απορροφητικής τάφρου, απορροφητικών βόθρων και στεγανών δεξαμενών.

Τη χλωρίωση σαν μέθοδο απολύμανσης των λυμάτων και την απαιτούμενη διαδικασία για έγκριση εναλλακτικών μεθόδων.

Τις απαιτούμενες διαδικασίες για τη χορήγηση άδειας διάθεσης λυμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

9.1 Εισαγωγή

Τα ξενοδοχεία που συνεργάστηκαν με σκοπό τον έλεγχο ύπαρξης, λειτουργίας και απόδοσης μονάδων επεξεργασίας λυμάτων είναι τρία και βρίσκονται στην Γεωργιούπολη του Νομού Χανίων. Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγραφεί το πειραματικό μέρος της εργασίας ξεκινώντας από τη δειγματοληψία, τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν ως δείκτες ρύπανσης και την εργαστηριακή διαδικασία υπολογισμού τους, την παρουσίαση της γραμμής επεξεργασίας λυμάτων του κάθε ξενοδοχείου και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

9.2 Διαδικασία δειγματοληψίας

Η εργασία πεδίου, που σχετίζεται με τη συλλογή και τη μεταφορά δειγμάτων, αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τμήμα ενός προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας νερού. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται από κατάλληλα εκπαιδευμένα άτομα στις τεχνικές δειγματοληψίας και στις διαδικασίες μετρήσεως πεδίου. Αυτό διότι η συλλογή και η μεταχείριση δειγμάτων αποτελούν συχνά πηγές σφαλμάτων και σε πολλές περιπτώσεις μεγαλύτερων από αυτά που προκύπτουν κατά την ανάλυση των δειγμάτων. Για να γίνεται σωστή παρακολούθηση των χρονικών μεταβολών των παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα του νερού, θα πρέπει να λαμβάνεται ένας ικανοποιητικός αριθμός δειγμάτων από το ίδιο σημείο κάθε φορά. Για ορισμένες παραμέτρους, όπως το διαλυμένο οξυγόνο, η θολότητα, η αγωγιμότητα και το pH, συνηθίζεται η επί τόπου μέτρηση τους διότι μπορεί να μεταβληθούν κατά τη μεταφορά των δειγμάτων στο εργαστήριο.

9.2.1 Είδη δειγμάτων

Για την παρακολούθηση της ποιότητας των αποβλήτων και φυσικών νερών λαμβάνονται δύο τύποι δειγμάτων, το στιγμιαίο και το σύνθετο.

Το στιγμιαίο είναι το πιο απλό δείγμα, το οποίο λαμβάνεται σε καθορισμένο χρόνο, τόπο και βάθος. Η ποσότητα του δείγματος πρέπει να είναι επαρκής για όλες τις φυσικές και χημικές αναλύσεις που θα γίνουν σε αυτό. Κάποιες φορές αν το δείγμα είναι μικρό και οι αναλύσεις που πρέπει να γίνουν πολλές, πρέπει να ληφθούν δύο τέτοια δείγματα στο σημείο δειγματοληψίας και να αναμιχθούν στο δοχείο μεταφοράς τους. Τα δείγματα αυτά ονομάζονται απλά δείγματα ή δείγματα θέσης.

Τα σύνθετα δείγματα λαμβάνονται από πολλά διαφορετικά μέρη και σε πολλές χρονικές στιγμές και είναι σημαντικά για την εκπλήρωση ορισμένων στόχων ελέγχου. Τα δείγματα αυτά ονομάζονται ολοκληρωμένα.

9.2.2 Οδηγίες δειγματοληψίας

Τα δείγματα νερού, τα οποία συλλέγονται από ποτάμια, λίμνες, δεξαμενές και υπόγεια νερά, με σκοπό να αναλυθούν για φυσικές και χημικές παραμέτρους, πρέπει να υπόκεινται στις παρακάτω οδηγίες:

- Πριν τη δειγματοληψία πρέπει κατ' αρχήν να επιβεβαιωθεί ότι το σημείο είναι το σωστό. Σε αυτό βοηθά η περιγραφή του σημείου, η θέση κάποιων σταθερών σημαδιών γύρω από αυτό ή ο έλεγχος του βάθους, εάν πρόκειται για λίμνες.
- Στο δείγμα δεν πρέπει να περιλαμβάνονται μεγάλα, ανομοιογενή κομμάτια από κατάλοιπα αποσάθρωσης. Όταν λαμβάνεται δείγμα από τον πυθμένα δεν πρέπει να διαταράσσουμε το υλικό του, γιατί τα σωματίδια που υπάρχουν σε αυτό γίνονται αιωρούμενα.
- Το βάθος δειγματοληψίας μετράται από την επιφάνεια του νερού μέχρι τη μέση του δειγματολήπτη.
- Τα δοχεία που θα χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά και φύλαξη των δειγμάτων πρέπει να ξεπλένονται τρεις φορές με ποσότητα του δείγματος πριν γεμιστούν, εκτός από την περίπτωση που περιέχουν κάποιο συντηρητικό

- Τα καπάκια των δοχείων δειγματοληψίας πρέπει να φυλάσσονται σε καθαρό μέρος όταν τα δοχεία είναι ανοιχτά.
- Πρέπει να αφήνεται ένα μικρό κενό αέρα στα δοχεία, ώστε να μπορεί να αναδευτεί το δείγμα πριν την ανάλυση.
- Οι μετρήσεις / παρατηρήσεις που γίνονται στο πεδίο πρέπει να καταγράφονται επί τόπου στο σημειωματάριο δειγματοληψίας.
- Τα δείγματα πρέπει να μεταφέρονται στα δοχεία δειγματοληψίας αμέσως μετά τη συλλογή τους, αν πρόκειται να μεταφερθούν. Αν η ανάλυση γίνει στο πεδίο πρέπει να ξεκινήσει το συντομότερο δυνατό.

9.2.3 Καταγραφή παρατηρήσεων

Κατά τη δειγματοληψία θα πρέπει να υπάρχει και ένα σημειωματάριο πεδίου. Σε αυτό καταγράφονται πληροφορίες που αφορούν στην όλη διάρκεια της δειγματοληψίας. Τα συμπληρωμένα σημειωματάρια φυλάσσονται για μελλοντική χρήση, καθώς περιέχουν στοιχεία, τα οποία πολλές φορές αποδεικνύονται πολύτιμα. Οι πληροφορίες που καταγράφονται θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα στοιχεία που σημειώνονται στα μπουκάλια της δειγματοληψίας, την περιγραφή των δειγμάτων που έχουν συλλεχθεί καθώς επίσης και το είδος των μετρήσεων που έγιναν, τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν, τις συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Θα πρέπει επίσης να καταγράφεται κάθε σχετική συμπληρωματική πληροφορία, όπως ασυνήθιστες τοπικές συνθήκες τη στιγμή της δειγματοληψίας. Αν υπάρχει διαφοροποίηση σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας που έχει επιλεγεί αρχικά θα πρέπει να καταγράφεται και να αιτιολογείται.

Αν αντί για σημειωματάριο χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο έντυπο (φόρμα) πεδίου, όπως στην παρούσα περίπτωση το ερωτηματολόγιο, θα πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος για σχόλια και παρατηρήσεις. Για τη διευκόλυνση της εργασίας πεδίου η διάταξη και τα περιεχόμενα του εντύπου θα πρέπει να ακολουθούν τη σειρά με την οποία εκτελούνται οι διάφορες εργασίες.

9.2.4 Δοχεία δειγματοληψίας και ποσότητες δειγμάτων

Η μεταφορά των δειγμάτων από το σημείο δειγματοληψίας στο εργαστήριο για ανάλυση γίνεται με δοχεία, κατασκευασμένα από πολυαιθυλένιο, ύαλο Pyrex, Teflon και άλλα. Η επιλογή του υλικού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του δείγματος και τις παραμέτρους που θέλουμε να προσδιορίσουμε. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή αυτή είναι οι προσροφητικές ιδιότητες των επιφανειών των δοχείων και οι προσμίξεις που ενδέχεται να περιέχονται στο υλικό κατασκευής.

Τα δοχεία από πολυαιθυλένιο βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στη μεταφορά δειγμάτων διότι είναι εύκολα στο χειρισμό και άθραυστα. Οι προσροφητικές τους ιδιότητες όμως τα καθιστούν ακατάλληλα για τη μεταφορά δειγμάτων στα οποία πρόκειται να προσδιοριστούν φυτοφάρμακα, πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, λίπη-έλαια, φωσφορικά, φθοριούχα και βορικά.

Τα δοχεία από ύαλο μειονεκτούν διότι εμφανίζουν ιονανταλλακτικές ιδιότητες οπότε είναι δυνατό να μεταβάλλουν τις συγκεντρώσεις ορισμένων κατιόντων του δείγματος, αυξάνοντας τη συγκέντρωση των πυριτικών και ελαττώνοντας τη συγκέντρωση των φθοριούχων, προκαλούν μικρή αύξηση του pH και τέλος είναι εύθραυστα.

Τα δοχεία δειγματοληψίας πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά πριν τη χρήση τους, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος επιμόλυνσης του δείγματος. Ο καθαρισμός συνήθως γίνεται με απορρυπαντικό και νερό της βρύσης.

Η ελάχιστη ποσότητα δείγματος διαφοροποιείται αρκετά, ανάλογα με τις αναλύσεις για τις οποίες προορίζεται, αλλά είναι γενικά μεταξύ ενός και πέντε λίτρων. Οι όγκοι που απαιτούνται για συγκεκριμένες αναλύσεις συνοψίζονται στον πίνακα 9-1 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-1: Απαιτούμενοι όγκοι δείγματος [ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΝΕΡΩΝ]

Παράμετρος	Όγκος δείγματος (ml)
Αμμωνιακό Άζωτο	400
BOD	1000
TOC	200
TSS	1000
Φώσφορος	100
Χλώριο	100

9.2.5 Συντήρηση δειγμάτων

Τα δοχεία με τα δείγματα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρό, σκοτεινό και δροσερό περιβάλλον, όπου προστατεύονται από μόλυνση. Πρόσθετες μέθοδοι συντήρησης περιλαμβάνουν ψύξη, εικρύλιση με διαλύτη και προσθήκη χημικών συντηρητικών.

Η αποθήκευση μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη μέθοδο που εφαρμόζεται για ανάλυση. Σχετικές πληροφορίες δίνονται συνήθως στην περιγραφή της μεθόδου. Αν όχι, θα πρέπει να γίνει έλεγχος σταθερότητας πριν ξεκινήσει η δειγματοληψία. Κάτι τέτοιο θα πρέπει να γίνεται σε κάθε περίπτωση προκειμένου να ελέγχεται η αξιοπιστία της μεθόδου που ακολουθείται.

9.2.6 Μεταφορά και αποθήκευση δειγμάτων

Η συλλογή δειγμάτων θα πρέπει να γίνεται σε συνεννόηση με το εργαστήριο, στο οποίο πρέπει να γνωστοποιείται ο αριθμός των δειγμάτων που θα φθάσουν, ο χρόνος άφιξής τους και οι αναλύσεις για τις οποίες προορίζονται. Με τον τρόπο αυτό θα έχει γίνει η απαιτούμενη προετοιμασία των αντιδραστηρίων που θα χρησιμοποιηθούν. Αν τα δοχεία δειγματοληψίας παρέχονται από το εργαστήριο, διασφαλίζεται ότι οι ποσότητες των δειγμάτων επαρκούν και ότι έχει γίνει η κατάλληλη προετοιμασία.

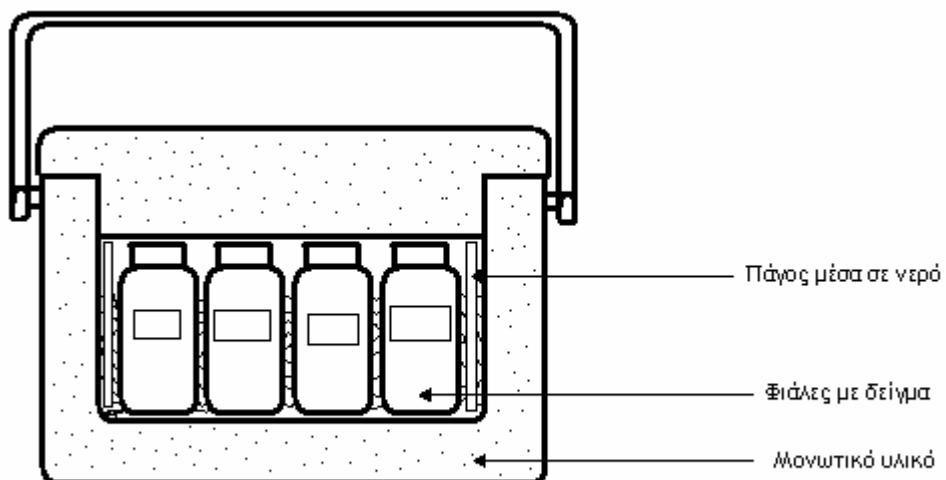
Κάθε δοχείο θα πρέπει να φέρει μια ετικέτα αναγνώρισης, στην οποία πρέπει να αναγράφονται ευανάγνωστα και ανεξίτηλα οι παρακάτω πληροφορίες:

- Το όνομα της μελέτης

- Το όνομα του σταθμού δειγματοληψίας
- Η ημερομηνία και ώρα δειγματοληψίας

Τα δοχεία με τα δείγματα θα πρέπει να τοποθετούνται σε ένα κιβώτιο για τη μεταφορά τους στο εργαστήριο. Τα σταθερά και μονωμένα κιβώτια προσφέρουν προστασία στα δείγματα από την ηλιακή ακτινοβολία, από το σπάσιμο των μπουκαλιών και μπορούν να τα διατηρήσουν σε θερμοκρασία 4 °C. Για τη γρήγορη ψύξη των δειγμάτων για μέτρηση του BOD ή/και μικροβιολογικών παραμέτρων, απαιτείται κρύο νερό με πάγο. Χρήση μόνο στερεού μέσου ψύξης είναι ανεπαρκής γιατί η μεταφορά θερμότητας και η ψύξη του δείγματος γίνονται πολύ αργά.

Αν το χρονικό διάστημα μεταξύ της δειγματοληψίας και της βακτηριολογικής ανάλυσης είναι μικρότερο από δυο ώρες, τα δείγματα μπορούν απλά να τοποθετηθούν σε δροσερό και σκοτεινό μέρος. Αν, όμως, αναμένεται να μεσολαβήσουν περισσότερο από δυο ώρες, τα δείγματα θα πρέπει να ψυχθούν στους 4 °C, οπότε τοποθετούνται σε μίγμα πάγου με νερό σε μονωμένο κιβώτιο όπως προαναφέρθηκε. Ένας φορητός ψύκτης που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δειγμάτων φαίνεται στο σχήμα 9-1 που ακολουθεί.



Σχήμα 9-1: Φορητός ψύκτης μεταφοράς δειγμάτων

Με την άφιξη στο εργαστήριο τα δείγματα για βακτηριολογική ανάλυση, θα πρέπει να τοποθετούνται σε ψυγείο και η ανάλυση θα πρέπει να ξεκινάει σε δυο το πολύ ώρες. Τα δείγματα που φτάνουν σε περισσότερες από 24 ώρες μετά τη

συλλογή τους απορρίπτονται. Το ίδιο και όσα δεν έχουν ψυχθεί ενώ έχουν περάσει πάνω από δυο ώρες. Αυτό γίνεται επειδή το δείγμα, σε μια τέτοια περίπτωση, δεν θα αντιπροσωπεύει τη βακτηριολογική κατάσταση του νερού τη στιγμή της δειγματοληψίας.

9.3 Μετρούμενες παράμετροι

9.3.1 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD)

Το BOD μετρά το οξυγόνο που καταναλώνεται για τη βιοχημική οξείδωση του μείγματος των οργανικών ενώσεων στο δείγμα, με προϊόντα CO_2 , NH_3 , και H_2O . Η τιμή που υπολογίζεται εκφράζει το μέγεθος του οργανικού φορτίου στον αποδέκτη. Εφ' όσον γίνει η δειγματοληψία το επόμενο στάδιο είναι η επιλογή της μεθόδου προσδιορισμού του BOD. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η βαρομετρική μέθοδος προσδιορισμού.

Στη βαρομετρική μέτρηση το δείγμα τοποθετείται σε κλειστό δοχείο προσέχοντας όμως να μην είναι γεμάτο. Η μέτρηση του BOD_5 γίνεται με μέτρηση της υποπίεσης που δημιουργείται στη φιάλη από την κατανάλωση οξυγόνου. Η υποπίεση μετράται έπειτα από 5 ημέρες επώασης του δείγματος ηλεκτρονικά και η μέτρηση αυτή για το συγκεκριμένο μέγεθος φιάλης και όγκο δείγματος σχετίζεται με το BOD_5 του διαλύματος.

Για τη μέτρηση μεταφέρθηκε ο απαιτούμενος όγκος δείγματος στη σκουρόχρωμη φιάλη BOD. Ανάλογα με την τιμή που αναμενόταν να προκύψει επιλέχθηκε αν θα γίνει αραίωση στο δείγμα.

9.3.2 Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)

Το COD είναι δείκτης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στο δείγμα και που μπορούν να οξειδωθούν χημικά. Περιλαμβάνει και τις οργανικές ενώσεις που οξειδώνονται βιολογικά, γι' αυτό και είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το BOD. Εκφράζεται ως ισοδύναμο οξυγόνο που απαιτείται για την χημική οξείδωση της οργανικής ύλης στο δείγμα.

Η οξείδωση του δείγματος γίνεται με ισχυρό οξειδωτικό, σε όξινο περιβάλλον, παρουσία καταλύτη και σε υψηλή θερμοκρασία. Ως οξειδωτικό χρησιμοποιείται

διάλυμα $K_2Cr_2O_7$, το όξινο περιβάλλον εξασφαλίζεται με πυκνό H_2SO_4 και ως καταλύτης χρησιμοποιείται Ag_2SO_4 . η θερμοκρασία χώνευσης είναι 150 °C και ο χρόνος χώνευσης 2 ώρες.

Μετά τη χώνευση του μίγματος γίνεται προσδιορισμός της περίσσειας των διχρωμικών ιόντων με φωτομέτρηση. Η οργανική ύλη του δείγματος που έχει οξειδωθεί υπολογίζεται ως ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου. Η μέθοδος της φωτομέτρησης μπορεί να γίνει τόσο με φορητό φασματοφωτόμετρο όσο και με σταθερό. Σε κάθε περίπτωση τα αντιδραστήρια που αναφέρονται παραπάνω είναι έτοιμα σε ειδικά φιαλίδια.

9.3.3 Φώσφορος (P)

Ο φώσφορος είναι απαραίτητο στοιχείο των ζώντων οργανισμών. Ανήκει στα θρεπτικά συστατικά και συντελεί στον ευτροφισμό των νερών. Κατά κανόνα, αποτελεί και τον περιοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό των λιμνών.

Ο φώσφορος δεν απαντά ελεύθερος στο περιβάλλον. Στα νερά, βρίσκεται κατά κανόνα με διάφορες μορφές φωσφορικών ενώσεων. Οι μορφές αυτές διαιρούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Ορθοφωσφορικά ιόντα PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$
- Πολυφοσφωρικά ιόντα $P_2O_7^{4-}$, $P_3O_{10}^{-5}$, $P_3O_9^{-3}$ κ.α.
- Οργανικός φώσφορος

Οι παραπάνω τρεις κατηγορίες των φωσφορικών ενώσεων βρίσκονται στα νερά ως:

- Διαλυτές ενώσεις, κυρίως άλατα των αλκαλικών
- Αδιάλυτες ενώσεις, κυρίως άλατα του ασβεστίου οι οποίες υπάρχουν στα αιωρούμενα στερεά.

Ο κύκλος του φωσφόρου στην υδρόσφαιρα είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο του αζώτου. Τα ανόργανα φωσφορικά ιόντα μετατρέπονται σε αδενόσινο δι- και τρι-φωσφορικές ενώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες σε πολλές βιοχημικές αντιδράσεις των ζώντων οργανισμών. Αντίθετα, γερασμένα ή κατεστραμμένα κύτταρα απελευθερώνουν ορθοφωσφορικά στο στάδιο της αυτόλυσής τους.

Ο κύκλος του φωσφόρου στα νερά παρουσιάζει ενδιαφέρον και από το γεγονός ότι τα φωσφορικά άλατα συμμετέχουν σημαντικά στους διάφορους μηχανισμούς διασποράς και κατανομής των μεταλλικών ιόντων στους υδάτινους αποδέκτες.

Ο προσδιορισμός του φωσφόρου, για τα ορθοφωσφορικά γίνεται χρωματομετρικά μετά από αντίδραση με μολυβδαινικά ιόντα. Για τα πολυφωσφορικά και τον οργανικό φώσφορο ακολουθείται η ίδια μέθοδος, αφού προηγηθεί μετατροπή σε ορθοφωσφορικά. Η μετατροπή των πρώτων σε ορθοφωσφορικά γίνεται με όξινη υδρόλυση και των δεύτερων με χώνευση.

Η διατήρηση των δειγμάτων γίνεται με ψύξη στους -10 °C, ενώ για μεγάλη διάρκεια διατήρησης των δειγμάτων προστίθεται $HgCl_2$ 40 mg/l.

Ο προσδιορισμός των παραπάνω μορφών του φωσφόρου ανάγεται τελικά στον προσδιορισμό των ορθοφωσφορικών προς τα οποία μετατρέπονται πρώτα όλες οι μορφές μετά από κατάλληλη κατεργασία των δειγμάτων.

Προσδιορισμός ορθοφωσφορικών

Στην παρούσα εργασία έγινε προσδιορισμός ορθοφωσφορικών στα δείγματα από τις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων. Τα ορθοφωσφορικά είναι η κυριότερη μορφή με την οποία απαντάται ο φώσφορος. Συνήθως, τα ορθοφωσφορικά ιόντα βρίσκονται ως διαλυτά άλατα των αλκαλίων.

Τα ορθοφωσφορικά ιόντα χαρακτηρίζονται από την αντίδρασή τους με το μολυβδαινικό αμμώνιο και τρυγικό καλιοαντιμονύλιο σε όξινο περιβάλλον και σχηματίζουν φωσφορομολυβδαινικό οξύ $[H_3P(MO_3O_{10})_4]$, το οποίο αναγόμενο σχηματίζει ένα έντονα χρωματισμένο σύμπλεγμα γνωστό ως μπλε του μολυβδαινίου. Η ιδιότητα αυτή αποτελεί και τη βάση ποσοτικού προσδιορισμού των ορθοφωσφορικών.

Για συγκεντρώσεις φωσφορικών μικρότερες από 20 $\mu g/l$, η προτεινόμενη διαδικασία περιλαμβάνει εκχύλιση του μπλε του μολυβδαινίου σε σχετικά μικρό όγκο εξανόλης ώστε να επιτευχθεί μια σημαντική αύξηση της ακρίβειας της μεθόδου.

Για τον προσδιορισμό το δείγμα αραιώνεται αν χρειαστεί, έτσι ώστε η ποσότητα των φωσφορικών να μην ξεπερνά τα 200 μg P. Αν το δείγμα είναι θολερό ή έγχρωμο τότε αποχρωματίζεται και διηθείται.

9.3.4 Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)

Τα ολικά στερεά είναι τα διαλυμένα μαζί με τα αιωρούμενα και τα καθιζάνοντα στερεά στο νερό. Στο ρέμα, τα διαλυμένα στερεά αποτελούνται από ασβέστιο, χλωριόντα, νιτρικά, φώσφορο, σίδηρο, θείο και άλλα ιόντα σε σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 2 μμ. Τα αιωρούμενα στερεά, συμπεριλαμβάνουν σωματίδια ιλύος και λάσπης, πλαγκτόν, σωματιδιακό οργανικό υλικό μικρής διαμέτρου και άλλο σωματιδιακό υλικό με διάμετρο μεγαλύτερη των 2 μμ.

Η συγκέντρωση των ολικών διαλυμένων στερεών επηρεάζει την υδατική ισορροπία στα κύτταρα των υδρόβιων οργανισμών. Σε νερό με χαμηλή συγκέντρωση στερεών οι οργανισμοί τείνουν να διογκωθούν ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις τείνουν να συρρικνωθούν. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα των οργανισμών να διατηρούν την πυκνότητα των κυττάρων τους και γίνεται δύσκολο να κρατήσουν τη θέση τους στη στήλη του νερού. Έτσι μπορεί να επιπλέουν ή να βουλιάζουν σε βάθη όπου δεν είναι προσαρμοσμένα να ζουν.

Υψηλότερες συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών μπορούν να λειτουργούν σαν μεταφορείς τοξινών, οι οποίες εύκολα προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όπου χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Όταν οι συγκεντρώσεις των στερεών είναι υψηλές, οι συγκεντρώσεις των εντομοκτόνων μπορεί να αυξάνουν, πέρα από αυτές που πρωταρχικά εφαρμόστηκαν, καθώς το νερό ρέει στα κανάλια άρδευσης. Υψηλά επίπεδα στερεών μπορεί επίσης να βουλώσουν τις σωλήνες άρδευσης και σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί αν οδηγήσουν τα αρδευόμενα φυτά να χάνουν νερά αντί να προσλαμβάνουν.

Μια υψηλή συγκέντρωση στερεών στο πόσιμο νερό μπορεί να του δώσει δυσάρεστη γεύση και ίσως έχει αρνητικές επιδράσεις στους ανθρώπους που το καταναλώνουν. Πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά επίπεδα στερεών μπορεί να μειώσουν την αποτελεσματικότητα στις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων, καθώς επίσης και σε βιομηχανικές διεργασίες που χρησιμοποιούν ανεπεξέργαστο νερό.

Τα ολικά στερεά επίσης επηρεάζουν τη διαύγεια του νερού. Υψηλές τιμές στερεών μειώνουν τη διαπερατότητα του φωτός και κατά συνέπεια τη φωτοσύνθεση των υδρόβιων φυτών. Το νερό ζεσταίνεται ευκολότερα και διατηρεί

περισσότερη θερμότητα. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην υδρόβια ζωή που έχει προσαρμοστεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Οι πηγές των ολικών στερεών συμπεριλαμβάνουν βιομηχανικά απόβλητα, λύματα, λιπάσματα, εκπλύματα δρόμων και διάβρωση του εδάφους. Οι μονάδες μέτρησής τους είναι mg/l.

Τα ολικά στερεά είναι πολύ σημαντικό να μετρώνται όπου υπάρχουν εκροές από μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων, από βιομηχανικές μονάδες ή από περιοχές εκτεταμένης άρδευσης. Συγκεκριμένα, ποτάμια και ρέματα σε ξηρές περιοχές όπου το νερό είναι σπάνιο και η εξάτμιση υψηλή, τείνουν να έχουν υψηλές συγκεντρώσεις στερεών και είναι πιο ευαίσθητα σε εισαγωγή στερεών από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι μετρήσεις των ολικών στερεών μπορεί να είναι χρήσιμες σαν δείκτης των επιπτώσεων από κατασκευές, αγροτικές πρακτικές, υλοτομία, από εκροές επεξεργασμένων λυμάτων και άλλες πηγές. Όπως συμβαίνει και με τη θολότητα, οι συγκεντρώσεις αυξάνουν απότομα με τη βροχόπτωση. Τα ολικά στερεά σχετίζονται στενά με τη ροή του ρέματος και την ταχύτητα και θα πρέπει να συσχετίζονται με αυτούς τους παράγοντες. Κάθε αλλαγή στα ολικά στερεά στο χρόνο θα πρέπει να μετράται στην ίδια θέση και με την ίδια ροή.

Σε ότι αφορά τα αιωρούμενα στερεά ο όρος TSS (Total Suspended Solids) αφορά το ξηρό βάρος του υλικού που αφαιρείται από ένα συγκεκριμένο όγκο νερού με διήθηση. Το τεστ είναι βασικά εμπειρικό. Για να μπορούν τα αποτελέσματα να αναπαραχθούν και να συγκριθούν απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σε όλες τις λεπτομέρειες της διαδικασίας, ιδιαίτερα στα χαρακτηριστικά του φίλτρου, στη θερμοκρασία και στο χρόνο ξήρανσης. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η διήθηση και η ξήρανση στους 105 °C για 2 ώρες. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρουμε το αποτέλεσμα σε σχέση με το είδος του φίλτρου και την θερμοκρασία.

Τα αποτελέσματα είναι περιορισμένης αξίας όταν περιέχουν έλαια, λίπη ή άλλες πτητικές ουσίες. Είναι φανερό ότι το αποτέλεσμα αυτού του τεστ δεν μπορεί να περιέχει ενώσεις που είναι πτητικές κάτω από τις δεδομένες συνθήκες.

9.4 Μέθοδοι προσδιορισμού παραμέτρων

9.4.1 Μέθοδος προσδιορισμού βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD)

Η μέτρηση του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου, βασίζεται στη μέτρηση της διαφοράς πίεσης που δημιουργείται με την κατανάλωση του οξυγόνου κατά την οξείδωση των οργανικών ενώσεων στο δείγμα νερού στο συγκεκριμένο χρόνο της επώασης.

Ο προσδιορισμός του BOD σε αδιάλυτα δείγματα είναι εφικτός όταν τα δείγματα δεν περιέχουν τοξικές ή επικίνδυνες ουσίες. Επίσης πρέπει να υπάρχουν αρκετά θρεπτικά άλατα και κατάλληλοι μικροοργανισμοί για την αποικοδόμηση του οργανικού υλικού.

Δειγματοληψία

Τα μπουκάλια δειγματοληψίας πρέπει να είναι σκουρόχρωμα. Αν είναι δυνατόν χρησιμοποιούμε τα ίδια για την δειγματοληψία ή χρησιμοποιούμε δειγματολήπτη και κατόπιν μεταφέρουμε το δείγμα στα μπουκάλια.

Γεμίζουμε το μπουκάλι δειγματοληψίας προσεκτικά χωρίς να δημιουργούνται φυσαλίδες (ομαλή ροή). Κλείνουμε το πώμα ενώ είναι βυθισμένο το μπουκάλι στο νερό.

Περιορίζουμε τον αερισμό των δειγμάτων αποφεύγοντας την ανατάραξη και την έκθεσή τους στον ατμοσφαιρικό αέρα. Το χλώριο μπορεί να επηρεάσει την τιμή του BOD αναστέλλοντας ή σκοτώνοντας τους μικροοργανισμούς που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη. Αν το δείγμα περιέχει χλώριο εξουδετερώνουμε με θεικό νάτριο.

Επιλογή όγκου δείγματος

Από την αναμενόμενη τιμή του BOD βρίσκουμε τη σωστή κλίμακα και επιλέγουμε τον αντίστοιχο όγκο δείγματος. Στον πίνακα 9-2 δίνονται οι όγκοι του δείγματος και οι συντελεστές που αντιστοιχούν στις διάφορες κλίμακες.

Πίνακας 9-2 : Όγκοι δείγματος και συντελεστές υπολογισμού BOD.

Όγκος δείγματος (ml)	Κλίμακα μέτρησης (mg/l)	Συντελεστής
432	0 – 40	1
365	0 – 80	2
250	0 – 200	5
164	0 – 400	10
97	0 – 800	20
43,5	0 – 2000	50
22,7	0 – 4000	100

Μέτρηση

- Ξεπλένουμε το μπουκάλι με το δείγμα και το αδειάζουμε καλά.
- Μετράμε ακριβώς την ποσότητα του δείγματος που απαιτείται (κορεσμένη σε οξυγόνο, πολύ καλά ομογενοποιημένη).
- Εισάγουμε τους μαγνητικούς αναδευτήρες μέσα στο μπουκάλι.
- Τοποθετούμε τη θήκη από καουτσούκ στο λαιμό του μπουκαλιού.
- Προσθέτουμε 2 ταμπλέτες καυστικού νατρίου μέσα στη θήκη με τη βοήθεια του πώματος του μπουκαλιού που περιέχει τις ταμπλέτες ούτως ώστε να μην έρθουν σε επαφή με τα χέρια μας ή άλλο αντικείμενο. Προσέχουμε οι ταμπλέτες να μην έρθουν σε επαφή με το δείγμα.
- Βιδώνουμε σφιχτά τη συσκευή ‘OxiTop’ στο μπουκάλι με το δείγμα.
- Για μηδενισμό των αποθηκευμένων τιμών από προηγούμενες μετρήσεις και έναρξη της μέτρησης, πιέζουμε ταυτόχρονα για 2 δευτέρολεπτα τα πλήκτρα S και M.
- Τοποθετούμε το μπουκάλι μέτρησης στο θάλαμο επώασης, ο οποίος έχει ρυθμιστεί στους 20 °C για 5 ημέρες. Όταν ανέβει η θερμοκρασία στους 20 °C, από 1 έως 3 ώρες, το σύστημα ‘OxiTop’ αρχίζει αυτόματα να μετράει την κατανάλωση του οξυγόνου.

Αποθήκευση και Ανάκληση τιμών

Κατά την διάρκεια των 5 ημερών το δείγμα αναδεύεται συνέχεια. Το σύστημα καταγράφει αυτόματα στη μνήμη του μία τιμή κάθε 24 ώρες για 5 ημέρες. Για να πάρουμε την τρέχουσα τιμή πιέζουμε το πλήκτρο M. Για την ανάκληση αποθηκευμένων τιμών πιέζουμε το πλήκτρο S.

Υπολογισμός του BOD

Μετατρέπουμε τις μετρούμενες τιμές σε τιμές συγκέντρωσης BOD mg/l, χρησιμοποιώντας τον προηγούμενο πίνακα. Πολλαπλασιάζουμε την τιμή μέτρησης με το συντελεστή της κλίμακας που έχουμε χρησιμοποιήσει.

$$\text{Τιμή μέτρησης} * \text{Συντελεστής} = \text{BOD mg/l}$$

Πιθανά προβλήματα

1. Οι μετρούμενες τιμές παραμένουν κάτω από την κλίμακα μέτρησης.
2. Η τιμή που εκτίθεται είναι μηδέν ή πολύ χαμηλή.
3. Οι μετρήσεις είναι πάνω από την κλίμακα μέτρησης που έχει επιλεγεί.

Μηνύματα του συστήματος

1F → Η μνήμη είναι άδεια. Η μετρούμενη τιμή της πρώτης ημέρας λείπει. Αντίστοιχα για τις επόμενες ημέρες εμφανίζεται 2F, 3F, κ.τ.λ.

LO → Οι μπαταρίες θέλουν αλλαγή (περίπου κάθε 3 χρόνια)

 → Οι τιμές είναι κάτω από την κλίμακα μέτρησης (< 0 ψηφία).

 → Οι τιμές είναι πάνω από την κλίμακα μέτρησης (> 2 ψηφία).

9.4.2 Μέθοδος προσδιορισμού χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD)

9.4.2.1 Ανάλυση COD με σταθερό φασματοφωτόμετρο

Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου (προέρχεται από το διχρωμικό κάλιο) που αντιδρά με τις ενώσεις ενός λίτρου δείγματος νερού που οξειδώνεται. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/l COD (= mg/l O₂)

1 mol K₂Cr₂O₇ ισοδυναμεί με 1,5 mol O₂.

Το δείγμα νερού οξειδώνεται με ένα θερμό διάλυμα διχρωμικού καλίου, σε θειικό οξύ, με καταλύτη θειικό άργυρο. Τα χλωριούχα δεσμεύονται από θειικό άργυρο. Η συγκέντρωση των κίτρινων ιόντων Cr₂O₇²⁻ που δεν έχουν καταναλωθεί, προσδιορίζεται κατόπιν φωτομετρικά.

Το μήκος κύματος της φωτομέτρησης ορίζεται στα 447 nm. Η περιοχή μέτρησης είναι μεταξύ 10 – 150 mg/l και η απόκλιση τιμής ±3 mg/l.

Με τη μέθοδο μετρούνται οργανικές και ανόργανες ενώσεις που οξειδώνονται από το διχρωμικό κάλιο. Εξαιρέσεις αποτελούν κάποιες ετεροκυκλικές ενώσεις, όπως η πυριδίνη, τεταρτοταγείς ενώσεις του αζώτου και πολύ πτητικοί υδρογονάνθρακες.

Η επίδραση άλλων ενώσεων έχει ελεγχθεί σε διαλύματα που έχουν COD 75 mg/l. Οι συγκεντρώσεις του πίνακα 9-3 δίνουν όρια πάνω από τα οποία επηρεάζεται η μέτρηση.

Πίνακας 9-3 : Ανώτατες συγκεντρώσεις ενώσεων που επηρεάζουν τη μέτρηση του COD[Οικονο]

Ένωση	Συγκέντρωση (mg/l ή %)
Cl ⁻	2000
Cr ³⁺	75
CrO ₄ ²⁻	5
NO ₂ ⁻	10
SO ₃ ²⁻	25
H ₂ O ₂	10
NaNO ₃	10%
Na ₃ PO ₄	10%
Na	10%

Προετοιμασία δείγματος

- Η ανάλυση πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό πιο άμεσα μετά τη δειγματοληγία.
- Είναι απαραίτητη η ομογενοποίηση του δείγματος.
- Πρέπει να γίνει έλεγχος της περιεκτικότητας σε ιόντα χλωρίου. Τα δείγματα που περιέχουν περισσότερα από 2000 mg/l πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Διαδικασία

1. Ανακινούμε καλά το φιαλίδιο με τα αντιδραστήρια για να διαλυθεί το ίζημα του πυθμένα.
2. Με το σιφώνιο λαμβάνουμε 3 ml από το δείγμα, που έχει υποστεί την παραπάνω προετοιμασία.
3. Αδειάζουμε αργά και προσεκτικά το δείγμα στο φιαλίδιο με τα αντιδραστήρια προσέχοντας να έχουμε δυο στιβάδες και να μην γίνει αμέσως η αντίδραση.
4. Κλείνουμε το καπάκι και κρατώντας το φιαλίδιο από αυτό, το ανακινούμε καλά.
5. Τοποθετούμε το φιαλίδιο σε θερμοαντιδραστήρα για δύο ώρες στους 150 °C.
6. Βάζουμε το φιαλίδιο σε βάση στήριξης για να κρυώσει για τουλάχιστον μισή ώρα. Μετά τα πρώτα δέκα λεπτά ανακινούμε καλά.
7. Κάνουμε τη φωτομέτρηση, λαμβάνοντας υπ' όψη τα εξής:
 - Οι κυψελίδες πρέπει να είναι καθαρές. Αν όχι τις καθαρίζουμε με ένα στεγνό και καθαρό ύφασμα.
 - Η μέτρηση διαλυμάτων με μεγάλη θολότητα δίνει λανθασμένες τιμές.
 - Η τιμή της μέτρησης παραμένει σταθερή για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.
 - Ως τυφλό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό που περιλαμβάνεται στα αντιδραστήρια της μέτρησης ή να ετοιμάσουμε ένα νέο προσθέτοντας 3 ml απιονισμένο νερό σε ένα φιαλίδιο με αντιδραστήρια.

Πρέπει να επισημανθεί ότι τα αντιδραστήρια είναι πολύ τοξικά και γι' αυτό πρέπει να παίρνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας κατά την ανάλυση των δειγμάτων και έπειτα το περιεχόμενο των φιαλιδίων πρέπει να διατίθεται ειδικά.

9.4.2.2 Ανάλυση COD με φορητό φασματοφωτόμετρο

Στο φορητό φασματοφωτόμετρο υπάρχει επιλογή για τρεις αναλύσεις COD, ανάλογα με την περιοχή μέτρησης. Έχουμε αναλύσεις (τεστ) 60, 61 και 62, για περιοχές μέτρησης 5-150 mg/l, 20-900 mg/l και 100-4500 mg/l αντίστοιχα. Για κάθε ανάλυση απαιτούνται τα αντίστοιχα αντιδραστήρια και η διαδικασία είναι παρόμοια. Αρκεί λοιπόν η περιγραφή της διαδικασίας για την ανάλυση 60.

Αριθμός τεστ : 60

Κλίμακα : 5-150 mg/l COD

Μέθοδος : Χώνευση

Δειγματοληψία και φύλαξη

Συλλέγουμε δείγματα σε πλαστικά ή γυάλινα μπουκάλια που δεν έχουν κάποια οργανική μόλυνση.

1. **Προετοιμασία τυφλού:** προσθέτουμε σε ένα φιαλίδιο με αντιδραστήρια 2,5 ml απιονισμένου νερού με κατάλληλο σιφόνι. Η προσθήκη αυτή πρέπει να γίνει αργά ώστε να σχηματιστεί πάνω από τα αντιδραστήρια ένα στρώμα νερού (δύο στιβάδες). Γι' αυτό και κρατάμε το φιαλίδιο με τα αντιδραστήρια σε γωνία 45°. Κλείνουμε το φιαλίδιο και ανακινούμε για μερικά δευτερόλεπτα. Προσέχουμε ιδιαίτερα διότι παράγεται θερμότητα.
2. **Προετοιμασία δείγματος:** γίνεται όπως η προετοιμασία του τυφλού αλλά με την προσθήκη 2,5 ml δείγματος.
3. **Φωτομέτρηση:** επιλέγουμε τα 420 nm.

9.4.3 Μέθοδος προσδιορισμού φωσφορικών ιόντων (PO_4^{3-})

Σε ένα διάλυμα που έχει οξινιστεί με θειικό οξύ, τα ορθοφωσφορικά ιόντα αντιδρούν με ιόντα μολυβδαινίου σχηματίζοντας μολυβδοφωσφορικό οξύ. Με τη βοήθεια ασκορβικού οξέος αυτό μετατρέπεται σε μπλε του μολυβδαινίου, το οποίο προσδιορίζεται κατόπιν φωτομετρικά. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$.

Το μήκος κύματος της φωτομέτρησης ορίζεται στα 690 nm. Η περιοχή μέτρησης εξαρτάται από το πώς εκφράζεται το αποτέλεσμα της φωτομέτρησης και είναι:

- 0,05-5 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$
- 0,2-15,3 mg/l PO_4^{3-}
- 0,11-11,46 mg/l P_2O_5

Το τεστ αυτό μετράει μόνο ορθοφωσφορικά. Για να μετρηθεί ολικός φώσφορος, τα δείγματα θα πρέπει προηγουμένως να αποσυντεθούν με χώνευση. Το δείγμα μπορεί να προέρχεται από υπόγεια και επιφανειακά νερά, θαλασσινό νερό, πόσιμο νερό, απόβλητα, θρεπτικά διαλύματα για λίπανση, τρόφιμα.

Η επίδραση ξένων ουσιών ελέγχθηκε σε διαλύματα τα οποία περιείχαν 2 και 0 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ξένων ουσιών από αυτές που δίνονται στον πίνακα 9-4, επηρεάζουν τη μέτρηση.

Πίνακας 9-4 : Ανώτατες τιμές συγκέντρωσης ενώσεων που δεν επιδρούν στη μέτρηση του P[σημειώσεις οικονομοποιούλος]

Ένωση	Συγκέντρωση (mg/l ή %)
Ag^+	1000
AsO_4^{3-}	0,2
Ca^{2+}	1000
Cd^{2+}	1000
CN	1000
Cr^{3+}	1000
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	5
Cu^{2+}	250
F^-	50

Fe^{3+}	1000
Hg^{2+}	10
Mg^{2+}	1000
Mn^{2+}	1000
NH_4^+	1000
Ni^{2+}	500
NO	1000
Pb^{2+}	25
S^{2-}	2,5
SiO_3^{2-}	1000
SO_3^{2-}	1000
Zn^{2+}	1000
EDTA	1000
Απολυμαντικά/Απορρυπαντικά	100
COD	150
NaCl	5%
NaNO_3	10%
Na_2SO_4	10%

Προετοιμασία δείγματος

- Η ανάλυση πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο άμεσα μετά τη δειγματοληψία.
- Τα στερεά σωματίδια του δείγματος θα πρέπει να αφαιρεθούν με μια κατάλληλη μέθοδο.
- Αν αναμένεται μεγαλύτερη τιμή από 5 mg/l PO₄-P, το δείγμα θα πρέπει να αραιωθεί με απεσταγμένο νερό.
- Το pH πρέπει να είναι στην περιοχή 0-10. αν είναι απαραίτητο ρυθμίζεται με διάλυμα καυστικού νατρίου ή θεικού οξέος.
- Τα διαλύματα με αυξημένη θολότητα θα πρέπει προηγουμένως να διηθούνται.

Διαδικασία

1. Βάζουμε 5 ml από το δείγμα, που έχει υποστεί την παραπάνω προετοιμασία, σε ένα φιαλίδιο.
2. Προσθέτουμε 5 σταγόνες από το αντιδραστήριο P-1A, κλείνουμε καλά το φιαλίδιο και ανακινούμε.
3. Προσθέτουμε μία κουταλιά από το αντιδραστήριο P-2A, κλείνουμε καλά το φιαλίδιο και ανακινούμε ζωηρά μέχρι το αντιδραστήριο να διαλυθεί πλήρως.
4. Αφήνουμε 5 λεπτά σε ηρεμία
5. Κάνουμε τη φωτομέτρηση λαμβάνοντας υπ' όψη τα εξής:
 - Οι κυψελίδες πρέπει να είναι καθαρές. Αν χρειάζεται τις σκουπίζουμε με ένα στεγνό και καθαρό ύφασμα.
 - Η μέτρηση διαλυμάτων με μεγάλη θολότητα δίνει λάθος τιμές.
 - Το pH του διαλύματος μέτρησης θα πρέπει να είναι μεταξύ 0,8 και 0,95.
 - Το χρώμα του διαλύματος μέτρησης παραμένει σταθερό τουλάχιστον για 60 λεπτά μετά το τέλος του χρόνου αντίδρασης που αναγράφεται παραπάνω.
 - Ως τυφλό χρησιμοποιείται το δείγμα. Συντελεστής ποσοτικής ανάλυσης **k=2,06**.

9.4.4 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS)

Υλικά, σκεύη και όργανα

Οι συσκευές που απαιτούνται σ' αυτή τη διαδικασία είναι:

- Συσκευή διήθησης με αντλία κενού.
- Φουρνος ξήρανσης στους 105°C.
- Ξηραντήρας.
- Αναλυτική ζυγαριά, ακριβείας 0,1 mg.
- Φίλτρα υάλου διαμέτρου 1 μμ.

Δειγματοληψία

Σωματίδια όπως φύλλα, ξύλα ψάρια ή κοπρανώδη υλικό πρέπει να αφαιρούνται από το δείγμα ώστε να μην παρεμποδίζεται η διήθηση και να μην συγκρατείται νερό στο φίλτρο εμποδίζοντας την ξήρανση.

Η ανάλυση του δείγματος θα πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατό. Μεταφορά και φύλαξη του δείγματος για μικρό χρονικό διάστημα δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα.

Προετοιμασία φίλτρων

1. Βάζουμε ένα φίλτρο πάνω στο filter holder. Συνδέουμε τη συσκευή διήθησης με την αντλία κενού και εφαρμόζουμε κενό.
2. Πλένουμε το φίλτρο με 20 ml απιονισμένο νερό για τρεις διαδοχικές φορές. Αφού περάσει όλο το νερό, εφαρμόζουμε κενό για 2-3 λεπτά ακόμα. Κατόπιν πετάμε το διήθημα.
3. Αφαιρούμε το φίλτρο από το χωνί και το τοποθετούμε σε μια κάψα λευκόχρυσου. Το φίλτρο μαζί με την κάψα ξηραίνονται στους 105 °C για τουλάχιστον 1 ώρα.
4. Μετά το τέλος της ώρας βάζουμε την κάψα με το φίλτρο στον ξηραντήρα ωσότου κρυώσει. Ζυγίζουμε την κάψα με το φίλτρο σε αναλυτική ζυγαριά.
5. Επαναλαμβάνουμε τον κύκλο ξήρανσης, εξισορρόπησης και ζύγισης ώσπου η μείωση του βάρους μεταξύ δυο διαδοχικών ζυγίσεων να μην ξεπερνά τα 0,5 mg.
6. Διατηρούμε τα φίλτρα στον ξηραντήρα μέχρι να τα χρησιμοποιήσουμε.

Πειραματική διαδικασία

1. Παίρνουμε την κάψα από τον ξηραντήρα και ζυγίζουμε. Καταγράφουμε το βάρος.
2. Τοποθετούμε το φίλτρο στη συσκευή διήθησης, συνδέουμε την αντλία κενού και εφαρμόζουμε κενό.
3. Βρέχουμε το φίλτρο με μερικές σταγόνες απιονισμένο νερό για να εφαρμόσει καλά.

4. Αναδεύουμε δυνατά το δείγμα και παίρνουμε με μία ογκομετρική φιάλη τόσα ml ώστε να γίνει καλά η διήθηση. Αν το δείγμα φαίνεται να έχει πολλά στερεά υπάρχει κίνδυνος να βουλώσει το φίλτρο και να παραμείνει υγρό στο χωνί.
5. Ξεπλένουμε τη φιάλη της ογκομετρικής με λίγο απιονισμένο νερό. Αν το δείγμα περιέχει μικρή ποσότητα αιωρούμενων στερεών ο όγκος του δείγματος θα πρέπει αν αυξηθεί.
6. Όταν ολοκληρωθεί η διήθηση, αφαιρούμε με προσοχή το φίλτρο με μία λαβίδα, το τοποθετούμε στην κάψα και κατόπιν στο φούρνο για 1 τουλάχιστον ώρα στους 105 °C. Εξισορροπούμε στον ξηραντήρα και ζυγίζουμε.
7. Επαναλαμβάνουμε όπως και στην προετοιμασία του φίλτρου ωσότου η μείωση του βάρους μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων να μην ξεπερνά τα 0,5 mg.
8. Καταγράφουμε το τελικό βάρος που μετράμε.

Υπολογισμός

$$\text{Συνολικά Αιωρούμενα Στερεά} = (A - B) / C * 10^6 \text{ mg/l}$$

Όπου A το βάρος του φίλτρου με τα στερεά, B το βάρος του φίλτρου και C ο όγκος του διηθημένου δείγματος. Στα αποτελέσματα πρέπει πάντα να αναφέρεται και η θερμοκρασία.

9.5 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης των δειγμάτων

9.5.1 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου A

Μέτρηση BOD₅

Για τη μέτρηση του BOD₅ χρησιμοποιήθηκε μια φιάλη των 432 ml για το δείγμα της εκροής και δύο φιάλες για το δείγμα της εισροής, μία των 250 ml και μία των 432 ml γιατί δεν ήμασταν σίγουροι για το αποτέλεσμα, μιας και η εισροή ήταν αρκετά διαυγής. Έπειτα από 5 ημέρες η ένδειξη της εκροής ήταν 14 mg/l. Η ένδειξη της εισροής από τη φιάλη των 432 ml ήταν 44, τιμή η οποία απορρίπτεται γιατί είναι πάνω από 40 (Πίνακας 9-2). Η ένδειξη από τη φιάλη των 250 ml ήταν 22 και με βάση τον Πίνακα 9-2 η τιμή του BOD₅ της εισροής είναι 110 mg/l.

Μέτρηση COD

Εφαρμόζοντας τη διαδικασία που έχει περιγραφεί σε προηγούμενη ενότητα για τον προσδιορισμό του COD, η τιμή που μετρήθηκε από το δείγμα της εισροής ήταν 220 mg/l και από το δείγμα της εκροής 71 mg/l.

Μέτρηση Φωσφόρου

Για τη μέτρηση του φωσφόρου έπρεπε πρώτα να γίνει διήθηση στα δείγματα για την αποφυγή σφαλμάτων κατά τη φασματοφωτομετρία. Η ένδειξη του οργάνου για την εισροή ήταν 4,83 mg/l. Επειδή όμως η τιμή είναι πολύ κοντά στο 5 επαναλάβαμε τη μέτρηση κάνοντας αραίωση 1:10 στο διήθημα. Το αποτέλεσμα ήταν 0,63 και υπολογίζοντας την αραίωση, η τιμή που προέκυψε ήταν 6,3 mg/l PO₄-P. Αυτή η διαφορά ανάμεσα στις δύο τιμές επιβεβαιώνει τις επιφυλάξεις μας για την πρώτη μέτρηση. Η ένδειξη για την εκροή ήταν 5,29 οπότε την απορρίψαμε και κάναμε αραίωση 1:10 στο δείγμα. Η επόμενη μέτρηση που προέκυψε ήταν 0,6244 και υπολογίζοντας την αραίωση η τιμή ήταν 6,24 mg/l PO₄-P.

Μέτρηση ολικών αιωρούμενων στερεών

Για τον υπολογισμό των αιωρούμενων στερεών χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φίλτρα, δύο για την εισροή και δύο για την εκροή. Χρησιμοποιήθηκαν 100 ml από το δείγμα της εισροής και 250 ml από το δείγμα της εκροής. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν όμως δεν έδειξαν απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών οπότε επαναλάβαμε τη διαδικασία. Χρησιμοποιήθηκαν 78 ml από την εισροή με ένα φίλτρο και 250 ml από την εκροή με δύο φίλτρα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 9-5 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-5 : Αποτελέσματα μέτρησης ολικών αιωρούμενων στερεών του ξενοδοχείου Α.

	Όγκος δείγματος (ml)	Βάρος φίλτρων πριν τη διήθηση (g)	Βάρος φίλτρων μετά τη διήθηση (g)	Διαφορά	Μέσος όρος (g)	Μετατροπή σε mg	Μετατροπή σε mg/l
εισροή	78	0,3936	0,394	0,0004	0,0004	0,4	5,13
εκροή i	250	0,3406	0,3406	0	0,00005	0,05	0,2
εκροή ii		0,3837	0,3838	0,0001			

9.5.2 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου Β

Μέτρηση BOD₅

Για τη μέτρηση του BOD₅ χρησιμοποιήθηκε μια φιάλη των 432 ml για το δείγμα της εκροής και δύο φιάλες για το δείγμα της εισροής, μία των 250 ml και μία των 164 ml γιατί δεν ήμασταν σίγουροι για το αποτέλεσμα. Έπειτα από 5 ημέρες η ένδειξη της εκροής ήταν 40mg/l. Παρατηρούμε ότι η τιμή είναι οριακή επειδή το εύρος τιμών για αυτό τον όγκο δειγμάτος είναι 0-40 (Πίνακας 9-2). Αυτό σημαίνει ότι ενδέχεται να υπάρχει σφάλμα και η πραγματική τιμή να είναι μεγαλύτερη από αυτή που μετρήθηκε αλλά έγινε αποδεκτή γιατί δεν ήταν δυνατό να επαναληφθεί η μέτρηση. Όσον αφορά το δείγμα της εισροής, η φιάλη των 250 ml δεν έδωσε καμία ένδειξη για την τιμή του BOD, ενώ η φιάλη των 164 ml έδωσε ένδειξη 48 οπότε και προέκυψε η τιμή για το BOD 480 mg/l (πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή του πίνακα 9-2).

Μέτρηση COD

Εφαρμόζοντας τη διαδικασία που περιγράφηκε για τον προσδιορισμό του COD, η τιμή που μετρήθηκε από το δείγμα της εκροής ήταν 107 mg/l. Στο δείγμα της εκροής παρατηρήθηκε σφάλμα διότι η τιμή που μετρήθηκε ήταν 1864 mg/l, ενώ

το αντιδραστήριο που χρησιμοποιήθηκε είναι για τιμές έως και 1500 mg/l. Για το λόγο αυτό επαναλήφθηκε η διαδικασία κάνοντας αραίωση στο δείγμα 1:10. Η νέα τιμή που μετρήθηκε ήταν 432 mg/l και υπολογίζοντας την αραίωση η τιμή που προέκυψε ήταν 4320 mg/l.

Μέτρηση Φωσφόρου

Για τη μέτρηση του φωσφόρου έπρεπε πρώτα να γίνει διήθηση στα δείγματα για να αποφευχθούν σφάλματα κατά τη φασματοφωτομετρία. Η ένδειξη του οργάνου για την εισροή ήταν 8,23 mg/l το οποίο και απορρίφθηκε γιατί η τιμή πρέπει να είναι μικρότερη του 5. Έγινε αραίωση 1:10 και επαναλήφθηκε η διαδικασία. Το αποτέλεσμα ήταν 1,0174 και λαμβάνοντας υπόψη την αραίωση η τιμή είναι 10,174 mg/l PO₄-P. Το ίδιο έγινε και με το δείγμα της εκροής. Η αρχική μέτρηση ήταν 6,82 mg/l και κάνοντας αραίωση όπως και πριν η τιμή που προέκυψε ήταν 0,8414 δηλαδή 8,414 mg/l PO₄-P.

Μέτρηση ολικών αιωρούμενων στερεών

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φίλτρα, δύο για την εισροή και δύο για την εκροή. Τα φίλτρα είχαν προετοιμαστεί σύμφωνα με τις υποδείξεις της μεθόδου. Στη συνέχεια έγινε διήθηση σε 100 ml δείγματος εκροής και 1 ml δείγματος εισροής. Χρησιμοποιήθηκαν τόσο μικρές ποσότητες γιατί και τα δύο δείγματα, εισροής και εκροής, ήταν ιδιαίτερα σκούρα εξ' αιτίας των πολλών αιωρούμενων στερεών με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει η διήθηση για μεγαλύτερο όγκο δείγματος. Είχαν προηγηθεί διηθήσεις με 250 ml δείγματος εκροής και 25 ml, 10 ml και 5 ml δείγματος εισροής οι οποίες παρουσίασαν σφάλμα επειδή τα φίλτρα κορέσθηκαν με στερεά και δεν γινόταν να διηθήσουν όλο το δείγμα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 9-6 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-6 : Αποτελέσματα μέτρησης ολικών αιωρούμενων στερεών του ξενοδοχείου Β.

	Όγκος δείγματος (ml)	Βάρος φίλτρων πριν τη διήθηση (g)	Βάρος φίλτρων μετά τη διήθηση (g)	Διαφορά	Μέσος όρος (g)	Μετατροπή σε mg	Μετατροπή σε mg/l
εισροή i	1	0,3692	0,3711	0,0019	0,00145	1,45	1450
εισροή ii	1	0,3688	0,3698	0,001			
εκροή i	100	0,3656	0,3686	0,003	0,003	3,55	35,5
εκροή ii	100	0,3727	0,3768	0,0041			

9.5.3 Πειραματική διαδικασία χημικής ανάλυσης δειγμάτων ξενοδοχείου Γ

Μέτρηση BOD₅

Για τον υπολογισμό του BOD₅ χρησιμοποιήθηκε μια φιάλη των 250 ml από το δείγμα της εισροής και μια φιάλη των 432 ml από το δείγμα της εκροής. Μετά από πέντε ημέρες η ένδειξη της εισροής ήταν 21 οπότε η τιμή του BOD₅ υπολογίστηκε ότι ήταν 105 mg/l. Η ένδειξη της εκροής ήταν 15 άρα η τιμή του BOD₅ της εκροής ήταν 15 mg/l (σύμφωνα πάντα με τον πίνακα 9-2).

Μέτρηση COD

Ακολουθώντας τη διαδικασία που έχει περιγραφεί, η τιμή του COD της εισροής ήταν 708 mg/l και της εκροής ήταν 85 mg/l.

Μέτρηση Φωσφόρου

Έπειτα από την κατάλληλη προετοιμασία των δειγμάτων, μετρήθηκε ο φώσφορος φασματοφωτομετρικά. Η ένδειξη του οργάνου για την εισροή ήταν 5,3824 οπότε και κάναμε αραίωση 1:10 στο δείγμα. Η νέα ένδειξη ήταν 0,7888 οπότε η τιμή που προέκυψε ήταν 7,88 mg/l PO₄-P. Η ένδειξη της εκροής ήταν 4,88 και επειδή είναι πολύ κοντά στο 5 επαναλήφθηκε τη μέτρηση κάνοντας αραίωση 1:10 στο δείγμα. Η νέα ένδειξη ήταν 0,5952 άρα η τιμή που προέκυψε ήταν 5,95 mg/l PO₄-P.

Μέτρηση ολικών αιωρούμενων στερεών

Για τον υπολογισμό των αιωρούμενων στερεών χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φίλτρα, δύο για την εισροή και δύο για την εκροή. Έγινε διήθηση σε 50 ml από το δείγμα της εισροής και σε 100 ml από το δείγμα της εκροής. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 9-7 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-7 : Αποτελέσματα μέτρησης ολικών αιωρούμενων στερεών του ξενοδοχείου Γ.

	Όγκος δείγματος (ml)	Βάρος φίλτρων πριν τη διήθηση (g)	Βάρος φίλτρων μετά τη διήθηση (g)	Διαφορά	Μέσος όρος (g)	Μεταροπή σε mg	Μετατροπή σε mg/l
εισροή i	50	0,2850	0,2895	0,0045	0,00555	5,55	111
εισροή ii	50	0,3012	0,3075	0,0066			
εκροή i	100	0,2904	0,2968	0,0064	0,00615	6,15	61,5
εκροή ii	100	0,2955	0,3014	0,0059			

9.6 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων

9.6.1 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Α

Γενικά

Η επίσκεψη στο ξενοδοχείο Α, πραγματοποιήθηκε έπειτα από συνεννόηση με τον υπεύθυνο, την 3^η Νοεμβρίου 2007. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης συμπληρώθηκε ερωτηματολόγιο και πάρθηκαν δείγματα από την είσοδο και έξοδο της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν άμεσα στο εργαστήριο του Πολυτεχνείου για ανάλυση.

Το ξενοδοχείο Α βρίσκεται στη Γεωργιούπολη του νομού Χανίων, η οποία είναι χτισμένη σε ένα κόλπο, 35 km από τα Χανιά και 22 km από το Ρέθυμνο, στον βόρειο άξονα της Κρήτης. Η παραλία της Γεωργιούπολης αποτελείται από ψηλή άμμο και εκτείνεται σε μήκος άνω των 10 km. Γύρω από το χωριό υπάρχει προστατευόμενος υγροβιότοπος.

Ξενοδοχείο

Το ξενοδοχείο Α είναι μια σύγχρονη τουριστική μονάδα 4 αστέρων. Τέθηκε σε λειτουργία για πρώτη φορά τον Ιούνιο του 2006. Διαθέτει 65 δωμάτια, με λουτρό, και συνολικό αριθμό κλινών που ανέρχεται στις 130. Τη στιγμή της επίσκεψης φιλοξενούνταν 15 άτομα, λόγω του πέρατος της θερινής περιόδου, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η πληρότητα του ξενοδοχείου ανέρχεται σε ποσοστό 80% κατά μέσο όρο. Στον εξωτερικό χώρο του ξενοδοχείου υπάρχει πισίνα και γκαζόν.

Επεξεργασία λυμάτων

Το ξενοδοχείο διαθέτει μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, η οποία βρισκόταν σε λειτουργία κατά την επίσκεψη. Η μελέτη της μονάδας πραγματοποιήθηκε από Μηχανολόγο Μηχανικό. Η μονάδα δεν χρειάζεται ιδιαίτερη συντήρηση και δεν τίθεται θέμα μελλοντικής εξέλιξης ή αναβάθμισής της προς το παρόν. Η έκταση που καταλαμβάνει η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων είναι 20m²

και βρίσκεται πλησίον του ξενοδοχείου. Παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει μετρητής ροής.

Τα σχεδιαστικά δεδομένα για την επεξεργασία των λυμάτων συνοψίζονται στον πίνακα 9-8 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-8 : Σχεδιαστικά δεδομένα επεξεργασίας λυμάτων ξενοδοχείου A.

Παράμετρος	Παραδοχές Σχεδιασμού
Μέση παροχή (m^3/d)	30
Μέγιστη παροχή(m^3/h)	5
Ελάχιστη παροχή(m^3/h)	-
Βιολογικό φορτίο($kg\ BOD_5/d$)	9
SS(kg/d)	10,5
N-ολικό(kg/d)	1,5
P-ολικό(kg/d)	0,45

Το υδραυλικό φορτίο σχεδιασμού είναι 300 lt/M.I.P./ημέρα.

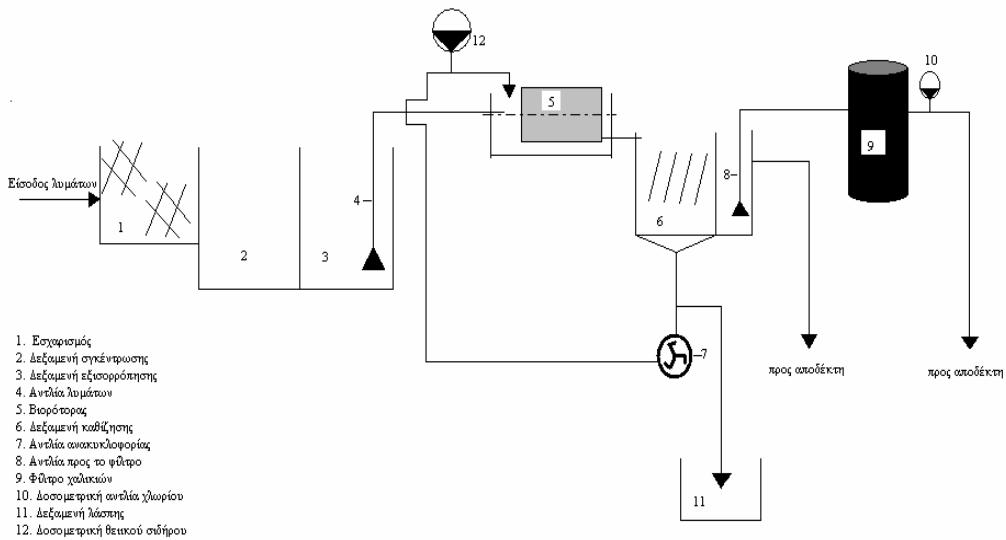
Μονάδες επεξεργασίας

Η γραμμή επεξεργασίας αποτελείται από τις ακόλουθες μονάδες :

1. Είσοδος λυμάτων σε φρεάτιο $1*0,5*0,5$
2. Εσχάρωση
3. Δεξαμενή συγκέντρωσης (καθίζηση, ομογενοποίηση)
4. Δεξαμενή εξισορρόπησης
5. Άντληση
6. Βιολογική επεξεργασία με σύστημα βιοδίσκων
7. Δεξαμενή καθίζησης
8. Συγκέντρωση λάσπης
9. Μονάδα απολύμανσης
10. Αντλία χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου
11. Διάθεση εκροής στον αποδέκτη

Η εγκατάσταση απαιτεί παροχή ρεύματος 2 kw και δάπεδο μηχανημάτων $20\ m^2$.

Οι μονάδες τις εγκατάστασης φαίνονται στο Σχήμα 9-2.



Σχήμα 9-2: Μονάδες εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων ξενοδοχείου Α

Είδος εισερχόμενων λυμάτων

Τα απόνερα, δηλαδή τα υγρά πλυντηρίων, νιπτήρων και λουτρών, δεν διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα λύματα και υφίστανται κοινή επεξεργασία.

Προεπεξεργασία λυμάτων

Οπως φαίνεται και στο σχήμα 9-2, το στάδιο της προεπεξεργασίας αποτελείται από εσχάρωση με τις ακόλουθες παραμέτρους σχεδιασμού.

Πίνακας 9-9 : Παράμετροι σχεδιασμού σχαρών ξενοδοχείου Α.

Παράμετροι σχεδιασμού σχάρας	Τιμές
Αριθμός σχαρών	2
Πάχος διάκενων (mm)	50 (χονδρή) 20 (μέση)
Βάθος ροής στη σχάρα (m)	Εμβαπτιζόμενες κατά 1/3 στη ροή λυμάτων
Κλίση	30°
Διαστάσεις σχαρών (m^2)	1*0,5

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στο στάδιο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας υπάρχει μια δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης με ορθογώνιο σχήμα. Οι παράμετροι σχεδιασμού φαίνονται στον πίνακα 9-10.

Πίνακας 9-10 : Παράμετροι σχεδιασμού ΔΠΚ ξενοδοχείου Α.

Παράμετροι σχεδιασμού ΔΠΚ	Τιμές
Αριθμός δεξαμενών	1
Αριθμός θαλάμων	2
Ογκος(m^3)	30
Χρόνος παραμονής λυμάτων (h)	24

Η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι ουσιαστικά μια διθάλαμη σηπτική δεξαμενή με ένα θάλαμο συγκέντρωσης και έναν εξισορρόπησης.

Βιολογική επεξεργασία

Στο στάδιο αυτό υπάρχει δεξαμενή αερισμού με ημικυλινδρικό σχήμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γίνεται με τη μέθοδο των βιοδίσκων. Ουσιαστικά πρόκειται για μια αερόβια διεργασία όπου η μεταφορά του απαιτούμενου οξυγόνου γίνεται με φυσικό, μη βεβιασμένο τρόπο και σε περιοδική βάση. Η διαδικασία έχει περιγραφεί αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5.

Σύμφωνα με το μελετητή, ο σχεδιασμός ενός περιστρεφόμενου βιοαντιδραστήρα γίνεται βάση των αποδεκτών τιμών Υδραυλικής ($:F_{SH}$) ή Οργανικής ($:F_{SO}$) φόρτισης επιφάνειας. Τελικά από το μελετητή επιλέχθηκε $F_{SH}: 50 \text{ lt}/\text{m}^2\text{d}$ και $F_{SO}: 20 \text{ g BOD}_5/\text{m}^2\text{d}$ που αντιστοιχεί σε $S = 7 \text{ m}^2$ ανά Μ.Ι.Π. επιφάνεια βιομάζας – λυμάτων. Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά χρησιμοποιήθηκε ένας (1) περιστρεφόμενος βιοαντιδραστήρας με επιφάνεια 1100 m^2 που επαρκεί για εξυπηρέτηση 150 Μ.Ι.Π. ή $7,3 \text{ m}^2/\text{M.Ι.Π.}$

Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης

Ο σχεδιασμός της δεξαμενής, σύμφωνα με το μελετητή, έγινε με την παραδοχή ότι η ταχύτητα καθίζησης είναι ίση με 0,3m/h. Οπότε προέκυψε η μέση ωριαία παροχή να είναι $1,25m^3$. Έτσι η επιφάνειά της υπολογίζεται :

$$F = \frac{Q}{u} = \frac{1.25m^3 / h}{0.3m / h} = 4.16m^2$$

Η δεξαμενή είναι ορθογωνική και οι διαστάσεις φαίνονται στον πίνακα 9-11.

Πίνακας 9-11 : Διαστάσεις ΔΔΚ ξενοδοχείου Α.

Παράμετροι σχεδιασμού ΔΠΚ	Τιμές
Αριθμός δεξαμενών	1
Μήκος(m)	1
Πλάτος(m)	2
Βάθος(m)	2

Ο μελετητής της μονάδας προβλέπει τις ακόλουθες τιμές ορισμένων παραμέτρων μετά την βιολογική επεξεργασία.

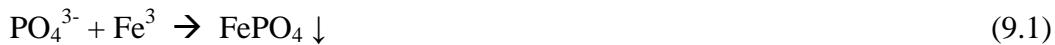
- Οργανικό φορτίο BOD < 20mg/l
- Αιωρούμενα στερεά TSS < 35mg/l
- Υπολειμματικό χλώριο 0,5 - 0,7 <mg/l
- pH 6 - 9,5
- Οσμή Άοσμα
- Χρώμα Διαυγή
- Κολοβακτηρίδια < 50/100 ml

Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία ακολουθεί τα προηγούμενα στάδια και συμπληρώνεται με την απομάκρυνση, κυρίως, αζώτου και φωσφόρου. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση αλάτων σιδήρου. Ο μηχανισμός δράσης των αλάτων σιδήρου έγκειται στη δυνατότητά τους να σχηματίζουν με τις διάφορες ουσίες

που εμπεριέχονται μέσα στα υγρά απόβλητα, δυσδιάλυτες ενώσεις, οι οποίες εύκολα καθιζάνουν και επομένως μπορούν να απομακρυνθούν.

Μερικές από τις αντιδράσεις που συνεπάγονται στη δημιουργία ιζήματος είναι :



Σύμφωνα με το μελετητή, απαιτούνται 20 kg χλωριούχου σιδήρου για κάθε 1 kg φωσφόρου (P) που απομακρύνεται.

Για απομάκρυνση 0,36 kg φωσφόρου ανά ημέρα απαιτούνται 7,2 kg χλωριούχου σιδήρου σε διάλυμα 9%.

Για λόγους οικονομίας προστίθεται δισθενής σίδηρος προ της βιολογικής επεξεργασίας, που το ημερήσιο κόστος δεν ξεπερνά τα 0,7 ευρώ.

Απολύμανση

Η απολύμανση στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται με χλωρίωση με τη βοήθεια μιας δοσομετρικής αντλίας. Ο χλωριωτής παρέχει με Q=0,048-1,51 l/h υποχλωριώδες νάτριο, 10,5 bar και υπερκαλύπτει τις ανάγκες τελικής χλωρίωσης, δηλαδή 2g/m³ NaO₂Cl σε διαλυτότητα 14%. Μετά την απολύμανση τα λύματα κατευθύνονται στον αποδέκτη.

Επεξεργασία λάσπης

Η δεξαμενή λάσπης αποτελείται από ένα κατακόρυφο, κωνικό δοχείο όγκου 1800 lt. Η λάσπη από τη δεξαμενή καθίζησης μεταφέρεται στη δεξαμενή λάσπης με την αντλία ανακυκλοφορίας. Σύμφωνα με το μελετητή, η ποσότητα λάσπης είναι περί τα 20g/M.I.P. σε διαλυτότητα 4%. Έτσι για 150 M.I.P. έχουμε 3kg

λάσπη ή 100lt διαλυμένη, όπου συγκεντρώνεται στη δεξαμενή λάσπης λόγω καθίζησης, η υπερχείλιση της οποίας κατευθύνεται στη δεξαμενή συγκέντρωσης.

Στην εγκατάσταση υπάρχει κιβώτιο με τα απαραίτητα είδη φαρμακείου, γάντια, μπαλαντέζα εξωτερικού χώρου, πρίζα 220 V και βρύση πόσιμου νερού. Όλο το σύστημα είναι κλειστό και δεν έχει εμφανή περιστρεφόμενα μέρη. Στην είσοδο και έξοδο της εγκατάστασης υπάρχουν σημεία δειγματοληψίας.

Διάθεση/ανακύκλωση επεξεργασμένων λυμάτων

Τα επεξεργασμένα λύματα του ξενοδοχείου διατίθενται στο έδαφος και μάλιστα υποεπιφανειακά σε απορροφητικό λάκκο αλλά και σε καναλέτα συνολικής επιφάνειας 210m² και συνολικού μήκους 210m, μιας και το πλάτος των καναλέτων είναι 1m. Τα καναλέτα αρχίζουν από το φρεάτιο και απέχουν μεταξύ τους 1,80m. Μέσα στο καναλέτο τοποθετούνται χαλαζιακά, διάτρητη σωλήνα πολυαιθυλενίου, ξανά χαλαζιακά, επικάλυψη με λινάτσα και τελικά γέμισμα με χώμα. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων είναι εναρμονισμένη με την Ε1β/221/υγειονομική διάταξη, σύμφωνα με το μελετητή.

Επίσης, έπειτα από τη διέλευση των επεξεργασμένων λυμάτων από το φίλτρο χαλικιών και από τη χλωρίωση, χρησιμοποιούνται και για άρδευση των χώρων πρασίνου του ξενοδοχείου.

Διάθεση λάσπης

Όταν η δεξαμενή λάσπης γεμίσει και σε χρόνο περίπου 3 μηνών, αδειάζει με βυτιοφόρο σε συγκεκριμένο σημείο. Επίσης υπάρχει φρεάτιο υπεδάφιας διάθεσης, διαστάσεων 1*0,5*1 m.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισροής-εκροής

Στον πίνακα 9-12 που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν μετά από δειγματοληψία και επεξεργασία του λύματος από την εισροή και εκροή της μονάδας. Επίσης γίνεται σύγκριση των τιμών σχεδιασμού με τις πραγματικές τιμές. Η μελέτη δεν προέβλεπε τιμές για το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) το οποίο και μετρήθηκε στο εργαστήριο.

Πίνακας 9-12 : Σύγκριση μετρούμενων τιμών και τιμών σχεδιασμού της μονάδας του ξενοδοχείου Α.

Παράμετροι	Εισροή		Εκροή	
	Σχεδιασμού	Πραγματικό	Σχεδιασμού	Πραγματικό
BOD₅ (mg/l)	400	110	25	14
COD (mg/l)	-	220	-	71
TSS (mg/l)	350	5,13	26	0,2
P (mg/l PO₄-P)	10	6,3	2	6,24

Παρατηρούμε ότι οι τιμές που προέκυψαν από την επεξεργασία των δειγμάτων είναι αρκετά μικρότερες από τις τιμές σχεδιασμού εκτός του φωσφόρου. Οι τιμές της εισροής δικαιολογούνται από τον μικρό αριθμό των ατόμων που φιλοξενούσε το ξενοδοχείο. Η απόδοση όμως της μονάδας επεξεργασίας είναι μεγάλη. Η ελάχιστη απομάκρυνση φωσφόρου μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν έχει γίνει προσθήκη δισθενούς σιδήρου στα λύματα όπως προέβλεπε ο σχεδιασμός. Παράλληλα, η μετρούμενη τιμή των TSS εισόδου όπως φαίνεται είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Αυτό οφείλεται στο ότι η λήψη των δειγμάτων δεν έγινε από την αρχή της γραμμής επεξεργασίας των λυμάτων όπως αναμενόταν αλλά από τη δεξαμενή εξισορρόπησης οπότε και είχε πραγματοποιηθεί καθίζηση.

Ενεργειακά δεδομένα

Για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων απαιτείται παροχή ρεύματος 2kw. Η απορροφούμενη ισχύς των βιολογικών δίσκων είναι 0,75 kw.

Οικονομικά δεδομένα

Το τελικό κόστος της εγκατάστασης ανήλθε σε 40000 ευρώ. Ένα μέρος χρηματοδοτήθηκε από αναπτυξιακό πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το ημερήσιο κόστος του δισθενούς σιδήρου για την απομάκρυνση του φωσφόρου ανέρχεται σε 0,7 ευρώ. Το ετήσιο κόστος συντήρησης είναι αμελητέο διότι δεν υπάρχουν μέρη που να υφίστανται ιδιαίτερη καταπόνηση και άρα να απαιτείται αγορά ανταλλακτικών.

Λειτουργικά προβλήματα

Κατά τη λειτουργία της μονάδας δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα σε ο, τι αφορά οσμές, ανερχόμενη λάσπη, εμφάνιση αφρού ή θορύβου.

Παρατηρήσεις

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δείγματα της εισόδου πάρθηκε από την είσοδο των βιοδίσκων και έχει υποστεί κάποια επεξεργασία, όπως προαναφέρθηκε. Το δείγμα εξόδου αναφέρεται στην έξοδο των βιοδίσκων από το θάλαμο άντλησης διαυγούς νερού. Η απολύμανση δεν λειτουργούσε γιατί το ξενοδοχείο θα έκλεινε σε μερικές ημέρες λόγω πέρατος της θερινής περιόδου.

Πρέπει να τονιστεί ότι η διεύθυνση του ξενοδοχείου, αρχικά, ήταν ιδιαίτερα επιφυλακτική σε ο, τι αφορούσε τη λήψη δειγμάτων με σκοπό τον έλεγχο της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων.

Πολλές από τις πληροφορίες που αναφέρονται παραχωρήθηκαν από τον μελετητή της μονάδας και χρησιμοποιήθηκαν με τη συγκατάθεσή του.

Τα σχέδια και οι φωτογραφίες τις μονάδας παρατίθενται στο Παράρτημα B.

9.6.2 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Β

Γενικά

Το ξενοδοχείο Β είναι το δεύτερο ξενοδοχείο το οποίο συνεργάστηκε ώστε να γίνει δειγματοληψία από τη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που διαθέτει. Το ξενοδοχείο αυτό βρίσκεται στην περιοχή Ασπρουλιανοί κοντά στη Γεωργιούπολη. Η επίσκεψη πραγματοποιήθηκε την 8^η Σεπτεμβρίου 2008 έπειτα από συνεννόηση με τον ιδιοκτήτη του ξενοδοχείου. Ο ίδιος διέθετε τη μελέτη που έγινε για τη δημιουργία της μονάδας, η οποία όμως παρουσίαζε πολλά κενά σε ο, τι αφορούσε τα αναμενόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εκροής.

Ξενοδοχείο

Το ξενοδοχείο Β είναι μια τουριστική μονάδα Γ κατηγορίας. Η απόσταση του ξενοδοχείου από την ακτή υπολογίστηκε περί τα 800 μέτρα. Διαθέτει 59 δωμάτια με λουτρό με 119 κλίνες. Το ξενοδοχείο λειτουργεί μόνο κατά τη θερινή περίοδο. Η πληρότητά του κυμαίνεται μεταξύ 80-90 %. Στον εξωτερικό χώρο υπάρχει πισίνα και γκαζόν.

Επεξεργασία λυμάτων

Το ξενοδοχείο διέθετε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων η οποία βρισκόταν σε λειτουργία. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της μονάδας έγινε από την ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ Ο.Ε. στις 24 Μαΐου 2000. Δεν προβλέπεται αναβάθμιση της μονάδας μιας και μπορεί η ήδη υπάρχουσα να καλύψει ένα εύρος ατόμων 135-150. Σε περίπτωση επέκτασης του ξενοδοχείου θα γίνει αναβάθμιση της μονάδας ώστε να επεξεργάζεται λύματα που προέρχονται μέχρι και από 250 άτομα.

Το ξενοδοχείο πριν την δημιουργία της υπάρχουσας μονάδας, διέθετε τρεις στεγανούς βόθρους. Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιήθηκαν στη νέα μονάδα.

Επιλογή μονάδας επεξεργασίας λυμάτων

Όπως και στο ξενοδοχείο Α, η μονάδα που επιλέχθηκε για τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων στο ξενοδοχείο Β, χρησιμοποιεί τη μέθοδο των βιοδίσκων (BIO-TURN). Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου, καθώς και η αρχή λειτουργίας των βιοδίσκων, έχουν περιγραφεί αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5.

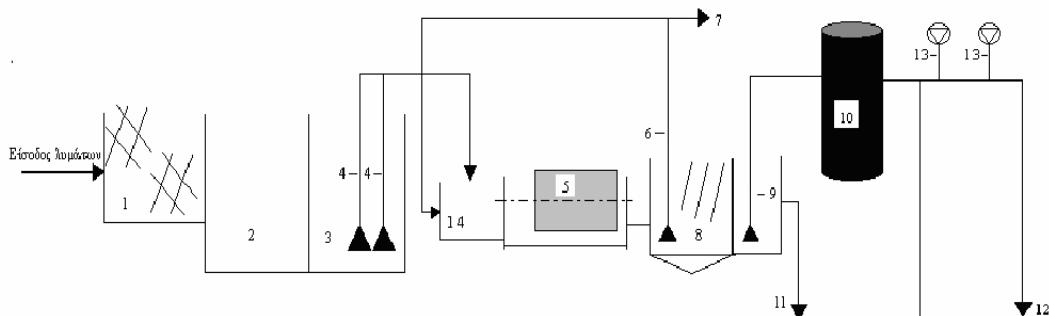
Σχεδιαστικά δεδομένα

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι πολλές πληροφορίες συγκεντρώθηκαν από τη μελέτη που διέθετε η διεύθυνση του ξενοδοχείου, διότι δεν υπήρχε άτομο στο ξενοδοχείο που να είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία της μονάδας ώστε να παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες. Η μελέτη αυτή είχε σημαντικές παραλήψεις. Δεν υπήρχε καμία αναφορά για την τιμή της παροχής εισόδου των λυμάτων στην μονάδα επεξεργασίας και δεν δινόταν λεπτομερείς πληροφορίες για

την απομάκρυνση και διάθεση της συλλεγόμενης λάσπης. Οι περισσότερες πληροφορίες που παραθέτουμε αφορούν κυρίως τα τεχνικά στοιχεία και τις εγκαταστάσεις της μονάδας.

Περιγραφή της μονάδας επεξεργασίας

Στο σχήμα 9-3 που ακολουθεί φαίνεται η διάταξη των μονάδων της εγκατάστασης.



Σχήμα 9-3: Διάταξη μονάδων εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων ξενοδοχείου Β.

Πιο αναλυτικά, το παραπάνω σχήμα περιγράφει μια εγκατάσταση που αποτελείται από τις ακόλουθες μονάδες:

1. Εσχαρισμός.
2. Δεξαμενή συγκέντρωσης.
3. Δεξαμενή εξισορρόπησης.
4. Αντλίες με φτερωτή VORTEX 0.75 HP.
5. Βιολογικοί δίσκοι.
6. Αντλία ανακυκλοφορίας ιλύος.
7. Έξοδος πλεονάζουσας λάσπης προς δεξαμενή.
8. Δεξαμενή καθίζησης.
9. Αντλία προς το φίλτρο.
10. Φίλτρο χαλικιών.
11. Έξοδος επεξεργασμένων προς αποδέκτη.
12. Έξοδος προς αποδέκτη από υπάρχουσα δεξαμενή.

13. Δοσομετρικές αντλίες χλωρίου.
14. Δοχείο εισόδου βιολογικών δίσκων.

- Η μέγιστη απορροφούμενη ισχύς είναι 3 watt/M.I.P. Οι αντλίες εργάζονται χρονικά.
- Η δεξαμενή λάσπης είναι παραπλεύρως της δεξαμενής εξισορρόπησης.

Τα βιοτύμπανα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο υλικό σε όλα τα σημεία επαφής με τα λύματα.

Η ενδεικτική παροχή των λυμάτων είναι 1000 gal/ημέρα αλλά το μέγεθος εξαρτάται από τις Μονάδες Ισοδύναμου Πληθυσμού.

Προεπεξεργασία

Στο στάδιο της προεπεξεργασίας αποτελείται από εσχάρωση. Για τον αριθμό και το μέγεθος των σχαρών όμως ήταν αδύνατο να συλλεχθούν πληροφορίες. Οι σχάρες είναι τοποθετημένες σε τετραγωνική δεξαμενή μήκους 0,5 m.

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Το στάδιο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποτελούν οι δεξαμενές συγκέντρωσης και εξισορρόπησης. Οι δεξαμενές αυτές προϋπήρχαν της εγκατάστασης επεξεργασίας και χρησιμοποιήθηκαν με τον τρόπο αυτό από το μελετητή. Οπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 4, η εξισορρόπηση της παροχής είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την αναβάθμιση παλαιότερων εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

Στη δεξαμενή σταθεροποίησης συγκεντρώνεται η περίσσεια λάσπης του συστήματος για να σταθεροποιηθεί περαιτέρω και ακίνδυνη πια να απομακρυνθεί.

Στον πίνακα 9-13 δίνονται οι διαστάσεις των δεξαμενών.

Πίνακας 9-13 : Διαστάσεις δεξαμενών.

Διαστάσεις	Δεξαμενή συγκέντρωσης	Δεξαμενή εξισορρόπησης	Δεξαμενή λάσπης
Μήκος	1,5	1	1
Πλάτος	2	1	1
Ύψος	2	2	2

Βιολογική επεξεργασία

Η βιολογική επεξεργασία των λυμάτων πραγματοποιείται με τη μέθοδο των περιστρεφόμενων βιολογικών δίσκων. Η επιλογή της μονάδας RBC έγινε με βάση τις μονάδες ισοδύναμου πληθυσμού. Για 135-150 Μ.Ι.Π. τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας RBC φαίνονται στον πίνακα 9-14:

Πίνακας 9-14 : Τεχνικά χαρακτηρίστηκα RBC 135-150.

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Τιμές
Διáμετρος δίσκων (cm)	170
Βαθμίδες	4
Μ.Ι.Π.	135-150
Παροχή λυμάτων(m^3/h)	0,95
Ενεργή επιφάνεια περιστρεφόμενων δίσκων (m^2)	1100
Απαιτούμενη ισχύς (kw)	0,5
Μήκος * Πλάτος * Ύψος RBC (m)	3,5 * 2 * 2,5
Απομάκρυνση λάσπης (lt/day)	52

Απολύμανση

Η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων επιτυγχάνεται με χρήση χλωρίου. Η χλωρίωση τροφοδοτεί περίπου 10gr Cl/m³ λυμάτων. Επειδή το υποχλωριώδες νάτριο του εμπορίου περιέχει ενεργό χλώριο περίπου 10% θα πρέπει να ρυθμιστεί ο χλωριωτής να ρίχνει 0,10 του λίτρου υποχλωριώδες νάτριο ανά κυβικό μέτρο.

Θα πρέπει να γίνεται συχνός έλεγχος του δοχείου αποθηκεύσεις υποχλωριώδες νατρίου, ώστε ο χλωριωτής να μη δουλεύει σε κενό διότι καταστρέφεται.

Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων

Τα επεξεργασμένα λύματα του ξενοδοχείου διατίθενται στο έδαφος και μάλιστα υποεπιφανειακά. Η διάθεση γίνεται μέσω τεσσάρων διάτρητων, απορροφητικών καναλιών, είναι συνεχής και το σημείο διάθεσης βρίσκεται 100 μέτρα μακριά από την εγκατάσταση της μονάδας.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισροής-εκροής

Στον πίνακα 9-15 που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν μετά από δειγματοληψία και επεξεργασία των λυμάτων από την εισροή και εκροή της μονάδας επεξεργασίας. Η μελέτη δεν ήταν ολοκληρωμένη και δεν προέβλεπε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εκροής, προκειμένου να γίνει σύγκριση.

Πίνακας 9-15 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισροής – εκροής της μονάδας του ξενοδοχείου Β

Παράμετροι	Εισροή	Εκροή	Απομάκρυνση %
BOD ₅ (mg/l)	480	40	91,67
COD (mg/l)	4320	107	97,52
TSS (mg/l)	1450	35,5	97,55
P (mg/l PO ₄ -P)	10,20	8,40	17,30

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι η αναλογία του BOD και COD της εισροής είναι πολύ μεγάλη. Η τιμή του COD εισροής είναι εξαιρετικά υψηλή κάτι που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν πολλές χημικές ενώσεις στην είσοδο των λυμάτων. Μια άλλη εκδοχή είναι η πιθανή ρίψη τηγανόλαδου στην κουζίνα του ξενοδοχείου, λίγη ώρα πριν τη δειγματοληψία, οπότε και παρατηρείται υψηλή τιμή COD στην είσοδο της μονάδας και όχι στην έξοδο διότι απαιτείται ένα εικοσιτετράωρο τουλάχιστον για να μεταφερθεί ένας όγκος λύματος από την είσοδο, στην έξοδο της μονάδας.

Επίσης, η τιμή των TSS στην είσοδο είναι εξαιρετικά υψηλή. Εφ' όσον η δειγματοληγία έγινε σωστά, υπάρχει πιθανότητα να μην είχε απομακρυνθεί η λάσπη από τη δεξαμενή καθίζησης, απ' όπου και συλλέχθηκαν τα δείγματα εισόδου, για αρκετές ημέρες, με αποτέλεσμα να γινόταν επαναιώρηση των καθιζανόντων στερεών. Κάτι τέτοιο δικαιολογεί και την τιμή του COD εισόδου στην περίπτωση ρίψης χημικών ή τηγανόλαδου.

Ενεργειακά δεδομένα

Για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων απαιτείται παροχή ρεύματος 1kw.

Οικονομικά δεδομένα

Το τελικό κόστος κατασκευής, σε τιμές έτους κατασκευής, ήταν 23.500 ευρώ. Κύρια πηγή της χρηματοδότησης ήταν από επιδότηση προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συνεργασία με το Ελληνικό δημόσιο. Το ετήσιο κόστος χημικών είναι πολύ μικρό μιας και χρησιμοποιούνται συνολικά περί τα 10kg Cl το χρόνο. Τα άτομα που ασχολούνται με τον έλεγχο και τη συντήρηση της μονάδας είναι μηχανολόγοι και Χημικοί Μηχανικοί.

Λειτουργικά προβλήματα

Σύμφωνα με τη διεύθυνση του ξενοδοχείου δεν υπάρχουν προβλήματα κατά τη λειτουργία της μονάδας σε ο ,τι αφορά οσμές ή θόρυβο. Το ίδιο παρατηρήθηκε και κατά την επίσκεψη στο ξενοδοχείο. Η εγκατάσταση βρίσκεται 50 μέτρα μακριά από τα δωμάτια του ξενοδοχείου, μέσα σε μία έκταση με ελιές στο χώρο της ξενοδοχειακής μονάδας.

Παρατηρήσεις

Όπως προαναφέρθηκε, κατά την επίσκεψη στο ξενοδοχείο, δεν ήταν δυνατό να συλλεχθούν όλες οι πληροφορίες που ήταν απαραίτητες για τον ολοκληρωμένο έλεγχο της μονάδας επεξεργασίας των λυμάτων. Επίσης δεν αναφέρεται αν

προβλέπεται απομάκρυνση φωσφόρου, πράγμα το όποιο δε συμβαίνει από τις χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Τα σχήματα και οι φωτογραφίες της εγκατάστασης παρατίθενται στο Παράρτημα B.

9.6.3 Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Γ

Γενικά

Το ξενοδοχείο Γ είναι το τρίτο ξενοδοχείο που συνεργάστηκε και από το οποίο πάρθηκαν δείγματα προς ανάλυση. Βρίσκεται στον Καβρό Γεωργιούπολης και απέχει 500 μέτρα από την παραλία. Η επίσκεψη πραγματοποιήθηκε την 3^η Οκτωβρίου 2008 έπειτα από συνεννόηση με τον υπεύθυνο του ξενοδοχείου. Κατά την επίσκεψη τέθηκαν κάποιες γενικές ερωτήσεις για το ξενοδοχείο αλλά ο υπάλληλος που μας υποδέχθηκε δεν γνώριζε τίποτε για τη μονάδα επεξεργασίας και ισχυρίσθηκε ότι η μελέτη που είχε γίνει δεν υπήρχε πια. Παρ' ολ' αυτά η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε, μιας και επετράπη, για να παρατηρηθεί τουλάχιστον αν και κατά πόσο καλά γίνεται επεξεργασία των λυμάτων. Πάρθηκαν δείγματα από την είσοδο και έξοδο της μονάδας επεξεργασίας με τη βοήθεια ενός υπαλλήλου του ξενοδοχείου. Έπειτα τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο του Πολυτεχνείου για επεξεργασία.

Ξενοδοχείο

Το ξενοδοχείο Γ είναι ένα ξενοδοχείο Γ' κατηγορίας. Απέχει 40 km από τα Χανιά και 10 km από το Ρέθυμνο. Βρίσκεται κοντά στη μοναδική λίμνη της Κρήτης, τη λίμνη Κουρνά. Διαθέτει 71 δωμάτια, με λουτρό, και συνολικό αριθμό κλινών που ανέρχεται στις 130. Τη στιγμή της επίσκεψης φιλοξενούνταν 45 άτομα, λόγω του πέρατος της θερινής περιόδου, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η πληρότητα του ξενοδοχείου ανέρχεται σε ποσοστό 90% περίπου κατά μέσο όρο. Στον εξωτερικό χώρο υπάρχουν πισίνες και μεγάλος κήπος.

Επεξεργασία λυμάτων

Το μόνο που γνωρίζουμε για τη μονάδα επεξεργασίας είναι ότι εγκαταστάθηκε και λειτούργησε πρώτη φορά πριν από περίπου 12 χρόνια. Είναι μια υπόγεια εγκατάσταση που καταλαμβάνει περί τα 25 m^2 .

Η μόνη υπόθεση που μπορεί να γίνει είναι ότι πρόκειται για ένα σύστημα Compact. Τα συστήματα Compact είναι προκατασκευασμένα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και τοποθετούνται συνήθως εντός του εδάφους. Περιλαμβάνουν όλα τα στάδια επεξεργασίας που έχουν αναφερθεί. Συγκεκριμένα περιλαμβάνουν εσχάρωση, εξισορρόπηση ροής, καθίζηση, επίπλευση, συστήματα αερισμού και τριτοβάθμια επεξεργασία.

Συγκρίνοντας τις πληροφορίες, σε ότι αφορά τις μεθόδους αποκεντρωμένης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία με την επί τόπου παρατήρηση της εγκατάστασης βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων του ξενοδοχείου Γ, προκύπτει ότι πρόκειται για σύστημα Compact. Στο παράρτημα B παρατίθενται φωτογραφίες από την εγκατάσταση του ξενοδοχείου .

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισροής-εκροής

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων από την είσοδό τους στην εγκατάσταση επεξεργασίας και την έξοδό τους από αυτή φαίνονται στον πίνακα 9-16 που ακολουθεί.

Πίνακας 9-16 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισροής – εκροής της μονάδας του ξενοδοχείου Γ

Παράμετροι	Εισροή	Εκροή	Απομάκρυνση %
BOD ₅ (mg/l)	105	15	85,71
COD (mg/l)	708	85	61,50
TSS (mg/l)	111	61,5	44,60
P (mg/l PO ₄ -P)	7,88	5,95	24,50

Για την κάθε παράμετρο που μετρήθηκε προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις.

Η μεγαλύτερη απομάκρυνση αφορά το BOD και μάλιστα η τιμή της εκροής είναι αρκετά χαμηλή. Πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι και η τιμή της εισροής

είναι αρκετά χαμηλή αν συγκρίνουμε με τις μετρήσεις που έγιναν στα άλλα ξενοδοχεία. Εν γένει οι τιμές της εισροής για τις παραμέτρους που μετρήσαμε είναι αρκετά χαμηλές οπότε παρά την όχι μεγάλη απομάκρυνση, οι τιμές της εκροής είναι αποδεκτές.

Επίσης και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται ιδιαίτερα υψηλή τιμή του COD. Τα σημεία δειγματοληψίας είναι προκαθορισμένα, οπότε αποκλείεται η περίπτωση σφάλματος. Η εγκατάσταση βρίσκεται πλησίον της κουζίνας του ξενοδοχείου και την ώρα της δειγματοληψίας βρισκόταν σε λειτουργία. Οι αιτίες για τόσο μεγάλη τιμή του COD είναι όπως προαναφέρθηκε στο ξενοδοχείο B.

Παρατηρήσεις

Στην περίπτωση του ξενοδοχείου Γ δεν ήταν δυνατό να παρουσιαστεί η γραμμή επεξεργασίας των λυμάτων. Θεωρήθηκε όμως σημαντικό να παρουσιαστεί έστω και ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας.

Όσον αφορά τη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων διαπιστώθηκε ότι μεταφέρονται από την εκροή της εγκατάστασης στον κήπο του ξενοδοχείου με ειδικά λάστιχα για άρδευση. Ο κήπος εκτείνεται από το ξενοδοχείο μέχρι την παραλία. Πρόκειται για αρκετά μεγάλη έκταση με διαφόρους τύπους φυτών και δέντρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συμπεράσματα

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας, σε ο, τι αφορά την πειραματική διαδικασία, αποτελείται από τα παρακάτω βήματα :

- Αναζήτηση ξενοδοχειακών μονάδων στο διαδίκτυο.
- Τηλεφωνική επικοινωνία με τον υπεύθυνο του κάθε ξενοδοχείου προκειμένου να συμφωνούσαν σε συνεργασία για επίσκεψη και λήψη δειγμάτων, εφ' όσον υπήρχε εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.
- Επίσκεψη στο ξενοδοχείο και λήψη δειγμάτων από τη μονάδα επεξεργασίας.
- Ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο

Ο αρχικός στόχος ήταν η συνεργασία με ένα μεγάλο αριθμό ξενοδοχείων, ώστε να προέκυπτε μια ικανοποιητική εικόνα για την αποκεντρωμένη επεξεργασία στο Βόρειο Αξονα της Κρήτης. Στο δεύτερο στάδιο που αναφέρθηκε παραπάνω παρουσιάστηκαν αρκετά προβλήματα. Ενώ γινόταν σαφές ότι πρόκειται για διπλωματική εργασία του Πολυτεχνείου χωρίς να αναφέρονται τα ονόματα των ξενοδοχείων, με αποκλειστικό σκοπό τη συγκέντρωση στοιχείων για την επικρατούσα κατάσταση, οι περισσότεροι ιδιοκτήτες ήταν αρνητικοί στη συνεργασία αυτή. Ενδεικτικά πρέπει να επισημανθεί ότι από τα 24 ξενοδοχεία με τα οποία έγινε τηλεφωνική επικοινωνία και από τα 9 ξενοδοχεία όπου έγινε προσωπική επί τόπου επικοινωνία, μόνο στα 3 από αυτά οι ιδιοκτήτες δέχθηκαν να συνεργαστούν.

Παράλληλα, από κανένα ξενοδοχείο δεν επετράπη η επίσκεψη στο μέσο της θερινής περιόδου, λόγω του αυξημένου τουρισμού και το ενδεχόμενο όχλησης των ενοικιαστών.

Παρόλο που από κάθε ξενοδοχείο διαβεβαίωναν ότι υπάρχει εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, για λόγους πιθανόν δυσλειτουργίας τους ή μη σωστής διαχείρισης της εκροής, δεν αποδέχθηκαν τη συνεργασία για επίσκεψη και λήψη δειγμάτων.

Συμπεραίνουμε ότι μελλοντικά, σε παρόμοια περίπτωση, θα πρέπει να βρεθεί τρόπος ώστε αποδέχονται οι ιδιοκτήτες τη συνεργασία με την πανεπιστημιακή κοινότητα προκειμένου εξελιχθεί η αποκεντρωμένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και στην Ελλάδα. Θα πρέπει να γίνεται σωστή ενημέρωση και από τους τοπικούς φορείς για την πραγματοποίηση ολοκληρωμένων και έγκυρων μελετών.

Οι ιδιοκτήτες των ξενοδοχείων που συνεργάστηκαν, έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εξέλιξη των μονάδων αποκεντρωμένης επεξεργασίας.

Τα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων κάθε ξενοδοχείου, συνάδουν με την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Στην Ελλάδα δεν έχουν θεσπιστεί συγκεκριμένα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις των ρυπαντικών παραμέτρων στα επεξεργασμένα λύματα. Εν τούτοις όμως, έπειτα από τη μελέτη της νομοθεσίας, καταλήξαμε στον προσδιορισμό των τιμών των μετρούμενων παραμέτρων, που προτείνονται για την ποιότητα της εκροής των μονάδων επεξεργασίας. Οι τιμές αυτές φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα, μαζί με τις αντίστοιχες τιμές από τα λύματα των ξενοδοχείων.

Πίνακας 10-1 : Σύγκριση ποιότητας εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων με τα νομοθετικά όρια.

Παράμετροι	Νομοθεσία	Ξενοδοχείο A	Ξενοδοχείο B	Ξενοδοχείο Γ
BOD₅ (mg/l)	25	14	40	15
COD (mg/l)	125	71	107	85
TSS (mg/l)	35	0,2	35,5	61,5
P (mg/l PO₄-P)	0,7 – 1,4	6,24	8,4	5,95

Παρατηρούμε ότι οι τιμές των TSS των ξενοδοχείων Β και Γ, που είχαν και τη μεγαλύτερη πληρότητα, είναι αυξημένες καθώς και η τιμή του BOD των λυμάτων του ξενοδοχείου Β.

Όσον αφορά τη μη απομάκρυνση του φωσφόρου, θεωρούμε ότι δεν υπάρχει πρόβλημα, μιας και τα επεξεργασμένα λύματα και των τριών ξενοδοχείων χρησιμοποιούνται για απεριόριστη άρδευση, οπότε η παρουσία του φωσφόρου στα επεξεργασμένα λύματα τα καθιστά θρεπτικά για την αρδευόμενη χλωρίδα.

Στα ξενοδοχεία Α και Β οι ιδιοκτήτες επισήμαναν ότι η επεξεργασμένη εκροή χρησιμοποιείται για άρδευση. Τα κριτήρια ποιότητας ύδατος για άρδευση είναι ιδιαίτερα αυστηρά, ειδικά για άρδευση γκαζόν. Έπειτα από παρατήρηση κατά την επίσκεψη δεν διαπιστώθηκε άσχημη όψη της χλωρίδας της αρδευόμενης περιοχής. Το δείγμα των ξενοδοχείων είναι ιδιαίτερα μικρό και δεν μπορεί να προκύψει ουσιαστικό συμπέρασμα για τη διαχείριση της επεξεργασμένης εκροής. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων του ξενοδοχείου Β υποεπιφανειακά σε δίκτυο διάτρητων καναλιών, κρίνεται η ιδανικότερη εφόσον η εκροή έχει υποστεί την προκαθορισμένη επεξεργασία.

Προτάσεις

Οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων που περιγράφηκαν είναι αρκετά αποτελεσματικές για τα δεδομένα του κάθε ξενοδοχείου. Τα ξενοδοχεία Α και Β που διαθέτουν συστήματα βιολογικών δίσκων, διαθέτουν την ιδανικότερη μέθοδο συγκριτικά με τις υπόλοιπες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, με βάση το μέγεθος των ξενοδοχείων, τη θέση τους, την απαιτούμενη εκροή και το κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης.

Σύγκριση της ποιότητας και σύστασης των ξενοδοχειακών λυμάτων με τα αστικά λύματα

Τα ρυπαντικά φορτία των αστικών περιοχών συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 10-2 : Ρυπαντικά φορτία αστικών περιοχών [11]

Ρύποι	Συντελεστής ρυπαντικών φορτίων (g/κάτοικο/ημέρα)
BOD ₅	45-54
COD	1,6 έως 1,9 * BOD ₅
TSS	70-145
P ολικός	0,6-4,5
P (ορθοφωσφορικά)	0,7 * ολικό P

Ο όγκος των αποβλήτων κυμαίνεται από 50 μέχρι 300 lt/d, ανάλογα με το επίπεδο ζωής και τις τοπικές συνθήκες. Σύμφωνα με τον πίνακα 2-4 του 2^{ου} κεφαλαίου, επιλέγουμε για ξενοδοχείο 200 lt/d. Οι τιμές αυτές αναφέρονται ανά κάτοικο. Διαιρώντας τις τιμές του παραπάνω πίνακα με την παροχή των αποβλήτων, προκύπτουν οι τιμές των παραμέτρων σε mg/l. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών και των μετρούμενων παραμέτρων των εισροών των λυμάτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των ξενοδοχείων, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 10-3 : Σύγκριση τιμών παραμέτρων των ξενοδοχειακών λυμάτων με τα αστικά λύματα.

Παράμετροι	Ξενοδοχείο A	Ξενοδοχείο B	Ξενοδοχείο Γ	Αστικά λύματα
BOD ₅ (mg/l)	110	480	105	250-270
COD (mg/l)	220	4320	708	400-513
TSS(mg/l)	5,13	1450	111	350-725
P (mg/l PO ₄ -P)	6,3	10,174	7,88	2,1-15,75

BOD₅: Όσον αφορά την τιμή του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου στα ξενοδοχεία Α και Γ είναι χαμηλή ενώ στο ξενοδοχείο Β υψηλή συγκριτικά με το εύρος τιμών των αστικών λυμάτων.

COD: Η τιμή του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου των λυμάτων του ξενοδοχείου Α είναι σχετικά μικρή αλλά σε άμεση σχέση με την αντίστοιχη τιμή του BOD₅, του ξενοδοχείου Γ ελαφρώς αυξημένη ενώ του ξενοδοχείου Β εξαιρετικά υψηλή.

TSS: Η τιμή των ολικά αιωρούμενων στερεών είναι εξαιρετικά χαμηλή για το ξενοδοχείο Α, ελαφρώς χαμηλή για το ξενοδοχείο Γ και εξαιρετικά υψηλή για το ξενοδοχείο Β.

P: Η τιμή του φωσφόρου των λυμάτων σε όλα τα ξενοδοχεία είναι εντός του εύρους τιμών για τα αστικά λύματα.

Πρέπει να τονιστεί ξανά ότι το δείγμα των ξενοδοχείων είναι μικρό και τα συμπεράσματα που προκύπτουν δεν είναι αντιπροσωπευτικά. Παρ' ολ' αυτά αξίζει να σημειωθεί ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις του πληθυσμού των ξενοδοχείων και οι διάφοροι τρόποι και ανάγκες κατανάλωσης νερού, δικαιολογούν την απόκλιση των τιμών των ξενοδοχειακών λυμάτων από τα τυπικά αστικά λύματα. Με αυτό εννοούμε ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού που παρατηρείται στις ξενοδοχειακές μονάδες, τόσο από τους ενοίκου όσο και από τις δραστηριότητες και παροχές των ξενοδοχείων, οδηγεί ουσιαστικά σε αραίωση των λυμάτων με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις των ρυπαντικών παραμέτρων να είναι μικρότερες από τα αστικά λύματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Crites, R. and G. Tchobanoglous (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. McGraw Hill Companies, Inc., USA.
2. Metcalf and Eddy, Inc. *Μηχανική υγρών αποβλήτων, Επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση*. Αναθεωρημένο από G. Tchobanoglous, F. Burton, D. Stensel (2006). 4^η Έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
3. Τσώνης, Σ. (2004). *Επεξεργασία λυμάτων*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
4. Στάμου, I. (2004). *Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων, με παρατεταμένο αερισμό και βιολογική απομάκρυνση θρεπτικών*. B' Έκδοση. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
5. Μαρκαντωνάτος, Γ. (1990). *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων, αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, ζωικά απορρίμματα*. B' Έκδοση. K. Μαρκαντωνάτου, Αθήνα.
6. Διαλυνάς, Γ. (1994). *PETRA II, Λειτουργία και συντήρηση μικρών μονάδων επεξεργασίας λυμάτων*. Publishing Dept. of the European Action Group.
7. Στάμου, A.I. και Z.S. Βογιατζής (1994). *Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων*. B' Έκδοση. TEE, Αθήνα.
8. Andreadakis, A. (1987). *Design of Multistage Rotating Biological Contactors*. Journ. Env. Eng. ASCE, vol. 113, no. 1, pp. 199-205.
9. Ματσούκα, B. (2003). *Σχεδιασμός και προσομοίωση εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων*. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
10. Αλμπανέλλης, Φ. (2007). *Αξιολόγηση συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων μικρής δυναμικότητας*. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
11. Οικονομόπουλος, A. (2005). *Ρύπανση και έλεγχος ρύπανσης νερών, Πανεπιστημιακές παραδώσεις*. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ημερομηνία.....

1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ

Όνομασία ξενοδοχείου
Διεύθυνση / Τοποθεσία
Απόσταση από την ακτή
Υπεύθυνος ξενοδοχείου
Τηλέφωνο / Fax

2 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ

Αριθμός δωματίων
Αριθμός κλινών
Πληρότητα αυτή τη στιγμή
Πληρότητα κατά τη διάρκεια του έτους
 Το χειμώνα.....
 Το καλοκαίρι

Υπάρχει λουτρό σε κάθε δωμάτιο;
____NAI
____OXI
 Αριθμός δωματίων όπου υπάρχει λουτρό

Υπάρχει γρασίδι (γκαζόν) στο χώρο του ξενοδοχείου;
____OXI
____NAI
 Σχόλια

.....
.....
.....
.....

Υπάρχει πισίνα στο χώρο του ξενοδοχείου;
____OXI
____NAI
 Σχόλια

.....
.....
.....
.....

3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ

A) Γενικές πληροφορίες για τη μονάδα επεξεργασίας

Υπάρχει μονάδα επεξεργασίας λυμάτων;

NAI

OXI

Βρίσκεται σε λειτουργία;

NAI

OXI

Σχεδιαστής

Κατασκευαστής

Συντηρητής

Έτος κατασκευής της μονάδας

Χρονική περίοδος κατασκευής

Θέση της μονάδας

Έκταση που καταλαμβάνει η μονάδα

Μελλοντική εξέλιξη / αναβάθμιση / εν γένει διαφοροποίηση της μονάδας

OXI

NAI

Περιγραφή

.....

.....

B) Σχεδιαστικά δεδομένα λυμάτων και πραγματικές συνθήκες λειτουργίας

Παράμετροι	Παραδοχές Σχεδιασμού	Πραγματικές Συνθήκες Λειτουργίας
Μέση παροχή (m^3/d)		
Μέγιστη παροχή (m^3/h)		
Ελάχιστη παροχή (m^3/h)		
Βιολογικό φορτίο (kg BOD ₅ /d)		

Γ) Είδος εισερχόμενων λυμάτων

Γίνεται διαχωρισμός των απόνερων(υγρά πλυντηρίων , νιπτήρων και λουτρών)

OXI

NAI

Υφίστανται κάποια επεξεργασία;

OXI

NAI

Περιγραφή

.....

Γίνεται επαναχρησιμοποίησή τους;

OXI

NAI

Περιγραφή
.....

Δ) Μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων

Δ.1) Γραμμή επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Δ.1.1) Προεπεξεργασία

Εσχάρωση

- Χονδρή σχάρα
 - Απλή (καθαριζόμενη με τα χέρια)
 - Μηχανική (αυτοκαθαριζόμενη)
- Λεπτή σχάρα
 - Σταθερή
 - Περιστρεφόμενη
 - Τύπου τυμπάνου
 - Τύπου ποτηριού
- Άλλο

Παράμετροι σχεδιασμού σχάρας	Τιμές
<i>Αριθμός σχαρών</i>	
<i>Πάχος διάκενων (mm)</i>	
<i>Πάχος ράβδων (mm)</i>	
<i>Βάθος ροής στη σχάρα (m)</i>	
<i>Πλάτος καναλιού (m)</i>	

Εξάμμωση

Μακρόστενοι αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής (ανοιχτού καναλιού)

Απλός οριζόντιος αμμοσυλλέκτης

Ορθογωνικός αμμοσυλλέκτης (εκχειλιστής αναλογικής ροής)

Παραβολικός αμμοσυλλέκτης

Με ορθογωνικό εκχειλιστή

Με αυλάκι Parshall

Καθαρισμός αμμοσυλλέκτη

Χειρωνακτικά

Μηχανικά

Με ποιο τρόπο

Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης

Παροχή αέρα ανά τ μήκους(m³/min)

Τετραγωνικός αμμοσυλλέκτης

—Αμισυλλέκτης περιστροφικής ροής

—Αμμοπαγίδα (τύπου PISTA)

Aλλο

Παράμετροι σχεδιασμού εξαμμωτή	Τιμές
$Bάθος(m)$	
$Πλάτος(m)$	
$Mήκος(m)$	
$Xρόνος παραμονής(m)$	
$Διáμετρος απομακρυνόμενων σωματιδίων(mm)$	

Λιποσυλλογή

— Αεριζόμενος λιποσυλλέκτης (Τροφοδοσία αέρα ανά m μήκους.....(m³/min)

Στατικού τύπου λιποσυλλέκτης

—Ορθογωνικός(Μήκος.....(m), Πλάτος.....(m))

—Κυκλικός(Διάμετρος.....(m))

Ελαιοδιαχωριστήρας

—Αλλο.

□ Γίνεται πρόσθετη απομάκρυνση λιπών από απόβλητα κουζίνας;

Παράμετροι σχεδιασμού λιποσυλλέκτη	Τιμές
$Bάθος\ (m)$	
$Πλάτος\ (m)$	
$Mήκος\ (m)$	
$Xρόνος\ παραμονής$	

—Εξισορρόπηση παροχής

Όγκος δεξαμενής(m³)

Ammo

Δ.1.2) Πρωτοβάθμια επεξεργασία

- Βόθρος. Λειτουργεί ως
- Σηπτικός βόθρος(μερική αποδόμηση)
 - Μονοθάλαμος
 - Διθάλαμος
 - Μεγάλος .
 Me διάθεση στο υπέδαφος
 - Σε απορροφητικό βόθρο
 - Σε υπεδάφιο πεδίο διάθεσης
 - Δεξαμενή κράτησης
Σχήμα δεξαμενής
 - Διαστάσεις δεξαμενής / υλικό κατασκευής
 -
 -
 - Συχνότητα εκκένωσης.....
 - Έλεγχος υπερχείλισης
 - OXI
 - NAI
 Από ποιόν
 -
 - Άλλο.....
 -
 -
- Δεξαμενή Imhoff
Χαρακτηριστικά δεξαμενής
-
-
- Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης(ΔΠΚ)
- Ορθογωνική
 - Κυκλική

Παράμετροι σχεδιασμού ΔΠΚ	Τιμές
<i>Αριθμός δεξαμενών</i>	
<i>Χρόνος παραμονής</i>	
<i>Μήκος(m)</i>	
<i>Πλάτος(m)</i>	
<i>Βάθος(m)</i>	
<i>Διάμετρος(m)</i>	
<i>Επιφανειακή φόρτιση($m^3/m^2.d$)</i>	
<i>Παροχή λάσπης(kg/d)</i>	

% απομάκρυνση SS και BOD

Δ.1.3) Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Φυσικά συστήματα επεξεργασίας

Λεκάνες καλαμιών

Άλλο
.....

Παράμετροι συστήματος Ενεργού Ιλύος (ΕΙ)	Τιμές
<i>Ηλικία λάσπης (d)</i>	
<i>Υδραυλικός χρόνος παραμονής (h)</i>	
<i>Λόγος τροφής προς μ/o (F/M)</i>	
<i>Λόγος ανακυκλοφορίας</i>	
<i>Παροχή ανακυκλοφορίας(m^3/d)</i>	
<i>Παροχή περίσσειας λάσπης (m^3/d) ή (kg SS/d)</i>	
<i>Απαιτούμενη ποσότητα αέρα (m^3 αέρα/m^3 απόβλητων)</i>	
<i>Συγκέντρωση MLSS (mg/l)</i>	
<i>Φόρτιση οργανικών (kg εισερχόμενου BOD/$m^3.d$)</i>	
<i>Απομακρυνόμενη ποσότητα BOD₅ (kg BOD/d)</i>	
<i>% απομάκρυνση BOD₅</i>	

Δεξαμενή αερισμού (ΔΑ)

Κυκλική

Ορθογωνική

Τετράγωνη

Διαστάσεις ΔΑ	Τιμές
<i>Mήκος(m)</i>	
<i>Πλάτος(m)</i>	

$\Delta iáμετρος(m)$	
$Báθος(m)$	

Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης (ΔΔΚ)

- Κυκλική
- Ορθογωνική
- Τετράγωνη

Διαστάσεις ΔΔΚ	Τιμές
Αριθμός δεξαμενών	
Μήκος(m)	
Πλάτος(m)	
Διάμετρος(m)	
Βάθος(m)	
Επιφανειακή φόρτιση ($m^3/m^2.d$)	
Φορτίο παραμονής ($kg SS/m^2.h$)	
Χρόνος παραμονής	

Δ.1.4) Τριτοβάθμια επεξεργασία

Βάθος.....(m), Ολικός όγκος.....(m³)

Δ.1.5) Απολύμανση

Χλωρίωση.....

Απολύμανση με όζον

Απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία UV.....

Άλλο.....

Χρόνος επαφής(min)

Γεωμετρία.....
Ολικός όγκος.....(m³)
Ολικό μήκος.....(m)

Δ.2) Γραμμή επεξεργασίας λάσπης

Πάχυνση

- Με βαρύτητα
- Με επίπλευση
- Με μηχανικά μέσα
 - Με περιστρεφόμενο κύλινδρο
 - Με ταινίες βαρύτητας

Σταθεροποίηση

- Αναερόβια χώνευση
- Χαμηλής φόρτισης
- Υψηλής φόρτισης
- Αερόβια χώνευση
 - Συμβατική σε κλειστό αντιδραστήρα
 - Συμβατική συνεχής
 - Θερμοφιλική αυτοθερμαινόμενη
 - Με χωνευτή χωρισμένο σε τμήματα



- Χρήση παραγόμενου βιοαερίου
 - Παραγωγή ενέργειας για τη θέρμανση του χωνευτή
 - Θέρμανση των κτιρίων της εγκατάστασης
 - Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία των αντλιών
 - Πώληση για οικιακή ή βιομηχανική χρήση
 - Καύση

Αφυδάτωση

- Με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση του νερού της λάσπης σε κλίνη αποξήρανσης
 - Συμβατική κλίνη ξήρανσης
 - Επιστρωμένη κλίνη ξήρανσης
 - Κλίνη με κυματοειδή πυθμένα
- Με μηχανικά μέσα
 - Με φυγοκέντριση
 - Φυγόκεντρος τύπου κάδου
 - Φυγόκεντρος κυλινδρικού θαλάμου
 - Με διήθηση
 - Με φίλτρο κενού(περιστρεφόμενο τύμπανο μερικά βυθισμένο στη λάσπη)
 - Με ταινιοφιλτρόπρεστα (διερχόμενος ιμάντας που συμπλέζει τη λάσπη)
 - Με φίλτρο πίεσης(κατακόρυφη κοίλη πλάκα που φέρει διηθητικό μέσο)

Άλλο.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

A. Υπάρχει μετρητής ροής

- OXI
 NAI
 Με υπερηχητικές ταλαντεύσεις
 Μηχανικά
 Άλλο

B. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης

B.1 Περίπτωση ορθογωνικής διατομής

- Τρόπος διοχέτευσης αποβλήτων
.....
 Από τι αποτελείται η διάταξη εκροής;
 Κατά πλάτος υπερχειληστή
 Άλλο.....
.....
 Υπάρχει διάταξη συλλογής λάσπης και επιπλεόντων;
 Διάταξη με ατέρμονες μεταφορείς για τη συλλογή λάσπης και ξύλινων
ξέστρων για τη συλλογή των επιπλεόντων
 Διάταξη με μετακινούμενη γέφυρα με ξέστρο για τη συλλογή της λάσπης και
κόφτρα τοποθετημένη στη γέφυρα για τη συλλογή των επιπλεόντων
 Άλλο.....
.....

B.2 Περίπτωση κυκλικής διατομής

- Τρόπος διοχέτευσης αποβλήτων
 Με κεντρική διάταξη εισροής
 Με περιφερειακή διάταξη εισροής
 Άλλο.....
.....
 Από τι αποτελείται η διάταξη εκροής;
 Κεντρικό υπερχειληστή
 Περιφερειακό υπερχειληστή
 Άλλο.....
.....
 Υπάρχει διάταξη συλλογής λάσπης και επιπλεόντων;
 Διάταξη με ξέστρο που κινείται κυκλικά και συλλέγει τη λάσπη σε κεντρική
χοάνη -δακτύλιο και περιλαμβάνει βραχίονα για τη συλλογή των επιπλεόντων
 Άλλο.....

.....

Γ. Σύστημα Ενεργού Ιλύος

- Είδος συστήματος EI
 - Συμβατική EI
 - Παρατεταμένος αερισμός
 - Άλλο

Γ.1 Σύστημα αερισμού

- Είδος ροής ση Δεξαμενή Αερισμού
 - Πλήρης ανάμιξη
 - Ομοιόμορφη/Παράλληλη ροή
- Μέθοδος αερισμού
 - Χρήση διαχυτήρων. Απόδοση μεταφοράς οξυγόνου.....kg O₂/kWh
 - Είδος διαχυτήρων
 - Πορώδης
 - Μη πορώδης
 - Άλλο
 - Σχήμα διαχυτήρων
 - Σωλήνα
 - Δίσκου
 - Είδος φυσαλίδων
 - Χοντρές
 - Μέσες
 - Λεπτές
 - Ανάδευση αποβλήτων με επιφανειακούς αεριστήρες. Απόδοση μεταφορά οξυγόνου kg O₂/kWh
 - Είδος αεριστήρων
 - Αεριστήρες κατακόρυφου άξονα(με φτερωτές)
 - Αεριστήρες οριζόντιου άξονα(ρότορες)
 - Άλλο

Γ.2 Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Γ.2.1 Περίπτωση κυκλικής διατομής

- Διάταξη εισροής-εκροής
 - Κεντρικής εισροής-περιφερειακής εκροής
 - Περιφερειακής εισροής-περιφερειακής εκροής
 - Περιφερειακής εισροής-κεντρικής εκροής
 - Άλλο
- Μηχανισμός συλλογής λάσπης
 - Μηχανικό ξέστρο
 - Περιστρεφόμενη διάταξη αναρρόφησης λάσπης
 - Άλλο

- Είδος χοάνης συγκέντρωσης λάσπης
 Κεντρική
 Έκκεντρη
 Δακτυλιοειδής
 Άλλο
 Μηχανισμός συλλογής επιπλεόντων
.....
.....

Δ. Απομάκρυνση φωσφόρου

- OXI
 NAI. Είδος
 Βιολογική
 Χημική

E. Απομάκρυνση αζώτου

- OXI
 NAI. Είδος
.....

4 ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΡΟΗΣ

I. Παροχή αποβλήτων (m^3/d)

Παροχές	Τιμές
Μέση ημερήσια	
Μέγιστη ημερήσια	
Ελάχιστη ημερήσια	

5 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΡΟΗΣ-ΕΚΡΟΗΣ

Παράμετροι	Εισροή		Εκροή	
	Σχεδιασμού	Πραγματικό	Σχεδιασμού	Πραγματικό
$BOD_5 (mg/l)$				
$COD (mg/l)$				
$TKN (mg/l)$				
$NO_3^- (mg/l)$				
$NH_4^+ (mg/l)$				
$P (mg/l)$				
$SS (mg/l)$				

<i>Σκληρότητα (CaCO₃)</i>				
<i>EC (mmhos/cm)</i>				
<i>pH</i>				
<i>Κολοβακτηρίδια (απ./100ml)</i>				
<i>Θολότητα (NTU)</i>				

- Υπάρχει εργαστήριο ελέγχου της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων; Γίνεται έλεγχος-συντήρηση της εγκατάστασης; Περιγραφή της δειγματοληπτικής διαδικασίας (όργανα, τρόπος, σημεία, χρόνος και λοιπά του ελέγχου λειτουργίας)

6 ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΣΠΗΣ

I. Διάθεση/ανακύκλωση επεξεργασμένων λυμάτων

- Υπάρχει επίσημο σημείο διάθεσης:
.....

Τρόπος διάθεσης αποβλήτων
Στο έδαφος
Επιφανειακή διάθεση
Άρδευση
Περιορισμένη άρδευση
Άλλο

Υποεπιφανειακή διάθεση
Σε απορροφητικό λάκκο
Σε τάφρο
Σε πηγάδι
Άλλο

Σε ποτάμι. Ονομασία ποταμού

Σε λίμνη. Ονομασία λίμνης

Βάθος.....(m)

Στη θάλασσα

- Υπάρχει αγωγός στη θάλασσα;
 Μήκος.....(m)
 Διάμετρος.....(m)
 Βάθος στο σημείο διάθεσης.....(m)
- Η διάθεση είναι
Συνεχής
Περιοδική.....
- Απόσταση μεταξύ εγκατάστασης και σημείου διάθεσης.....(m)
- Αρδευση γεωργικής γης
- Χώροι πρασίνου
- Επαναφόρτιση υπόγειου ορίζοντα
- Αστική χρήση πλην ποσίμου
- Βιομηχανική χρήση
- Δημιουργία λιμνών αναψυχής
- Άλλο

II. Διάθεση λάσπης

- Εμπλουτισμός εδάφους
Λίπασμα
Απλή διάθεση
 Τοποθεσία διάθεσης
- Διάθεση σε χωματερή με σκουπίδια
Άλλο

III. Διάθεση απομακρυνόμενης άμμου

- Ταφή
Χρήση σαν υλικό επίχωσης ή επιφανειακής κάλυψης
Αποτέφρωση
Άλλο

IV. Κοινωνική αποδοχή των μεθόδων διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων και της λάσπης

- | | | | |
|--------|-----------------|-------|-----------------|
| Λύματα | <u>Χαμηλή</u> | Λάσπη | <u>Χαμηλή</u> |
| | <u>Μέση</u> | | <u>Μέση</u> |
| | <u>Υψηλή</u> | | <u>Υψηλή</u> |
| | <u>Αδιάφορη</u> | | <u>Αδιάφορη</u> |

7 ΑΛΛΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

.....

8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Συνολική εγκατεστημένη ενέργεια.....(kW)
Συνολική ετήσια κατανάλωση ρεύματος.....(kWh)

9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Προϋπολογισμός
Ολικό κόστος
Πηγή χρηματοδότησης
Ετήσιο κόστος ενέργειας
Ετήσιο κόστος χημικών
Ετήσιος κόστος συντήρησης
Ολικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης
Κόστος ανά m^3 αποβλήτων
Κόστος ανά kg BOD₅ που απομακρύνεται

10 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

—Οσμές
 —Συνεχώς
 —Κατά περιόδους
Θέση και αίτιο
Τρόπος αντιμετώπισης

—Ανερχόμενη λάσπη
 —Συνεχώς
 —Κατά περιόδους
Αίτιο
Τρόπος αντιμετώπισης

—Εμφάνιση αφρού
 —Συνεχώς
 —Κατά περιόδους
Αίτιο
Τρόπος αντιμετώπισης

—Άλλο

.....
.....
.....
.....

11 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται οι φωτογραφίες, τα σχέδια και οι εικόνες των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων των ξενοδοχείων.

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ Α

Φωτογραφίες



Eikόνα 1

Στην *Eikόνα 1* φαίνεται η είσοδος των λυμάτων στο σύστημα των βιολογικών δίσκων. Είναι το σημείο όπου πάρθηκε το δείγμα της εισροής. Πρόκειται για τη δεξαμενή εισόδου.

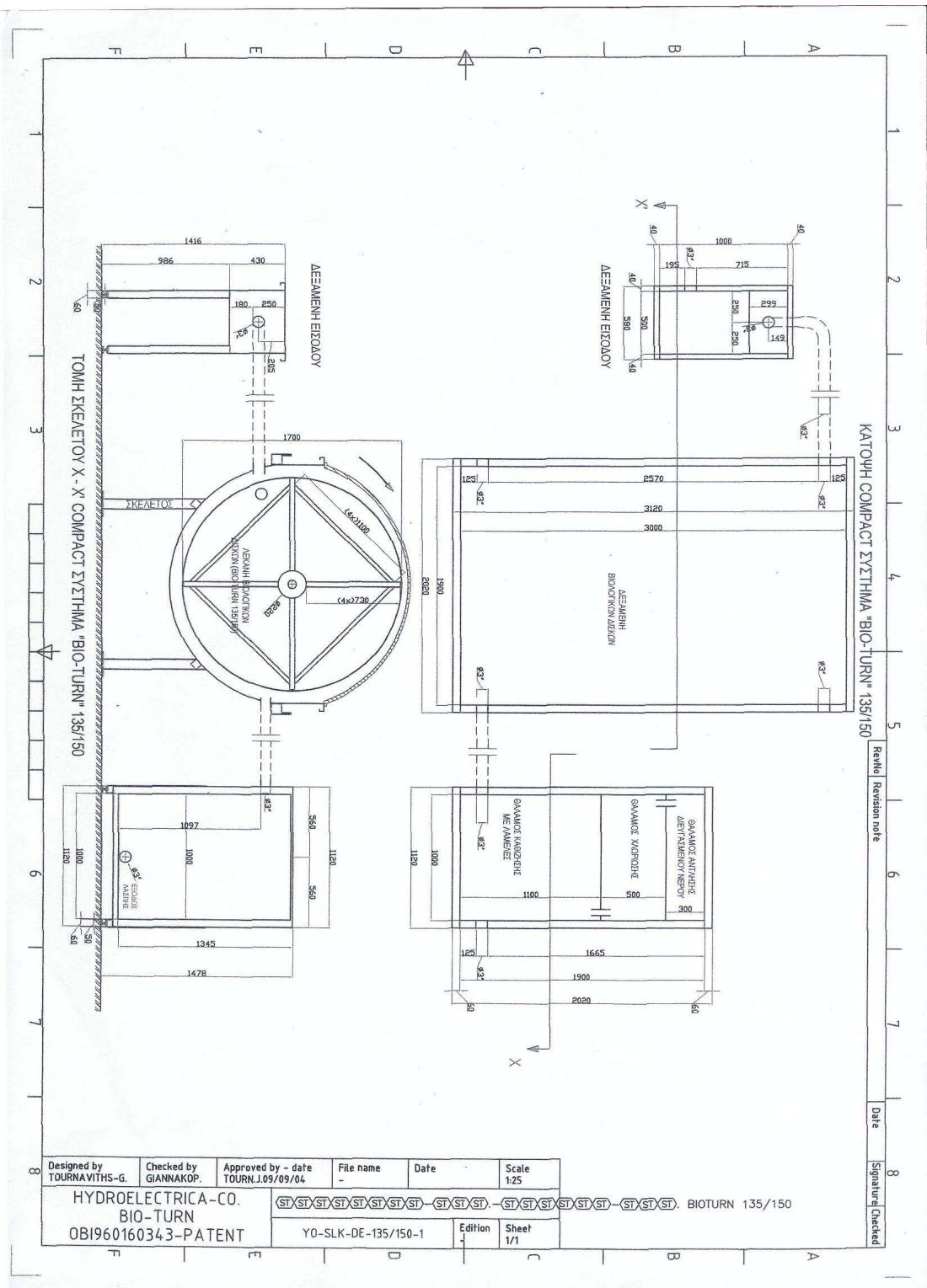


Eikόνα 2

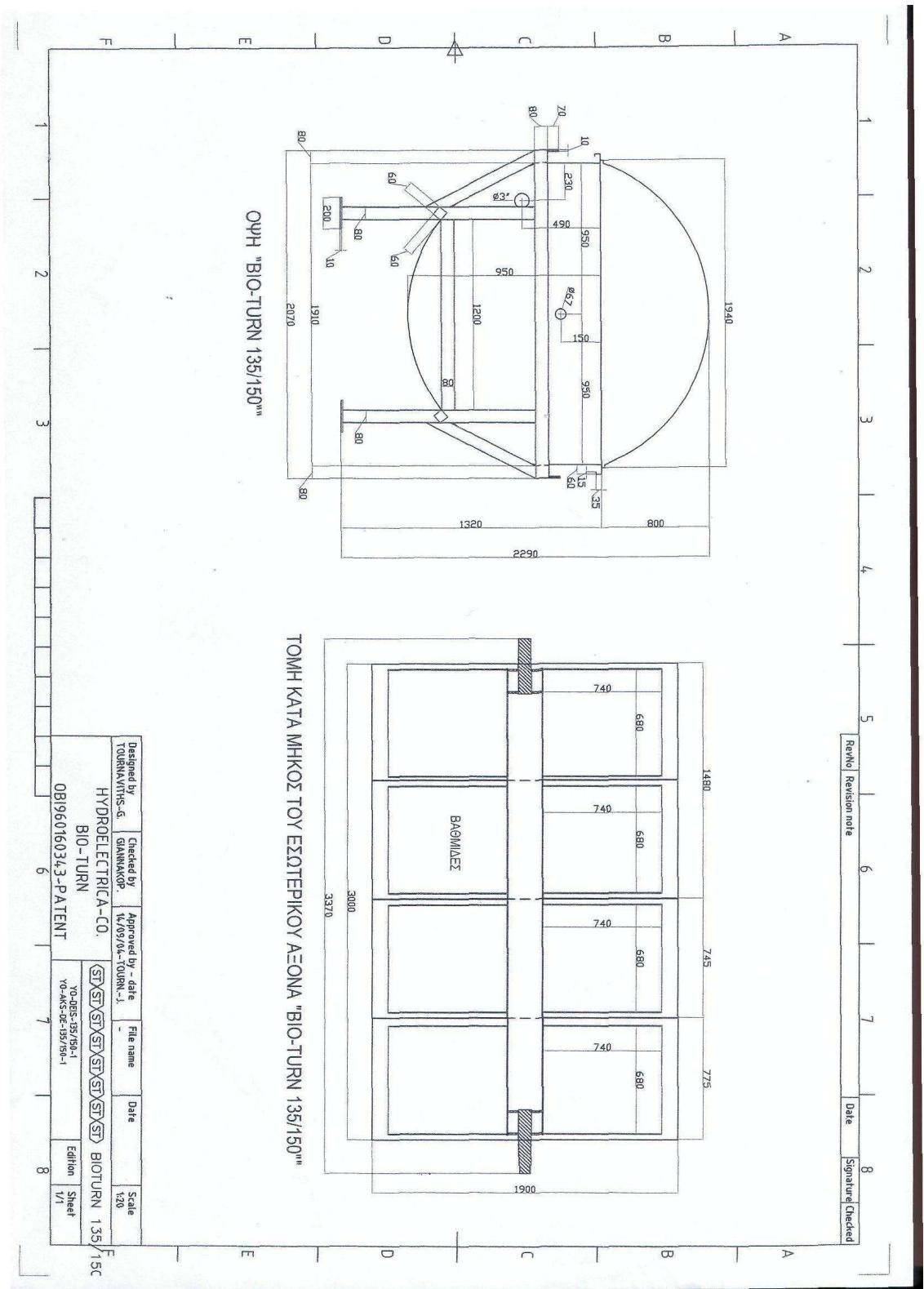
Στην *Eikόνα 2* διακρίνεται η δεξαμενή των βιολογικών δίσκων. Αριστερά φαίνεται η δεξαμενή εισόδου. Το σημείο απ' όπου συλλέξαμε το δείγμα της εκροής είναι πίσω από το βιοτύμπανο και επειδή η πρόσβαση ήταν δύσκολη δεν υπήρχε τρόπος να φωτογραφηθεί.

Σχέδια εγκατάστασης

Ακολούθως δίνονται τα σχέδια της εγκατάστασης όπως βρέθηκαν στη μελέτη του βιολογικού καθαρισμού.

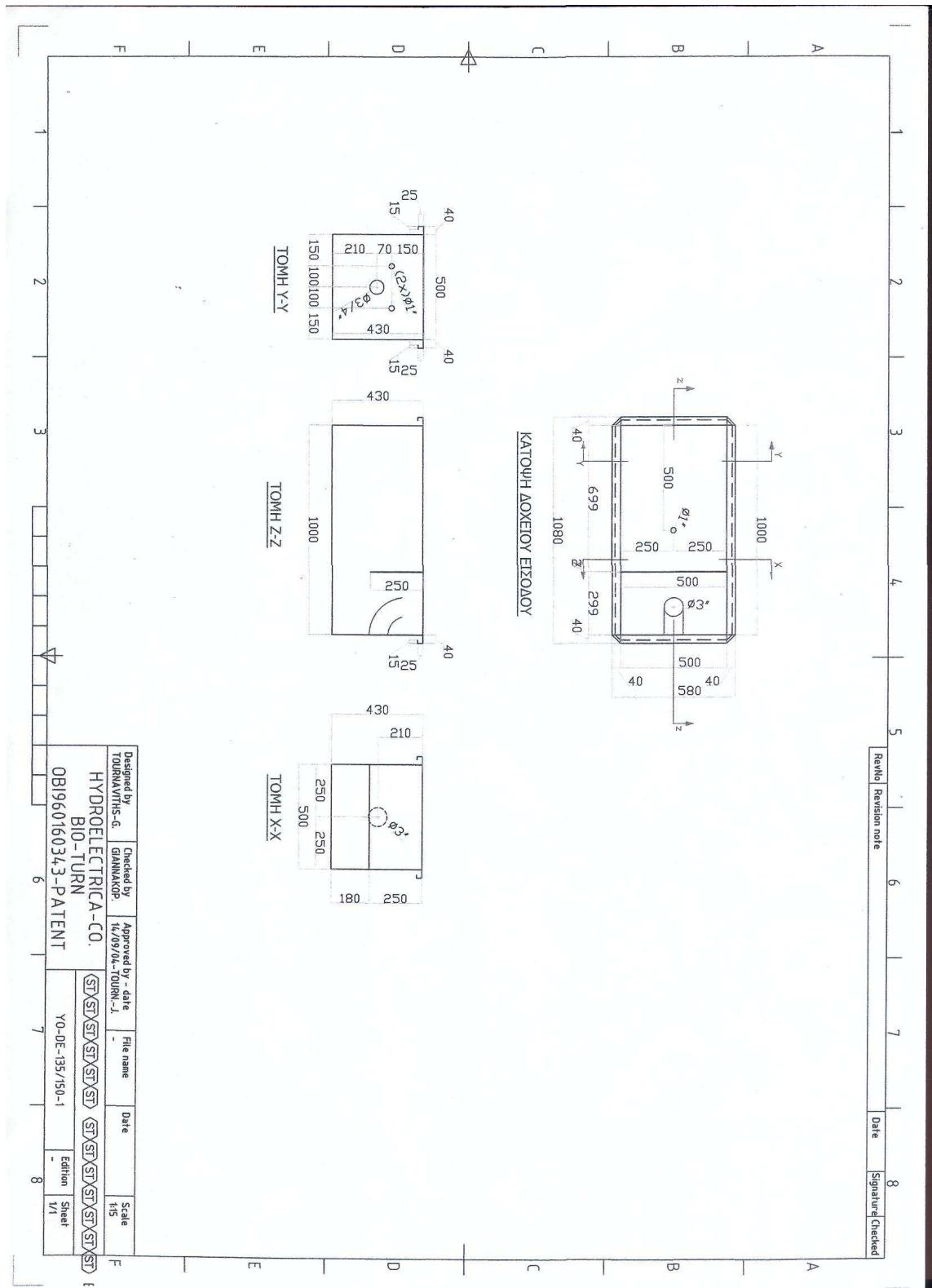


Sigma delta 1



Σχέδιο 2

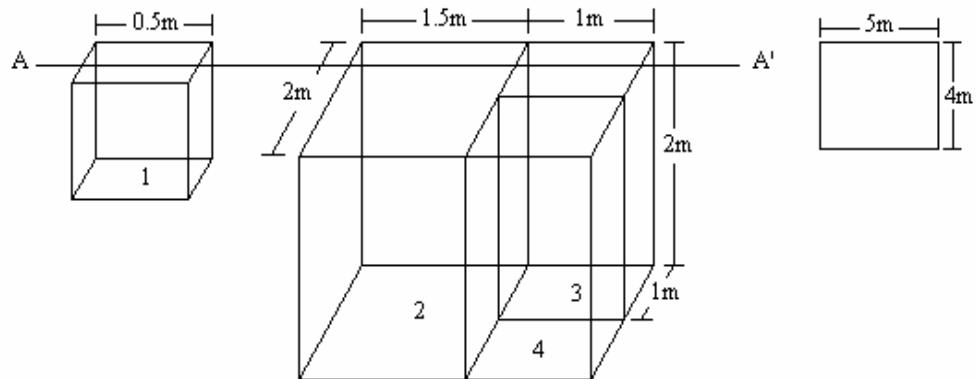
1	2	3	4	5	6	7	8
Rev no	Revision note			Date	Signature	Checked	



Σχέδιο 3

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ Β

Σχήματα

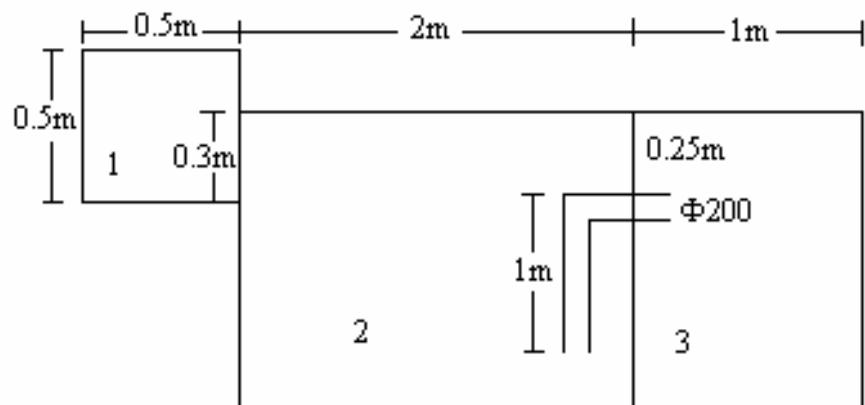


Σχήμα 1

1. Εσχαρισμός
2. Δεξαμενή συγκέντρωσης
3. Δεξαμενή εξισορρόπησης
4. Δεξαμενή λάσπης

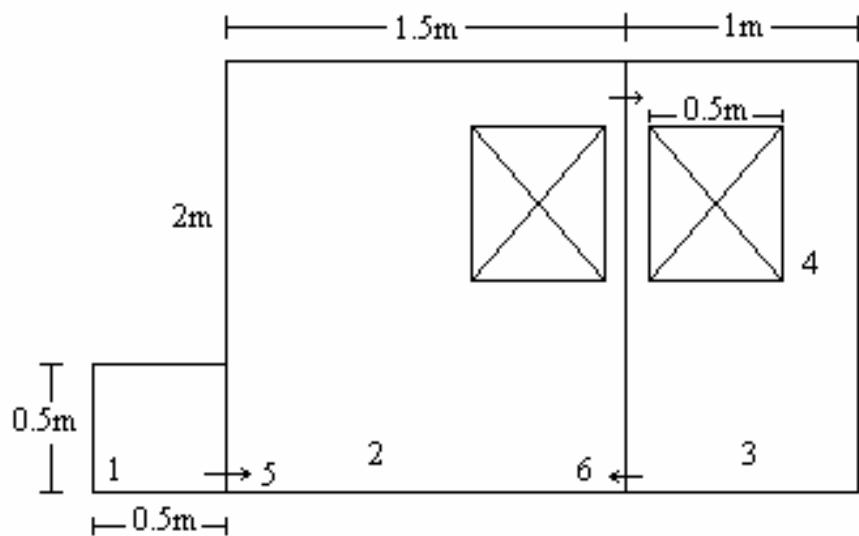
Στην επάνω δεξιά πλευρά του Σχήματος 2 φαίνεται το δάπεδο της μονάδας το οποίο είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλέγμα, πάχους 0,25 εκατοστών. Το βάρος της εγκατάστασης δεν προκαλεί προβλήματα στη βάση αυτή.

Τομή AA'



Σχήμα 2

Κάτωψη

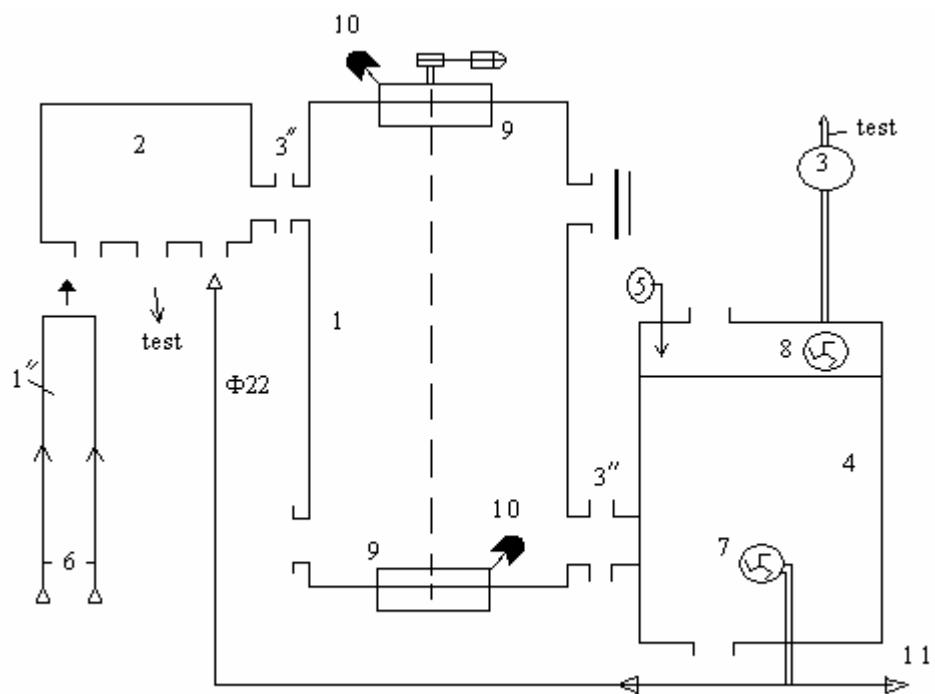


Σχήμα 3

1. Φρεάτιο εσχαρισμού
 2. Δεξαμενή συγκέντρωσης
 3. Δεξαμενή εξισορρόπησης
 4. Δεξαμενή λάσπης
 5. Είσοδος λυμάτων
 6. Υπερχείλιση λάσπης προς δεξαμενή (2)
- Συνολικό βάρος μονάδας : 5 τόνοι
 - Τοίχοι δεξαμενών : 25 cm, στεγανοί
 - Στην είσοδο της δεξαμενής συγκέντρωσης γίνεται εσχάρωση

Ενδεικτική εγκατάσταση μονάδας Bio-turn 135/150

Η παρακάτω απεικόνιση δεν είναι σε κλίμακα.



Σχήμα 4

1. Bio-turn
2. Δεξαμενή εισόδου λυμάτων
3. Χαλικόφιλτρο
4. Δεξαμενή καθίζησης με λαμέλες
5. Δοσομετρικές αντλίες χλωρίου
6. Αντλίες λυμάτων
7. Αντλία ανακυκλοφορίας λάσπης
8. Αντλία προς το φίλτρο
9. Αυτοευθυγραμμιζόμενα έδρανα μπίλιας
10. Αυτόματοι γρασαδόροι
11. Βάνα προς δεξαμενή λάσπης

Φωτογραφίες



Eikόνα 3

Στην *Eikόνα 3* φαίνεται η είσοδος των λυμάτων στο σύστημα των βιολογικών δίσκων. Είναι το σημείο όπου πάρθηκε το δείγμα της εισροής. Πρόκειται για τη δεξαμενή εισόδου. Δεξιά διακρίνουμε το βιοτύμπανο.



Eikόνα 4

Στην *Eikόνα 4* διακρίνεται το σημείο απ' όπου συλλέχτηκε το δείγμα της εκροής. Πρόκειται για τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Από εκεί και έπειτα τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στα κανάλια και μέσω αυτών στο σημείο διάθεσης.

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ Γ



Eikόνα 5

Στην Εικόνα 5 διακρίνεται η επιφάνεια, κάτω από την οποία βρίσκεται η μονάδα επεξεργασίας των λυμάτων του ξενοδοχείου. Αναφερόμαστε στο υπερυψωμένο τμήμα του δαπέδου. Βρίσκεται ακριβώς πίσω από το ξενοδοχείο, δίπλα από το κήπο και το μονοπάτι που οδηγεί στην παραλία. Οι σωλήνες που φαίνονται στο πλάι μεταφέρουν τα επεξεργασμένα λύματα δίπλα ακριβώς από την εγκατάσταση απ' όπου και συλλέχτηκε το δείγμα της εκροής από μια κάνουλα.



Eikόνα 6

Η Εικόνα 6 αποτελεί το υπόλοιπο μέρος της επιφάνειας προς τα αριστερά. Τα δυο μεταλλικά καλύμματα που φαίνονται στο αριστερό μέρος, καλύπτουν την εισροή και από εκεί πήραμε το δείγμα εισόδου των λυμάτων. Όταν τα ανοίχτηκαν διακρίθηκαν δυο δεξαμενές και μάλιστα το βάθος τους προκάλεσε δυσκολίες στη λήψη των δειγμάτων. Η επιφάνεια του νερού στις δεξαμενές βρισκόταν σε βάθος περίπου 2 μέτρων και τα δείγματα συλλέχθηκαν από την αντλία που μετέφερε τα λύματα από τη μία δεξαμενή στην άλλη επειδή το σημείο έκχυσης των λυμάτων βρισκόταν αρκετά ψηλότερα.



Eikόνα 7

Στην Εικόνα 7 διακρίνονται από κοντά τα μεταλλικά καλύμματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η απόσταση μεταξύ τους είναι και η κοινή επιφάνεια των 2 δεξαμενών. Τα λύματα εισέρχονται από την αριστερή δεξαμενή στη δεξιά μέσω μιας αντλίας που εκχύνει τα λύματα με πίεση.



Eikόνα 8

Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ένα μέρος της επιφάνειας που καλύπτει τη μονάδα επεξεργασίας. Κάτω από τα μεταλλικά καλύμματα υπάρχουν οι υπόλοιπες δεξαμενές και τα λοιπά μέρη της εγκατάστασης.