

Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επεξεργασία υγρών αποβλήτων
Περιγραφή και λειτουργία μονάδας
επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Σητείας**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ
ΠΑΖΕΓΑΚΗ ΑΓΑΠΗ



ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Κώστα Σαββάκη κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη τους στις σπουδές μου και την κατανόηση που έδειξαν όλο αυτόν τον καιρό.

Ευχαριστώ....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. Εισαγωγή	5
2. Υγρά απόβλητα – ταξινόμηση σε κατηγορίες	7
3. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων	9
3.1. Βιολογικά χαρακτηριστικά	9
3.2. Οργανικές ουσίες	10
3.3. Στερεές ουσίες	10
3.4. Τοξικές ουσίες	11
4. Παράμετροι παρακολούθησης της διεργασίας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	12
4.1. Ολικά στερεά	12
4.2. Θολότητα	13
4.3. Θερμοκρασία	13
4.4. Χρώμα	13
4.5. Οσμή	13
4.6. pH	14
4.7. Ανόργανοι ρυπαντές	14
4.8. Οργανικές χημικές ενώσεις	15
4.9. Ολικός οργανικός άνθρακας (Total organic carbon)–TOC	18
4.10. Λόγος BOD/COD	18
5. Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	19
5.1. Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων	20
5.1.1 Πρωτοβάθμιος μηχανικός καθαρισμός	20
5.1.2 Δευτεροβάθμιος βιολογικός καθαρισμός	22
5.1.3 Τριτοβάθμιος προχωρημένος καθαρισμός	24
5.2. Συστήματα βιολογικού καθαρισμού	26
5.2.1 Δεξαμενές σταθεροποίησης	26
5.2.2 Σταλαγμικά φίλτρα ή βιολογικά φίλτρα	27
5.2.3 Βιολογικοί δίσκοι	29
5.2.4 Συστήματα ενεργούς ιλύος	29
6. Διάθεση υγρών αποβλήτων	30
6.1. Διάθεση στο έδαφος	31
6.1.1 Υπόγεια διάθεση	31
6.1.2 Επιφανειακή διάθεση στο έδαφος	32
6.2. Διάθεση σε επιφανειακά νερά	33
6.2.1 Διάθεση σε ποταμό	33
6.2.2 Διάθεση στη θάλασσα	33
6.3. Διάθεση λάσπης	35

7. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων	37
7.1. Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση καλλιεργειών	39
7.2. Επαναχρησιμοποίηση στη βιομηχανία	41
7.3. Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων	42
7.4. Αστική επαναχρησιμοποίηση	42
7.5. Επαναχρησιμοποίηση για σκοπούς ύδρευσης	43
8. Παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη και θέσπιση κριτηρίων	43

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

1. Περιγραφή εγκατάστασης	47
2. Περιγραφή επεξεργασίας	51
2.1. Μονάδα βοθρολυμάτων	51
2.2. Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης	52
2.3. Μονάδα εσχάρωσης	53
2.4. Μονάδα ελαιο-αμμοδιαχωρισμού	55
2.5. Μονάδα μέτρησης παροχής	56
2.6. Φρεάτιο μερισμού βιολογικής επεξεργασίας	56
2.7. Αποφωσφόρωση	56
2.8. Ανοξικές δεξαμενές	57
2.9. Δεξαμενές αερισμού	58
2.10. Φρεάτιο μερισμού καθίζησης	58
2.11. Δεξαμενές τελικής καθίζησης	58
2.12. Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος .	59
2.13. Μονάδα απολύμανσης	60
2.14. Δεξαμενή ομογενοποίησης ιλύος	61
2.15. Μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης και κροκιδωτής . . .	61
2.16. Αντλιοστάσιο στραγγιδίων	64
3. Έλεγχος λειτουργίας της μονάδας	64

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

1. Αποτελέσματα ανάλυσης λυμάτων	67
1.1. Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου έτους 2011	67
1.2. Μηνιαίες μετρήσεις εξόδου έτους 2011	68
2. Σχολιασμός	69
2.1. Σχολιασμός για μηνιαίες μετρήσεις εισόδου	69
2.2. Σχολιασμός για μηνιαίες μετρήσεις εξόδου	70
2.3. Έλεγχος λειτουργίας βιολογικού καθαρισμού έτους 2011 .	71
3. Συμπεράσματα - Προτάσεις	71

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η ρύπανση του περιβάλλοντος εξαιτίας της μεγάλης τεχνολογικής προόδου και της ραγδαίας βιομηχανικής ανάπτυξης έχει πάρει επικίνδυνες και σε πολλές περιπτώσεις καταστροφικές διαστάσεις για τη γήινη βιόσφαιρα. Διακρίνεται σε αστική και βιομηχανική, σε ρύπανση της ατμόσφαιρας, νερού και εδάφους με αποτέλεσμα να καταστρέφει την πανίδα και τη χλωρίδα της γης.

Καθημερινά τεράστιες ποσότητες λυμάτων ρυπαίνουν ακτές και θάλασσες, νεκρώνουν το πλαγκτόν, εξαφανίζουν πολλά είδη του φυσικού και του ζωικού βασιλείου και βάζουν σε κίνδυνο την υγεία των ανθρώπων που έρχονται σε επαφή με τη θάλασσα.

Η διάσωση του φυσικού περιβάλλοντος από την ρύπανση και την καταστροφή αποτελεί σήμερα οξύτατο πρόβλημα και κινητοποιεί εκατομμύρια ανθρώπους οι οποίοι αγωνίζονται για να αποτρέψουν την κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος και να εξασφαλίσουν καλύτερες συνθήκες ζωής.

Οι ελληνικές θάλασσες και οι ακτές μολύνονται επικίνδυνα από τα βιομηχανικά λύματα και απόβλητα των υπονόμων των μεγάλων πόλεων.

Έχουν γίνει μεγάλα βήματα για την απόληψη του προβλήματος των υγρών αστικών αποβλήτων. Είναι βέβαια αδύνατον αυτά να εκλείψουν, ενώ η απλή μεταφορά τους με αγωγούς και απόρριψη σε υδάτινους αποδέκτες όπως στη θάλασσα και σε ποτάμια, απλά μεταθέτει το πρόβλημα ενώ έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Τα λύματα περιέχουν αιωρούμενες και διαλυμένες ανόργανες και οργανικές ουσίες. Η επεξεργασία καθαρισμού των λυμάτων αποβλέπει στην απομάκρυνση, εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση των επιβλαβών χαρακτηριστικών τους, ώστε να εξαλειφθούν ή να ελαττωθούν σε αποδεκτό επίπεδο οι δυσμενείς για τον τελικό αποδέκτη (επιφανειακά νερά, έδαφος κ.λπ.) συνέπειες.

Η αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γίνεται καθημερινά δυσκολότερη εξαιτίας των νέων χημικών ουσιών που παρασκευάζονται από τον άνθρωπο ή των πολύ πυκνών αποβλήτων που παράγονται από ζωοτροφικές ή βιομηχανικές μονάδες.

Σήμερα, το ανθρώπινο ενδιαφέρον είναι εντονότερο γιατί δεν δέχεται μοιρολατρικά την ρύπανση και καταστροφή του περιβάλλοντος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να λαμβάνονται αποφασιστικά μέτρα από τον ίδιο τον άνθρωπο ώστε να μειωθεί σημαντικά το πρόβλημα της ρύπανσης. Αυτές οι αντιδράσεις θα είναι εντονότερες στο απώτερο μέλλον.

Τα αστικά λύματα, αν δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό βιομηχανικών αποβλήτων, είναι σχετικά σταθερής ποιότητας και μπορούν να υποβληθούν σε τυποποιημένες μεθόδους επεξεργασίας καθαρισμού.

Αντίθετα τα βιομηχανικά απόβλητα παρουσιάζουν ιδιάζοντα χαρακτήρα και ποικιλία ποιοτήτων. Περιέχουν πολλές φορές διάφορες τοξικές ουσίες που παρεμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη του βιολογικού παράγοντα. Γι αυτό είναι πολλές φορές απαραίτητο τα βιομηχανικά απόβλητα, προτού οδηγηθούν στο γενικό δίκτυο συλλογής, να υποστούν μέσα στο εργοστάσιο ειδική προεργασία για την απομάκρυνση ή εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων ειδικών χαρακτηριστικών.

Για την πρακτική εφαρμογή των διαφόρων διαδικασιών και μεθόδων καθαρισμού έχουν αναπτυχθεί ειδικές εγκαταστάσεις ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερα η απόδοση με ελεγχόμενες και ρυθμιζόμενες συνθήκες.

Η εργασία ασχολείται γενικά με την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αρχικά παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων, οι παράμετροι που εκφράζουν την επιβάρυνση των αποβλήτων και οι επιτρεπόμενες τιμές για τη διάθεση σε ορισμένους αποδέκτες. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων καθώς και η επαναχρησιμοποίηση τους.

Έπειτα ακολουθεί μια περιγραφή του βιολογικού καθαρισμού Σητείας. Αναφέρονται οι βασικοί παράμετροι παρακολούθησης της λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού Σητείας, κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Τέλος έχουμε τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη που έγινε.

2. Υγρά απόβλητα – ταξινόμηση σε κατηγορίες

Υγρά απόβλητα ονομάζονται γενικά τα υγρά και οι λάσπες, που ρέουν εύκολα και αποβάλλονται ύστερα από χρησιμοποίηση, από κατοικίες, ιδρύματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μεταφορικά μέσα ή μονάδες επεξεργασίας και γενικά από οποιεσδήποτε εγκαταστάσεις μιας περιοχής.

Τα υγρά απόβλητα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Αστικά υγρά απόβλητα ή απόβλητα αποχετεύσεων.
- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα.

Αστικά λύματα είναι τα υγρά απόβλητα, που παράγονται από τις ανάγκες των ανθρώπων και από δημόσια κτίρια όπως ιδρύματα, νοσοκομεία κ.λπ. Κύριο συστατικό τους είναι το νερό, με ορισμένες ξένες προσμίξεις, που το καθιστούν ακατάλληλο για διάφορες καθημερινές χρήσεις και επηρεάζουν δυσμενώς τους τελικούς αποδέκτες.

Σκοπός της επεξεργασίας καθαρισμού των υγρών αποβλήτων είναι η επαναφορά του χρησιμοποιημένου νερού στη φύση ή στο κύκλωμα παραγωγής με αποδεκτά ποιοτικά χαρακτηριστικά, που θα είναι συμβατά με τις επιθυμητές χρήσεις, ώστε να προστατεύεται σε σημαντικό επίπεδο η υγεία του ανθρώπινου οργανισμού και γενικά το περιβάλλον.

Βιομηχανικά απόβλητα ονομάζονται τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των πτηνόκτηνοτροφικών, ιχθυοτροφικών ή γεωργικών εγκαταστάσεων. Η επεξεργασία τους είναι απαραίτητη ώστε το νερό που καταλήγει στις δημοτικές επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης ή στους τελικούς αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια, θάλασσα, έδαφος) να βρίσκεται στη καλύτερη δυνατή κατάσταση ώστε να μην επηρεάζεται η δημόσια υγεία και να προστατεύεται όσο γίνεται καλύτερα τον περιβάλλον.

Για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων χρησιμοποιούνται κατ' αρχήν όλες οι συνηθισμένες μέθοδοι που εφαρμόζονται για τα αστικά λύματα όπως το σχάρισμα, η απομάκρυνση της άμμου, η αφαίρεση των επιπλεόντων υλικών, η καθίζηση, απλή ή σε συνδυασμό με χημική κατακρήμνιση και η βιολογική επεξεργασία για τα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα που δεν περιέχουν βιοστατικές ή τοξικές ουσίες, σε συνδυασμό με την επεξεργασία της λάσπης. Εκτός όμως από τις πιο πάνω συνηθισμένες μεθόδους εφαρμόζονται συχνά τόσο οι χημικές επεξεργασίες καθώς και άλλες ειδικές μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ιδιαίτερων ποιοτικών χαρακτηριστικών των βιομηχανικών αποβλήτων.

Τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν μεγάλη ποικιλία ουσιών που προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος, οι οποίες είναι οι εξής:

- Ανόργανα άλατα (χλωριούχα, ενώσεις σιδήρου, αζώτου και φωσφόρου, σκληρότητα κλπ).
- Οργανικές ενώσεις που δεσμεύουν το οξυγόνο και δημιουργούν ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες.
- Οξέα ή αλκάλια (υδροξείδιο του νατρίου, θειϊκό οξύ κλπ).
- Αιωρούμενα στερεά που δημιουργούν ιζήματα.
- Επιπλέοντα υλικά (λίπη, έλαια)
- Τοξικές ουσίες ανόργανες ή οργανικές. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι τοξικές για την υδρόβια ζωή σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις και συνήθως δεν απομακρύνονται με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας των αστικών λυμάτων.
- Χρώμα από τα βαφεία, χαρτοβιομηχανίες.
- Αφριστικές ουσίες από υφαντουργεία, χαρτοβιομηχανίες και χημικές βιομηχανίες.
- Θερμά υγρά από συμπυκνωτές και εγκαταστάσεις ψύξεως.
- Ραδιενεργά υλικά από πυρηνικούς αντιδραστήρες, επεξεργασία μεταλλευμάτων ουρανίου, εργαστήρια ή θεραπευτικά κέντρα που χρησιμοποιούν ραδιενεργά υλικά, πλύσιμο προστατευτικού ρουχισμού των εργαζομένων σε σχετικές εργασίες.

Γενικά, η ποιότητα και η ποσότητα των βιομηχανικών αποβλήτων μεταβάλλεται συνεχώς και δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί αφού πολλές βιομηχανικές εγκαταστάσεις ρίχνουν παράνομα τα απόβλητα τους στο αποχετευτικό δίκτυο μιας πόλης χωρίς να έχουν γίνει οι κατάλληλες επεξεργασίες.



3. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν κυρίως **οργανικές ουσίες** (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, έλαια, φαινόλες), **ανόργανες ουσίες** (άζωτο, άλατα, φώσφορο) και διάφορα **στερεά**, που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται.

Περιέχουν, επίσης ουσίες οι οποίες βρίσκονται σε κολλοειδή μορφή, μικροοργανισμούς, τοξικές ουσίες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία καθώς και διαλυμένα αέρια. Μεγαλύτερη σημασία έχουν οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται δυνητικά στα λύματα, σαν παράγοντες ασθενειών και οι οργανικές ουσίες που αν υποστούν σήψη δημιουργούν δυσοσμίες και γενικά ανθυγιεινές καταστάσεις για την ανθρώπινη υγεία.

Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζουν οι διάφοροι βιολογικοί παράγοντες οι οποίοι προκαλούν τη βιοαποδόμηση των οργανικών ουσιών, οι στέρεες ουσίες που δημιουργούν θολότητα και οι τοξικές ουσίες που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό το περιβάλλον.

Με βάση τα παραπάνω, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων μπορούν να καταταχθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Βιολογικά
- Οργανικές ουσίες
- Στερεές ουσίες
- Τοξικές ουσίες

3.1. Βιολογικά χαρακτηριστικά

1. Μικρόβια

Τα λύματα περιέχουν διάφορα μικρόβια που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες τα οποία είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο. Η ανίχνευση της παρουσίας των διαφόρων παθογόνων παραγόντων στα υγρά απόβλητα απαιτεί σημαντική εργαστηριακή προσπάθεια και χρόνο.

2. Σαπροφυτικοί οργανισμοί

Εκτός από τους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσεως και τα παθογόνα μικρόβια, υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών από μικροσκοπικοί μέχρι ορατοί με γυμνό μάτι, όχι γενικά παθογόνοι που ζουν και αναπτύσσονται στα επιφανειακά νερά και τα λύματα και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη φυσική διαδικασία καθαρισμού με τη μετατροπή των ασταθών

οργανικών ουσιών σε σταθερές ανόργανες ενώσεις και την παράλληλη καταστροφή διαφόρων μικροβίων.

Ανάλογα με την πηγή άνθρακα που χρησιμοποιούν διακρίνονται σε αυτότροφους, αν διασπούν το CO₂ και σε ετερότροφους, αν χρησιμοποιούν σαν πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις.

Εξάλλου οι οργανισμοί ανάλογα με την ικανότητα να χρησιμοποιήσουν το οξυγόνο σε διάφορες μορφές, διακρίνονται σε:

- Αερόβιους: όσοι μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο ελεύθερο οξυγόνο για τη λειτουργία της αναπνοής.
- Αναερόβιους: όσοι μπορούν να χρησιμοποιούν το δεσμευμένο οξυγόνο των οργανικών ουσιών.
- Επαμφοτερίζοντες: όσοι μπορούν να ζήσουν και στις δυο καταστάσεις.

3.2. Οργανικές ουσίες

1. Αερόβια βιοχημική αποδόμηση

– Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H₂O, CO₂, NO₃

– Διάρκεια περίπου: 70-90 ημέρες σε 20 °C

– Καταναλισκόμενο μοριακό οξυγόνο:

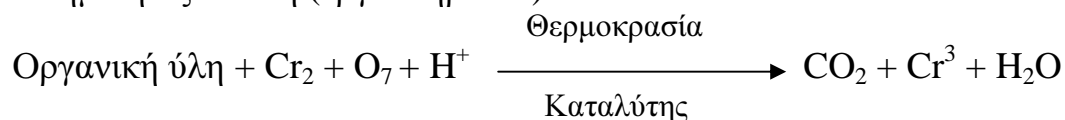
- Βιοχημικός Απαιτούμενο Οξυγόνο: BAO
- Biochemical Oxygen Demand: BOD
- Βιοχημικός απαιτούμενο οξυγόνο σε 5 ημέρες σε 20 °C: BOD₅

2. Αναερόβια βιοχημική αποδόμηση

– Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H₂S, CH₄, NH₃

– Διάρκεια περισσότερο από 2 χρόνια σε 20 °C

3. Χημική οξείδωση (εργαστηριακά)



3.3. Στερεές ουσίες

Η φυσική εμφάνιση των λυμάτων (θολότητα, χρώμα) εξαρτάται από τις περιεχόμενες ουσίες, αιωρούμενες και διαλυμένες. Σαν αιωρούμενα στερεά ορίζονται όσα συγκρατούνται με διύλιση. Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντα και μη καθιζάνοντα. Τα αιωρούμενα στερεά είναι το κύριο αίτιο της θολότητας. Τα διαλυμένα στερεά αποτελούνται από τα κολλοειδή και τα πραγματικά διαλύματα.

3.4. Τοξικές ουσίες

Οι τοξικές ουσίες των λυμάτων δημιουργούνται κυρίως από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, που αποχετεύονται στο δίκτυο υπονόμων (χαλκός, μόλυβδος, άργυρος, χρώμιο, αρσενικό, νικέλιο, υδράργυρος κλπ). Οι ουσίες αυτές επηρεάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη ζωή στους αποδέκτες (επιφανειακά νερά, έδαφος) και με την τροφική αλυσίδα υπάρχει δυνατότητα να φτάσουν μέχρι τα ανώτερα ζώα και τον άνθρωπο με επιβλαβείς συνέπειες για τη δημόσια υγεία.



4. Παράμετροι παρακολούθησης της διεργασίας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα μπορεί να καταλήξουν σε υδάτινους αποδέκτες όπως θάλασσες, λίμνες, ποταμούς, ρέματα, υπόγεια νερά και έτσι να δημιουργήσουν ρύπανση. Η δραστηριότητα τους και ο βαθμός ρύπανσης που προκαλούν εξαρτάται κυρίως από τη χημική τους σύσταση.

Οι ρύποι που περιέχονται στα υγρά απόβλητα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- α) **Φυσικοί ρύποι:** Στερεά, θολότητα, θερμοκρασία, χρώμα, οσμή
- β) **Χημικοί ρύποι:** Οργανικοί: (υδατάνθρακες, λίπη, έλαια, πρωτεΐνες, υδρογονάνθρακες, παρασιτοκτόνα, διάφορες οργανικές ενώσεις). Ανόργανοι: (οξύτητα ή αλκαλικότητα (pH), βαριά μέταλλα, χημικές ενώσεις αζώτου, θείου, φωσφόρου, τοξικές ενώσεις, διάφορα ανιόντα και κατιόντα, διαλυμένα αέρια).
- γ) **Ραδιενεργοί ρύποι:** Περιέχονται μόνο στα απόβλητα των εργαστηρίων ή των μονάδων που παράγουν ή χρησιμοποιούν ραδιενεργές ουσίες.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τους κυριότερους από τους ρύπους:

4.1 Ολικά στερεά

Είναι το σύνολο των στερεών που υπάρχουν μέσα στα απόβλητα. Τα στερεά αυτά επιπλέουν ή αιωρούνται ή είναι διαλυμένα. Τα ολικά στερεά διαφοροποιούνται σε διηθήσιμα και μη διηθήσιμα. Στη διήθηση χρησιμοποιούνται κυρίως διηθητικές μεμβράνες με μεγέθη πόρων $\leq 1,2$ μm από οργανικά πολυμερή ή γυάλινες ίνες. Το διηθήσιμο τμήμα διαφοροποιείται σε κολλοειδή και διαλυμένα συστατικά. Το κολλοειδές τμήμα αποτελείται από μικροσωματίδια. Το διαλυτό αποτελείται από οργανικά και ανόργανα μόρια και ιόντα. Το κολλοειδές τμήμα δεν απομακρύνεται μέσω καθίζησης, αλλά στην περίπτωση αυτή απαιτείται βιολογική οξείδωση ή μικροδιήθηση ή κροκίδωση.

Κάθε μία από τις κατηγορίες στερεών μπορεί να ταξινομηθεί περαιτέρω βάσει της πτητικότητας της σε θερμοκρασίες 550 ± 50 οC. Το οργανικό τμήμα οξειδώνεται και απομακρύνεται ως αέριο, ενώ το ανόργανο μέρος παραμένει σαν τέφρα. Έτσι οι έννοιες πτητικά αιωρούμενα συστατικά (Volatile Suspended Solids) και μη πτητικά (Fixed Suspended Solids) αναφέρονται στο οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο αντίστοιχα.

4.2 Θολότητα

Η θολότητα οφείλεται σε κολλοειδή σωματίδια που αιωρούνται στο νερό. Προκαλεί αισθητική ενόχληση, όμως το σημαντικότερο είναι ότι μπορεί στην επιφάνεια των αιωρούμενων σωματιδίων να αναπτυχθούν παθογόνοι μικροοργανισμοί. Η μέτρηση της θολότητας βασίζεται στην σύγκριση διαθλασιμότητας ή απορρόφησης φωτός σε σχέση μ' ένα πρότυπο διάλυμα. Για τον προσδιορισμό της θολότητας το νερό συγκρίνεται με διάλυμα γνωστής θολότητας.

$$1 \text{ μονάδα θολότητας} = 1 \text{ mg SiO}_2 / \text{L}$$

4.3 Θερμοκρασία

Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Τα θερμά απόβλητα προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας σε μια περιοχή του αποδέκτη με αποτέλεσμα την ελάττωση της διαλυμένης ποσότητας του οξυγόνου. Η ελάττωση του οξυγόνου στον υδάτινο αποδέκτη προκαλεί σημαντικές διαταραχές όπως ελάττωση του πληθυσμού των ψαριών, αλλαγή των ειδών, κλπ.

4.4 Χρώμα

Το χρώμα των αποβλήτων οφείλεται σε έγχρωμες ανόργανες και οργανικές ενώσεις. Μερικές βιομηχανίες που δίνουν έγχρωμα απόβλητα είναι οι χαρτοβιομηχανίες, οι υφαντουργίες, οι βιομηχανίες χρωμάτων κλπ. Η μέτρηση του χρώματος στα ύδατα πραγματοποιείται μετά την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων και της θολότητας, μετά από κατάλληλη διήθηση. Στις περιπτώσεις που η μέτρηση γίνεται σε ύδατα που δεν έχουν υποστεί διήθηση, τότε η μέτρηση αφορά στον προσδιορισμό του φαινομενικού χρώματος. Η απομάκρυνση γίνεται με χημική μέθοδο.

4.5 Οσμή

Πολλά απόβλητα παρουσιάζουν πρόβλημα οσμής το οποίο οφείλεται στις οσμηρές ανόργανες και οργανικές ενώσεις που περιέχουν. Επίσης, η οσμή μπορεί να οφείλεται στην αναερόβια διάσπαση οργανικών ενώσεων. Η απομάκρυνση της οσμής γίνεται με εμπλουτισμό των αποβλήτων σε οξυγόνο ή με οξειδωτικά μέσα.

4.6 pH

Το pH είναι πολύ σπουδαία παράμετρος και χαρακτηρίζει τόσο τα φυσικά νερά όσο και τα υγρά απόβλητα τα οποία είναι συνήθως αλκαλικά. Ορίζεται ως ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου και επηρεάζει όλες τις βιοχημικές αντιδράσεις. Δηλαδή:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Το κατάλληλο εύρος για τη διατήρηση των περισσότερων μικροοργανισμών είναι συνήθως μεταξύ 6 και 9. Πολύ όξινα ή πολύ αλκαλικά απόβλητα είναι δύσκολο έως αδύνατο να υποστούν βιολογική επεξεργασία. Η αναερόβια επεξεργασία της ιλύος απαιτεί σταθερές τιμές pH (7,0 – 7,5) για να υπάρξει ισορροπία μεταξύ της όξινης και της αλκαλικής ζύμωσης. Οι τιμές pH των εκροών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων πρέπει να κυμαίνονται από 6,5 – 8,5 ώστε να μην μεταβάλλονται οι αντίστοιχες τιμές των φυσικών νερών.

Το pH μετρείται με ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές γνωστές ως πεχάμετρα (pH – meters).

4.7 Ανόργανοι ρυπαντές

Οι ανόργανοι ρυπαντές των αποβλήτων είναι πιο δύσκολο να απομακρυνθούν και συχνά είναι εξαιρετικά τοξικοί. Τα βαριά μέταλλα παρουσιάζουν μεγάλη τοξικότητα και επηρεάζουν τη βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων. Άρα είναι απαραίτητο να απομακρύνονται από τα απόβλητα.

Τα αστικά απόβλητα που προέρχονται από τους οικισμούς διαφέρουν από τα βιομηχανικά απόβλητα στο ότι δεν είναι πλούσια σε τοξικές ανόργανες ενώσεις και μη αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις. Οι ανόργανες ενώσεις που περιέχονται στα αστικά απόβλητα προέρχονται κυρίως από τη λειτουργία εργαστηρίων και μικρών βιοτεχνικών μονάδων που λειτουργούν μέσα στους οικισμούς. Το οργανικό φορτίο των αστικών αποβλήτων είναι αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις, κυρίως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη και οργανικά μόρια των απορρυπαντικών. Η επεξεργασία τους είναι απλούστερη σε σχέση με αυτή των βιομηχανικών αποβλήτων.

4.8 Οργανικές χημικές ενώσεις

Οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα απόβλητα των βιομηχανιών ποικίλουν ανάλογα με την προέλευση τους. Αυτό που έχει μεγάλη σημασία για την επεξεργασία των αποβλήτων είναι οι οργανικές ενώσεις να οξειδώνονται βιολογικά. Είναι πολύ συνηθισμένο στα απόβλητα να περιέχονται ενώσεις που δεν αποικοδομούνται βιολογικά. Κατά την επεξεργασία, οι ενώσεις αυτές πρέπει να απομακρύνονται από τα απόβλητα γιατί παραμένουν στους αποδέκτες για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα των νερών.

Η παρακολούθηση της ποιότητας των νερών γίνεται με μετρήσεις χαρακτηριστικών παραμέτρων σε δείγματα που λαμβάνονται από τα σημεία δειγματοληψίας που έχουν επιλεγεί. Για τις μετρήσεις εφαρμόζονται τυποποιημένες μέθοδοι. Οι παράμετροι που προσδιορίζονται είναι:

I. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand) - BOD.

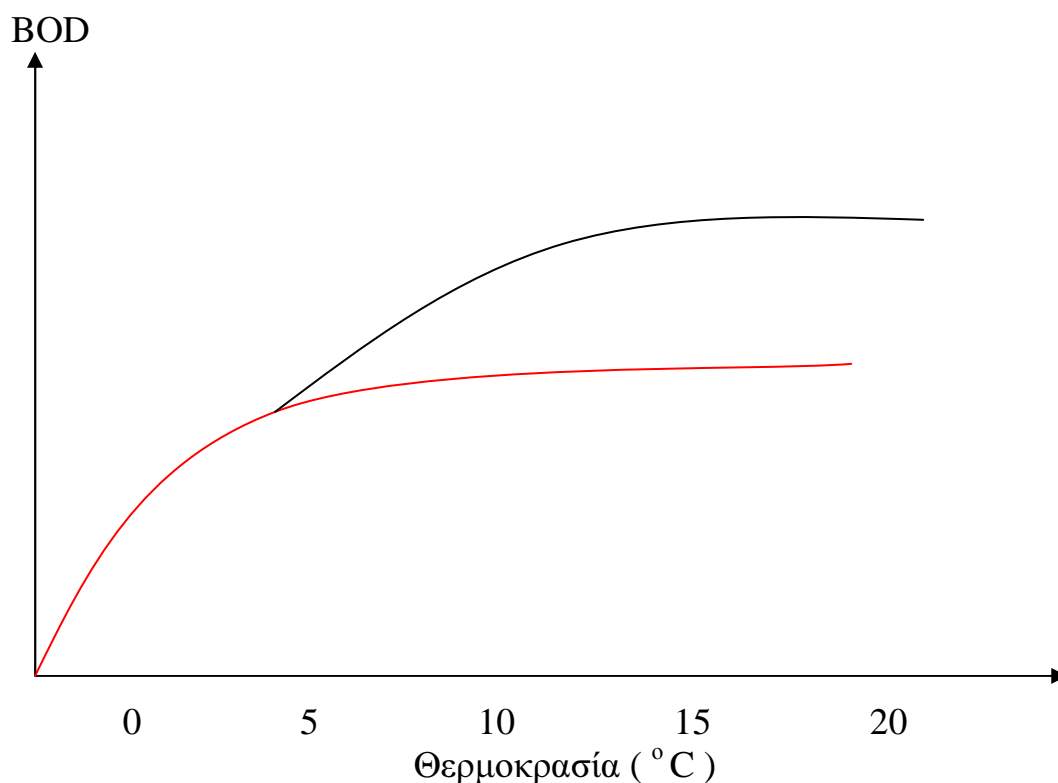
Το BOD εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου σε mg/L που δαπανάται σε ορισμένο χρόνο από τα βακτήρια και τους άλλους μικροοργανισμούς, για την αερόβια διάσπαση και σταθεροποίηση της οργανικής ύλης. Το BOD χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επιπέδου ρύπανσης των αποδεκτών αλλά και του ρυπαντικού φορτίου των οργανικών αποβλήτων.

Οι τυπικές BOD τιμές καλής ποιότητας υδάτων είναι χαμηλότερες των 2 mg/L. Υψηλές τιμές της παραμέτρου υποδηλώνουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης και κακή ποιότητα υδάτων. Παρότι θεωρητικά, ο χρόνος που απαιτείται για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης είναι απεριόριστος, στην πράξη έχει βρεθεί ότι ολοκληρώνεται σε 20 περίπου ημέρες. Συνήθως η τιμή του προσδιορίζεται στο διάστημα των 5 ημερών (BOD₅) έτσι ώστε η μέτρηση να είναι όσο το δυνατό συντομότερη και ταυτόχρονα προσεγγιστική της πραγματικής τιμής (68-82% της συνολικής).

Ο ρυθμός της βιοχημικής αποδομήσεως εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τη θερμοκρασία. Για τα αστικά λύματα σε 20 °C χρειάζεται χρονικό διάστημα αρκετών ημερών (70 – 90) για την πλήρη αποδόμηση.

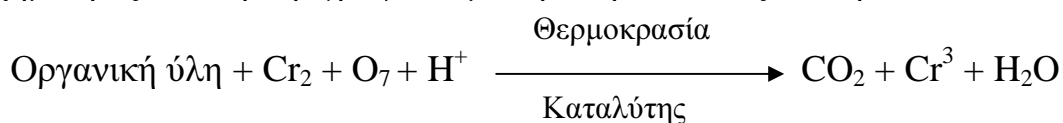
Παρακάτω, παρουσιάζεται η καμπύλη μεταβολής του BOD

Σχήμα 1: Καμπύλη μεταβολής του BOD όπου η κόκκινη γραμμή (—) είναι η καμπύλη για την οξείδωση του οργανικού υλικού και η μαύρη γραμμή (—) είναι η καμπύλη για την νιτροποίηση.



II. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand) - COD.

Το COD εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου σε mg/L που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε δείγμα αποβλήτων. Για ένα δείγμα αποβλήτων η τιμή του COD είναι μεγαλύτερη από το BOD γιατί με τη χημική οξείδωση οξειδώνονται όλες οι οργανικές ενώσεις ακόμη και αυτές που δεν αποικοδομούνται βιολογικά. Η οξείδωση γίνεται με ισχυρά οξειδωτικά μέσα υπό όξινες συνθήκες και λόγω του γεγονότος ότι ορισμένες οργανικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στις διαδικασίες πλήρους οξείδωσης τους (π.χ. αρωματικές ενώσεις), η διεργασία αναπτύσσεται παρουσία καταλύτη. Η χημική οξείδωση περιγράφεται με την παρακάτω εξίσωση.



Η χημική οξείδωση έχει το πλεονέκτημα ότι δίνει αποτέλεσμα σε μικρό χρονικό διάστημα περίπου 2-4 ώρες ανάλογα με την μέθοδο.

Χρησιμοποιείται για τη γρήγορη εκτίμηση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Επίσης χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη βιολογική οξείδωση για να διαπιστωθεί αν περιέχονται μη βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις στα νερά ή τα απόβλητα. Επίσης το COD αποτελεί βασική παράμετρος για το σχεδιασμό και έλεγχο της λειτουργίας μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

III. Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen) – DO

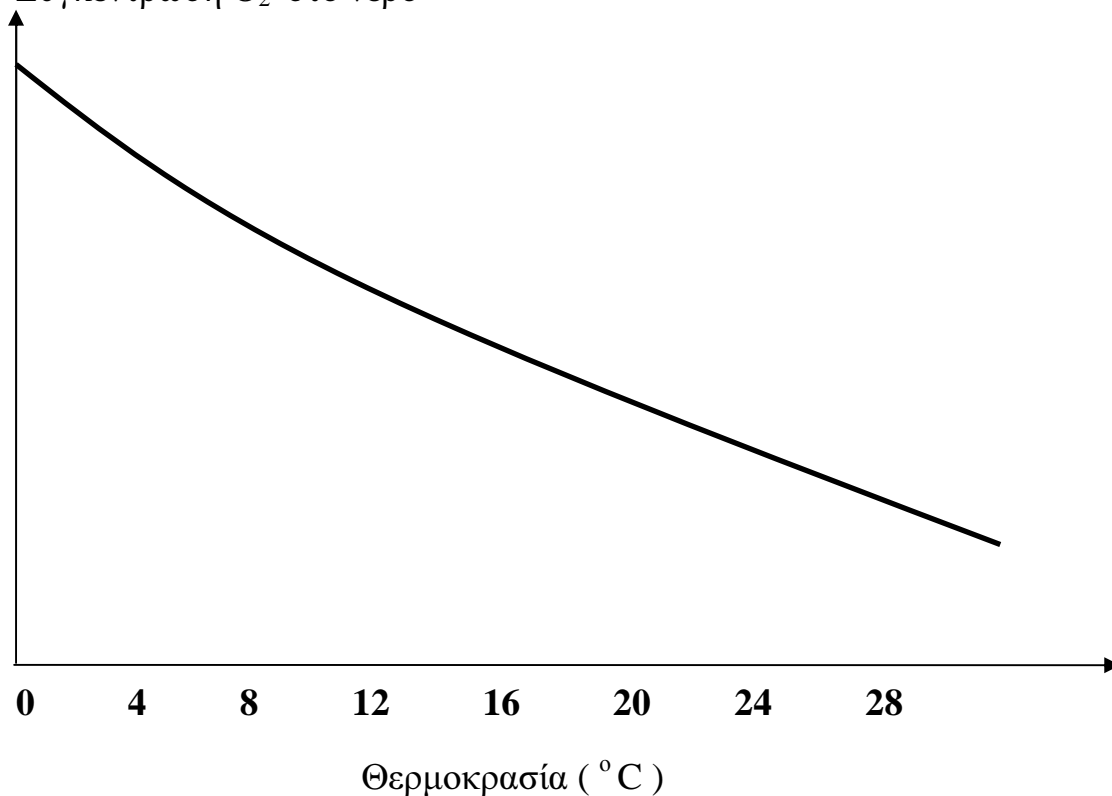
Το DO είναι μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους ποιότητας των νερών γιατί είναι απαραίτητο για την υδάτινη ζωή. Οι περισσότεροι οργανισμοί χρησιμοποιούν το οξυγόνο του περιβάλλοντος για την αναπνοή τους και την οξείδωση του φαινομένου της διάχυσης.

Η μέγιστη συγκέντρωση (κορεσμού) του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό είναι μικρή, της τάξης 8-15 mg/L και εξαρτάται από την θερμοκρασία, την αλατότητα και την πίεση του νερού.

Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι σχετικά μικρή και ελαττώνεται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η ποσότητα του DO (mg/L) στο νερό προσδιορίζεται είτε με χημική μέθοδο είτε ηλεκτροχημικά με χρησιμοποίηση κατάλληλου γαλβανικού στοιχείου.

Συγκέντρωση O₂ στο νερό



Σχήμα 2: Διαλυτότητα του οξυγόνου ως προς τη θερμοκρασία

4.9 Ολικός οργανικός άνθρακας (Total Organic Carbon) – TOC

Εκφράζει την ολική ποσότητα οργανικού άνθρακα που περιέχεται στα απόβλητα ή στα νερά ανεξάρτητα από το είδος των ενώσεων στις οποίες περιέχεται. Η μέτρηση του TOC έχει ιδιαίτερη σημασία για τα νερά όπου η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα είναι χαμηλή (π.χ. πόσιμα και επιφανειακά νερά).

Το TOC αποτελεί μια σημαντική παράμετρο ποιότητας των νερών και των αποβλήτων σε συνδυασμό με τα BOD και τα COD. Ο προσδιορισμός γίνεται με ειδικούς αναλυτές άνθρακα. Ο μοναδικός λόγος που περιορίζει την χρησιμοποίηση της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος της συσκευής ανάλυσης.

4.10 Λόγος BOD/COD

Σε πολλές περιπτώσεις η μεμονωμένη μέτρηση των παραμέτρων BOD και COD δεν παρέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες σχετικά με το είδος του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των υδάτων και των αποβλήτων. Για το λόγο αυτό προσδιορίζεται επιπλέον τιμή του λόγου BOD/COD έτσι ώστε να βρεθούν συμπληρωματικά στοιχεία τα οποία θα βοηθήσουν στην επιλογή της πιο κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή του λόγου BOD/COD είναι ίση με 1 και αφορά στις περιπτώσεις που το σύνολο του οργανικού φορτίου είναι βιοαποδομήσιμο. Οι τιμές του λόγου που πλησιάζουν την μονάδα δείχνουν ότι το απόβλητο μπορεί να υποστεί με επιτυχία βιολογική επεξεργασία, ενώ αντίθετα, όταν οι τιμές είναι πολύ μικρές τότε δεν εφαρμόζεται η βιολογική επεξεργασία.

5. Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχει ως σκοπό την ελάττωση της ποσότητας των ρυπαντικών ουσιών που διοχετεύονται στο περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην επηρεαστεί. Ο βαθμός επεξεργασίας των αποβλήτων εξαρτάται από την ποιότητα των αποβλήτων κατά τη διοχέτευση τους στους αποδέκτες. Τα πρότυπα εκροής των αποβλήτων καθορίζονται ανάλογα με τους ρύπους που περιέχουν. Επίσης, ο βαθμός επεξεργασίας των αποβλήτων εξαρτάται από την ποιότητα στην οποία πρέπει να διατηρούνται τα νερά του αποδέκτη (πρότυπα αποδέκτη) μετά την εκροή των αποβλήτων στον αποδέκτη.

Η επεξεργασία των αποβλήτων περιλαμβάνει τις εξής μεθόδους:

I. Φυσικές μέθοδοι

Με τη μέθοδο αυτή διαχωρίζονται μηχανικά τα αιωρούμενα στερεά από τα υγρά. Με τον τρόπο αυτό ελαττώνεται σημαντικά ο όγκος των παραγόμενων λυμάτων. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι: η καθίζηση για την απομάκρυνση μέρους των αιωρούμενων λεπτών στερεών, ο εσχαρισμός για τα χοντρά υλικά και η αμμοσυλλογή για τα βαριά, κυρίως αδρανή, υλικά (άμμος, χαλίκια, σπόροι).

II. Χημικές μέθοδοι.

Με τη μέθοδο αυτή διαχωρίζονται τα διαλυμένα ανόργανα συστατικά (οξέα, άλατα). Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι η εξουδετέρωση, η χημική κατακρήμνιση για την συσσωμάτωση των κολλοειδών ουσιών, η χημική οξείδωση και η ανταλλαγή ιόντων.

III. Βιολογικές μέθοδοι

Η κύρια μέθοδος για την επεξεργασία των λυμάτων είναι η βιολογική γιατί κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της μειώνεται σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο οργανικής προέλευσης. Με τη διαδικασία αυτή αξιοποιείται η δυνατότητα των μικροοργανισμών, αερόβιων ή αναερόβιων, που υπάρχουν στα λύματα να διασπών τα οργανικά συστατικά για τις ανάγκες. Τέτοια παραδείγματα είναι η δύλιση για τα πολύ λεπτά ή διαλυμένα οργανικά υλικά.

5.1 Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων

Από την πρακτική εφαρμογή των διαφόρων συνδυασμών των διαδικασιών των λυμάτων έχουν διαμορφωθεί τρία κυρίως βασικά στάδια καθαρισμού, τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

5.1.1 Πρωτοβάθμιος μηχανικός καθαρισμός

Έχει σαν σημαντική επεξεργασία την καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα την επεξεργασία της λάσπης (π.χ. αναερόβια χώνευση) που δεν είναι πάντως εξολοκλήρου «μηχανική» επεξεργασία. Ο μηχανικός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει το ρυπαντικό φορτίο (οργανικά, στερεά, μικρόβια), κατά μέσον όρο, από 35-50% περίπου.

Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία τα απόβλητα υποβάλλονται κατ' αρχήν σε προεπεξεργασία που γίνεται με τους εξής τρόπους:

α) **Εσχαρισμός:** Τα απόβλητα διέρχονται από χαλύβδινες σχάρες όπου κατακρατούνται και απομακρύνονται τα μεγάλα στερεά σώματα (>1 cm) για να προφυλάξει τις εγκαταστάσεις από μηχανικές εμφράξεις και φθορές.

β) **Κόσκινα:** Τα κόσκινα που χρησιμοποιούνται είναι κυλινδρικά δονούμενα ή περιστρεφόμενα, ακίνητα από χάλκινο ή ορειχάλκινο φύλλο. Διαχωρίζουν σωματίδια μεγαλύτερα από 0,2-0,3 mm. Τα κόσκινα τοποθετούνται μισοβυθισμένα στα απόβλητα και περιστρέφονται αργά γύρω από οριζόντιο άξονα.

γ) **Συλλέκτες άμμου:** Η απομάκρυνση της άμμου είναι απαραίτητη γιατί η άμμος μπορεί αργότερα να δημιουργήσει βλάβες στον εξοπλισμό της μονάδας όπως σε αντλίες, ροόμετρα κ.λπ. Οι συλλέκτες άμμου είναι κανάλια μεγάλου εύρους που η ροή είναι τόσο χαμηλή ώστε να ευνοείται η καθίζηση της άμμου. Η άμμος είναι 2,5 βαρύτερη από τα περισσότερα οργανικά στερεά συνεπώς καθιζάνει ταχύτερα. Σκοπός του αμμοσυλλέκτη είναι να διαχωριστεί η άμμος χωρίς να διαχωριστούν τα οργανικά στερεά.

δ) **Ελαιοδιαχωριστήρες:** Απομακρύνουν τα λάδια, τα πετρελαιοειδή και τις λιπαρές ουσίες. Χρησιμοποιούνται μόνο για ειδικές κατηγορίες αποβλήτων και δεν είναι πάντα απαραίτητοι αν δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα.

Μετά την προεπεξεργασία γίνεται χημική κατεργασία εφόσον αυτό είναι απαραίτητο. Συνήθως εφαρμόζεται για τα βιομηχανικά απόβλητα.

γ) **Εξισορρόπησης της ροής.** Μετά την προεπεξεργασία τα απόβλητα συλλέγονται και αναμειγνύονται σε κατάλληλες δεξαμενές. Η διεργασία αυτή ονομάζεται εξισορρόπηση της ροής και έχει ως στόχο την ελαχιστοποίηση ή τον έλεγχο της διακύμανσης των χαρακτηριστικών των αποβλήτων ώστε να εξασφαλίζονται οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την επεξεργασία που θα ακολουθήσει.

Με αυτή την διεργασία επιτυγχάνονται τα εξής:

- α) Η ομαλοποίηση των διακυμάνσεων του οργανικού φορτίου των αποβλήτων ώστε να αποφεύγεται η τροφοδότηση του βιολογικού συστήματος με οργανικά φορτία έξω από τα όρια του σχεδιασμού του.
- β) Η ρύθμιση του pH ώστε να ελαχιστοποιείται ή να εξαλείφεται η χρήση χημικών αντιδραστηρίων για την εξουδετέρωση.
- γ) Η σταθερή τροφοδοσία του βιολογικού συστήματος.
- δ) Η εύκολη παρακολούθηση όλων των παραμέτρων των αποβλήτων ώστε να καθορίζεται αν απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία.

5.1.2 Δευτεροβάθμιος βιολογικός καθαρισμός

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ακολουθεί συνήθως την πρωτοβάθμια και έχει ως σκοπό στη περαιτέρω μείωση του διαλυτού οργανικού φορτίου (BOD) και των αιωρούμενων στερεών ενώ ακόμα μπορεί να στοχεύει στη μείωση των αζωτούχων (N) και φωσφορικών (P) ενώσεων, που μπορεί να υπάρχουν στα υγρά απόβλητα. Με δεδομένο ότι το κυριότερο ρυπαντικό φορτίο στα αστικά λύματα είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος (σε ποσοστό περίπου 70 %) οργανικής σύνθεσης, η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στηρίζεται στη βιοχημική αποικοδόμηση και μετατροπή των πολύ λεπτών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε συσσωματώματα, τα οποία στη συνέχεια απομακρύνονται με καθίζηση.

Οι οργανικές ουσίες που παραμένουν μετά το πρωτοβάθμιο καθαρισμό στα λύματα βρίσκονται σε λεπτό καταμερισμό ή είναι διαλυμένες. Για να είναι πιο εύκολη η αποδόμηση και απομάκρυνση τους, δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη σαπροφυτικών οργανισμών. Οι σχετικές χημικές διεργασίες διευκολύνονται και επιταχύνονται με την έκκριση από τους οργανισμούς διαφόρων ενζύμων μέσα ή και έξω από το κύτταρο, που δρουν καταλυτικά και εξασφαλίζουν τη διάσπαση και μεταβολισμό των ουσιών.

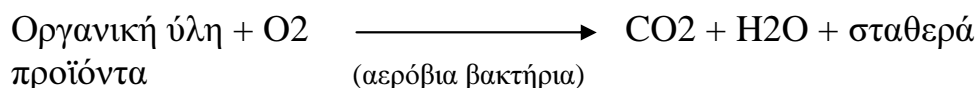
Οι βιολογικές επεξεργασίες διακρίνονται ανάλογα με τους μικροοργανισμούς σε αερόβιες, αναερόβιες και αερόβιες - αναερόβιες.

- **Αερόβια επεξεργασία**

Η αερόβια επεξεργασία, που γίνεται με παρουσία στοιχειακού οξυγόνου, είναι πολύ ταχύτερη από την αναερόβια με κύρια τελικά προϊόντα CO₂, H₂O, NO₃ και με ορισμένα μη διασπάσιμα οργανικά υλικά, καθώς και με υπολειμματικό κυτταρικό υλικό.

Η επεξεργασία αυτή εφαρμόζεται κυρίως στο σύστημα του χαλικοδιύλιστηρίου, τη μέθοδο της δραστικής λάσπης, τις αερόβιες ή αεριζόμενες δεξαμενές σταθεροποιήσεως καθώς και σε πολλές άλλες παρεμφερείς μονάδες. Το χαλικοδιύλιστήριο χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρότερες πόλεις και συχνά για πολύ πυκνά βιομηχανικά απόβλητα, η μέθοδος της λάσπης χρησιμοποιείται σε μεγάλες πόλεις και οι αερόβιες δεξαμενές σταθεροποιήσεως χρησιμοποιούνται σε μικρές πόλεις ή άλλες μικρές εγκαταστάσεις, εφόσον υπάρχει διαθέσιμη εδαφική έκταση.

Η βασική εξίσωση της αερόβιας επεξεργασίας είναι:



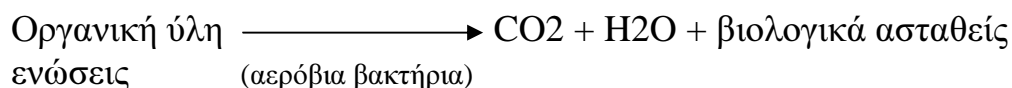
- **Αναερόβια επεξεργασία**

Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται με απουσία στοιχειακού οξυγόνου. Η κυριότερη εφαρμογή αυτής της επεξεργασίας γίνεται για τη χώνευση της λάσπης από τα συστήματα καθιζήσεως και για την επεξεργασία ορισμένων πυκνών βιομηχανικών ή άλλων αποβλήτων σε αναερόβιες δεξαμενές.

Η αναερόβια επεξεργασία είναι μια πολύ αργή και ευαίσθητη διαδικασία στην οποία συμμετέχουν υποχρεωτικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί οι οποίοι χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης (από 3 – 50 ημέρες), καθώς και μύκητες και πρωτόζωα. Τα θετικά της αναερόβιας διαδικασίας είναι η παραγωγή μεθανίου το οποίο μαζί με το διοξείδιο του άνθρακα παράγει το βιοαέριο (ενέργεια) και δεν απαιτείται αερισμός.

Η διαδικασία της αποδομήσεως των οργανικών ουσιών γίνεται κυρίως σε δυο στάδια από ξεχωριστές ομάδες μικροοργανισμών. Στο πρώτο στάδιο γίνεται υδρόλυση και ζύμωση των σύνθετων οργανικών ενώσεων με παραγωγή απλών οργανικών οξέων από αναερόβια βακτήρια. Στο δεύτερο στάδιο μετατρέπονται τα οργανικά οξέα σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από αναερόβια βακτήρια.

Η βασική εξίσωση της αναερόβιας επεξεργασίας είναι:



- **Αερόβια - αναερόβια επεξεργασία**

Πρόκειται για μικτή επεξεργασία η οποία πραγματοποιείται σε δεξαμενές σταθεροποίησης με αρκετό βάθος, όπου στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες συνθήκες εξαιτίας του ατμοσφαιρικού οξυγόνου ή του παραγόμενου από τα φύκια οξυγόνου με τη διεργασία της φωτοσύνθεσης, ενώ στο κατώτερο στρώμα όπου δεν διεισδύει το φως επικρατούν αναερόβιες συνθήκες.

5.1.3 Τριτοβάθμιος προχωρημένος καθαρισμός

Είναι προφανές ότι στα λύματα είναι δυνατόν να υπάρχουν και ουσίες οι οποίες προέρχονται από τη βιομηχανία και τη βιοτεχνία και οι οποίες δεν κατακρατούνται στις κοινές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Επίσης οι προδιαγραφές για τη διάθεση κατεργασμένων λυμάτων σε αποδέκτες τα νερά των οποίων χρησιμοποιούνται για την ύδρευση οικισμών, είναι πολύ αυστηρές. Στις περιπτώσεις αυτές επιβάλλεται η χρήση μεθόδων προχωρημένου καθαρισμού, δηλαδή συστημάτων τριτοβάθμιας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

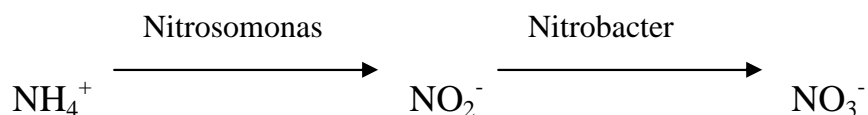
Η τριτοβάθμια επεξεργασία στοχεύει στην ελάττωση του αζώτου και φωσφόρου που είναι βασικοί παράγοντες ευτροφισμού, καθώς και για την απομάκρυνση των τοξικών ή άλλων ανεπιθύμητων ουσιών.

Σ' αυτή την επεξεργασία εφαρμόζονται διάφορες πρόσθετες μέθοδοι καθαρισμού, όπως φυσικές, χημικές και βιολογικές. Αυτή η επεξεργασία μπορεί να συνίσταται σε μια, ή σε συνδυασμό των εξής διεργασιών:

- α) Διήθηση με κατάλληλα φίλτρα για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων.
- β) Απομάκρυνση ιόντων μετάλλων με αντίστροφη ώσμωση ή ανταλλαγή ιόντων.
- γ) Απομάκρυνση μη βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών με προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα.
- δ) Αφαίρεση των θρεπτικών συστατικών.

Απομάκρυνση ενώσεων αζώτου

Μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία το άζωτο βρίσκεται στα απόβλητα ως NH_4^+ . Με παραμονή των αποβλήτων σε δεξαμενή αερισμού λαμβάνουν χώρα οι γνωστές αντιδράσεις:

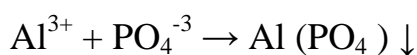
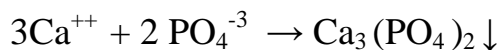


Για την απονίτρωση του διαλύματος προστίθεται μεθανόλη (CH_3OH)



Απομάκρυνση PO_4^{3-}

Γίνεται με προσθήκη $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$



Οπότε τα φωσφορικά ανιόντα καταβυθίζονται υπό μορφή αδιάλυτων ιζημάτων.

5.2 Συστήματα βιολογικού καθαρισμού

5.2.1 Δεξαμενές σταθεροποίησης

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης αποτελούνται συνήθως από σχετικά μικρού βάθους λεκάνη με επίπεδο πυθμένα οι οποίες κατασκευάζονται με χωμάτινο ανάχωμα και έχουν κυκλική, τετραγωνική ή συνήθως ορθογωνική μορφή. Χρησιμοποιούνται για βιολογική επεξεργασία και λειτουργούν κάτω από φυσικές ή τεχνητές συνθήκες αερισμού ή και αναερόβια.

Ο φυσικός αερισμός στηρίζεται στη διάλυση και διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου από την επιφάνεια και στην παραγωγή οξυγόνου με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Ο τεχνητός αερισμός πραγματοποιείται με τη βοήθεια συστημάτων διαχύσεως αέρα και συνηθέστερα με επιφανειακούς αναμκτήρες. Οι δεξαμενές με μεγαλύτερο βάθος, εφόσον δεν αερίζονται μηχανικά, παρουσιάζουν είτε μικτή βιολογική δράση, είτε λόγω κυρίως της φύσεως και του ψηλού οργανικού φορτίου λειτουργούν πρακτικά σαν αναερόβιοι αντιδραστήρες.

Βασικής προϋπόθεση για την επιτυχή λειτουργία του συστήματος των δεξαμενών σταθεροποίησης είναι η διάθεση σχετικά φθηνής γης και η εξασφάλιση των υπόγειων νερών από κινδύνους ρύπανσης και μόλυνσης.

Οι πιο πάνω τύποι δεξαμενών διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, με υποδιαίρεσεις και είναι οι εξής:

- α) Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξειδώσεως με υποδιαίρεσεις σε αερόβιες (επαμφοτερίζουσες) και αναερόβιες.
- β) Αεριζόμενες δεξαμενές με υποδιαίρεσεις σε αερόβιες (μικτές) και τύπου παρατεταμένου αερισμού.

Γενικά, οι δεξαμενές σταθεροποίησης έχουν σημαντική εφαρμογή και είναι κατάλληλες για μικρές εγκαταστάσεις ιδρυμάτων, κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, βιομηχανιών, οικισμών κ.λπ., εφόσον υπάρχει αρκετή εδαφική έκταση με πρόσφορη τοπογραφική διαμόρφωση και κατάλληλη φύση του εδάφους.

Τα πλεονεκτήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης είναι:

- Μικρό κόστος εγκατάστασης σε σύγκριση με μηχανοποιημένη μονάδα.
- Μικρότερα έξοδα λειτουργίας.
- Δυνατή η ρύθμιση της απορροής, ώστε να ελέγχεται η ρύπανση κατά τη διάρκεια κρίσιμων χρονικών περιόδων,
- Εύκολη και απλή λειτουργία και παρακολούθηση.

Τα μειονεκτήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης είναι:

- Μεγάλη εδαφική έκταση.
- Δύσκολη επεξεργασία ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων.
- Πιθανά προβλήματα δυσοσμίων.
- Συνήθως πολλά αιωρούμενα στερεά στην απορροή.

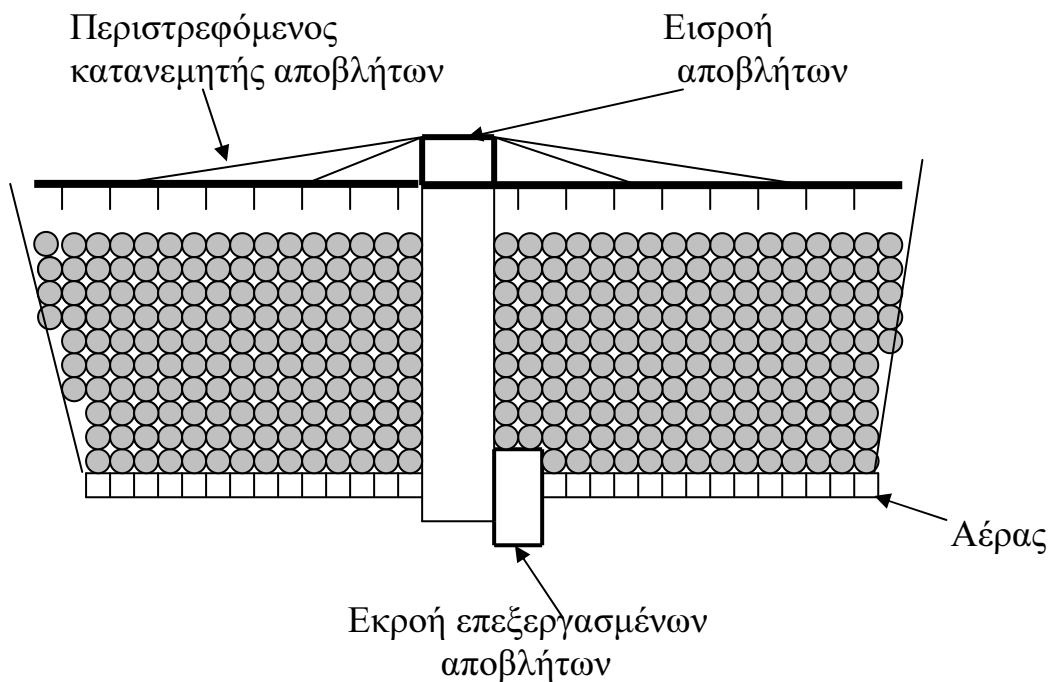


Δεξαμενές σταθεροποίησης

5.2.2 Σταλαγμαικά φίλτρα ή βιολογικά φίλτρα

Ένα σταλαγμαικό φίλτρο αποτελείται από μια ορθογώνια ή κυλινδρική δεξαμενή η οποία είναι γεμάτη με χαλίκια ή πλαστικές σφαίρες. Τα απόβλητα τροφοδοτούνται σε όλη την έκταση της δεξαμενής και διέρχονται σταλάζοντας από τα διάκενα που αφήνουν τα χαλίκια. Οι μικροοργανισμοί προσκολλούνται στην επιφάνεια του πληρωτικού υλικού όπου αναπτύσσονται και δημιουργούν τη βιομάζα. Ο αερισμός γίνεται τεχνητά ή με φυσικό ελκυσμό από κάτω προς τα πάνω.

Η βιολογική διάσπαση της οργανικής ύλης γίνεται κατά τη διέλευση των αποβλήτων μέσα από το φίλτρο.



Σχήμα 3: Σταλαγματικό φίλτρο

Τα απόβλητα περνούν μέσα από τα διάκενα που αφήνει το πληρωτικό υλικό. Κατά τη διέλευση τα θρεπτικά συστατικά και το οξυγόνο διαχέονται στη στοιβάδα της βιομάζας που καλύπτει την επιφάνεια του πληρωτικού υλικού.

Στην αερόβια στοιβάδα λαμβάνει χώρα η βιολογική οξείδωση των προϊόντων που προέρχονται από την αναερόβια στοιβάδα τα οποία μαζί με το CO₂ εισέρχονται στη ροή των αποβλήτων και απομακρύνονται.

Η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου βασίζεται στη βιομάζα η οποία βρίσκεται προσκολλημένη στην επιφάνεια του πληρωτικού υλικού, στο χρόνο επαφής των αποβλήτων με την επιφάνεια της βιομάζας και στο πάχος της αερόβιας στοιβάδας η οποία αναπτύσσεται.

Ο χρόνος επαφής των αποβλήτων με την επιφάνεια της βιομάζας δίνεται από την εξής σχέση:

$$t = C \cdot h / qn$$

όπου t: ο μέσος χρόνος συγκράτησης

q: η υδραυλική φόρτιση (m³ / d · m²)

h: το βάθος του φίλτρου (m)

C και n: σταθερές που σχετίζονται με την επιφάνεια (m² / m³) και τον τρόπο διευθέτησης του πληρωτικού υλικού.

Μετά από δυο διελεύσεις η απόδοση της αποικοδόμησης μπορεί να φτάσει το 95%.

5.2.3 Βιολογικοί δίσκοι

Η μονάδα του βιολογικού δίσκου αποτελείται από σειρά κατακόρυφων κυκλικών δίσκων με επίπεδη ή πτυχωμένη επιφάνεια διαμέτρου μέχρι 3,0 – 3,50 m, που περιστρέφονται με οριζόντιο άξονα μέσα σε ημικυλινδρική δεξαμενή, όπου οδηγούνται τα λύματα, ύστερα από πρωτοβάθμια καθίζηση. Οι δίσκοι είναι βυθισμένοι στα λύματα κατά 40 – 45% και καθώς περιστρέφονται με μικρή ταχύτητα η επιφάνεια τους έρχεται περιοδικά σ' επαφή με το οργανικό φορτίο και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Έτσι ευνοείται η ανάπτυξη αερόβιας βιολογικής μεμβράνης στην επιφάνεια. Όταν η μεμβράνη αποκτήσει ορισμένο πάχος, αποκολλάται και παρασύρεται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου συλλέγεται.

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

Οι βασικές παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν τη μονάδα του βιολογικού δίσκου είναι:

- 1) Η ταχύτητα περιστροφής
- 2) Ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στη μονάδα
- 3) Ο αριθμός των δίσκων (στάδια επεξεργασίας)
- 4) Το ποσοστό εμβάπτισης του δίσκου στα απόβλητα
- 5) Η θερμοκρασία

5.2.4 Συστήματα ενεργούς ιλύος

Το σύστημα ενεργούς ιλύος αποτελεί το πιο διαδεδομένο και αποτελεσματικό σύστημα βιολογικής επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Βασική αρχή των συστημάτων ενεργούς ιλύος είναι η επαναχρησιμοποίηση των μικροοργανισμών. Στη δεξαμενή αερισμού διοχετεύεται συνεχώς αέρας ώστε οι αερόβιοι μικροοργανισμοί να αναπτύσσονται και να διασπών την οργανική ύλη. Όταν τα απόβλητα φτάσουν στη δεξαμενή καθίζησης η τροφή των μικροοργανισμών (οργανική ύλη) έχει τελειώσει και οι μικροοργανισμοί καθιζάνουν και αποχωρίζονται. Στην ιλύ (λάσπη) που διαχωρίζεται, οι μικροοργανισμοί βρίσκονται χωρίς τροφή και συνεπώς ενεργοποιούνται για την αναζήτηση τροφής. Λόγω της ενεργοποίησης των μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε ο όρος ενεργός ιλύς. Μέρος της ενεργούς ιλύος αντλείται και μεταφέρεται στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού για να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος.

Τα συστήματα ενεργούς ιλύος έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

- α) Χαμηλό κόστος
- β) Δεν εμφανίζουν οσμές
- γ) Δεν απαιτούν μεγάλη έκταση για εγκατάσταση και γι' αυτό είναι πολύ δημοφιλή.

Είναι συστήματα ευαίσθητα κατά την λειτουργία τους με βασικό σημείο ευαισθησίας το διαχωρισμό των μικροοργανισμών στη δεξαμενή καθίζησης. Εφόσον οι μικροοργανισμοί δεν καθιζάνουν, η ιλύς που ανακυκλώνεται δεν είναι πλούσια σε ενεργοποιημένους μικροοργανισμούς για να λειτουργήσει αποδοτικά το σύστημα.

Μερικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την καθίζηση των μικροοργανισμών είναι:

- 1) Μεταβολές θερμοκρασίας
- 2) Υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων
- 3) Έλλειψη θρεπτικών συστατικών στα απόβλητα
- 4) Λανθασμένος σχεδιασμός του συστήματος.

6. Διάθεση υγρών αποβλήτων

Η διάθεση των αποβλήτων μετά την κατάλληλη επεξεργασία καθαρισμού αποτελεί το βασικό στάδιο. Η κατάλληλη εκλογή του τελικού αποδέκτη (έδαφος, επιφανειακά νερά), που πρέπει να γίνει με κριτήρια δημόσιας υγείας, οικονομικά και περιβάλλοντος, είναι καθοριστική για τον απαιτούμενο βαθμό καθαρισμού και τη σχετική επεξεργασία. Γι' αυτό, πρέπει να εξετάζεται ενιαία το σύστημα επεξεργασίας και η διάθεση των αποβλήτων, ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση σε συνδυασμό με την επιθυμητή τοπικά χρήση των διαφόρων αποδεκτών.

Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης γίνεται από τον ειδικό μηχανικό, αφού πρώτα ληφθούν υπόψη τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων και η ικανότητα του εδάφους. Έτσι θα ληφθούν οι κατάλληλες λύσεις και θα εκτιμηθούν οι πιθανές συνέπειες για τον αποδέκτη.

Η διάθεση γίνεται σε υδάτινους αποδέκτες ή στο έδαφος. Τα απόβλητα μπορεί επίσης να αφεθούν για εξάτμιση σε εκτεταμένες αβαθείς λίμνες. Τέλος βιομηχανικές μονάδες και ξενοδοχεία μπορεί να επαναχρησιμοποιήσουν τα νερά για δευτερεύοντες χρήσεις (πότισμα, πλύσεις). Τα απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για πότισμα καλλιεργειών.

Τελικά, η διάθεση των αποβλήτων γίνεται, είτε στο έδαφος (υπόγεια ή επιφανειακά), είτε σε επιφανειακά νερά (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα).

6.1 Διάθεση στο έδαφος

6.1.1 Υπόγεια διάθεση

Στην υπόγεια διάθεση περιλαμβάνονται τα εξής: το στεγανό αποχωρητήριο, το σηπτικό και το χημικό και ακόμη το υγιεινό αποχωρητήριο ξερού τύπου, ο απορροφητικός βόθρος που χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση ή η απορροφητική τάφρος, η λεκάνη απορροφήσεως και το υπεδάφιο πεδίο διαθέσεως των αποβλήτων.

α) Στεγανό αποχωρητήριο. Αποτελείται από υδατοστεγή υποδοχέα κατασκευασμένο από σκυρόδεμα με χωρητικότητα 300-500 λίτρα για μέση οικογένεια, ώστε να αδειάζει κάθε 3-6 μήνες χωρίς να δέχεται νερό.

β) Σηπτικό αποχωρητήριο. Αποτελείται από υδατοστεγή δεξαμενή κατασκευασμένη από σκυρόδεμα με χωρητικότητα τουλάχιστον 800 λίτρα για οικογένεια 5-6 ατόμων. Το σηπτικό αποχωρητήριο διαφέρει από το στεγανό, γιατί δέχεται μικρές ποσότητες νερού για την ενίσχυση της αναερόβιας βιοχημικής δράσεως και παράλληλα υπερχειλίζει σε στραγγιστήριο από σωληνώσεις με ανοιχτούς αρμούς (ενώσεις).

γ) Χημικό αποχωρητήριο. Αποτελείται από μεταλλικό υποδοχέα κυλινδρικού σχήματος με διάμετρο 0,75 m περίπου και χωρητικότητα 400-500 λίτρα για κάθε λεκάνη.

δ) Υγιεινό αποχωρητήριο ξερού τύπου. Αποτελείται στην απλούστερη μορφή του από υποδοχέα των αποχωρημάτων, πλάκα επικαλύψεως, λεκάνη, σωλήνα εξαερισμού και ανοδομή (οικίσκο).

ε) Απορροφητικός βόθρος. Αποτελεί κατακόρυφο σύστημα διαθέσεως των αποβλήτων στο υπέδαφος ύστερα από 2ωρη τουλάχιστον κανονική καθίζηση ή μετά από σηπτική δεξαμενή. Χρησιμοποιείται για μικρές γενικά μονάδες (κατοικίες, ιδρύματα) και είναι αποδεκτό σαν σύστημα σε αγροτικές περιοχές ή προσωρινά σε αραιοκατοικημένες προαστιακές ζώνες, εφόσον τηρούνται αυστηρά οι αποστάσεις ασφαλείας.

στ) Λεκάνη απορροφήσεως. Αποτελείται από ορθογωνική στεγανή αβαθή δεξαμενή (βάθος 0,70-0,80 m), που περιέχει φυτική γη στο πάνω μέρος και υπόστρωμα από χαλίκια στο κάτω.

ζ) Υπεδάφιο πεδίο διαθέσεως. Αποτελείται από σύστημα σωληνωτών αγωγών με ανοιχτούς αρμούς (ενώσεις) για τη διαρροή των αποβλήτων, που τοποθετούνται σε τάφρους βάθους 0,45-0,90 m και περιβάλλονται με στρώμα από χαλίκια, για να διευκολύνεται η διάχυση των υγρών.

6.1.2 Επιφανειακή διάθεση στο έδαφος

Η επιφανειακή διάθεση των υγρών αποβλήτων στο έδαφος γίνεται με έναν από τους τρόπους αρδύσεως ύστερα από την απαραίτητη επεξεργασία. Η διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος είναι μια απλή διαδικασία έτσι για να είναι η εφαρμογή της επιτυχής προϋποθέτει γνώση των βασικών ιδιοτήτων του εδάφους και των καλλιεργειών και τήρηση των απαραίτητων κανόνων. Διαφορετικά θα δημιουργηθούν προβλήματα με δυσμενείς συνέπειες για το περιβάλλον και την τύχη της εγκαταστάσεως.

Η διαδικασία της επεξεργασίας των αποβλήτων στο έδαφος μπορεί να γίνει με τέσσερις τρόπους: επιφανειακή απορροή, απλή άρδευση, ταχύρρυθμη άρδευση και απορρόφηση-διείσδυση.

Κάθε μέθοδος έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά και η καταλληλότερη για κάθε περίπτωση εξαρτάται από τα στοιχεία του γηπέδου, το είδος των αποβλήτων και τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Η επιφανειακή ροή είναι ειδικά κατάλληλη για την επεξεργασία αποβλήτων με ψηλό BOD και αιωρούμενα στερεά, ενώ δεν ενδείκνυται η απορρόφηση και διείσδυση για να μην επηρεαστούν τα υπόγεια νερά.

Για την επιφανειακή διάθεση των αποβλήτων χρησιμοποιούνται συνήθως τρεις τρόποι:

- Τεχνητή βροχή
- Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια ή αναχώματα
- Άρδευση με σταγόνες

Οι δυο πρώτοι τρόποι έχουν την συχνότερη εφαρμογή, ενώ ο τρίτος, που γίνεται με μικρές οπές κατά μήκος της σωληνώσεως διανομής, έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω εμφράξεων σε περίπτωση πολλών αιωρούμενων στερεών.



Διάθεση αποβλήτων στο έδαφος

6.2 Διάθεση σε επιφανειακά νερά

6.2.1 Διάθεση σε ποταμό

Ο ποταμός εκτός από τον υδραυλικό χαρακτήρα, που έχει, αποτελεί ζωντανό οικοσύστημα, που αφομοιώνει και αποδομεί τα οργανικά συστατικά των απορριπτόμενων ρυπαντικών που ανανεώνεται συνεχώς κυρίως από την ατμόσφαιρα και σε ορισμένο βαθμό από τη φωτοσύνθεση της υδρόβιας χλωρίδας. Παράλληλα καταστρέφονται τα διάφορα παθογόνα μικρόβια, λόγω δυσμενούς περιβάλλοντος, ηλιακής ακτινοβολίας κ.λπ. Η φυσική αυτή διαδικασία στο ποτάμι της οξυγονώσεως των οργανικών ουσιών και αναοξυγονώσεως του νερού χαρακτηρίζεται σαν ικανότητα αυτό-καθαρισμού.

Το αποτέλεσμα των δυο αυτών αντίθετων δράσεων (από-οξυγόνωση, ανα-οξυγόνωση) έχει ως σκοπό τη μεταβολή του διαλυμένου οξυγόνου κατά μήκος του ποταμού. Τελικά, ο ποταμός με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού, που έχει, ξανακαθαρίζει ύστερα από ορισμένο χρόνο και μήκος διαδρομής αν δεν μεσολαβήσει άλλη πιο κάτω ρύπανση.

6.2.2 Διάθεση στη θάλασσα

Η διάθεση των αποβλήτων ύστερα από την κατάλληλη επεξεργασία στη θάλασσα και γενικότερα σε βαθιά υδάτινη μάζα (λίμνη) γίνεται με υποβρύχιο αγωγό που καταλήγει σε σύστημα διαχύσεως με πολλές θυρίδες ή σχισμές. Έτσι εξασφαλίζεται αραίωση των αποβλήτων κατά την ανοδική πορεία των υγρών στην επιφάνεια λόγω της διαφοράς πυκνότητας και επιφανειακή κυρίως διασπορά και αραίωση λόγω των ρευμάτων με ταυτόχρονη ελάττωση του μικροβιακού φορτίου.

Ο υποβρύχιος αγωγός, τοποθετημένος στον πυθμένα ή κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας, προσάγει τα λύματα στην επιθυμητή θέση εκβολής. Ο διαχυτήρας έχει συχνά δύο κλάδους με πλευρικά στόμια από τα οποία τα λύματα εκβάλλουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες ο διαχυτήρας τοποθετείται κάτω από τον πυθμένα η εκβολή πραγματοποιείται με τη βοήθεια κατακόρυφων σωλήνων μικρής διαμέτρου οι οποίοι συνήθως καταλήγουν σε οριζόντια ακροφύσιο.

Βασικός παράγοντας για τη μεταφορά των ρύπων και την οριζόντια διασπορά των αποβλήτων είναι τα θαλάσσια ρεύματα, που οφείλονται σε εσωτερικές και εξωτερικές αιτίες.

– Εσωτερικές αιτίες είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας, λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας και αλατότητας, που δημιουργεί

αστάθεια, ώστε να εμφανίζεται κυκλοφορία υδάτινης μάζας οριζόντια ή κατακόρυφα (π.χ. ρεύματα πυκνότητας, ωκεάνια ρεύματα).

– Εξωτερικές αιτίες είναι κυρίως οι άνεμοι και οι παλίρροιες και σε μικρότερη έκταση η μεταφορά μαζών με τον κυματισμό, ιδιαίτερα σε αβαθείς παράκτιες περιοχές και η εκβολή σημαντικών ποταμών.

Γενικά, για την διάθεση των υγρών αποβλήτων σε υπονόμους, ρεύματα ή τη θάλασσα καθορίζονται συνήθως με σχετικές διοικητικές αποφάσεις, τα επιτρεπτά όρια συγκεντρώσεως των διαφόρων ρυπαντικών ουσιών στα απόβλητα, ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση του αποδέκτη και τη γενικότερη πολιτική που εφαρμόζεται περιφερειακά και τοπικά για την προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομική ανάπτυξη. Πάντως σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να θίγεται άμεσα ή έμμεσα η δημόσια υγεία, ούτε να υποβαθμίζεται ανεπίτρεπτα το περιβάλλον και η ποιότητα της ζωής.



Διάθεση αποβλήτων σε επιφανειακά νερά

6.3 Διάθεση λάσπης

Κατά την επεξεργασία καθαρισμού παράγονται ορισμένα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα και η λάσπη από τις δεξαμενές καθιζήσεως. Από τα παραπροϊόντα το σημαντικότερο σε όγκο και δυσκολότερο σε χειρισμό και διάθεση είναι η λάσπη.

Η λάσπη που παράγεται από τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων έχει μεγάλη υγρασία (75-85%), μικρή συνοχή, και χαρακτηρίζεται από δυσάρεστη οσμή. Περιέχει οργανικές ουσίες, θρεπτικά συστατικά, βαρέα μέταλλα (κατά περιοχές), και παθογόνους μικροοργανισμούς. Έχει μορφή υγρού και μόνο μετά την επεξεργασία συμπυκνώσεως, χωνεύσεως, αφυδάτωσεως κ.λπ. παίρνει στερεή μορφή με αρκετή ακόμα υγρασία που μπορεί να ελαττωθεί πολύ (< 10%) με θερμική ξήρανση, προκειμένου να αποτεφρωθεί ή να γίνει λίπασμα.

Ιδιαίτερα για τις μεγάλες μονάδες η λάσπη, δημιουργεί προβλήματα τελικής διαθέσεως, και έχει ως αποτέλεσμα να εφαρμόζονται δαπανηρές διαδικασίες επεξεργασίας για την ελάττωση του όγκου και την εξουδετέρωση των βλαπτικών συστατικών.

Κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της λάσπης είναι η ελάττωση του όγκου με την απομάκρυνση μέρους του νερού (ελάττωση υγρασίας από 95% σε 70-60%) και η αποδόμηση των οργανικών ουσιών που αποτελούν τον ασταθή και ενοχλητικό παράγοντα της λάσπης.

Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει τα εξής: (α) συγκέντρωση της λάσπης, (β) χώνευση, (γ) βελτίωση (δ) αφυδάτωση και ξήρανση και (ε) καύση ή υγρή οξειδωση πριν γίνει η τελική διάθεση της επεξεργασμένης λάσπης. Από τις επεξεργασίες αυτές η συμπύκνωση, βελτίωση και αφυδάτωση αποβλέπουν στην απομάκρυνση μέρους του νερού, ενώ η χώνευση, καύση και υγρή οξειδωση στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών.

Συνοπτικά η κάθε μια επεξεργασία ξεχωριστά περιλαμβάνει:

1) Προσωρινή αποθήκευση

Η λάσπη, που συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής καθιζήσεως, αποθηκεύεται προσωρινά, μέχρι να επεξεργαστεί διεξοδικά. Συνήθως, η λάσπη αποθηκεύεται σε ειδικό υποδοχέα στην αρχή της πρωτοβάθμιας δεξαμενής, από τον οποίο απομακρύνεται συνεχώς ή περιοδικά. Επίσης, μπορεί να αναμιχθεί και να αποθηκευθεί η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια λάσπη σε ιδιαίτερη δεξαμενή.

2) Συγκέντρωση (συμπύκνωση)

Σκοπός της συγκέντρωσης είναι να γίνει συμπύκνωση και πάχυνση της δραστικής κυρίως λάσπης, που είναι πολύ υδαρής. Η συμπύκνωση μπορεί να γίνει με σχετική παράταση της παραμονής της λάσπης στη δεξαμενή καθιζήσεως, αλλά τότε επηρεάζεται η απόδοση της καθιζήσεως.

3) Βιολογική χώνευση

Η χώνευση έχει ως σκοπό στην αποδόμηση των οργανικών και γίνεται, είτε αναερόβια κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σε ειδικές κλειστές δεξαμενές, είτε αερόβια με αερισμό, είτε σε ειδικές περιπτώσεις με δεξαμενισμό. Αποτελεί καθοριστικό στάδιο επεξεργασίας, γιατί συμβάλλει στην εξυγίανση της λάσπης (καταστροφή παθογόνων παραγόντων) και στην εξουδετέρωση των ενοχλήσεων (δυσοσμίες) εκτός από την ελάττωση του όγκου με τη διευκόλυνση της αφυδάτωσης (η χωνευμένη λάσπη έχει περίπου 90-94% υγρασία, που ελαττώνεται σε 70-60% με την αφυδάτωση).

4) Βελτίωση

Η βελτίωση της λάσπης αποσκοπεί κυρίως στην ευκολότερη αφυδάτωση η οποία γίνεται με προσθήκη χημικών ή με θερμική επεξεργασία. Εκτός από αυτούς τους τρόπους έχει δοκιμασθεί το πάγωμα και η ακτινοβολήση, που αποσκοπεί κυρίως στην ελάττωση των απαιτούμενων κροκιδωτικών υλικών.

5) Αφυδάτωση και ξήρανση

Η αφυδάτωση και ξήρανση είναι φυσικές διαδικασίες για την ελάττωση της υγρασίας, ώστε η λάσπη να πάρει μισό-στερεή μορφή και να διευκολυνθούν οι πιο πέρα χειρισμοί. Σε μικρές μονάδες η αφυδάτωση γίνεται σε κλίνες ξηράσεως ακάλυπτες ή καλυμμένες (για βροχερούς τόπους) ή και σε αβαθείς δεξαμενές εξατμίσεως. Επίσης, σε μεγάλη έκταση χρησιμοποιούνται τα φίλτρα με κενό ή με πίεση, η φυγοκέντριση και η θερμική ξήρανση και δοκιμαστικά η αφυδάτωση με δόνηση.

6) Σταθεροποίηση

Σε αντίθεση με τη βιολογική χώνευση, η σταθεροποίηση σ' αυτή την περίπτωση γίνεται με καύση ή υγρή οξείδωση, που αποδομούν τις οργανικές ουσίες και ελαττώνουν τον όγκο της λάσπης. Η καύση μπορεί να είναι αυτοσυντήρητη αν η λάσπη έχει υγρασία κάτω από 70% εκτός από την έναρξη και τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Η υγρή οξείδωση αποτελεί διαδικασία οξειδώσεως των οργανικών ουσιών σε υγρό περιβάλλον με ψηλή θερμοκρασία. Και στις δυο περιπτώσεις παράγονται ανόργανα προϊόντα που έχουν ανάγκη τελικής διαθέσεως.

7) Τελική διάθεση

Η λάσπη μετά την κατάλληλη επεξεργασία για σταθεροποίηση και ελάττωση του όγκου διατίθεται στον τελικό αποδέκτη, που είναι καθοριστικός για τον τρόπο των προηγούμενων χειρισμών. Οι τελικοί αποδέκτες είναι συνήθως η ξηρά ή η θάλασσα.

Η διάθεση στην ξηρά γίνεται με ταφή (συνήθως μαζί με απορρίμματα) ή με διασπορά στο έδαφος με χρησιμοποίηση σαν λίπασμα ή και με απλή απόρριψη σε παλιά μεταλλεία, κοιλάτητες του εδάφους κ.λπ. Η διάθεση στη θάλασσα έχει εφαρμοσθεί μέχρι σήμερα από μεγάλα παραθαλάσσια αστικά κέντρα, είτε με χρησιμοποίηση ειδικών φορτηγίδων για μεταφορά στην ανοιχτή θάλασσα, είτε με εγκατάσταση μακρού υποβρύχιου αγωγού.

7. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Σε πολλές χώρες η ανάγκη για ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων γίνεται επιτακτική για την προστασία του περιβάλλοντος, την αύξηση της παραγωγικότητας της γεωργίας και την αστική και τουριστική ανάπτυξη. Το πιο σημαντικό στην διαχείριση των υδατικών πόρων είναι η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων υδατικών αναγκών.

Με την σωστή επεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιδιώκεται να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα υγείας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ρύπανση ακτών και θαλασσών) και η πρόληψη ζημιών στις καλλιέργειες. Γι' αυτό σήμερα, αρκετά κράτη και διεθνείς οργανισμοί έχουν θεσπίσει ή προσπαθούν να θεσπίσουν κανονισμούς ή οδηγίες ώστε να μειώνονται αυτοί οι κίνδυνοι.

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στις εξής κατηγορίες:

- 1) Άρδευση καλλιεργειών
- 2) Βιομηχανική χρήση
- 3) Τροφοδότηση-εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων
- 4) Αστική και περιστασιακή χρήση
- 5) Ύδρευση

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων με τους περιορισμούς για κάθε χρήση.

Κατηγορίες χρήσης	Περιορισμοί
1. Άρδευση γεωργικών εκτάσεων <ul style="list-style-type: none"> ● Φυτικές καλλιέργειες ● Εμπορικά φυτώρια 2. Άρδευση κοινόχρηστων – αναψυχής χώρων <ul style="list-style-type: none"> ● Πάρκα ● Σχολικοί χώροι ● Εθνικοί δρόμοι ● Κοιμητήρια ● Ελεύθεροι κοινοτικοί χώροι ● Περιφερειακές ζώνες πρασίνου 	<ul style="list-style-type: none"> - Ποιότητα νερού (κυρίως ως προς την επίδραση αλάτων στο έδαφος και στα φυτά) - Προστασία δημόσιας υγείας (κυρίως σε σχέση με παθογόνα, όπως παράσιτα βακτήρια και ιοί). - Μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων νερών όταν δεν υφίστανται κατάλληλο σύστημα διαχείρισης. - Εμπορικότητα και δημόσια αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων.
3. Βιομηχανική χρήση <ul style="list-style-type: none"> ● Ψύξη ● Μεταποίηση ● Βαρέα βιομηχανία ● Άλλες 	<ul style="list-style-type: none"> - Συστατικά του νερού που ανακτάται και μπορούν να προξενήσουν διάβρωση, εναπόθεση, βιολογική ανάπτυξη ή γενικά προβλήματα ρύπανσης. - Δημόσια υγεία (ιδιαίτερα σε σχέση με μεταφερόμενα οργανικά ή παθογόνα aerosols)
4. Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων <ul style="list-style-type: none"> ● Αναπλήρωση ● Προστασία ● Ιζηματολογικός έλεγχος 	<ul style="list-style-type: none"> - Ίχνη οργανικών, άλλων χημικών και παθογόνων στο ανακτώμενο νερό υγρών αποβλήτων με υψηλό δυναμικό τοξικότητας. - Συνολικά διαλυμένα στερεά, μέταλλα και παθογόνα στο ανακτώμενο νερό.
5. Αναψυχή και άλλες περιβαλλοντικές χρήσεις <ul style="list-style-type: none"> ● Λίμνες και δεξαμενές ● Αποκατάσταση ελώδων χώρων ● Αύξηση παροχής υδαρορευμάτων ● Ανάπτυξη αλιευτικών χώρων ● Δημιουργία πάγου 	<ul style="list-style-type: none"> - Προστασία δημόσιας υγείας με βακτήρια και ιούς. - Ευτροφισμός οφειλόμενος στο N και P. - Αισθητικές οχλήσεις συμπεριλαμβανόμενων των οσμών
6. Μη πόσιμες αστικές χρήσεις <ul style="list-style-type: none"> ● Πυροπροστασία ● Κλιματισμός ● Καθαρισμός WC 	<ul style="list-style-type: none"> - Προστασία δημόσιας υγείας από τη μεταφορά παθογόνων με aerosols. - Ποιοτικές επιδράσεις σε εναπόθεση διάβρωση βιολογική ανάπτυξη και γενικά ρύπανση. - Προβλήματα σε πιθανές διασταυρώσεις με το σύστημα υδροδότησης
7. Πόσιμες χρήσεις <ul style="list-style-type: none"> ● Προηγούμενη ανάμειξη με το νερό υδροδότησης ● Απ' ευθείας χρήση 	<ul style="list-style-type: none"> - Ίχνη οργανικών και άλλων χημικών ενώσεων και παθογόνων στο ανακτώμενο νερό υγρών αποβλήτων με υψηλό δυναμικό τοξικότητας - Δημόσια και αισθητική αποδοχή - Προστασία δημόσιας υγείας (κυρίως σε σχέση με μεταφορά παθογόνων, και κυρίως ιών).

Πίνακας 1: Κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων και δυνατοί περιορισμοί (Angelakis, et al, 2001).

7.1 Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση καλλιεργειών

Η άρδευση είναι ο καλύτερος τρόπος επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων γιατί αποφεύγεται η υποβάθμιση της ποιότητας των αποδεκτών και γίνεται εξοικονόμηση νερού, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου οι υδατικοί πόροι είναι σε ανεπάρκεια.

Διακρίνονται δυο τύποι επαναχρησιμοποίησης στην περίπτωση της άρδευσης:

1) Περιορισμένη άρδευση, που αφορά μόνο καλλιέργειες τα προϊόντα των οποίων καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλου είδους επεξεργασία ή δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή οι καρποί τους δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος κατά τη διαδικασία συλλογής τους. Παραδείγματα αυτών είναι οι καλλιέργειες ζωοτροφών, λιβάδια, βιομηχανικές καλλιέργειες, δέντρα, κ.λπ. Στη περιορισμένη άρδευση δεν επιτρέπεται η εφαρμογή του καταιονισμού ως μεθόδου άρδευσης. Η πρόσβαση του κοινού στην αρδευόμενη έκταση πρέπει να απαγορεύεται.

2) Απεριόριστη άρδευση, που αφορά σε είδη καλλιεργειών των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, π.χ. λαχανικά, αμπέλια, οπωροφόρα δέντρα κ.λπ. Στις περιπτώσεις αυτές επιτρέπονται διάφοροι τύποι άρδευσης, συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού, ενώ δεν υπάρχουν περιορισμοί στην πρόσβαση του κοινού.

	Περριτωμα τικά κολοβακτηρ ίδια /FC 100 ml	BOD5 (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότη τα (NTU)	Προτεινόμ η επεξεργασία
<p>Περιορισμένη άρδευση</p> <p>Δάση και περιοχές όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δένδρα (συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων, με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος), καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους</p> <p>Άρδευση με καταιονισμό δεν θα εφαρμόζεται</p>	<p>200 διάμεση τιμή</p> <p>800 για το 95% των δειγμάτων</p>	<p>25 για το 95% των δειγμάτων</p>	<p>35 για το 95% των δειγμάτων</p>	-	<p>Δευτεροβάθμ ια βιολογική επεξεργασία</p> <p>Απολύμανση</p>

Απεριόριστη άρδευση Όλες οι καλλιέργειες όπως λαχανικά, αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, θερμοκήπια. Η απεριόριστη άρδευση επιτρέπει την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων εφαρμογής του νερού συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού	5 για το 80% των δειγμάτων 15 για το 95% των δειγμάτων 100 μέγιστη τιμή	10 για το 80% των δειγμάτων	10 για το 80% των δειγμάτων	2 διάμεσ η τιμή	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία Τριτοβάθμια επεξεργασία Απολύμανση
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------	------------------------------------------------------------------------------

Πίνακας 2: Προτεινόμενα όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης λυμάτων για άρδευση στην Ελλάδα.

Η άρδευση αποτελεί την πιο μαζική χρήση νερού, ιδιαίτερα σε ξηρές περιοχές. Στις ΗΠΑ η άρδευση αντιπροσωπεύει το 34% - 40% της συνολικής χρήσης νερού, ενώ στις πολιτείες Καλιφόρνια και Αριζόνα το 80% με 85%. Στο Ισραήλ αποτελεί το 73.1% και στην Ελλάδα το 83.7%. Επίσης και σε υγρές περιοχές η άρδευση εφαρμόζεται συμπληρωματικά των βροχοπτώσεων. Παγκοσμίως η αγροτική άρδευση αποτελεί το 70% της συνολικής χρήσης νερού και υπερβαίνει κάθε άλλη χρήση κατά τουλάχιστον 1000%. Όταν οι υδατικοί πόροι μιας περιοχής δεν επαρκούν για την ικανοποίηση της ζήτησης (αστικής και γεωργικής), τότε επιλέγεται το διαθέσιμο νερό να χρησιμοποιηθεί δύο φορές: αρχικά για αστική χρήση και μετά να επαναχρησιμοποιηθεί για άρδευση αφού πρώτα υποστεί κάποια επεξεργασία. Έτσι σήμερα λειτουργούν αρκετά συστήματα επαναχρησιμοποίησης που παρέχουν ανακτημένο νερό για αγροτική άρδευση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα προτεινόμενα όρια για περιορισμένη και απεριόριστη άρδευση (www.anatoliki.gr).



7.2 Επαναχρησιμοποίηση στη βιομηχανία

Τα λύματα είναι κατάλληλα για πολλές βιομηχανίες που χρησιμοποιούν νερό το οποίο δεν χρειάζεται να έχει την ποιότητα του πόσιμου. Οι κύριες βιομηχανικές χρήσεις των λυμάτων είναι: το νερό ψύξης, το νερό τροφοδοσίας λεβήτων και το νερό κατεργασίας ή βιομηχανικό νερό. Η κυρίαρχη όμως χρήση που παρουσιάζει την μεγαλύτερη χρήση είναι το νερό ψύξης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα προτεινόμενα όρια και μεθόδους επεξεργασίας κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων στην βιομηχανία. (www.anatoliki.gr).

	Περριτωματικά κολοβακτηρίδια /FC 100 ml	BOD5 (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Προτεινόμενη επεξεργασία
Νερό ψύξης μιας χρήσης	200 διάμεση τιμή 800 για το 95% των δειγμάτων	25 για το 95% των δειγμάτων	35 για το 95% των δειγμάτων	-	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία Απολύμανση
Επανακυκλοφορούμενο νερό ψύξης, λέβητας και νερό χρήσης	5 για το 80% των δειγμάτων 15 για το 95% των δειγμάτων 100 μέγιστη τιμή	10 για το 80% των δειγμάτων	10 για το 80% των δειγμάτων	2 διάμεση τιμή	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία Τριτοβάθμια επεξεργασία Απολύμανση

Πίνακας 3: Προτεινόμενα όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στη βιομηχανία, στην Ελλάδα.

7.3 Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων

Ο τεχνητός εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων μπορεί να έχει ως στόχο τη δημιουργία υδραυλικού φράγματος που θα παρεμποδίζει την διείσδυση και ανάμειξη του θαλάσσιου νερού με το γλυκό νερό παράκτιων υδροφορέων, την αποθήκευση επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων για μελλοντική χρήση.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της αποθήκευσης των αποβλήτων σε υπόγειους υδροφορείς είναι: μικρότερο κόστος, αποφεύγονται διάφορες δυσάρεστες συνέπειες των επιφανειακών εγκαταστάσεων όπως η εξάτμιση, η ρύπανση και ο ευτροφισμός οι οποίες υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού. Η επεξεργασία που επιτυγχάνεται στο έδαφος μέσω της διήθησης και κατείσδυσης δια μέσου του εδαφικού υλικού μπορεί να μειώσει το κόστος της τριτοβάθμιας επεξεργασίας των αποβλήτων.

Τα μειονεκτήματα που λαμβάνονται υπόψη είναι: το υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας των απαιτούμενων γεωτρήσεων, την πιθανή αύξηση του κινδύνου ρύπανσης του υπόγειου υδροφορέα και η μετέπειτα εξυγίανση του οποίου είναι μια δύσκολη, δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία.

7.4 Αστική επαναχρησιμοποίηση

Τα συστήματα αστικής επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων παρέχουν ανακτημένο νερό για οποιαδήποτε χρήση εκτός της πόσης σε αστικές περιοχές. Μερικές από τις αστικές χρήσεις είναι το πότισμα δημόσιων πάρκων και κέντρων αναψυχής, αθλητικών γηπέδων, σχολικών αυλών, γηπέδων παιχνιδιού, νησίδων και κρασπέδων αυτοκινητοδρόμων, νεκροταφείων και κήπων που περιβάλλουν δημόσια κτίρια και εγκαταστάσεις, κήπων μονοκατοικιών και πολυκατοικιών, γενικό πλύσιμο και άλλες εργασίες συντήρησης, εμπορικές χρήσεις όπως πλύσιμο παραθύρων και εγκαταστάσεων πλυσίματος οχημάτων.

Κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων επαναχρησιμοποίησης ανακτημένων υγρών αποβλήτων για αστική χρήση, οι σημαντικότεροι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι η αξιοπιστία εξυπηρέτησης και η προστασία της δημόσιας υγείας.

7.5 Επαναχρησιμοποίηση για σκοπούς ύδρευσης

Η εφαρμογή των έργων επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων για άμεση ή έμμεση ύδρευση είναι πολύ περιορισμένη και συμβαίνει μόνο σε κάποιες κοινότητες όπου δεν είναι δυνατή ή είναι ιδιαίτερα δύσκολη η αξιοποίηση άλλων διαθέσιμων υδατικών πόρων.

Γενικά, υπήρξε και εξακολουθεί να υπάρχει ακόμα και σήμερα σοβαρός προβληματισμός ως προς την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για πόση. Ο κύριος προβληματισμός αφορά πιθανές χρόνιες επιδράσεις στην υγεία από πιθανή αντίδραση και ανάμειξη ανόργανων και οργανικών συστατικών που παραμένουν στην ανακτώμενη εκροή, ακόμα και υπό συνθήκες προχωρημένης επεξεργασίας. Τα συνήθη ποιοτικά κριτήρια του πόσιμου νερού επαρκούν μόνο στην περίπτωση που η υδροληψία γίνεται από πηγές που δεν έχουν υποστεί ακόμα ρύπανση και όχι από ανακτημένα λύματα. Στην περίπτωση των λυμάτων οι απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες και όχι καλά προσδιορισμένες.

Οι έρευνες για τις επιδράσεις στην υγεία κατά την επαναχρησιμοποίηση για πόση είναι εφαρμόσιμες μόνο για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση καθώς το μείγμα των ρύπων διαφέρει από πόλη σε πόλη. Ακόμα και για την ίδια πόλη είναι πιθανό τα επικίνδυνα συστατικά των λυμάτων να αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου.

8. Παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη και θέσπιση κριτηρίων

Κατά τη θέσπιση οδηγιών ή κανονισμών, που αφορούν την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, λαμβάνεται υπόψη ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι οι εξής:

1) Προστασία δημόσιας υγείας. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα που προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση θα πρέπει να πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε η εφαρμογή τους να είναι ασφαλής και να μην εγκυμονεί κινδύνους για τη δημόσια υγεία. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο κίνδυνος μόλυνσης από την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων σχετίζεται κυρίως με τις περιπτώσεις διάθεσης ανεπεξέργαστων λυμάτων ή επεξεργασμένων λυμάτων χαμηλής ποιότητας. Κατά συνέπεια, η επαναχρησιμοποίηση των επαρκώς επεξεργασμένων λυμάτων (με βιολογική επεξεργασία) για άρδευση, δεν παρουσιάζει σημαντικό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

2) Απαιτήσεις ποιότητας ανάλογα με την χρήση. Ανάλογα με την προοριζόμενη χρήση του η ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού πρέπει να πληροί ορισμένα φυσικοχημικά κριτήρια. Πολλές βιομηχανικές και άλλες εφαρμογές απαιτούν συγκεκριμένα επίπεδα φυσικών και χημικών παραμέτρων του νερού για την ομαλή χρήση του σε δεδομένες εφαρμογές. Όσον αφορά την άρδευση, ορισμένα συστατικά που βρίσκονται στο αρδευτικό νερό μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στην ανάπτυξη των αρδευόμενων καλλιεργειών ή καλλωπιστικών φυτών. Ωστόσο, όρια φυσικοχημικών παραμέτρων σπάνια συμπεριλαμβάνονται στα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης.

3) Περιβαλλοντικές θεωρήσεις. Οι εκροές υγρών αποβλήτων δεν θα πρέπει να εγκυμονούν κινδύνους στη φυσική πανίδα και χλωρίδα στην περιοχή που γίνεται εφαρμογή τους. Ακόμη, φυσικοί υδατικοί αποδέκτες που δέχονται εκροές υγρών αποβλήτων δεν θα πρέπει να υποβαθμίζονται ποιοτικά.

4) Αισθητικοί λόγοι. Εκροές υγρών αποβλήτων που προορίζονται για χρήσεις, όπως άρδευση πάρκων, καθαρισμό τουαλετών ή ψυχαγωγία, δεν θα πρέπει να διαφέρουν στην εμφάνιση τους από το φυσικό νερό. Δηλαδή, θα πρέπει να είναι διαυγείς, άχρωμες και άοσμες.

5) Πολιτικοί λόγοι. Νομοθετικές αποφάσεις, που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων επηρεάζονται από την υδατική πολιτική, την τεχνολογική εφαρμογή και το κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης των αναγκαίων έργων. Παρόλο που οι νομοθετικές λαμβάνουν υπόψη το κόστος που συνεπάγονται οι κανονισμοί στις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων και στους χρήστες, αυτό δεν πρέπει να είναι σε βάρος της υγείας των πολιτών και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Θεσμικό πλαίσιο υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα και στην ΕΕ

Γενικά, η διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα όπως και στα υπόλοιπα κράτη – μέλη της ΕΕ διέπεται από την οδηγία 91/271/EEC (EU, 1991). Με την αριθ. 5673/400/14.3.97 κοινή υπουργική απόφαση, η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα εναρμονίζεται πλήρως με αυτή της ΕΕ. Σύμφωνα με αυτήν έχουν τεθεί χρονικά όρια προσαρμογής και τήρησης των όρων επεξεργασίας. Επίσης, εκτιμάται ότι θα θεσπιστούν σύντομα Ευρωπαϊκές οδηγίες για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση εκροών αστικών υγρών αποβλήτων. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στη διαφορετικότητα Νοτίων και Βορείων χωρών σε ότι αφορά τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Όπως προαναφέρεται, στην οδηγία 91/271/EC, άρθρο 12 παρ. 1, αναφέρεται ρητά ότι «επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα επαναχρησιμοποιούνται οποτεδήποτε θεωρούνται κατάλληλα».

Ο Ν. 1739/87 (Υπουργείο Ανάπτυξης, 1987) αποτελούσε το βασικότερο νομοθέτημα που έχει εκδοθεί στον τομέα διαχείρισης των υδατικών πόρων. Ο νόμος αυτός εκσυγχρόνισε σε κάποιο βαθμό την ισχύουσα νομοθεσία σε ότι αφορά στην ορθολογική διαχείριση του συστήματος «υδατικός πόρος-χρήση του».

Ο Ν. 3199/03 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003) επιχειρεί εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας Υδατικών Πόρων με αυτή της ΕΕ (Οδηγία 60/2000/EC). Όμως ούτε σ' αυτό το νόμο γίνεται αναφορά σε αντικείμενα ανακύκλωσης υγρών αποβλήτων. Έτσι, το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων και την προστασία των οικοσυστημάτων, που εξαρτάται από αυτούς στην ΕΕ διέπεται από την οδηγία 60/2000/EC (ΕΥ, 2000). Παρόλο που στην οδηγία αυτή δεν γίνεται ουσιαστικά αναφορά στην ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων πιστεύεται ότι η ευαισθητοποίηση των ευρωπαϊών πολιτών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, θα συμβάλει θετικά στην προώθηση, ανάπτυξη και θέσπιση κριτηρίων για χρήση περιθωριακών νερών.

Όμως, οι νομοθετικές διαδικασίες στην ΕΕ είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες. Έτσι, λαμβανομένου υπόψη ότι οι ελλειμματικές περιοχές σε διαθέσιμους υδατικούς πόρους εντοπίζονται κυρίως στον Ευρωπαϊκό Νότο και όχι στο σύνολο των χωρών μελών της ΕΕ, πιθανόν να υπάρξει σχετική ολιγωρία και καθυστέρηση νομοθετικής ρύθμισης.

Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες περιοχές του κόσμου, έχει υιοθετηθεί η πρακτική της ανακύκλωσης εκροών υγρών αποβλήτων προοδευτικά, χωρίς την απαραίτητη θεσμοθέτηση σχετικών κριτηρίων. Όμως, σήμερα, όπως προαναφέρεται, πολλές χώρες έχουν θεσπίσει εθνικές οδηγίες ή κανονισμούς προσαρμοσμένες στις τοπικές κοινωνικοοικονομικές και φυσικές συνθήκες ή έχουν εναρμονισθεί με αυτές διεθνών οργανισμών (WHO 1989 και US EPA 2004).

Στη χώρα μας οι βασικές χρήσεις που ενδιαφέρουν είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων πρασίνου και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων για την προστασία τους. Για κάθε κατηγορία όμως, θα πρέπει να θεωρούνται ιδιαίτερα ποσοτικοποιητικά κριτήρια καθώς επίσης και ιδιαίτερη θεώρηση σε περιπτώσεις που μια παραδοσιακή υδατική πηγή αντικαθίσταται με ανακτώμενο νερό από επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Όπως είναι φυσικό, ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται σε χρήσεις που συνεπάγονται αυξημένη επαφή με τον άνθρωπο. Έτσι, τα αναγκαία κριτήρια ποιότητας θα πρέπει να διαφοροποιούνται όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών επαναχρησιμοποίησης αλλά ακόμη και στην ίδια κατηγορία ανάλογα στις επιμέρους χρήσεις.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

2

ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΗΤΕΙΑΣ

1. Περιγραφή εγκατάστασης

Η εγκατάσταση επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων της πόλης της Σητείας σχεδιάστηκε για την εξυπηρέτηση μέγιστου ισοδύναμου πληθυσμού 20.000 κατοίκων. Η μονάδα βρίσκεται στο 3ο χιλιόμετρο Σητείας – Αγίου Νικολάου, στην τοποθεσία Έξω Φανάρι.

Η προβλεπόμενη από τις Τεχνικές Προδιαγραφές Μέθοδος επεξεργασίας είναι το σύστημα της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό, με ταυτόχρονη πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου.

Η εγκατάσταση επεξεργάζεται τα αμιγώς αστικά λύματα της πόλης καθώς και ποσότητα οικιακών βοθρολυμάτων. Κατασκευάστηκε ώστε να εξασφαλίζει την βέλτιστη και αποδοτική λειτουργία σε όλες τις εποχιακές και χρονικές διακυμάνσεις, να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές οχλήσεις (θόρυβος, οσμές) και να τηρούνται οι σύγχρονοι κανόνες ασφαλείας και υγιεινής των εργαζομένων και των επισκεπτών.



Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Σητείας

Οι βασικές μονάδες της εγκατάστασης παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω και είναι οι εξής:

ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Αντλιοστάσιο
- Εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων
- Φρεάτιο άφιξης
- Εσχάρωση
- Ελαιο-αμμοδιαχωρισμός
- Μετρητής παροχής

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Αναερόβια δεξαμενή αποφωσφόρησης
- Φρεάτιο διανομής βιολογικών γραμμών
- Δεξαμενή προαπονίτροποίησης
- Δεξαμενή αερισμού
- Καθίζηση
- Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας ιλύος

ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Μονάδα χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

- Δεξαμενή χλωρίωσης
- Συγκρότημα χλωριωτή

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

- Αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος
- Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος
- Μηχανική πάχυνση ιλύος
- Μηχανική αφυδάτωση ιλύος
- Συγκρότημα πολυηλεκτρολύτη

ΕΡΓΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

- Φρεάτιο διάθεσης
- Αγωγός διάθεσης

ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Ηλεκτρικός υποσταθμός
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (H/Z)

ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

- Κεντρικό σύστημα ελέγχου
- Εργαστήριο

Τα λύματα του αποχετευτικού δικτύου της πόλης της Σητείας, μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού οδηγούνται στο φρεάτιο άφιξης του υπάρχοντος έργου φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 500mm περίπου από το γήπεδο της εγκατάστασης επεξεργασίας των λυμάτων. Έχει κατασκευαστεί το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης μέσω του οποίου θα οδηγούνται τα λύματα στην εγκατάσταση επεξεργασίας, σε κατάλληλο υδραυλικό υψόμετρο έτσι ώστε να μην απαιτείται ενδιάμεση ανύψωση για την πλήρη επεξεργασία των λυμάτων και τη διάθεση αυτών με βαρύτητα στον αποδέκτη (θάλασσα). Το αντλιοστάσιο ανύψωσης διαθέτει διάταξη υπερχειλίσης ασφαλείας ώστε σε περίπτωση ανάγκης τα λύματα να οδηγούνται στο υφιστάμενο έργο διάθεσης. Το φρεάτιο άφιξης συνδέεται με το αεριζόμενο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης με αγωγό βαρύτητας. Στην έξοδο του αγωγού υπάρχει χονδροεσχάρα για την απομάκρυνση των ευμεγεθών στερεών. Μέσω του αντλιοστασίου ανύψωσης και με καταθλιπτικό αγωγό Φ280, από PVC 10 atm, συνολικού μήκους 650m, τα λύματα καταθλίβονται στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης επεξεργασίας.

Η μονάδα προεπεξεργασίας αποτελείται από τη μονάδα εσχάρωσης, την αεριζόμενη δεξαμενή ελαιο-αμμοδιαχωρισμού και το κανάλι μέτρησης παροχής τύπου Venturi. Η μονάδα προεπεξεργασίας τοποθετείται σε κλειστό κτίριο (κτίριο προεπεξεργασίας) στο οποίο έχει εγκατασταθεί επαρκές σύστημα εξαερισμού. Σε ιδιαίτερους ανεξάρτητους χώρους του κτιρίου βρίσκονται εγκατεστημένοι οι φυσητήρες του ελαιοδιαχωρισμού και οι κάδοι συλλογής των εσχαρισμάτων.

Τα λύματα μέσω του αντλιοστασίου ανύψωσης και του καταθλιπτικού αγωγού οδηγούνται στους διάυλους των μηχανικών αυτοκαθαριζόμενων εσχάρων, όπου κατακρατούνται όλα τα στερεά που είναι μεγαλύτερα των 10mm. Δίπλα στις αυτόματες σχάρες υπάρχει διάυλος με απλή χειροκαθαριζόμενη εσχάρα. Μεταξύ των διαύλων των εσχάρων υπάρχουν θυροφράγματα απομόνωσης. Σε περίπτωση έμφραξης της αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας, τα λύματα υπερχειλίζουν αυτόματα στο κανάλι της εσχάρας παράκαμψης. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται μέσω ειδικής διάταξης μεταφοράς σε ειδικούς μεταλλικούς κάδους συλλογής προς απόρριψη.

Από τη μονάδα εσχάρωσης τα λύματα οδηγούνται στην αεριζόμενη δεξαμενή ελαιοαμμοδιαχωρισμού και με κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων τα λύματα οδηγούνται στο ένα ή και στα δυο διαμερίσματα εξάμωσης. Στα δυο διαμερίσματα της δεξαμενής έχουν εγκατασταθεί παλινδρομικές γέφυρες εξοπλισμένες με ξέστρο πυθμένα για συλλογή άμμου και ξέστρο επιφάνειας για συλλογή των λιπών. Η άμμος από τον πυθμένα των δεξαμενών απομακρύνεται μέσω σταθερών

υποβρύχιων αντλιών προς τη διάταξη διαχωρισμού άμμου. Τα λίπη συγκεντρώνονται σε κατάλληλο διαμορφωμένο φρεάτιο απ' όπου απομακρύνονται μέσω βυτιοφόρου προς απόρριψη. Τα στραγγίδια από τον διαχωριστή άμμου και το φρεάτιο συλλογής λιπών καταλήγουν στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Επίσης η εγκατάσταση δέχεται και επεξεργάζεται ποσότητα βοθρολυμάτων τα οποία οδηγούνται μέσω βυτιοφόρων οχημάτων στην μονάδα υποδοχής βοθρολυμάτων. Τα βοθρολύματα εσχαρίζονται μέσω μηχανικής αυτόματης εσχάρας και οδηγούνται στη δεξαμενή συγκέντρωσης βοθρολυμάτων η οποία είναι κλειστή και εφοδιασμένη με σύστημα ανάμιξης και αερισμού. Στη συνέχεια, μέσω υποβρυχίων αντλιών καταθλίβονται στο διάυλο της μονάδας εσχάρωσης.

Τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο μερισμού της κύριας βιολογικής βαθμίδας, η οποία περιλαμβάνει δυο ισοδύναμες και ανεξάρτητες γραμμές. Στη συνέχεια από το φρεάτιο μερισμού το ανάμικτο υγρό οδηγείται στις δυο δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας οι οποίες είναι αναερόβιες για την βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου. Στο φρεάτιο εισόδου των αναερόβιων δεξαμενών πραγματοποιείται πλήρης ανάμιξη των εισερχομένων λυμάτων με την βιολογική ιλύ που επανακυκλοφορείται από την δεξαμενή τελικής καθίζησης.

Οι δεξαμενές βιολογικής αποφωσφόρωσης διαθέτουν συστήματα ανάδευσης και εξασφαλίζουν ροή οδηγώντας τα λύματα στις δεξαμενές προαπονιτροποίησης. Η δεξαμενή χωρίζεται σε δυο διαδοχικά διαμερίσματα, μέσω ενδιάμεσου τοιχείου. Σε κάθε διαμέρισμα είναι εγκατεστημένος ένας υποβρύχιος αναδευτήρας επαρκούς ισχύος για την πλήρη ανάδευση του ανάμικτου υγρού.

Από το φρεάτιο μερισμού ξεκινά και ο αγωγός παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας μέσω του οποίου τα λύματα οδηγούνται απευθείας στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής χλωρίωσης. Το ανάμικτο υγρό από την δεξαμενή προαπονιτροποίησης οδηγείται στη δεξαμενή αερισμού, όπου γίνονται οι βιολογικές διεργασίες της οξειδωσης του οργανικού φορτίου, της νιτροποίησης και της σταθεροποίησης της βιολογικής ιλύος. Η παροχή οξυγόνου στη δεξαμενή προσφέρεται μέσω επιφανειακών αεριστήρων κατακόρυφου άξονα. Η ρύθμιση της παροχής του οξυγόνου γίνεται αυτόματα μέσω αναλογικών μετατροπέων συχνότητας

Τα λύματα από την δεξαμενή αερισμού υπερχειλίζουν στην μονάδα τελικής καθίζησης, η οποία αποτελείται από κυκλικές δεξαμενές εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα για τη συλλογή ιλύος και ξέστρο επιφάνειας για την απομάκρυνση των επιπλεόντων. Η ιλύς απομακρύνεται προς τη μονάδα επεξεργασία ιλύος και τα επιπλέοντα συγκεντρώνονται με κατάλληλη διάταξη σε παράπλευρα φρεάτια και έπειτα απομακρύνονται προς απόρριψη.

Για την περαιτέρω μείωση της τελικής συγκέντρωσης του φωσφόρου, η εγκατάσταση περιλαμβάνει σύστημα χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου και πιο συγκεκριμένα κατακρήμιση με κροκιδωτικό μέσο χλωριούχο άλας του σιδήρου. Το διάλυμα του κροκιδωτικού μέσου μετρείται στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Από αυτές τις δεξαμενές τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης, η οποία αποτελείται από τη δεξαμενή επαφής και τις διατάξεις παρασκευής και δοσομέτρησης του διαλύματος. Οι διατάξεις αυτές, στεγάζονται σε κλειστό κτίριο, τον οικίσκο χλωρίωσης, όπου εκεί βρίσκεται και το πιεστικό του βιομηχανικού νερού.

Τέλος, τα επεξεργασμένα λύματα από τη μονάδα απολύμανσης οδηγούνται με βαρύτητα, μέσω του αγωγού διάθεσης, στο υφιστάμενο έργο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού, μέσω του οποίου οδηγούνται στο θαλάσσιο αποδέκτη. Η ιλύς που συγκεντρώνεται στη δεξαμενή αναρροφάται από το αντλιοστάσιο ιλύος και στη συνέχεια οδηγείται στη μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος. Η μονάδα αυτή, στεγάζεται σε ανεξάρτητο κτίριο και περιλαμβάνει σύστημα μηχανικής πάχυνσης μικρού χρόνου παραμονής. Η σταθεροποιημένη ιλύς οδηγείται με ειδικό μεταφορικό σύστημα σε διπλανό στεγασμένο χώρο και φορτώνεται σε φορτηγό όχημα ώστε να απομακρυνθεί από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων προς απόρριψη σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής.

2. Περιγραφή επεξεργασίας

2.1 Μονάδα βοθρολυμάτων

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται μεγάλη ποσότητα οικιακών λυμάτων 100m³. Η μονάδα βρίσκεται δίπλα στην είσοδο της εγκατάστασης και διαθέτει ανεξάρτητο χώρο στάθμευσης και ελιγμών ώστε να μην εμποδίζεται η κυκλοφορία των υπολοίπων οχημάτων.

Η εκκένωση των βυτιοφόρων γίνεται μέσω μιας θέσης εκκένωσης στο φρεάτιο υποδοχής το οποίο είναι κλειστό. Τα λύματα από το φρεάτιο υποδοχής οδηγούνται στο κανάλι μηχανικής αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας το οποίο έχει πλάτος 0.40m και ύψος 1.0m. Δίπλα υπάρχει το κανάλι της εσχάρας παράκαμψης το οποίο έχει πλάτος 0.40m και ύψος 0.60m. Οι εσχάρες είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα και έχουν διάκενα 20mm. Τα εσχαρίσματα από την αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα οδηγούνται απευθείας σε κάδο απόρριψης. Τα βοθρολύματα από

τα δυο κανάλια εσχάρωσης κατευθύνονται στη δεξαμενή εξισορρόπησης, η οποία είναι κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, είναι κλειστή και αεριζόμενη. Ο πυθμένας είναι διαμορφωμένος με κατάλληλη κλίση προς το χώρο εγκατάστασης των αντλιών βοθρολυμάτων. Παράπλευρα της δεξαμενής έχει εγκατασταθεί κρουνός πλύσης από το δίκτυο βιομηχανικού νερού.

Επίσης, στη δεξαμενή βοθρολυμάτων βρίσκονται εγκατεστημένες δυο υποβρύχιες αντλίες, όπου η μία είναι ενεργητική εφεδρεία.

Οι αντλίες είναι υποβρύχιου τύπου και οι καταθλιπτικοί αγωγοί τους συνδέονται σε κοινό αγωγό που οδηγεί τα λύματα στο φρεάτιο εισόδου της προεπεξεργασίας. Κάθε αγωγός διαθέτει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης, οι οποίες βρίσκονται εγκατεστημένες σε διπλανό ανεξάρτητο φρεάτιο. Ο αερισμός της δεξαμενής γίνεται με τη βοήθεια δυο φυσητήρων, οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί στον ίδιο χώρο με τους φυσητήρες των εξαμμωτών στο κτίριο προεπεξεργασίας. Ο αέρας από τους φυσητήρες διοχετεύεται στη δεξαμενή μέσω 8 ζευγών διαχυτήρων χονδρής φουσαλλίδας. Στον αγωγό τροφοδοσίας κάθε ζεύγους υπάρχει δικλείδα απομόνωσης και ειδικό τεμάχιο σύνδεσης ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή κάθε ζεύγους για συντήρηση.

Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των φυσητήρων αερισμού είναι συνεχής και ελέγχεται από το PLC. Σε περίπτωση πολύ χαμηλής στάθμης των λυμάτων εντός της δεξαμενής η λειτουργία τους διακόπτεται. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας μέσω διακόπτη. Οι αντλίες βοθρολυμάτων λειτουργούν με διακόπτες στάθμης. Υπάρχει επίσης διακόπτης υψηλής στάθμης που δίνει οπτικοακουστικό σήμα και διακόπτης χαμηλής στάθμης. Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κέντρο ελέγχου.

2.2 Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης

Τα λύματα μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού οδηγούνται στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης κοντά στον υποθαλάσσιο αγωγό. Το αντλιοστάσιο είναι κατασκευασμένο από σκυρόδεμα και αποτελείται από διπλή δεξαμενή. Επίσης, στο αντλιοστάσιο υπάρχουν τρεις υποβρύχιες αντλίες, όπου η μια είναι εφεδρική. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί συνδέονται σε κοινό αγωγό που οδηγεί τα λύματα στη μονάδα επεξεργασίας. Κάθε καταθλιπτικός αγωγός διαθέτει δικλείδα αντεπιστροφής, δικλείδα απομόνωσης, έχει συνολικό μήκος 650m και

είναι τοποθετημένος σε κοινό σκάμμα με τον αγωγό εξόδου των επεξεργασμένων λυμάτων.

Το αντλιοστάσιο είναι καλυμμένο με πλάκα από σκυρόδεμα και μεταλλικά καλύμματα σε κατάλληλες θέσεις ώστε να είναι δυνατή η ανύψωση των αντλιών. Πάνω στο αντλιοστάσιο υπάρχει μονοράγα για την εγκατάσταση ανυψωτικού μηχανισμού ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση των αντλιών για συντήρηση ή επισκευή.



2.3 Μονάδα εσχάρωσης

Η μονάδα εσχάρωσης και η μονάδα εξάμμωσης έχουν τοποθετηθεί μέσα σε κλειστό κτίριο (κτίριο προεπεξεργασίας). Στο ενιαίο αυτό κτίριο υπάρχει πλήρες σύστημα εξαερισμού και απόσμησης. Σε ανεξάρτητο χώρο του κτιρίου βρίσκονται εγκατεστημένοι οι φυσητήρες του ελαιοδιαχωρισμού.

Η μονάδα εσχάρωσης βρίσκεται σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου προεπεξεργασίας. Αποτελείται από τα κανάλια αυτοκαθαριζόμενων εσχάρων και από το κανάλι της εσχάρας παράκαμψης. Το κτίριο εσχάρωσης έχει κατασκευαστεί σε δυο επίπεδα. Στο κατώτερο επίπεδο βρίσκεται ο χώρος των κάδων εσχαρισμάτων και του συστήματος απόσμησης. Το δεύτερο επίπεδο βρίσκεται κατά 1.45m ψηλότερα

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο ανύψωσης οδηγούνται σε φρεάτιο άφιξης, το οποίο βρίσκεται στο κτίριο εσχάρωσης και διαθέτει κάλυμμα ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση για εποπτεία ή καθαρισμό. Επίσης, το φρεάτιο διαθέτει κατάλληλο τοιχείο ώστε να εξασφαλίζεται η μείωση της ορμής των λυμάτων πριν από την είσοδο τους στην εσχάρωση.

Στη συνέχεια, τα λύματα οδηγούνται στο κανάλι εσχάρωσης, όπου έχουν εγκατασταθεί δυο αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες από τις οποίες η μια είναι εφεδρική και μια εσχάρα παράκαμψης. Οι αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες είναι κάθετες, κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα με διάκενα 10mm μεταξύ των ράβδων. Παράλληλα των καναλιών εγκατάστασης των αυτοκαθαριζόμενων εσχάρων βρίσκεται το κανάλι εσχάρας παράκαμψης, Σε περίπτωση έμφραξης ή βλάβης της εσχάρας τα λύματα υπερχειλίζουν αυτόματα στο κανάλι παράκαμψης, του οποίου ο πυθμένας βρίσκεται ψηλότερα από την ανώτατη στάθμη των λυμάτων.

Η εσχάρα παράκαμψης έχει πλάτος 0.80m και διάκενα 20mm μεταξύ των ράβδων και είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα. Πίσω από αυτή την εσχάρα έχει τοποθετηθεί αφαιρετό καλάθι εσχαρισμάτων, το οποίο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο έλασμα με ανοίγματα μικρότερα των 20mm.

Για την επισκευή και απομάκρυνση των εσχάρων και του εξοπλισμού από το κτίριο υπάρχει στην οροφή κατάλληλος ανυψωτικός μηχανισμός με μονοράγα. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται από κοινό κοχλία εσχαρισμάτων που οδηγεί τα εσχαρίσματα απευθείας σε κάδους προς απόρριψη.

Έλεγχος λειτουργίας

Ο μηχανισμός καθαρισμού της εσχάρας λειτουργεί αυτόματα μέσω μέτρησης υψηλής στάθμης. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας της εσχάρας μέσω ενός διακόπτη. Ο κοχλίας εσχαρισμάτων είναι συνδεδεμένος με τις εσχάρες ώστε η έναρξη λειτουργίας να γίνεται ταυτόχρονα, ενώ προβλέπεται υστέρηση (30 sec) στη διακοπή λειτουργίας για να εξασφαλίζεται ο καθαρισμός. Οι εσχάρες διαθέτουν διακόπτες που μεταδίδουν σήμα στο κεντρικό σύστημα ελέγχου. Σε περίπτωση βλάβης των μηχανημάτων της μονάδας ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κέντρο ελέγχου.



2.4 Μονάδα ελαιο-αμμοδιαχωρισμού

Η μονάδα ελαιο-αμμοδιαχωρισμού περιλαμβάνει μια δίδυμη αεριζόμενη δεξαμενή η οποία είναι εγκατεστημένη σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου προεπεξεργασίας. Η μονάδα έχει ενεργό όγκο 40.4m³ όπου τα 28.8m³ είναι το αεριζόμενο τμήμα και τα 11.6m³ ο χώρος συγκέντρωσης των λιπών.

Τα λύματα από τη μονάδα εσχάρωσης οδηγούνται στη δεξαμενή εξάμμοσης - λιποσυλλογής όπου διαχωρίζονται οι κόκκοι της άμμου από τα λύματα, ενώ σε διπλανό χώρο συλλέγονται τα επιπλέοντα και τα λίπη. Στην είσοδο κάθε μιας από τις δεξαμενές υπάρχει θυρόφραγμα απομόνωσης, ώστε να είναι δυνατή η παράκαμψη ενός τμήματος χωρίς την πλήρη διακοπή της λειτουργίας. Στα δυο διαμερίσματα της δεξαμενής υπάρχουν ανεξάρτητες παλινδρομικές γέφυρες. Κάθε γέφυρα διαθέτει τροχούς κίνησης, οδηγούς κίνησης, ηλεκτροκινητήρα με σύστημα μετάδοσης της κίνησης στους τροχούς, ηλεκτρικό πίνακα με όλα τα στοιχεία λειτουργίας και ανοξείδωτο τύμπανο περιελίξεως του τροφοδότη καλωδίου. Όλα τα βρεχόμενα μεταλλικά μέρη είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η άμμος απομακρύνεται με τη βοήθεια δυο σταθερών υποβρύχιων αντλιών. Επίσης, στην αποθήκη υπάρχει μια ακόμη εφεδρική αντλία. Το μίγμα νερού άμμου οδηγείται προς τη διάταξη διαχωρισμού άμμου. Τα υπόλοιπα υγρά επιστρέφουν στην είσοδο της εγκατάστασης μέσω του δικτύου στραγγισμάτων.

Σύστημα αερισμού μονάδας

Για τη διατήρηση σταθερής ταχύτητας και για να αποφεύγεται η εναπόθεση των οργανικών μαζί με την άμμο, υπάρχει στη μονάδα αέρας ο οποίος διευκολύνει την συλλογή και απομάκρυνση των λιπών. Ο αερισμός γίνεται με τη βοήθεια τριών φυσητήρων όπου ο ένας είναι εφεδρικός. Ο κάθε φυσητήρας περιλαμβάνει τον εξής εξοπλισμός: βαλβίδες ασφαλείς, φίλτρα εισαγωγής αέρα, σιγαστήρες εξόδου-εισόδου, δικλείδες αντεπιστροφής, δικλείδες απομόνωσης, ελαστικούς αντικραδασμικούς συνδέσμους εξαγωγής και στηρίγματα βάσης.

Έλεγχος λειτουργίας

Οι παλινδρομικές γέφυρες λειτουργούν συνεχώς με ρυθμιζόμενο διακόπτη που υλοποιείται από το PLC. Η λειτουργία των φυσητήρων ρυθμίζεται με χρονοδιακόπτη που υλοποιείται από το κεντρικό σύστημα ελέγχου. Οι αντλίες απομάκρυνσης άμμου λειτουργούν με χρονοπρόγραμμα.

2.5 Μονάδα μέτρησης παροχής

Από τη μονάδα εξάμμωσης τα λύματα οδηγούνται στο κανάλι μέτρησης της παροχής, στο οποίο έχει εγκατασταθεί σύστημα μέτρησης της παροχής τύπου υπερήχων. Το όργανο μέτρησης αποτελείται από τα εξής στοιχεία: αισθητήριο στάθμης υπερήχων, πομπός σήματος, όργανο στιγμιαίας παροχής, το οποίο είναι τοποθετημένο στον κεντρικό πίνακα ελέγχου και είναι συνδεδεμένο με το PLC και καταγραφικό παροχής.

2.6 Φρεάτιο μερισμού βιολογικής επεξεργασίας

Τα λύματα μέσω αγωγού οδηγούνται στο φρεάτιο μερισμού της κύριας βιολογικής βαθμίδας. Το φρεάτιο περιλαμβάνει δυο θαλάμους εισόδου και θαλάμους φόρτισης των γραμμών κύριας βιολογικής επεξεργασίας. Το μίγμα λυμάτων και ιλύος αναμιγνύεται και τελικά υπερχειλίζει στα δυο φρεάτια φόρτισης. Έπειτα, τα λύματα οδηγούνται στις δεξαμενές απονιτροποίησης με τη βοήθεια υποβρυχίων οπών. Σε κάθε οπή έχει εγκατασταθεί θυρόφραγμα απομόνωσης από ανοξειδωτο χάλυβα.

2.7 Αποφωσφόρωση

Η απομάκρυνση του φωσφόρου των λυμάτων γίνεται με βιολογική και χημική επεξεργασία.

Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου

Για τη βιολογική διεργασία έχουν κατασκευαστεί δυο αναερόβιες δεξαμενές. Τα λύματα από το φρεάτιο μερισμού οδηγούνται στην αναερόβια δεξαμενή απομάκρυνσης φωσφόρου. Από το φρεάτιο αυτό ξεκινάει και ο αγωγός παράκαμψης της βιολογικής επεξεργασίας προς το φρεάτιο εξόδου της μονάδας. Στην είσοδο του αγωγού έχει εγκατασταθεί θυρόφραγμα απομόνωσης που ανοίγει σε περίπτωση παράκαμψης και διοχετεύει τα λύματα και την ανακυκλοφορία ιλύος απευθείας στην επόμενη μονάδα επεξεργασίας.

Ο συνολικός όγκος της δεξαμενής αποφωσφόρωσης είναι 690m³ και αποτελείται από δυο διαμερίσματα που συνδέονται μεταξύ τους με υποβρύχια οπή. Η δεξαμενή είναι κλειστή με πλάκα από σκυρόδεμα και διαθέτει ανοίγματα με αφαιρετά καλύμματα για την έξοδο των αναδευτήρων και την πρόσβαση εντός της δεξαμενής. Σε κάθε διαμέρισμα έχει εγκατασταθεί ένας υποβρύχιος αναδευτήρας του οποίου η λειτουργία είναι συνεχής και ελέγχεται μέσω του PLC.

Χημική απομάκρυνση φωσφόρου

Για την περαιτέρω μείωση της συγκέντρωσης φωσφόρου έχει εγκατασταθεί σύστημα χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου και συγκεκριμένα καρακρήμιση με κροκιδωτικό μέσο. Ως κροκιδωτικό μέσο επιλέγεται διάλυμα άλατος σιδήρου, το οποίο βοηθάει στην απομάκρυνση του φωσφόρου με τη δημιουργία ιζήματος και απομακρύνεται τελικά με την περίσσεια ιλύος. Για την προσθήκη του χημικού έχουν εγκατασταθεί δυο δοσομετρικές αντλίες με αυτόματη ρύθμιση συχνότητας, όπου η μια είναι εφεδρική.

Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των δοσομετρικών αντλιών ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας μέσω ενός διακόπτη.

2.8 Ανοξικές δεξαμενές

Τα λύματα από την μονάδα βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου υπερχειλίζουν στην μονάδα απονιτροποίησης μέσω δυο υπερχειλιστών. Η δεξαμενή προαπονιτροποίησης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να ικανοποιεί αυτόνομα τις ανάγκες ανοξικού όγκου για πλήρη απονιτροποίηση. Κατά μήκος της δεξαμενής υπάρχει εσωτερικό τοίχείο για την μεγιστοποίηση της διαδρομής του υγρού στην δεξαμενή. Σε κάθε δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί τέσσερις υποβρύχιοι αναδευτήρες ισχύος 1.50KW που εξασφαλίζουν μεγάλη ανάδευση.

Για την επίσκεψη και την εξαγωγή προς συντήρηση ή επισκευή των αναδευτήρων έχουν κατασκευαστεί γέφυρες πρόσβασης από σκυρόδεμα, πάνω στις οποίες έχουν τοποθετηθεί μηχανισμοί ανύψωσης των μηχανημάτων.



2.9 Δεξαμενές αερισμού

Το ανάμικτο υγρό από την δεξαμενή προαπονιτροποίησης οδηγείται στη δεξαμενή αερισμού στην οποία πραγματοποιούνται οι βιολογικές διεργασίες της οξειδωσης του οργανικού φορτίου, της νιτροποίησης και της σταθεροποίησης της βιολογικής ιλύς. Σε κάθε δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί δυο αργόστροφοι επιφανειακοί αεριστήρες ισχύος 30.0KW. Στην έξοδο των δεξαμενών αερισμού έχουν εγκατασταθεί τέσσερις υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού ενώ στην αποθήκη υπάρχει μια εφεδρική αντλία. Οι αντλίες είναι εγκατεστημένες σε φρεάτιο εντός των δεξαμενών αερισμού ώστε με κατάλληλο χειρισμό να υπάρχει δυνατότητα για εκκένωση της δεξαμενής αερισμού απευθείας στο κανάλι εξόδου της δεξαμενής. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιών συνδέονται σε κοινό αγωγό ο οποίος οδηγεί το ανάμικτο υγρό στην είσοδο της δεξαμενής απονιτροποίησης.

Η έξοδος του ανάμικτου υγρού από τη δεξαμενή πραγματοποιείται μέσω υπερχειλιστή λεπτής στέψης που κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα. Το ανάμικτο υγρό από κάθε δεξαμενή υπερχειλίζει σε ειδικό κανάλι και από εκεί σε φρεάτιο μερισμού της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

2.10 Φρεάτιο μερισμού καθίζησης

Τα φρεάτιο περιλαμβάνει δυο θαλάμους, το θάλαμο εισόδου και τους θαλάμους φόρτισης των γραμμών κύριας βιολογικής επεξεργασίας. Ο πρώτος θάλαμος έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξασφαλίζει την σταθερή παροχή των λυμάτων και έχει εγκατασταθεί μετρητής αιωρούμενων στερεών ώστε να ρυθμίζεται ο χρόνος λειτουργίας του αντλιοστασίου. Τα λύματα από τον πρώτο θάλαμο υπερχειλίζουν στο δυο φρεάτια φόρτισης και έπειτα οδηγούνται μέσω αγωγών στις δεξαμενές καθίζησης. Στην είσοδο κάθε αγωγού έχει εγκατασταθεί θυρόφραγμα απομόνωσης με χειροκίνητο στρόφαλο κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα.

2.11 Δεξαμενές τελικής καθίζησης

Στις δεξαμενές τελικής καθίζησης πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της βιολογικής ιλύος από τα επεξεργασμένα λύματα, τα οποία οδηγούνται στην μονάδα απολύμανσης. Υπάρχουν δυο κυκλικές δεξαμενές καθίζησης οι οποίες είναι εξοπλισμένες με περιστρεφόμενους σαρωτές. Τα λύματα από τη δεξαμενή αερισμού τροφοδοτούνται στο κέντρο κάθε δεξαμενής καθίζησης μέσω χαλύβδινου αγωγού Φ350 ο

οποίος είναι τοποθετημένος εσωτερικά και ομοαξονικά της κεντρικής κολώνας. Η κεντρική κολώνα φέρει ανοίγματα έτσι ώστε η ταχύτητα των λυμάτων που εισέρχονται στη δεξαμενή να μειώνεται σημαντικά και να αποφεύγονται συνθήκες ανατάραξης. Επίσης, στο κέντρο της κολώνας έχει εγκατασταθεί χαλύβδινο τύμπανο το οποίο χρησιμεύει σαν ανακλαστήρας της εισερχόμενης παροχής και έτσι επιτυγχάνεται η βέλτιστη ομοιομορφία κατανομής και η εξομάλυνση της εισερχόμενης ροής. Η ροή του υγρού μέσα στη δεξαμενή έχει ακτινική πορεία ενώ κατά τη διάρκεια της διαδρομής τα σωματίδια της ιλύος αποχωρίζονται από την πορεία του υγρού και καθιζάνουν στον πυθμένα, ο οποίος έχει κατάλληλη κλίση ώστε να το οδηγεί στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής. Έπειτα, τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα χλωρίωσης μέσω αγωγών Φ250 και Φ355.



2.12 Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος

Για την επανακυκλοφορία και την εξαγωγή ιλύος του συστήματος έχει κατασκευαστεί ενιαίο αντλιοστάσιο ιλύος. Από τις δεξαμενές καθίζησης η ιλύς μεταφέρεται στο αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας ιλύς στο οποίο εισέρχεται μέσω χαλύβδινων αγωγών. Σ' αυτό το αντλιοστάσιο υπάρχουν τρεις υποβρύχιες αντλίες, όπου η μια είναι εφεδρική. Οι αντλίες είναι υποβρύχιου τύπου και οι καταθλιπτικοί αγωγοί συνδέονται σε κοινό αγωγό Φ250.

Το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος διαθέτει δυο υποβρύχιες αντλίες οι οποίες και αυτές είναι υποβρύχιου τύπου και συνδέονται σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό που οδηγεί την περίσσεια ιλύ στη δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος.

Η λειτουργία τους ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα που γίνεται από το PLC. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας μέσω διακόπτη. Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κέντρο ελέγχου. Στο κοινό αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – περισσειας ιλύος υπάρχει διακόπτης χαμηλής στάθμης για την προστασία των αντλιών από εν ξηρώ λειτουργία.

2.13 Μονάδα απολύμανσης

Η μονάδα απολύμανσης περιλαμβάνει τη δεξαμενή χλωρίωσης και τον οικίσκο αποθήκευσης και δοσομέτρησης του χλωριωτικού μέσου.

Δεξαμενή χλωρίωσης

Τα επεξεργασμένα λύματα από το τελικό φρεάτιο εξόδου των καθιζήσεων οδηγούνται με αγωγό στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής χλωρίωσης και από εκεί υπερχειλίζουν στη δεξαμενή χλωρίωσης.

Η δεξαμενή χλωρίωσης διαστασιολογείται για χρόνο παραμονής 20min στην παροχή αιχμής. Διαθέτει ανοξείδωτο υπερχειλιστή μέσω του οποίου τα επεξεργασμένα και χλωριωμένα πλέον λύματα υπερχειλίζουν στη δεξαμενή συγκέντρωσης βιομηχανικού νερού. Περιμετρικά της δεξαμενής χλωρίωσης υπάρχουν κιγκλιδώματα ασφαλείας για λόγους ασφαλείας.



Συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου

Το συγκρότημα της απολύμανσης εξυπηρετείται από παράπλευρο κτίριο το οποίο αποτελείται από τρεις ανεξάρτητους χώρους. Στον πρώτο χώρο βρίσκεται το δοχείο διαλύματος του κροκιδωτικού (FeClSO_4). Στον δεύτερο χώρο έχουν εγκατασταθεί δοχεία αποθήκευσης του διαλύματος NaOCl που χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό μέσο. Τα δοχεία αποθήκευσης είναι κατασκευασμένα από σκληρό πολυαιθυλένιο. Διαθέτουν στεγανή θυρίδα για ανθρώπινη επίσκεψη, σύστημα απευθείας πλήρωσης από βυτιοφόρο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και υδραυλικά εξαρτήματα για τη στήριξη και σύνδεση με τη διάταξη δοσομέτρησης. Επίσης, τα δοχεία είναι υπερυψωμένα από το δάπεδο ελάχιστα ώστε να επιτυγχάνεται η εκκένωση, στράγγιση και πλύση τους. Στον τρίτο χώρο έχουν εγκατασταθεί οι δοσομετρικές αντλίες του διαλύματος FeClSO_4 , του χλωρίου, το δοχείο ημερήσιας κατανάλωσης χλωρίου και το πιεστικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού.

2.14 Δεξαμενή ομογενοποίησης ιλύος

Το μίγμα χημικής και σταθεροποιημένης βιολογικής ιλύος από τη βιολογική βαθμίδα, οδηγείται μέσω του αντλιοστασίου περίσσειας ιλύος, προς τη δεξαμενή συγκέντρωσης – ομογενοποίησης ιλύος. Η δεξαμενή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επαρκεί για την αποθήκευση της περίσσειας ιλύος κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου ή των αργιών. Έτσι εξασφαλίζεται η δυνατότητα αποθήκευσης της ιλύος κατά τις ημέρες που δεν λειτουργεί η γραμμή επεξεργασίας ιλύος. Η δεξαμενή αυτή είναι κλειστή ορθογωνική κατασκευασμένη από σκυρόδεμα.

Η ιλύς αναρροφάται από τον πυθμένα της δεξαμενής μέσω του αντλιοστασίου τροφοδοσίας της μονάδας πάχυνσης, το οποίο είναι εγκατεστημένο μέσα στο κτίριο πάχυνσης – αφυδάτωσης το οποίο χωροθετείται παράπλευρα.

2.15 Μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης και κροκιδωτής

Από τη δεξαμενή συγκέντρωσης – ομογενοποίησης ιλύος η ιλύς οδηγείται μέσω του αντλιοστασίου ιλύος στη μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης η οποία στεγάζεται σε κτίριο με τον κατάλληλο εξοπλισμό.

Το κτίριο πάχυνσης – αφυδάτωσης αποτελείται από τους εξής χώρους:

- Εξοπλισμό πάχυνσης – αφυδάτωσης

- Αντλιοστάσιο ιλύος
- Αποθήκη επιφάνειας
- Χώρος WC, ντους, νιπτήρα
- Στέγαστρο χώρου φόρτωσης αφυδατωμένης ιλύος
- Στο κτίριο στεγάζεται ο εξής εξοπλισμός:
- Το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας της ιλύος
- Η μονάδα μηχανικής πάχυνσης
- Η μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης
- Το συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη
- Η διάταξη μεταφοράς της αφυδατωμένης ιλύος
- Ο υπόλοιπος βοηθητικός εξοπλισμός της μονάδας (ηλεκτρικός πίνακας, PLC)

Για την τροφοδοσία της ιλύος στη μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης έχει εγκατασταθεί αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ξηρού τύπου, σε ανεξάρτητο χώρο μέσα στο κτίριο που αποτελείται από δυο αντλίες, όπου υπάρχει ανυψωτικός μηχανισμός.

Η πάχυνση της βιολογικής ιλύος πραγματοποιείται με σύστημα μικρού χρόνου παραμονής και συγκεκριμένα σε τράπεζα πάχυνσης. Η τράπεζα πάχυνσης αποτελείται από:

- Πλαίσιο από ανοξείδωτο χάλυβα
- Σύστημα διανομής της ιλύος στην ταινία
- Ιμάντας αφυδάτωσης
- Λεπίδα απόξεσης και απομάκρυνσης ιλύος
- Σύστημα πλύσης ιμάντα με ακροφύσια
- Διάταξη συλλογής στραγγισμάτων και υγρών πλύσης
- Σύστημα ευθυγράμμισης του ιμάντα
- Σύστημα κίνησης με αυξομειωτήρα στροφών
- Ηλεκτρικός πίνακας λειτουργίας και ελέγχου

Η ιλύς κατανέμεται ομοιόμορφα πάνω στην ταινία της τράπεζας και συντελείται ο διαχωρισμός των υγρών από την ιλύ με βαρύτητα. Η ταινία της τράπεζας εκπλένεται από ένα κλειστό κύκλωμα ψεκασμού εξοπλισμένο με μπέκ τα οποία αφαιρούν τα σωματίδια πάνω από τις ταινίες. Τα νερά και τα στραγγίσματα συγκεντρώνονται σ' έναν συλλεκτήρα από ανοξείδωτο χάλυβα ο οποίος είναι τοποθετημένος κάτω από την ταινία και οδηγούνται στο δίκτυο στραγγισμάτων. Σε όλα τα μηχανικά μέρη της τράπεζας υπάρχει εύκολη πρόσβαση για επιθεώρηση, συντήρηση ή επισκευή.

Για την αφυδάτωση της περίσσειας ιλύος υπάρχει μια ταινιοφιλτρόπεσσα με πλάτος ταινίας 2.50m. Τα στάδια της διαδικασίας αφυδάτωσης είναι τα εξής:

- 1) Διανομή ιλύος
- 2) Αφυδάτωση με βαρύτητα

3) Αφυδάτωση με συμπίεση

4) Απομάκρυνση της ιλύος

Η ταινιοφιλτρόπρεσσα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Πλαίσιο από ανοξείδωτο χάλυβα
- Ταινίες αφυδάτωσης
- Αυτόματο σύστημα ευθυγράμμισης ταινίας
- Σύστημα πλύσης
- Σύστημα συλλογής στραγγισμάτων
- Κινητήρας ρυθμιζόμενης ταχύτητας
- Ηλεκτρικός πίνακας λειτουργίας και ελέγχου

Κάθε ταινιοφιλτρόπρεσσα έχει ενσωματωμένη μια δεξαμενή κροκίδωσης κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα. Η δεξαμενή είναι οριζόντια με κεντρική φλάντζα εισόδου ιλύος και έχει κατάλληλη διάταξη έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ίση κατανομή της κροκιδωμένης ιλύος σε όλο το μήκος της ταινίας. Η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με ένα οριζόντιο αναδευτήρα μεταβλητής ταχύτητας και στον πυθμένα της υπάρχει αγωγός εκκένωσης.

Η απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος από την ταινιοφιλτρόπρεσσα γίνεται μέσω δυο συστημάτων λεπίδων, στη συνέχεια απορρίπτεται σε πλάκα και τέλος καταλήγει στο σύστημα απομάκρυνσης ιλύος.

Η κίνηση εξασφαλίζεται μέσω ηλεκτρομειωτήρα ισχύος 0.75KW που κινεί ένα κύλινδρο επενδυμένο με ειδικό ελαστικό. Υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας από τον πίνακα ελέγχου απευθείας στον μηχανισμό του κινητήρα ή με κατάλληλο χειρισμό σε χειροκίνητο αυξομειωτήρα στροφών. Η ρύθμιση της ταχύτητας μπορεί να γίνεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.



2.16 Αντλιοστάσιο στραγγιδίων

Το δίκτυο στραγγιδίων περιλαμβάνει αγωγούς από σκληρό PVC και ειδικά φρεάτια διακοπής/επίσκεψης. Το δίκτυο έχει σχεδιαστεί για την κάλυψη όλων των αναγκών της λειτουργίας του έργου και αποχετεύει τα ακάθαρτα του κτιρίου διοίκησης, τα στραγγίδια της μονάδας προεπεξεργασίας και τα στραγγίδια της μονάδας επεξεργασίας ιλύος. Τα στραγγίδια μέσω του δικτύου οδηγούνται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων μέσω του οποίου καταλήγουν στην είσοδο της μονάδας προεπεξεργασίας.

3. Έλεγχος λειτουργίας της μονάδας

Στην μονάδα επεξεργασίας λυμάτων έχει εγκατασταθεί σύστημα αυτοματισμού και τηλε-ελέγχου. Το σύστημα αποτελείται από το κέντρο ελέγχου και 3 βασικά υποσυστήματα.

- 1) Το υποσύστημα καταναμημένου ελέγχου που απαρτίζεται από τέσσερις μονάδες προγραμματιζόμενων ελεγκτών.
- 2) Το υποσύστημα του δικτύου επικοινωνιών το οποίο εξασφαλίζει υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων.
- 3) Το υποσύστημα υποστήριξης χειριστή που αποτελείται από: ηλεκτρονικό σύστημα (H/Y) και λογισμικό σύγχρονης τεχνολογίας το οποίο έχει εγκατασταθεί στο κέντρο ελέγχου που βρίσκεται σε ιδιαίτερο χώρο στο κτίριο διοίκησης.

Ως τοπικές μονάδες ελέγχου χρησιμοποιούνται τα PLC τα οποία έχουν υψηλή αξιοπιστία, επεκτασιμότητα, ευελιξία και ταχύτητα. Επίσης, εξασφαλίζουν τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια λειτουργίας δεδομένου ότι αποτελεί ανεξάρτητη μονάδα τοπικού ελέγχου. Στα PLC συνδέεται το υποσύστημα δικτύου επικοινωνιών το οποίο υλοποιεί την επικοινωνία του υποσυστήματος υποστήριξης χειριστή και την ενδοεπικοινωνία των στοιχείων του δικτύου. Αν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα σε κάποιο σταθμό αναγγέλεται σε όλους τους υπόλοιπους ώστε να προετοιμαστεί η κατάσταση επανένταξης του.

Το σύστημα αποτελείται από μια κεντρική και τρεις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, καθώς και το υπολογιστικό σύστημα του κέντρου ελέγχου. Κάθε μονάδα ελέγχου λειτουργεί αυτόνομα ελέγχοντας τις επιμέρους διαδικασίες και δέχεται και στέλνει πληροφορίες που αφορούν παραμέτρους, τηλεχειρισμούς, μετρήσεις, ρυθμίσεις κ.λπ.

Το υποσύστημα υποστήριξης χειριστή είναι εγκατεστημένο στο κέντρο ελέγχου του κτιρίου διοίκησης και αποτελείται από: ένα υπολογιστικό σύστημα, το σύστημα λογισμικού τηλεπίβλεψης και τηλεχειρισμού, και το διάγραμμα της εγκατάστασης. Το σύστημα λογισμικού διαχειρίζεται το σύνολο των δεδομένων που συλλέγονται από τις μονάδες, ώστε να είναι διαθέσιμες στον χειριστή του κέντρου ελέγχου με αποδοτικό τρόπο. Η παρακολούθηση της εξέλιξης των διαδικασιών, της λειτουργίας του εξοπλισμού και των μετρούμενων μεγεθών γίνεται με χρήση εικόνων στην οθόνη του Η/Υ. Όλες οι λειτουργίες μπορούν να τεθούν σε αυτόματη κατάσταση ή στον έλεγχο του χειριστή με απλό και γρήγορο τρόπο. Στον Η/Υ είναι συνδεδεμένος ένας εκτυπωτής στον οποίο καταγράφονται όλα τα μηνύματα από τα στοιχεία της εγκατάστασης και ένας δεύτερος που καταγράφονται τα επεξεργασμένα δεδομένα των μετρούμενων μεγεθών και παραμέτρων της εγκατάστασης.

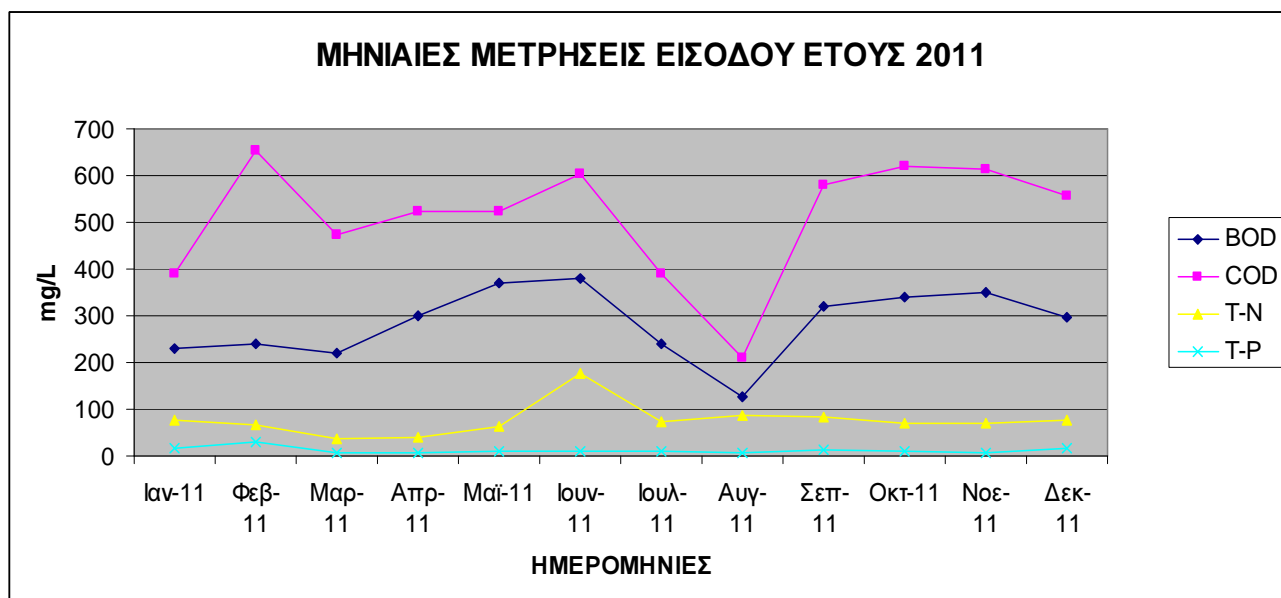
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

3

1. Αποτελέσματα ανάλυσης λυμάτων

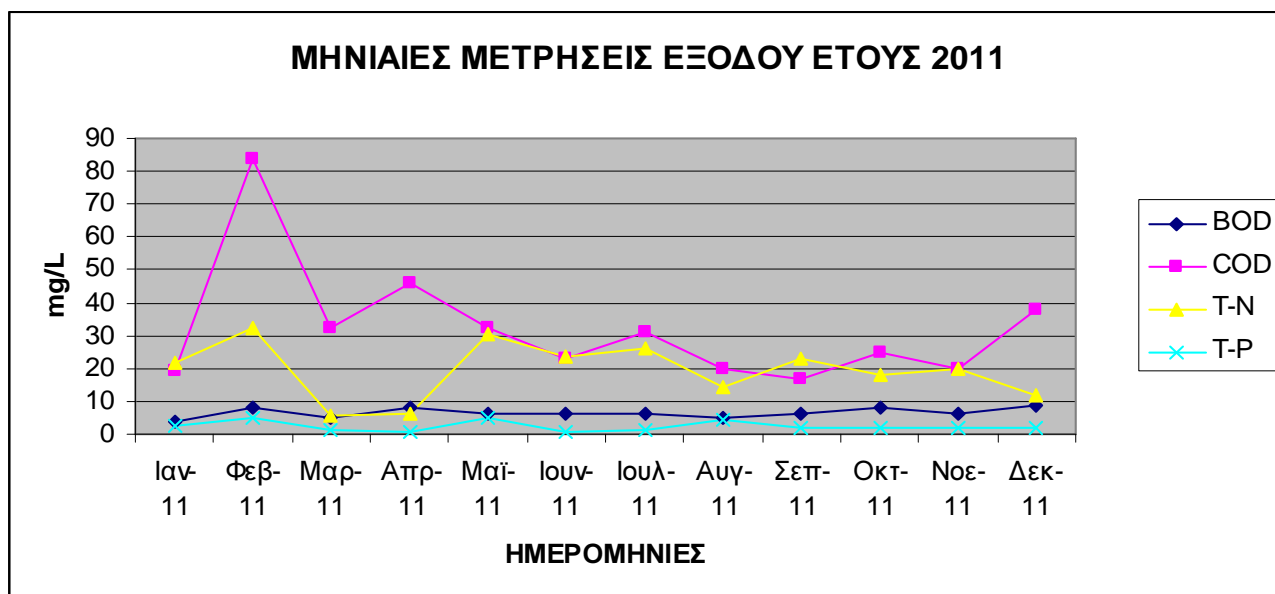
1.1 Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου έτους 2011

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	B.O.D. ₅ (mgO ₂ /L)	C.O.D. (mgO ₂ /L)	ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (mg/L)	ΟΛΙΚΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΣ (mg/L)
19-01-2011	230	390	78	16,1
16-02-2011	240	655	66	29
17-03-2011	220	475	37,5	5,8
20-04-2011	300	525	38,8	6,1
19-05-2011	370	522	65	8,7
16-06-2011	380	604	176,3	9,9
14-07-2011	240	390	72	8,5
24-08-2011	128	210	87,5	8,3
21-09-2011	320	580	85	12,8
25-10-2011	340	620	68,5	11,5
23-11-2011	350	613	70	8
14-12-2011	296	556	78	16



1.2 Μηνιαίες μετρήσεις εξόδου έτους 2011

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	B.O.D. ₅ (mgO ₂ /L)	C.O.D. (mgO ₂ /L)	ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (mg/L)	ΟΛΙΚΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟ Σ (mg/L)
19-01-2011	4	19	22	2,2
16-02-2011	8	84	32	5,2
17-03-2011	5	32	5,8	1,1
20-04-2011	8	46	6,3	0,8
19-05-2011	6	32	30,4	5
16-06-2011	6	23	23,3	0,8
14-07-2011	6	31	28	1
24-08-2011	5	20	14,5	4,5
21-09-2011	6	17	22,8	2,1
25-10-2011	8	25	18,2	1,6
23-11-2011	6	20	20	1,9
14-12-2011	9	38	12	2,1



2. Σχολιασμός

2.1 Σχολιασμός για μηνιαίες μετρήσεις εισόδου

Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται οι παράμετροι στην είσοδο και έξοδο του βιολογικού καθαρισμού Σητείας. Οι παράμετροι μετρούνται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (1 έτος) και συγκεκριμένα για το έτος 2011 όπου φαίνονται αναλυτικά για κάθε μήνα οι αυξομειώσεις.

Συγκεκριμένα, στην είσοδο του βιολογικού καθαρισμού παρουσιάζονται τα εξής:

Το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) είναι η σημαντικότερη παράμετρος της ισχύος της οργανικής ρύπανσης. Το BOD σε μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι ένας από τους δείκτες – κλειδιά προκειμένου να εκτιμηθεί η απόδοση της επεξεργασίας. Κάθε μήνα μετράται η κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου και παρατηρούμαι ότι από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούνιο το BOD αυξάνεται, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο – Αύγουστο) μειώνεται και τους χειμερινούς μήνες αυξάνεται πάλι. Επίσης παρατηρείται ότι στις 16/6/2011 το BOD είναι 380 mg/L.

Το COD πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το BOD γιατί οξειδώνονται όλες οι οργανικές ενώσεις. Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) παρουσιάζει μια σημαντική άνοδο κατά το μήνα Φεβρουάριο. Τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο – Αύγουστο) μειώνεται και το μήνα Σεπτέμβριο αυξάνεται πάλι.

Επίσης, και άλλοι παράμετροι όπως το ολικό άζωτο (T-N) και ο ολικός φώσφορος (T-P) παρουσιάζουν μεταβολές. Πιο συγκεκριμένα, το ολικό άζωτο εμφανίζει μια μεγάλη αύξηση κατά το μήνα Ιούνιο. Γενικά, οι τιμές του κυμαίνονται από 37,5 – 176,3 mg/L.

Οι μεταβολές του ολικού φωσφόρου (T-P) είναι γενικά πολύ μικρές κατά τη διάρκεια του έτους 2011. Όμως, το μήνα Φεβρουάριο εμφανίζει μια μικρή αύξηση στα 29 mg/L και έπειτα μειώνεται πάλι. Το μήνα Σεπτέμβριο αυξάνεται στα 12,8 mg/L όπου μειώνεται ξανά. Γενικά, οι τιμές του ολικού φωσφόρου κυμαίνονται από 5,8 – 29 mg/L.

2.2 Σχολιασμός για μηνιαίες μετρήσεις εξόδου

Οι μετρήσεις των παραμέτρων στην έξοδο του βιολογικού καθαρισμού Σητείας φαίνονται στο παραπάνω πίνακα και οι μεταβολές τους είναι οι εξής:

Το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) εμφανίζει γενικά μικρές μεταβολές ενώ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρούμαι ότι μένει σταθερό. Οι τιμές του κυμαίνονται από 4 – 9 mg/L.

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) είναι πάλι μεγαλύτερο από το BOD. Το COD εμφανίζει μια αύξηση το μήνα Φεβρουάριο όπου η μέτρηση του είναι στα 84 mg/L και τους επόμενους μήνες εμφανίζει μικρές διακυμάνσεις. Οι τιμές του κυμαίνονται από 19 – 84 mg/L.

Το ολικό άζωτο (T-N) κατά τη διάρκεια του έτους εμφανίζει μια αισθητή μείωση τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο όπου οι μετρήσεις είναι στα 5,8 mg/L και 6,3 mg/L αντίστοιχα. Στις 16/2-2011 παρατηρείται ότι το ολικό άζωτο είναι 32 mg/L.

Οι μεταβολές του ολικού φωσφόρου (T-P) είναι γενικά μικρές ενώ εμφανίζει αυξήσεις τους μήνες Φεβρουάριο, Μάιο και Αύγουστο. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0,8 – 5,2 mg/L.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι παραμετρικές τιμές των υγρών αποβλήτων σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ.

Παράμετροι	Συγκέντρωση	Ελάχιστη εκατοστιαία μείωση
COD	125 mg/L	75
BOD5	25 mg/L	70-90
Αιωρούμενα στερεά	35 mg/l άνω των 10.000 κατοίκων	90 άνω των 10.000 κατοίκων
Ολικός φώσφορος	2 mg/l άνω των 10.000 κατοίκων 1 mg/l άνω των 100.000 κατοίκων	80
Ολικό άζωτο	15 mg/l άνω των 10.000 κατοίκων 10 mg/l άνω των 100.000 κατοίκων	70-80

Πίνακας 4: Παραμετρικές τιμές υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα

2.3 Έλεγχος λειτουργίας βιολογικού καθαρισμού έτους 2011

Έτος	BOD ₅	COD	T-N	T-P
2011	✓	✓	—	—

Πίνακας 5: Παράμετροι βιολογικού καθαρισμού Σητείας

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει αν ο βιολογικός καθαρισμός Σητείας λειτουργεί σωστά. Τα σύμβολα υποδεικνύουν πως για την συγκεκριμένη παράμετρο και το έτος 2011 η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων πρώτον ικανοποιεί πλήρως τα κριτήρια απαιτήσεων συμμόρφωσης και δεύτερον δεν εμπίπτει στην υποχρέωση χαρακτηρισμού, βάσει της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα απόβλητα πρέπει να υποβάλλονται στην κατάλληλη επεξεργασία ώστε να μην δημιουργείται κίνδυνος ρύπανσης και να υπάρχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης τους.

3. Συμπεράσματα – προτάσεις

Η κατασκευή μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα των υδάτινων οικοσυστημάτων, όπως είναι οι θάλασσες, τα ποτάμια και οι λίμνες αλλά και τα υπόγεια νερά των υδροφορέων και των εδαφών. Γι αυτό το λόγο η επιστημονική κοινότητα στράφηκε σε εφικτές λύσεις για μικρές πόλεις και κοινότητες, αναπτύσσοντας μεθόδους οι οποίες απαιτούν χαμηλότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Σε όλη την Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί βιολογικοί καθαρισμοί λυμάτων. Με την κατασκευή τους έχει μειωθεί σε ένα σημαντικό βαθμό η ρύπανση του περιβάλλοντος και επίσης υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν λεπτομερώς τα πλεονεκτήματα του βιολογικού καθαρισμού Σητείας και τα οφέλη που προσφέρει στην πόλη ώστε να υπάρχει ένα υγιές περιβάλλον, οι θάλασσες να είναι καθαρές και να υπάρχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων για άρδευση και ύδρευση. Επίσης, παρουσιάστηκε ο τρόπος λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού Σητείας ο οποίος παίζει σημαντικό ρόλο ώστε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Σε μια εποχή που η μόλυνση πλησιάζει όλο και περισσότερο τα σπίτια μας έχουμε τη δυνατότητα όχι μόνο να την σταματήσουμε αλλά και να την εκμεταλλευτούμε προς όφελος μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μαρκαντωνάτος Γρηγόρης. "Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων".
2. Σαββάκης Κώστας. "Χημική τεχνολογία"
3. Σαββάκης Κώστας. "Περιβαλλοντική Τεχνολογία"
4. ΔΕΥΑ Σητείας. "Μελέτη βιολογικού καθαρισμού Σητείας και μετρήσεις λυμάτων"
5. Λημνίου Κατερίνα. "Επεξεργασία λυμάτων ξενοδοχειακής μονάδας με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος". Πτυχιακή Εργασία.
6. Καπετανάκη Αριστέα – Μαραγκάκη Μαρία. "Παρακολούθηση των παραμέτρων της ρύπανσης του Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου". Πτυχιακή Εργασία.
7. Από ηλεκτρονική πηγή: www.ypeka.plexscape.com.
8. Από ηλεκτρονική πηγή: www.anatoliki.gr