



Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
(*πρ. Τ.Ε.Ι. Πάτρας & πρ. Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου*)

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

Μ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ 1, 26334, ΠΑΤΡΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΚΑΛΥΜΝΟΥ-
ΛΙΑΝΟΧΩΡΙΟΥ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΡΒΑΡΑ

ΒΕΝΕΤΟΥΛΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΧΑΛΑΣΤΗ ΕΙΡΗΝΗ-ΙΩΑΝΝΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ ΠΑΝ. ΚΑΚΑΒΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2016

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κακαβά Παναγιώτη για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, αλλά και για την υπομονή που έκανε κατά το διάστημα υλοποίησης της πτυχιακής μας. Τον ευχαριστούμε επίσης για τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μας παρείχε για την εκπόνηση της πτυχιακή μας εργασίας στο συγκεκριμένο τομέα καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας μας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να απευθύνουμε στον διευθυντή της δημοτικής επιχείρησης ύδρευσης – αποχέτευσης Καλύμνου (Δ.Ε.Υ.Α.Κ) κ.Λαζαρή Μ. Διαμαντή και στον τεχνικό διευθυντή κ. Τσαμπίκο Σιδερή που μας επέτρεψαν να χρησιμοποιήσουμε μέρος της μελέτης στην εργασία μας από τον Βιολογικό Καθαρισμό της Καλύμνου διότι χωρίς αυτό το πολύτιμο υλικό δεν θα είχε υλοποιηθεί με επιτυχία η πτυχιακή μας.

Τέλος, θα ήταν παράλειψή μας να μην ευχαριστήσουμε την κα. Ζωή Δεδούση, υπάλληλος διεύθυνσης περιβαλλοντικής αδειοδότησης του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και τις οικογένειές μας οι οποίες στήριξαν τις σπουδές μας με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μας και τους καρδιακούς μας φίλους για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους.

Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί μια περιγραφή της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της πόλης Καλύμνου στην περιοχή Γιαννοχώραφα-Λιανοχωρίου.

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστεί ως πρώτο μέρος η θεωρητική ανάλυση που σχετίζεται με τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων αλλά και να γίνει μια σύντομη αναφορά στο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων των λυμάτων καθώς και της εφαρμογής διαφόρων συστημάτων βιολογικού καθαρισμού. Επίσης, έχουν συμπεριληφθεί κάποιες πειραματικές διαδικασίες για την καλύτερη κατανόηση των λειτουργικών παραμέτρων μιας εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Τέλος ως δεύτερο μέρος παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μονάδας.



**ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΚΑΛΥΜΝΟΥ (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.)**

Γραφείο Διευθυντή
Ταχ. Διεύθυνση: Ανάληψη
85200 Κάλυμνος
Πληρ. τηλ. : 2243059512
Fax : 2243059539

Κάλυμνος 19/05/2015
Αρ. Πρωτ.1902 / 2015

Προς: κ. Βενετούλη Αικ.

**Θέμα : Χορήγηση βεβαίωσης .
Σχετ: Η με αρ. πρωτ. 1895/2015 αίτησή σας.**

Σε συνέχεια του ανωτέρου σχετικού , επιτρέπεται στην κ. Βενετούλη Αικατερίνη να χρησιμοποιήσει μέρος της μελέτης, για τον Βιολογικό Καθαρισμό Καλύμνου, για την πτυχιακή της εργασία



Ο Διευθυντής

Λαζαράκης Μ. Διαμαντής
Χημικός Μηχανικός

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστριών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένες σπουδάστριες έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής αναλαμβάνοντας τις ευθύνες επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδάστριες

(Όνοματεπώνυμο) (Όνοματεπώνυμο) (Όνοματεπώνυμο)

.....

.....

.....

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Πρόλογος.....	3
Περιεχόμενα	6
1. ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ, ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	9
1.1. Εισαγωγή	9
1.2. Οι κατηγορίες των υγρών αποβλήτων	11
1.2.1. Σύσταση υγρών αποβλήτων	12
1.3. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων	12
1.4. Φυσικά χαρακτηριστικά	13
1.5. Οργανικά χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	17
1.6. Παράμετροι ποιότητας νερού και αποβλήτων.....	20
1.6.1. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand) -COD.	20
1.6.2. Ολικός οργανικός άνθρακας (Total Organic Carbon) –TOC.....	21
1.6.3. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand) - BOD.	21
1.6.4. Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen) – DO	23
1.7. Ανόργανα χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	25
1.8. Βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά	28
1.8.1. Παθογόνοι μικροοργανισμοί.....	28
1.8.2. Σαπροφυτικοί οργανισμοί	28
1.9. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων	30
1.9.1. Γενικά.....	30
.....	32
1.10.Σχεδιασμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	32
1.11. Στάδια βιολογικού καθαρισμού υγρών αποβλήτων.....	33
1.11.1. Προεπεξεργασία	33
1.11.2. Πρωτοβάθμια μηχανική επεξεργασία υγρών αποβλήτων	36
1.11.3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων.....	38
1.11.4.Τριτοβάθμια Επεξεργασία (Προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων)	41
1.12. Συστήματα βιολογικού καθαρισμού.....	43
1.12.1.Μέθοδος δραστικής λάσπης ή ενεργού ιλύος (activated sludge).....	43

1.12.2. Δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης	45
1.12.3. Δεξαμενές σταθεροποίησης	48
1.12.4. Χαλικοδιύλιστήρια ή βιολογικά φίλτρα (trikling filter or biological filter): .	49
1.12.5. Βιολογικός πύργος (biological tower):.....	50
1.12.6. Βιολογικός δίσκος (biological disk):.....	51
1.13. Απομάκρυνση θρεπτικών αλάτων	53
1.13.1. Απομάκρυνση φωσφόρου	53
1.13.2. Απομάκρυνση αζώτου.....	54
1.14. Απολύμανση υγρών αποβλήτων.....	57
1.15. Διάθεση υγρών αποβλήτων	62
1.15.1. Υπόγεια διάθεση	62
1.15.2. Επιφανειακή διάθεση στο έδαφος.....	63
1.15.3. Διάθεση σε επιφανειακά νερά	64
1.15.4. Διάθεση λάσπης	66
1.16. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων	68
1.16.1. Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση καλλιεργειών	70
1.16.2. Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων.....	71
1.16.3. Αστική επαναχρησιμοποίηση.....	72
1.16.4. Επαναχρησιμοποίηση για σκοπούς ύδρευσης.....	72
1.16.5. Παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη και θέσπιση κριτηρίων	73
1.17. Πειραματική διαδικασία	74
1.17.1. Υπολογισμός συστήματος διύλισης	74
1.17.2. Υπολογισμός απόδοσης Χαλικοδιυλιστηρίου.....	78
1.17.3. Υπολογισμός απόδοσης δεξαμενής καθίζησης.....	80
1.18. Θεσμικό πλαίσιο υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα και στην ΕΕ	81
1.18.1. Οδηγία Π.Ο.Υ.	81
1.18.2. Το Ισχύον Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα	82
2. ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	
ΔΗΜΟΥ ΚΑΛΥΜΝΟΥ-ΛΙΑΝΟΧΩΡΙΟΥ	83
2.1. Γενικά	83
2.1.1. Στόχος και σημασία του έργου	84
2.1.2. Γενική περιγραφή μονάδων εγκατάστασης.....	85
2.1.3. Περιγραφή διαγράμματος ροής.....	89

2.1.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισερχόμενων λυμάτων – Δεδομένα σχεδιασμού	91
2.1.5. Χαρακτηριστικά εκροής επεξεργασμένων λυμάτων	92
2.2. Περιγραφή και διαστασιολόγηση μονάδων του έργου	93
2.2.1. Μονάδα βοθρολυμάτων	93
2.2.2. Μονάδα εσχάρωσης - εξάμμωσης	96
2.2.3. Βιολογικοί αντιδραστήρες	101
2.2.4. Δεξαμενή βιοεπιλογής	101
2.2.5. Μεριστής παροχής βιολογικού αντιδραστήρα	101
2.2.6. Δεξαμενές απονιτροποίησης	102
2.2.7. Δεξαμενές αερισμού	103
2.2.8. Μεριστής παροχής δεξαμενών καθίζησης	106
2.2.9. Αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας ανάμεικτου υγρού	106
2.2.10. Δεξαμενές καθίζησης	107
2.2.11. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και Περίσσειας ιλύος	113
2.2.12. Χαρακτηριστικά ανακυκλοφορίας ιλύος	113
2.2.13. Χαρακτηριστικά περίσσειας ιλύος	114
2.2.14. Μονάδα απολύμανσης	115
2.2.15. Μονάδα μεταερισμού	118
2.2.16. Μονάδα πάχυνσης και αφυδάτωσης ιλύος	120
2.2.17. Μονάδα πάχυνσης της ιλύος	121
2.2.18. Μονάδα αφυδάτωσης ιλύος	122
2.2.19. Μεριστής παροχής	125
2.2.20. Διύλιση	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	130

1. ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ, ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

1.1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας θεωρείται απαραίτητη η ανάγκη για έναν οικισμό- πόλη σε επάρκεια πόσιμου νερού, η ύπαρξη συστήματος διαχείρισης των παραγομένων αποβλήτων και η διασφάλιση αποδεκτής ποιότητας για το περιβάλλον. Το πόσιμο νερό, που αποτελεί θείο δώρο για τον άνθρωπο, μετατρέπεται μετά από τη χρήση του σε υγρά απόβλητα τα οποία είναι ενοχλητικά.

Εκεί που τελειώνει το δίκτυο ύδρευσης αρχίζει η παραγωγή των υγρών αποβλήτων που τροφοδοτούν το δίκτυο αποχέτευσης. Η απ' ευθείας αποχέτευση (διάθεση) των υγρών αποβλήτων σε ένα φυσικό (συνήθως υδάτινο) αποδέκτη δεν αποτελεί λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν διάφορους τύπους ρύπων που βρίσκονται σε αιωρούμενη ή κolloειδή ή διαλυτή μορφή. Οι ρυπαντικές ουσίες εγκυμονούν κινδύνους για τους φυσικούς αποδέκτες και οι απ' ευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων δεν θεωρείται σήμερα αποδεκτή πρακτική.

Τα υγρά απόβλητα πρέπει να υποβάλλονται πριν από τη διάθεσή τους σε κατάλληλη επεξεργασία ώστε να μειώνονται οι επιπτώσεις στους αποδέκτες. Ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων έχει κυρίως ως στόχο την προστασία των υδάτινων πόρων.

Τα υγρά απόβλητα τα οποία συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης μιας πόλης προέρχονται από τις κατοικίες, από τα κτήρια που στεγάζονται διάφορες υπηρεσίες, από βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες και πιθανόν και από βιομηχανικές μονάδες. Επίσης το σύστημα αποχέτευσης μια πόλης παραλαμβάνει τα όμβρια ύδατα και δέχεται εισροές από υπόγεια ή και επιφανειακά νερά. Τα υγρά απόβλητα αντιστοιχούν σε επιμέρους ρεύματα τα οποία παροχετεύονται μέσω των αγωγών ή υπονόμων του αποχετευτικού δικτύου.

Το αποχετευτικό δίκτυο ενδέχεται να καταλήγει σε διαφορετικό συλλεκτήριο αγωγό για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα και σε διαφορετικό για τα υπόλοιπα επιμέρους ρεύματα που αθροίζονται στο συνολικό υγρό ρεύμα το οποίο ονομάζουμε αστικά λύματα. Εάν όμως όλα τα υγρά ρεύματα καταλήγουν στον ίδιο κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό και παράλληλα το ποσοστό των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων είναι σημαντικό τότε είμαστε υποχρεωμένοι να μιλάμε για ροή υγρών αστικών αποβλήτων στον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό.

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 απόλυση 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 διαλυόμενες 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 ιδιαίζοντα 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 Καλύμνου. Αναφέρονται οι βασικοί παράμετροι παρακολούθησης της λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού Καλύμνου, κατά τη διάρκεια ενός έτους.

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

1.2. Οι κατηγορίες των υγρών αποβλήτων

- **Αγροτικά απόβλητα** τα οποία περιέχουν κυρίως απορροές αγροτικών συστημάτων.
- **Αστικά λύματα** τα οποία είναι υγρά απόβλητα όπου περιέχουν κυρίως ανθρώπινα εκκρίματα και απόνερα οικιακής χρήσης.
- **Βιομηχανικά απόβλητα** ,όπου είναι υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται.

Ειδικότερα τα αστικά λύματα εφόσον δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό βιομηχανικών αποβλήτων και είναι σχετικά σταθερής ποιότητας , μπορούν να υποβληθούν σε τυποποιημένες μεθόδους επεξεργασίας καθαρισμού με δοκιμασμένα ικανοποιητικά

αποτελέσματα ¹(Μπουζιάνη, 2002).

1.2.1. Σύσταση υγρών αποβλήτων

Τα υγρά αστικά και βιομηχανικά απόβλητα αποτελούνται από 99.9% νερό στο οποίο βρίσκονται διαλυμένες μικρές συγκεντρώσεις αιωρούμενων και διαλυμένων οργανικών και ανόργανων στερεών καθώς και αξιόλογος αριθμός μικροοργανισμών και ιών. Τα συστατικά των αποβλήτων που θεωρούνται επιβλαβή είναι ογκώδη αντικείμενα, η άμμος, τα μικρού μεγέθους στερεά που αιωρούνται στη μάζα των αποβλήτων (αιωρούμενα στερεά), το οργανικό-φυσικό συστατικό (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη) οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και τα θρεπτικά στοιχεία (άζωτο και φώσφορος)² (Στάμου, 1995).

1.3. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων πρέπει να είναι γνωστά προκειμένου να γίνει σωστός σχεδιασμός της εγκατάστασης επεξεργασίας τους. Όταν η εγκατάσταση επεξεργασίας λειτουργεί και έχει ήδη ολοκληρωθεί η σύνδεση του συστήματος αποχέτευσης στον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό προσαγωγής των λυμάτων τότε η θέση στην οποία γίνεται προσδιορισμός των χαρακτηριστικών είναι η είσοδος στην εγκατάσταση επεξεργασίας. Όταν όμως βρισκόμαστε στο στάδιο του σχεδιασμού της εγκατάστασης τότε θα πρέπει να επιλεγούν κατάλληλες θέσεις στο δίκτυο αποχέτευσης για να γίνουν προσδιορισμοί των χαρακτηριστικών των επί μέρους ρευμάτων. Από τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών των επί μέρους ρευμάτων γίνεται ο υπολογισμός των αντίστοιχων χαρακτηριστικών των λυμάτων που θα τροφοδοτηθούν στη σχεδιαζόμενη εγκατάσταση.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων σε διάφορα σημεία της εγκατάστασης επεξεργασίας είναι απαραίτητα για την παρακολούθηση της λειτουργίας της. Επίσης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων θα πρέπει να είναι γνωστά προκειμένου να γίνει αξιολόγηση των επιπτώσεων από τη διάθεσή τους σε διάφορους αποδέκτες.

Ταξινόμηση των κυριότερων χαρακτηριστικών των αστικών λυμάτων:

¹ Μπουζιάνη Α., Σεπτέμβριος, 2002. Επιλογή μεθόδου επεξεργασίας λυμάτων και χωροθέτηση κατάλληλων μονάδων επεξεργασίας στο Δήμο Γόφων του νομού Τρικάλων. Διπλωματική Εργασία

² Στάμου Α. Ι. (1995). "Επεξεργασία Λυμάτων-Βιολογικός Καθαρισμός", Σύγχρονες Τεχνικές Προστασίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος για Αναπτυξη στα Νησιά, Σεπτέμβριος 1995, Άνδρος.

- Φυσικά
- Χημικά
- Βιοχημικά
- Μικροβιολογικά

1.4. Φυσικά χαρακτηριστικά

Στερεά

- Ολικά στερεά
- Αιωρούμενα στερεά

Τα στερεά που βρίσκονται στα λύματα μπορεί να είναι διαλυμένα, κολλοειδή και αιωρούμενα. Τα διαλυμένα στερεά έχουν διαστάσεις μικρότερες από 0.01 μm και δεν αποτελούν διακριτή φάση από την υγρή φάση των λυμάτων. Τα κολλοειδή έχουν διαστάσεις από 0,01 έως 1 μm και είναι ομοιόμορφα διασπαρμένα μέσα στην υγρή φάση, αλλά αποτελούν μια ξεχωριστή στερεά φάση. Τα κολλοειδή σωματίδια αποτελούνται από πολύ μικρές ενότητες που ονομάζονται μικκύλια (μικκύλιο = υποκοριστικό της αρχαίας ελληνικής λέξης μικρός = μικρός) και φέρουν συνήθως αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Τα αιωρούμενα στερεά έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις από τα κολλοειδή και αποτελούν επίσης μια ξεχωριστή στερεά φάση.

Για πρακτικούς λόγους στην περίπτωση των αστικών λυμάτων γίνονται προσδιορισμοί δύο κύριων κατηγοριών στερεών. Η μία κατηγορία είναι τα ολικά στερεά και η άλλη είναι τα αιωρούμενα στερεά. Τα ολικά στερεά προσδιορίζονται με εξάτμιση της υγρής φάσης και τα αιωρούμενα στερεά προσδιορίζονται από τη μάζα του υλικού που κατακρατείται μετά από διήθηση δια μέσου φίλτρου που έχει ανοίγματα πόρων 2,0 μm (ή και λιγότερο συνήθως 0,45 έως 2,0 μm). Η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας σε ολικά στερεά και της περιεκτικότητας σε αιωρούμενα στερεά εκφράζεται ως περιεκτικότητα σε διαλυμένα στερεά. Είναι φανερό ότι όλα σχεδόν τα κολλοειδή στερεά που περιέχονται στα λύματα δεν αντιστοιχούν σε αιωρούμενα στερεά αλλά εκφράζονται μαζί με το διαλυτό υλικό που περιέχεται ως διαλυμένα στερεά.

Η βιολογική επεξεργασία αντιμετωπίζει συνήθως διαλυτό (ή διαλυτοποιημένο) οργανικό υλικό. Η φυσική διεργασία της απλής καθίζησης είναι κατάλληλη για διαχωρισμό σωματιδίων μεγαλύτερων από 100 μm και η φυσικοχημική διεργασία της ιζηματοποίησης ενδείκνυται όταν είναι επιθυμητός ο διαχωρισμός και σωματιδίων κολλοειδών διαστάσεων (συνήθως

μέχρι 0,1 μm).

Ένα μέρος από τα ευμεγέθη αιωρούμενα στερεά είναι δυνατόν να διαχωρίζονται από τα λύματα με την απλή επεξεργασία της φυσικής καθίζησης (μη χημικά υποβοηθούμενη πρωτοβάθμια επεξεργασία). Η μάζα των αιωρούμενων στερεών (mg/L) διαχωρίζεται στην περιοχή του πυθμένα ογκομετρικού κυλίνδρου μετά από καθίζηση λυμάτων επί 60 min αντιστοιχεί στα καθιζάνοντα στερεά. Εναλλακτικά μπορεί να προσδιορίζεται ο όγκος που καταλαμβάνουν τα αιωρούμενα στερεά που καθιζάνουν στον πυθμένα κώνου Imhoff όγκου 1 L μετά από παραμονή επί 60 min και η τιμή αυτή (mg/L) να αναφέρεται επίσης ως καθιζάνοντα στερεά.

Τα ολικά στερεά των λυμάτων προσδιορίζονται με τοποθέτηση ενός όγκου δείγματος σε προζυγισμένη κάψα, εξάτμιση της υγρής φάσης σε θερμοκρασία 103-104 °C και ζύγιση της κάψας με τα στερεά όταν έχουμε φτάσει σε σταθερό τελικό βάρος (πλήρης εξάτμιση της υγρής φάσης).

Τα αιωρούμενα στερεά προσδιορίζονται με διήθηση ενός όγκου δείγματος δια μέσου φίλτρου ινών υάλου ή μεμβράνης που έχει ανοίγματα μικρότερα από 2.0 μm [π.χ. φίλτρα Whatman τύπου GF/A (με άνοιγμα πόρων 1.6 μm), φίλτρα Gelman τύπου A/E (με άνοιγμα πόρων 1 μm) κ.λπ.].

Τα στερεά (ολικά και αιωρούμενα) αποτελούνται από δύο επί μέρους ομάδες. Η μία ομάδα αντιστοιχεί σε οργανικό υλικό (πτητικά στερεά) και η άλλη ομάδα σε ανόργανο υλικό (μη πτητικά στερεά). Σε αρκετές περιπτώσεις ισχυρών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων η συγκέντρωση οργανικού υλικού αναφέρεται σε όρους πτητικών υλικών στερεών (ΠΟΣ) [Total volatile solids, TVS].

Ο προσδιορισμός των πτητικών στερεών (ολικών ή αιωρούμενων) γίνεται με καύση των στερεών που έχουν διαχωριστεί κατά τον προσδιορισμό των υλικών ή αιωρούμενων στερεών στους 550-600 °C. Στην υψηλή όμως αυτή θερμοκρασία γίνεται και διάσπαση ανθρακικών ή και όξινων ανθρακικών αλάτων που αντιστοιχούν σε ανόργανο υλικό. Όμως τα σχετικά ποσοστά των ανόργανων στερεών που διασπώνται είναι συνήθως αρκετά μικρά για την περίπτωση των αστικών λυμάτων και έτσι δίνει αρκετά καλή ακρίβεια η παραδοχή ότι τα πτητικά στερεά αντιστοιχούν αποκλειστικά στο οργανικό υλικό. Σημειώνεται ότι για να είναι δυνατός ο προσδιορισμός των πτητικών αιωρούμενων στερεών θα πρέπει ο αντίστοιχος προσδιορισμός των αιωρούμενων στερεών να έχει γίνει σε φίλτρο ινών υάλου που δε μεταβάλλεται το βάρος του μετά από πύρωση στους 550-600 °C.

Θολότητα

Η θολότητα, ένα μέτρο των χαρακτηριστικών διάδοσης του φωτός μέσω του νερού, είναι ένα ακόμη ενδεικτικό τεστ της ποιότητας αποβλήτων ως προς κολλοειδής ενώσεις και αιωρούμενα συστατικά. Η μέτρηση της θολότητας βασίζεται στην σύγκριση διαθλασιμότητας ή απορρόφησης φωτός σε σχέση μ' ένα πρότυπο διάλυμα. Κολλοειδή συστατικά διαθλούν ή απορροφούν φως χαρακτηριστικού μήκους κύματος και δεν επιτρέπουν την διαπέραση. Γενικά δεν υπάρχει καμία άμεση σχέση μεταξύ θολότητας και συγκέντρωσης αιωρούμενων συστατικών σ' ένα ακατέργαστο λύμα. Για τον προσδιορισμό της θολότητας το νερό συγκρίνεται με διάλυμα γνωστής θολότητας.

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

Χρώμα

Το χρώμα συνδέεται με το χρόνο παραγωγής των υγρών αποβλήτων. Τα φρέσκα απόβλητα εμφανίζουν καφέ-γκρίζο χρώμα που μεταβάλλεται σταδιακά σε σκούρο γκρι και τέλος σε μαύρο όσο παραμένουν στο δίκτυο λόγω της δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών. Στην τελευταία περίπτωση το απόβλητο χαρακτηρίζεται σαν σηπτικό. Η απομάκρυνση γίνεται με χημική μέθοδο.

Οσμή

Οσμές σε αστικά υγρά απόβλητα προκύπτουν συνήθως από εκλυόμενα αέρια κατά την αποσύνθεση οργανικών υλικών ή ουσιών που προστίθενται στο απόβλητο. Οι κυριότερες ουσίες που ευθύνονται για την οσμή των αστικών λυμάτων είναι οι αμίνες, η αμμωνία, το υδρόθειο, οι μερκαπτάνες και η σκατόλη. Η οσμή μετριέται σε οργανοληπτική βάση από μια κατάλληλα επιλεγμένη ομάδα ανθρώπων. Η πλέον χαρακτηριστική οσμή σηπτικών υγρών αποβλήτων είναι αυτή των «κλούβιων» αυγών που προέρχεται από το H₂S, το οποίο παράγεται μέσω θεικοαναγωγικών μικροοργανισμών. Βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να περιέχουν ουσίες που μυρίζουν ή που παράγουν οσμές κατά την διαδικασία επεξεργασίας. Ενώ άλλα χαρακτηριστικά αποβλήτων (με εξαίρεση το χρώμα) διαφεύγουν των αισθήσεων μας, οπότε τα αγνοούμε, η οσμή διεγείρει άμεσα το οργανοληπτικό μας σύστημα. Η απομάκρυνση της οσμής γίνεται με εμπλουτισμό των αποβλήτων σε οξυγόνο ή με οξειδωτικά μέσα.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία υγρών αποβλήτων είναι εν γένει υψηλότερη από αυτή του πόσιμου νερού και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μέρος του νερού θερμαίνεται κατά τις οικιακές και βιομηχανικές δραστηριότητες. Επειδή η θερμική χωρητικότητα του νερού είναι υψηλότερη από αυτή του αέρα, οι παρατηρούμενες θερμοκρασίες υγρών αποβλήτων είναι υψηλότερες από ότι οι τοπικές θερμοκρασίες αέρα κατά την μέγιστη διάρκεια του έτους και είναι χαμηλότερες μόνο κατά τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες. Ανάλογα με την γεωγραφική τοποθεσία, η κατά μέσω όρο ετήσια θερμοκρασία των λυμάτων κυμαίνεται στους 10 – 21 °C.

Αυτή η ιδιαιτερότητα θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα πολύ σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό της μονάδας επεξεργασίας. Σε διαφορετική περίπτωση η μονάδα είναι πολύ πιθανό είτε να οδηγηθεί σε αστοχία, ή να έχουν δαπανηθεί ποσά μεγαλύτερα αυτών που πραγματικά απαιτούντο για τη κατασκευή της. Ο λόγος για τον οποίο υπάρχει διαφορά, έγκειται στο γεγονός ότι τα βακτήρια, που αναλαμβάνουν την βιοαποδόμηση των ρυπαντών στα λύματα, παρουσιάζουν δραστηριότητα που ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία. Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες είναι γενικά πιο δραστήρια αποδομώντας ταχύτερα το ρυπαντικό φορτίο. Πάντως, κατά την καλοκαιρινή περίοδο όπου έχουμε υψηλότερες θερμοκρασίες, υπάρχει και έντονος τουρισμός, οπότε στον σχεδιασμό υπεισέρχεται και ο παράγοντας της εποχιακής αύξησης του πληθυσμού για κάποιες περιοχές, ενώ σε άλλες, μη τουριστικές, ο πληθυσμός κάλλιστα μπορεί να μειώνεται. Έτσι, παρότι δεν είναι αποκλειστικό κριτήριο η θερμοκρασία, θα πρέπει όμως να συνυπολογίζεται. Μια λύση που είναι διαδεδομένη σε μεγαλύτερες μονάδες είναι η κατασκευή δύο ξεχωριστών δεξαμενών, όπου η «χειμερινή» επαρκή για την χειμερινή περίοδο, ενώ το καλοκαίρι τίθεται σε λειτουργία και η «εαρινή» δεξαμενή.

Η θερμοκρασία του νερού είναι μια σημαντική παράμετρος ένεκα της επίδρασής της στις χημικές & βιοχημικές αντιδράσεις και στις ταχύτητές της, στην υδρόβια ζωή και στην καταλληλότητα νερού για διάφορες χρήσεις. Αυξανόμενες θερμοκρασίες π.χ. μπορούν να προκαλέσουν μια αλλαγή στα είδη ψαριών που υπάρχουν στον αποδέκτη. Η διαλυτότητα του οξυγόνου μειώνεται σε αυξανόμενη θερμοκρασία, η οποία σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη ταχύτητα βιοαντιδράσεων που προκύπτει ακριβώς λόγω των μεγαλύτερων θερμοκρασιών, μπορεί να προκαλέσει σοβαρή έλλειψη οξυγόνου, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το άριστο θερμικό πλαίσιο για ανάπτυξη μικροοργανισμών είναι 20 – 35°C. Στους 10°C μεθανιογόνοι μικροοργανισμοί γίνονται αδρανείς και στους 5°C υποκύπτει η νιτροποιητική ικανότητα των αυτότροφων. Στους 2°C οι χημειοετερότροφοι οργανισμοί πέφτουν σε λήθαργο.

1.5. Οργανικά χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα χημικά συστατικά στα λύματα μιας πόλης αντικατοπτρίζουν εκτός από τα χημικά συστατικά του νερού ύδρευσης και έναν πάρα πολύ μεγάλο αριθμό από τις διάφορες χημικές ενώσεις που περιέχονται στα είδη τα οποία χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στην καθημερινή του ζωή καθώς και από τις ουσίες που απορρίπτονται από τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Ένας πρώτος διαχωρισμός των χημικών ουσιών που βρίσκονται στα λύματα είναι σε οργανικό υλικό και σε ανόργανο υλικό.

Οι κυριότερες ομάδες οργανικού υλικού στα αστικά λύματα είναι οι πρωτεΐνες (40 έως 60%), οι υδατάνθρακες (25 έως 50%) και τα λίπη και έλαια (περίπου 10%). Η ουρία η οποία αποτελεί το κυριότερο συστατικό των ούρων είναι επίσης μια άλλη σημαντική οργανική ένωση των αστικών λυμάτων.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι οργανικές ενώσεις που περιέχουν σημαντικά ποσοστά αζώτου και αποτελούν τις βασικές δομικές μονάδες της ζωής ύλης. Το κυτταρόπλασμα, που βρίσκεται στο εσωτερικό των κυττάρων, αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνες. Τα ένζυμα που ενεργούν σαν οργανικοί καταλύτες αποτελούνται επίσης από πρωτεϊνικό υλικό. Οι πρωτεΐνες είναι μακρομόρια από αμινοξέα και η άλυσός τους περιέχει ένα μεγάλο αριθμό από μοριακές ομάδες (40 έως μερικές χιλιάδες) που συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό πεπτιδικού τύπου. Πολυμερή των αμινοξέων με μικρό αριθμό μοριακών ομάδων (μικρότερο από 40) ονομάζονται πολυπεπίδια. Μερικές πρωτεΐνες από αυτές που απαντώνται στο δέρμα, στο μαλλί, στο μετάξυ και στα πούπουλα είναι ινώδεις. Σημειώνεται ότι οι ινώδεις πρωτεΐνες είναι αδιάλυτες στο νερό και κατά συνέπεια στα λύματα απαντώνται υπό μορφή αιωρούμενου ή κολλοειδούς οργανικού υλικού. Εκτός από τις ινώδεις υπάρχουν και πρωτεΐνες που τα μακρομόριά τους έχουν στρογγυλεμένη μορφή, όπως π.χ. Η αιμοσφαιρίνη (η πρωτεΐνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων μέσω της οποίας γίνεται η μεταφορά οξυγόνου).

Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Τα άτομα του υδρογόνου και του οξυγόνου απαντώνται με την ίδια αναλογία όπως και στο μόριο του νερού. Οι πιο απλοί υδατάνθρακες είναι οι μονοσακχαρίτες (απλά σάκχαρα) που αποτελούνται από

έξι άτομα άνθρακα (εξόζες). Η γλυκόζη είναι ο πιο κοινός μονοσακχαρίτης που εμπλέκεται στις βιοχημικές διεργασίες των φυτικών και ζωικών κυττάρων. Οι πολυσακχαρίτες είναι βιοπολυμερή με μεγάλη μοριακή μάζα. Το άμυλο και το γλυκογόνο (ζωικό άμυλο) είναι αντιπροσωπευτικοί πολυσακχαρίτες. Η κυτταρίνη είναι επίσης ένας πολυσακχαρίτης που παράγεται κατά την ανάπτυξη των φυτών και σχηματίζει το δομικό υλικό των φυτικών κυτταρικών τοιχωμάτων. Το ξύλο αποτελείται κατά 60% περίπου από κυτταρίνη, ενώ το ποσοστό της κυτταρίνης στις ίνες του βαμβακιού φτάνει το 90%. Μερικοί υδατάνθρακες είναι διαλυτοί στο νερό (απλά σάκχαρα) ενώ άλλοι είναι αδιάλυτοι (άμυλο). Οι διαλυτοί υδατάνθρακες που υπάρχουν στα λύματα αποδομούνται αρκετά εύκολα ενώ το άμυλο αποδομείται με μεγαλύτερη δυσκολία. Η κυτταρίνη βρίσκεται στα αστικά λύματα σε σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις και αποδομείται αρκετά δύσκολα.

Λίπη και Έλαια

Τα λίπη, έλαια και γράσα (fats, oils and grease) αναφέρονται σε μερικές περιπτώσεις με το γενικό όρο λιπίδια. Τα λίπη και έλαια είναι εστέρες (τριγλυκερίδια) της γλυκερίνης και των λιπαρών οξέων. Τα τριγλυκερίδια που είναι υγρά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ονομάζονται έλαια ενώ εκείνα που είναι στερεά ονομάζονται λίπη. Τα γράσα είναι κηρώδη υλικά και είναι επίσης εστέρες των λιπαρών οξέων. Η αλκοόλη όμως στα κηρώδη αυτά υλικά δεν είναι η γλυκερίνη αλλά συχνά είναι μια αλκοόλη με πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων άνθρακα. Σημειώνεται ότι στα αστικά λύματα απαντώνται επίσης ορυκτά έλαια και γράσα τα οποία εισέρχονται στο δίκτυο αποχέτευσης κυρίως από συνεργεία επισκευής αυτοκινήτων. Τα λιπίδια θεωρούνται σχετικά δύσκολα αποδομούμενο οργανικό υλικό. Ιδιαίτερα όσον αφορά τα ορυκτέλαια θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε προσπάθεια για τη μείωση των απορρίψεων στο σύστημα αποχέτευσης διότι δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Τα λίπη και έλαια είναι ενώσεις που δεν διασπώνται εύκολα από βακτήρια, ενώ μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα και σε πολλούς ζωντανούς οργανισμούς.

Οργανικές ουσίες

Οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα απόβλητα των βιομηχανιών ποικίλουν ανάλογα με την προέλευσή 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:

Αερόβια βιοχημική αποδόμηση:

- Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H_2O , CO_2 , NO_3
- Διάρκεια περίπου: 70-90 ημέρες σε $20\text{ }^\circ C$

Καταναλισκόμενο μοριακό οξυγόνο:

- Βιοχημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο: BAO
- Biochemical Oxygen Demand: BOD
- Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο σε 5 ημέρες σε $20\text{ }^\circ C$: BOD_5

Αναερόβια βιοχημική αποδόμηση:

- Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H_2S , CH_4 , NH_3
- Διάρκεια περισσότερο από 2 χρόνια σε $20\text{ }^\circ C$
- Χημική οξείδωση (εργαστηριακά)

Το οργανικό υλικό αποτελείται αποκλειστικά από οργανικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν στο μόριό τους πάντοτε άνθρακα και υδρογόνο, επομένως θα ήταν δυνατόν να προσδιορισθεί έμμεσα η συγκέντρωση μιας οργανικής ένωσης από το χημικό της τύπο και την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωσή της προς τελικά προϊόντα CO_2 και H_2O . Με ένα παραπέρα λογικό βήμα οδηγούμαστε στη δυνατότητα προσδιορισμού του οργανικού υλικού στα λύματα από την ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση προς τελικά προϊόντα CO_2 και H_2O .

Εάν δεν είναι γνωστός ο μέσος εμπειρικός τύπος του οργανικού υλικού των λυμάτων και προσδιορίσουμε πειραματικά το οξυγόνο που απαιτείται για την πλήρη οξείδωσή του, τότε

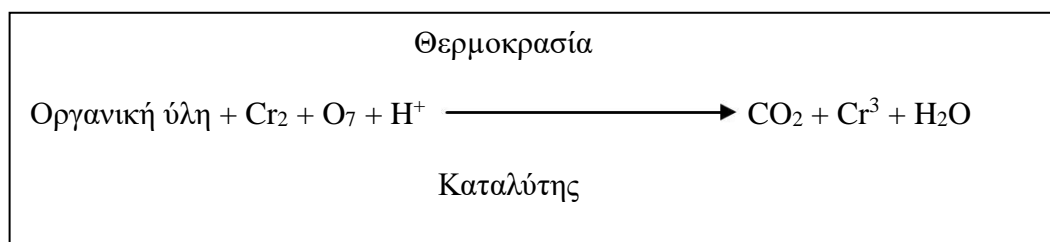
μπορούμε να αναφερόμαστε στην ποσότητα του οξυγόνου που απαιτήθηκε για την οξείδωση ως ένα έμμεσο μέτρο της ποσότητας του οργανικού υλικού. Είναι φανερό ότι εάν σε ένα δείγμα λυμάτων (όπου το οξυγόνο που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση είναι $x \text{ mg/L}$) αυξηθεί η συγκέντρωση οργανικού υλικού (π.χ. με προσθήκη μερικών mg/L μιας ευδιάλυτης οργανικής ουσίας) τότε θα αυξηθεί και η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση (θα γίνει $> x \text{ mg/L}$).

Ετσι καταλήγουμε στην εισαγωγή μιας μεθόδου για τον προσδιορισμό του οργανικού υλικού στα λύματα σε όρους οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωσή του κάτω από καθορισμένες πειραματικές συνθήκες. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως μέθοδος προσδιορισμού του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD).

1.6. Παράμετροι ποιότητας νερού και αποβλήτων

1.6.1. 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 παράμετρο για το σχεδιασμό και έλεγχο της λειτουργίας μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Η έκφραση της συγκέντρωσης του οργανικού υλικού μπορεί να γίνει επίσης σε όρους ολικού οργανικού άνθρακα (**TOC**). Ο υπολογισμός του **TOC** γίνεται με βάση το μέσο εμπειρικό τύπο και τη συγκέντρωση οργανικού υλικού στα λύματα και η μέτρηση του **TOC** γίνεται με προσδιορισμό της ποσότητας του CO_2 που προκύπτει από την καύση του οργανικού υλικού γνωστού όγκου δείγματος.

1.6.2. 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.

Επίσης ένας άλλος τρόπος για έκφραση της συγκέντρωσης του οργανικού υλικού στα λύματα είναι η χρησιμοποίηση της παραμέτρου βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (**BOD**). Το βιοαποδομούμενο οργανικό υλικό αποτελείται από ενώσεις οι οποίες μπορούν να αποδομηθούν από μικροοργανισμούς (που απαντώνται στη φύση) μέσα σε ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα. Σχετικά εύκολα βιοαποδομούμενες οργανικές ενώσεις είναι τα οξέα, οι αλκοόλες, οι αλδεύδες, οι πρωτεΐνες κ.λπ. Μερικές όμως οργανικές ενώσεις όπως η κυτταρίνη, η λιγνίνη και αρκετά πετροχημικά αποδομούνται με πολύ βραδείς ρυθμούς και αναφέρονται ως δύσκολα αποδομούμενες οργανικές ενώσεις (recalcitrants).

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

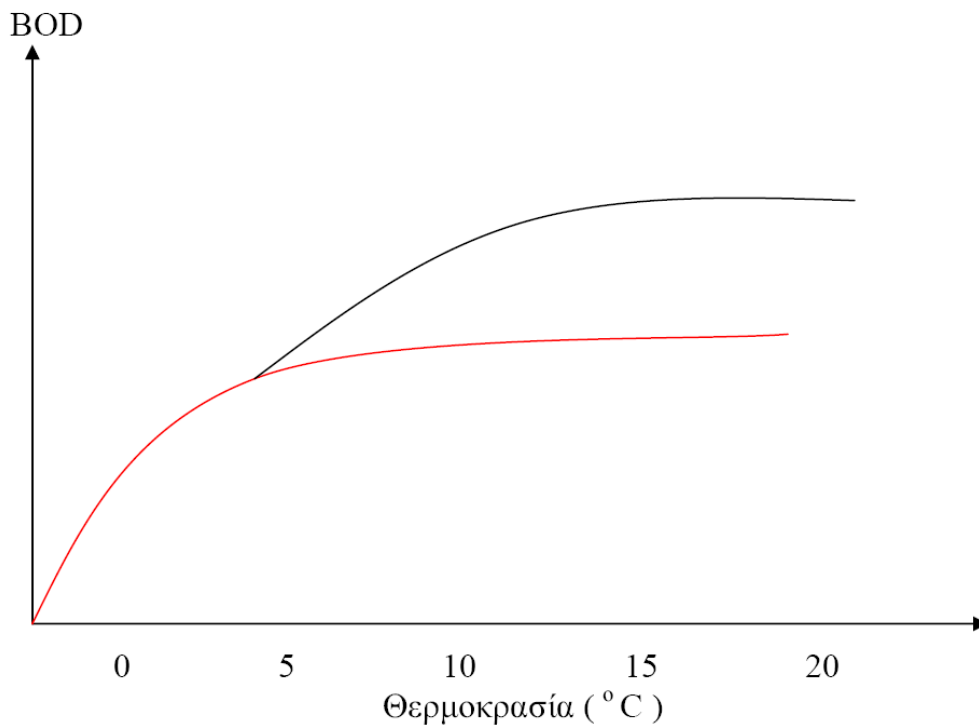
Το **BOD** εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου σε mg/L που δαπανάται σε ορισμένο χρόνο από τα βακτήρια και τους άλλους μικροοργανισμούς, για την αερόβια διάσπαση και σταθεροποίηση της οργανικής ύλης. Το **BOD** χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επιπέδου ρύπανσης των αποδεκτών αλλά και του ρυπαντικού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

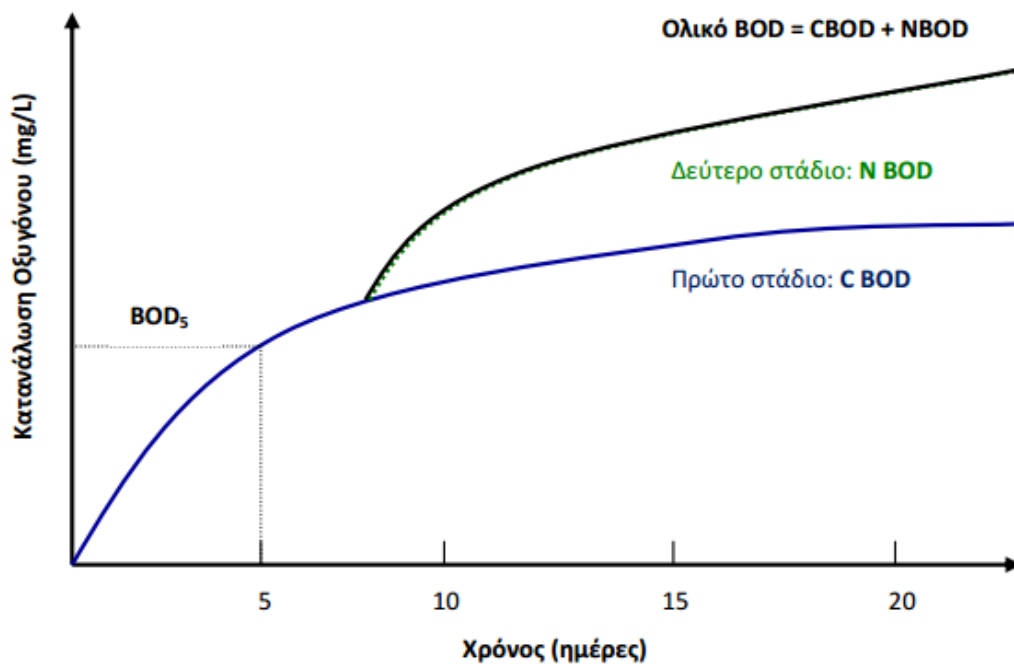
υδάτων. Παρότι θεωρητικά, ο χρόνος που απαιτείται για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης είναι απεριόριστος, στην πράξη έχει βρεθεί ότι ολοκληρώνεται σε 20 περίπου ημέρες. Συνήθως η τιμή του προσδιορίζεται στο διάστημα των 5 ημερών (BOD₅) έτσι ώστε η μέτρηση να είναι όσο το δυνατό συντομότερη και ταυτόχρονα 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.



Σχήμα 2: Διαγραμματική απεικόνιση της κατανάλωσης οξυγόνου (BOD) για την οξείδωση των ανθρακούχων και των αζωτούχων οργανικών ενώσεων

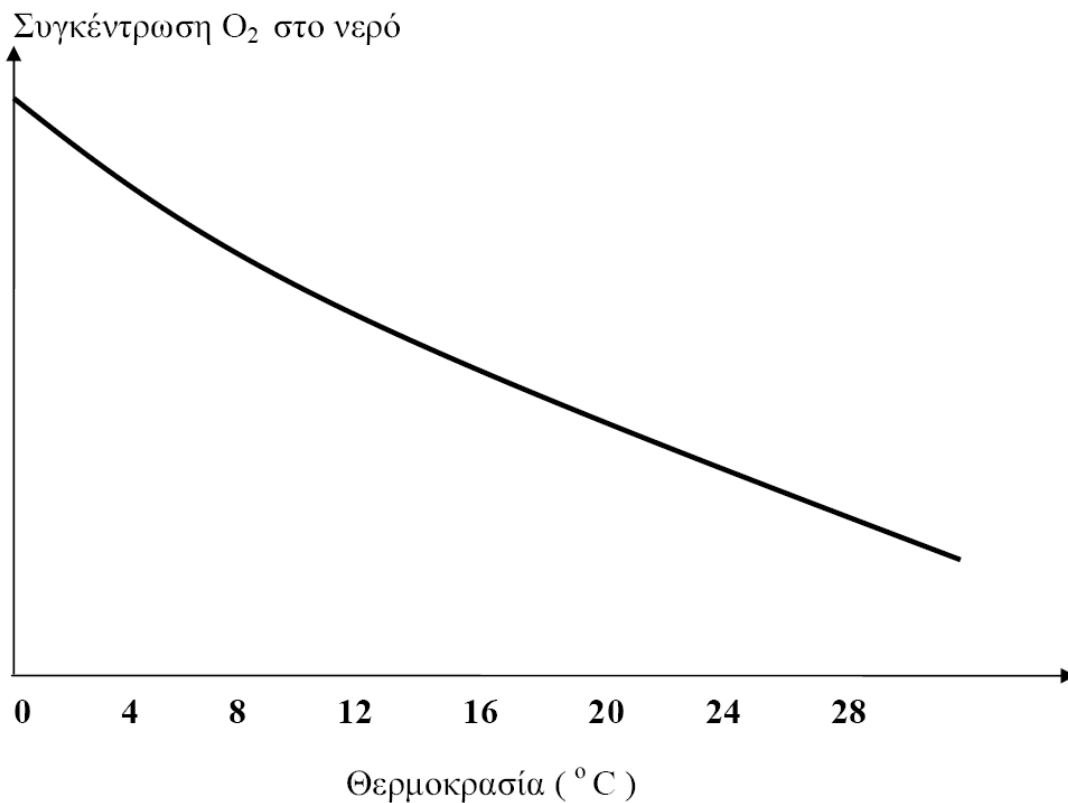


1.6.4. Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen) – DO

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.



Σχήμα 3: Διαλυτότητα του οξυγόνου ως προς την θερμοκρασία του

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.

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.

1.7. Ανόργανα χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Το ανόργανο υλικό που περιέχεται στα αστικά λύματα περιλαμβάνει ανόργανο υλικό που ανήκε στο νερό από το οποίο προέκυψαν τα λύματα καθώς και ανόργανο υλικό που μεταφέρθηκε κατά τη διαδικασία παραγωγής των λυμάτων ή προέκυψε κατά τη μετατροπή ή αποδόμηση οργανικού υλικού των λυμάτων. Τα ανόργανα συστατικά που προσδιορίζονται στα αστικά λύματα τόσο για τον έλεγχο της επεξεργασίας τους όσο και για την αξιολόγηση των διαφόρων τρόπων διάθεσής τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ανόργανο συστατικό	Λόγοι για τους οποίους πρέπει να προσδιορίζεται στα αστικά λύματα
Ασβέστιο, μαγνήσιο και νάτριο (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺)	Για τον έλεγχο της καταλληλότητας των λυμάτων για άρδευση εδαφών
Χλωρίοντα (Cl ⁻)	Για τον έλεγχο της καταλληλότητας των λυμάτων για άρδευση εδαφών
Αζωτο αμμωνιακό (NH ₃) νιτρώδες (NO ₂ ⁻) νιτρικό (NO ₃ ⁻)	Για τον προσδιορισμό της αμμωνίας και των οξειδωμένων μορφών αζώτου σε διάφορα στάδια επεξεργασίας των αστικών λυμάτων
Υδρόθειο (H ₂ S)	Για τον έλεγχο των οσμών καθώς και για τον έλεγχο του βαθμού διάβρωσης των υπονόμων
Φώσφορος (PO ₄ ³⁻)	Για τον έλεγχο της συγκέντρωσης φωσφόρου
Θειικά (SO ₄ ²⁻)	Για έλεγχο της παρεμπόδισης της αναερόβιας επεξεργασίας της λάσπης

Αλκαλικότητα	Για έλεγχο της ρυθμιστικής ικανότητας των λυμάτων
Βαρέα μέταλλα	Για τον έλεγχο της καταλληλότητας των λυμάτων για άρδευση εδαφών και για την εκτίμηση της τοξικότητας στην βιολογική επεξεργασία και στους αποδέκτες διάθεσης των λυμάτων
Ιχνοστοιχεία	Μπορεί να είναι σημαντικές οι επιπτώσεις τους στη βιολογική επεξεργασία καθώς και κατά την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση εδαφών

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.

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).

Βαρέα μέταλλα

Είναι στοιχεία, όπως ο χαλκός, το νικέλιο ο υδράργυρος, το χρώμιο, ο ψευδάργυρος και το κάδμιο που αντιδρούν με τα μικροβιακά ένζυμα, αναστέλλοντας ή επιβραδύνοντας το μεταβολισμό τους, γι' αυτό και σε υψηλές συγκεντρώσεις πρέπει να απομακρύνονται από τα απόβλητα γιατί γίνονται τοξικά, τερατογόνα και καρκινογόνα.

Άζωτο και Φώσφορος (N και P)

Τα οργανικά συστατικά (άζωτο και φώσφορος) είναι θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη πολλών οργανισμών όπως οι μικροοργανισμοί. Σε μικρές ποσότητες είναι απαραίτητα για την βιολογική επεξεργασία αλλά, φαινόμενα όπως του ευτροφισμού κάνουν απαραίτητη την μέτρηση της συγκέντρωσής τους αφού αποτελούν σημαντική παράμετρο της ποιότητας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Αστικά λύματα περιέχουν 10 – 20 mg/L PO_4^{-3} – P. Το άζωτο στα αστικά απόβλητα περιέχεται στις μορφές:

- Οργανικό άζωτο(πρωτεΐνες ,ουρία, αμινοξέα)
- Αμμωνιακό άζωτο(αμμωνιακά άλατα ή αμμωνία)

Ο φώσφορος στα αστικά απόβλητα περιέχεται στις μορφές:

- Ανόργανος φώσφορος κυρίως ως ορθοφωσφορικά ή ως πολυφωσφορικά
- Οργανικός φώσφορος, σε μικρότερες ποσότητες από ότι ο ανόργανος

1.8. Βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Η σωστή διαχείριση του προβλήματος των αστικών λυμάτων προϋποθέτει επαρκή γνώση των βιολογικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών τους. Θα πρέπει να είναι γνωστή η τάξη μεγέθους της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών στα αστικά λύματα καθώς και η τύχη των παθογόνων μικροοργανισμών κατά τα διάφορα στάδια διαχείρισης τους, από το σημείο παραγωγής μέχρι τη θέση τελικής διάθεσης. Επίσης ενδέχεται να περιέχονται στα λύματα τοξικά συστατικά τα οποία δημιουργούν προβλήματα στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών βιολογικής επεξεργασίας. Οι μικροοργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται στο σύστημα επεξεργασίας και τα είδη που επικρατούν έχουν μεγάλη σημασία για την ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων.

1.8.1. Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταφέρονται στα αστικά λύματα κυρίως με τα ούρα και τα κόπρανα ασθενών ανθρώπων. Οι κύριες κατηγορίες παθογόνων μικροοργανισμών που υπάρχουν στα λύματα είναι βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα. Οι παθογόνοι όμως μικροοργανισμοί αποτελούν ένα πάρα πολύ μικρό ποσοστό των συνολικών μικροοργανισμών στα αστικά λύματα. Αντίθετα τα κολοβακτηρίδια (μικροοργανισμοί εντερικής κυρίως παρέλευσης) αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των μικροοργανισμών των λυμάτων.

1.8.2. 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 διασπών 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 καταστάσε

1.9. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

1.9.1. Γενικά

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει έργα για τη συλλογή, την επεξεργασία και τη διάθεσή τους. Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης, το οποίο είναι δυνατόν να είναι χωριστικό (όταν δεν δέχεται όμβρια ύδατα) ή παντοροϊκό (όταν δέχεται και όμβρια ύδατα) ή και μερικά χωριστικό (όταν μόνο μερικά τμήματα του δικτύου αποχέτευσης δέχονται όμβρια ύδατα και μερικά δεν δέχονται). Πολλές φορές το σύστημα δέχεται και εισροές από υπόγεια ή επιφανειακά νερά. Μπορεί ακόμα και υπό προϋποθέσεις να δέχεται και κάποιες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία όμως έχουν οπωσδήποτε υποστεί κάποιου είδους προεπεξεργασία. Όλο το δίκτυο του συστήματος αποχέτευσης συμβάλλει σε έναν Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (Κ.Α.Α.) ο οποίος καταλήγει σε μια **Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.)** όπου τα λύματα υφίστανται επεξεργασία με σκοπό τη δέσμευση και την εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών τους.

Πολλές φορές στις Ε.Ε.Λ. καταλήγουν και βοθρολύματα με τη βοήθεια βυτιοφόρων οχημάτων, αφού ακόμα και σήμερα ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού σε διάφορες χώρες, αλλά ιδιαίτερα στις λιγότερο αναπτυγμένες, δεν είναι συνδεδεμένο σε κάποιο δίκτυο αποχέτευσης και εξυπηρετείται με σηπτικούς κυρίως βόθρους.

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων χρησιμοποιούν έναν αριθμό από στάδια με σκοπό να δεσμεύσει και να απομακρύνει από τα απόβλητα το οργανικό φορτίο, ανόργανες ουσίες όπως τα θρεπτικά άλατα (N και P), τα αιωρούμενα (SS) και διαλυμένα (DS) στερεά, τους επικίνδυνους μικροοργανισμούς και διάφορους άλλους ρυπαντές. Αυτό επιτυγχάνεται με συνδυασμό φυσικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών:

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 εσχαιρισμός για τα χοντρά υλικά και η αμμοσυλλογή για τα βαριά, κυρίως αδρανή, υλικά (άμμος, χαλίκια, σπόροι).

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 κolloειδών ουσιών, η χημική οξείδωση και η ανταλλαγή ιόντων.

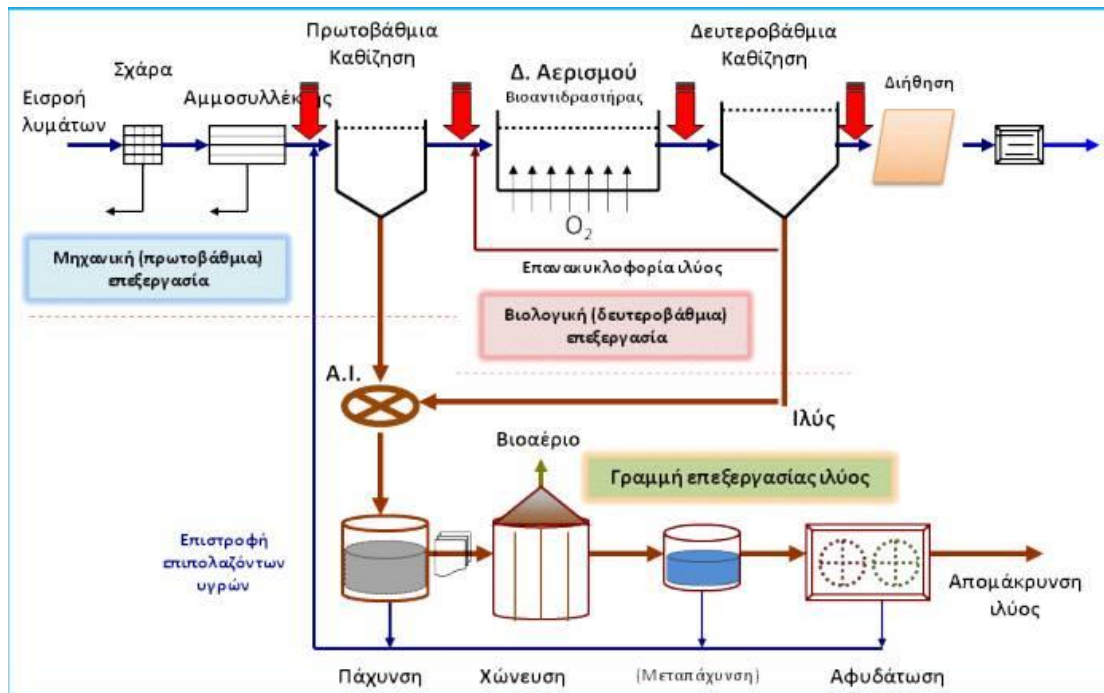
Βιολογικές μέθοδοι

Η κύρια μέθοδος για την επεξεργασία των λυμάτων είναι η βιολογική γιατί κατά τη διάρκεια πραγματοποίησής 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 διασπώντα οργανικά συστατικά για τις ανάγκες τους. Τέτοια παραδείγματα είναι η διύλιση για τα πολύ λεπτά ή διαλυμένα οργανικά υλικά.

Το σύνολο αυτών των διεργασιών αποτελεί τη διαδικασία της επεξεργασίας, κύρια επιδίωξη της οποίας είναι η απαλλαγή της μάζας των αποβλήτων από τους ρύπους και δευτερεύουσα επιδίωξη η εξουδετέρωση των ρύπων. Η σχηματική παράσταση των σταδίων επεξεργασίας μαζί με τις ροές των διαφόρων ρευμάτων, από στάδιο σε στάδιο, καλείται διάγραμμα ροής (flow sheet) ή διάγραμμα διεργασιών ή τρένο επεξεργασίας.

Οι πιο συνηθισμένες διαδικασίες καθαρισμού που εμφανίζονται είναι η υποδοχή των υγρών αποβλήτων και η αφαίρεση ευμεγεθών στερεών συνήθως με εσχάρες ή κόσκινα, η αφαίρεση λιπών και ελαίων (λιποσυλλεκτες) και η αφαίρεση της άμμου (αμμοσυλλεκτες). Ακολουθεί η απομάκρυνση των ουσιών που καθιζάνουν στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης. Σ' αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η πρωτοβάθμια επεξεργασία και ακολουθεί η δευτεροβάθμια (βιολογική) επεξεργασία, η οποία περιλαμβάνει τον βιοαντιδραστήρα (δεξαμενή αερισμού) και την δεξαμενή τελικής καθίζησης. Τα λύματα που υπερχειλίζουν από την δεξαμενή τελικής καθίζησης απολυμαίνονται, συνήθως με χλωρίωση (Cl_2) και πιο σπάνια με υπεριώδης ακτινοβολία (UV) ή όζον (O_3) και διατίθενται σε κάποιον αποδεκτή. Εάν ο αποδεκτής των επεξεργασμένων εκροών είναι ευαίσθητος απομακρύνονται από τα απόβλητα και τα άλατα του αζώτου (N) και του φωσφόρου (P). Σε περιπτώσεις πολύ αυστηρών απαιτήσεων για τις εκροές, τα απόβλητα θα πρέπει να υποβληθούν και σε

τριτοβάθμια ή προχωρημένη επεξεργασία η οποία περιλαμβάνει διήθηση, διεργασίες μεμβρανών, αντίστροφη όσμωση κ.λπ.



Σχήμα: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (flow sheet)

1.10.Σχεδιασμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- i) Εκτιμούνται οι ποσότητες των υγρών αποβλήτων: Λαμβάνεται υπόψη το αποχετευτικό δίκτυο (χωριστικό ή παντοροϊκό). Υπολογίζονται οι καταναλώσεις νερού, οι απώλειες, οι εισροές και οι διηθήσεις. Υπολογίζεται η παροχή ξηρής περιόδου, η παροχή υγρής περιόδου, η μέση ημερήσια, η μέγιστη ημερήσια, η παροχή αιχμής ή μέγιστη ωριαία.
- ii) Προσδιορίζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων: Το βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο, το ολικό οργανικό φορτίο, τα αιωρούμενα στερεά, το άζωτο, ο φώσφορος και διάφοροι άλλοι ρυπαντές.
- iii) Εκτιμάται ο χρόνος ζωής των έργων.
- iv) Προσδιορίζονται οι προδιαγραφές (ορίζονται από τη νομοθεσία) που πρέπει να πληρούν τα απόβλητα, μετά την επεξεργασία, προκειμένου να διατεθούν σε

έναν συγκεκριμένο αποδεκτή η να επαναχρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, π.χ. για άρδευση.

- v) Εξετάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές.
- vi) Λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες, όπως το κλίμα, οι εδαφολογικές συνθήκες, η θέση του αποχετευτικού συστήματος κ.λπ.

Πραγματοποιείται τεχνικοοικονομική ανάλυση που περιλαμβάνει:

- Καθορισμό των κριτηρίων σχεδιασμού των διαφόρων μονάδων επεξεργασίας.
- Διαστασιολόγηση των διαφόρων μονάδων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος.
- Ανάλυση κόστους των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και του κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Με βάση την ανάλυση αυτή επιλέγεται η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.

1.11. Στάδια βιολογικού καθαρισμού υγρών αποβλήτων

1.11.1. Προεπεξεργασία

Κατά το στάδιο αυτό πραγματοποιείται η αφαίρεση των μεγάλων σωματιδίων όπως οι πέτρες, η άμμος, τα χαλίκια, τα ξύλα, τα πλαστικά, τα λίπη και έλαια. Τα λύματα κατά την είσοδό τους στο Σταθμό Επεξεργασίας Λυμάτων, διέρχονται πρώτα από το στάδιο της προ-επεξεργασίας, το οποίο συνήθως διενεργείται μέσω σχαρών (1-25mm), αμμοσυλλέκτη και λιποπαγίδων.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

Εσχαρισμός

Οι εσχάρες χαλύβδινου τύπου είναι διατάξεις που παρεμποδίζουν τη δίοδο, διαμέσου των ανοιγμάτων τους, υλικού με διαστάσεις μεγαλύτερες από κάποιο μέγεθος που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο τύπο εσχάρων. Το υλικό που κατακρατείται στην επιφάνεια των εσχάρων (μεγάλα στερεά σώματα >1 cm) απομακρύνεται κατά διαστήματα για να αποφεύγεται η έμφραξη (βούλωμα) των ανοιγμάτων. Η απομάκρυνση αυτή είναι δυνατόν να γίνεται με το χέρι (χειρονακτικά καθοριζόμενες

εσχάρες) ή με μηχανικά μέσα (μηχανικά καθοριζόμενες εσχάρες). Οι εσχάρες δε χρησιμοποιούνται μόνο στο στάδιο της προεπεξεργασίας των λυμάτων αλλά και σε άλλες περιπτώσεις όπου επιχειρείται διαχωρισμός αιωρούμενου υλικού και διακρίνονται σε:

- Χονδρές εσχάρες (άνοιγμα μεταξύ των ράβδων από 40mm έως 150mm) :

Οι χονδροεσχάρες κατασκευάζονται με μεταλλικές ράβδους από χάλυβα που έχουν ορθογωνική, κυκλική ή τραπεζοειδή διατομή. Σε μικρές εγκαταστάσεις οι χονδρές εσχάρες καθαρίζονται με το χέρι που τοποθετούνται συνήθως με κλίση 30° έως 60° ως προς την οριζόντιο για καλύτερο καθαρισμό λόγω μικρής κλίσης. Τα εσχαρίσματα παραλαμβάνονται κατά διαστήματα από τη σκάφη στράγγισης και μεταφέρονται με έναν κοχλία- συμπίεστη στους κάδους προκειμένου να γίνει η κατάλληλη διάθεσή τους. Αντίθετα σε μεγάλες εγκαταστάσεις οι χονδρές εσχάρες για να καθαριστούν, τοποθετούνται στο κανάλι με μεγαλύτερη κλίση (70°-90°) ως προς την οριζόντιο απ' ότι οι εσχάρες που καθαρίζονται με το χέρι.

- Μεσαίες εσχάρες (άνοιγμα μεταξύ των ράβδων από 5mm έως 40mm) :

Σε εσχάρες με ορθογωνικές ράβδους το πλάτος των ράβδων (κάθετα στη ροή) είναι 8mm έως 13mm και το πάχος των ράβδων (παράλληλα στη ροή) είναι 50mm έως 75mm. Όπως και στη περίπτωση των ράβδων ο καθαρισμός γίνεται είτε με το χέρι είτε μηχανικά.

- Λεπτές εσχάρες ή πλέγματα εσχαρισμού (με ανοίγματα μικρότερα από 5mm):

Οι λεπτές εσχάρες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την τριτοβάθμια επεξεργασία (όταν το άνοιγμα των διάκενων είναι < 1mm) για την αφαίρεση αιωρούμενου υλικού αλλά είναι επίσης δυνατόν να χρησιμοποιούνται και για την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Οι λεπτές εσχάρες που χρησιμοποιούνται στο στάδιο της προεπεξεργασίας τοποθετούνται μετά από χονδρές ή μεσαίες εσχάρες λόγω της ευαίσθητης διάταξής τους. Μερικά από τα διάφορα είδη λεπτών εσχάρων είναι οι περιστρεφόμενες κινητές εσχάρες με σκαλιά, τα κυλινδρικά κόσκινα εσωτερικής ή εξωτερικής τροφοδότησης, τα στατικά κόσκινα κλπ.

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.

Άλεση

Είναι διεργασία που δεν συνηθίζεται πολύ στην Ελλάδα. Λειτουργεί συμπληρωματικά προς την εσχάρωση για την απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων. Ο πολτοποιητής που χρησιμοποιείται πολτοποιεί τα χοντρά στέρεα υλικά που περιέχονται στα λύματα χωρίς να χρειαστεί πρώτα να αφαιρεθούν από την υγρή φάση και να δημιουργηθούν τα γνωστά προβλήματα πχ των βαριών αδρανών υλικών όπως χαλίκια, άμμος.

Εξάμμωση (αμμοσυλλογή)

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.

Λιποσυλλογή

Τα λίπη και τα έλαια που περιέχονται στα αστικά λύματα και στα βιομηχανικά απόβλητα συχνά προξενούν προβλήματα στην λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού. Ο λιποσυλλέκτης διαμορφώνεται σαν παγίδα για την συγκράτηση των επιπλέοντων υλικών και ουσιών, μεταξύ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος είναι λίπη και έλαια. Σε μονάδες με λύματα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες λίπους, οι λιποσυλλέκτες τοποθετούνται στην αρχή της εγκατάστασης, η χωρητικότητά τους εκτιμάται με μέσο χρόνο παραμονής 3-5 min και δυνατότητα αποθήκευσης 40 L λίπους, με παροχή 1L/sec. Η θερμοκρασία εξόδου πρέπει να είναι μικρότερη από 35°C και το λίπος να απομακρύνεται τακτικά. Η απόδοση των λιποσυλλεκτών σε απομάκρυνση λίπους φτάνει σε 80-90 %

1.11.2. Πρωτοβάθμια μηχανική επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Το στάδιο αυτό είναι το στάδιο της επεξεργασίας που προϋποθέτει την αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα ή το στάδιο μετά από την προ-επεξεργασία . Για να αφαιρεθεί η ποσότητα των αιωρούμενων στερεών χρησιμοποιούνται φυσικές και χημικές μέθοδοι. Μια χαρακτηριστική φυσική μέθοδος είναι η χρήση των δεξαμενών καθίζησης, όπου γίνεται η διοχέτευση των λυμάτων όπου η πλειοψηφία των αιωρούμενων στερεών καθιζάνει και με αυτό το τρόπο τα αιωρούμενα στερεά αφαιρούνται από τα λύματα. Επίσης στο στάδιο αυτό το ΒΑΟ (Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο) ή ονομαζόμενο και ως BOD₅ (biochemical oxygen demand) των εισερχομένων λυμάτων μπορεί να μειωθεί τουλάχιστον κατά 20 % πριν από την απόρριψη και το συνολικό φορτίο των αιωρούμενων στερεών στα εισερχόμενα λύματα μπορεί να μειωθεί μέχρι και 25 - 50 % τουλάχιστον. Στον πρωτοβάθμιο καθαρισμό μπορούν να εφαρμοστούν οι εξής ενέργειες:

Εξισορρόπηση παροχής

Η εξισορρόπηση έχει ως στόχο την εξασφάλιση της ομοιόμορφης παροχής των λυμάτων στα επόμενα στάδια. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται κυρίως στην περιοδικότητα των καθημερινών δραστηριοτήτων του πληθυσμού ή και σε βιομηχανικά υγρά απόβλητα ή άλλου είδους εισροές .

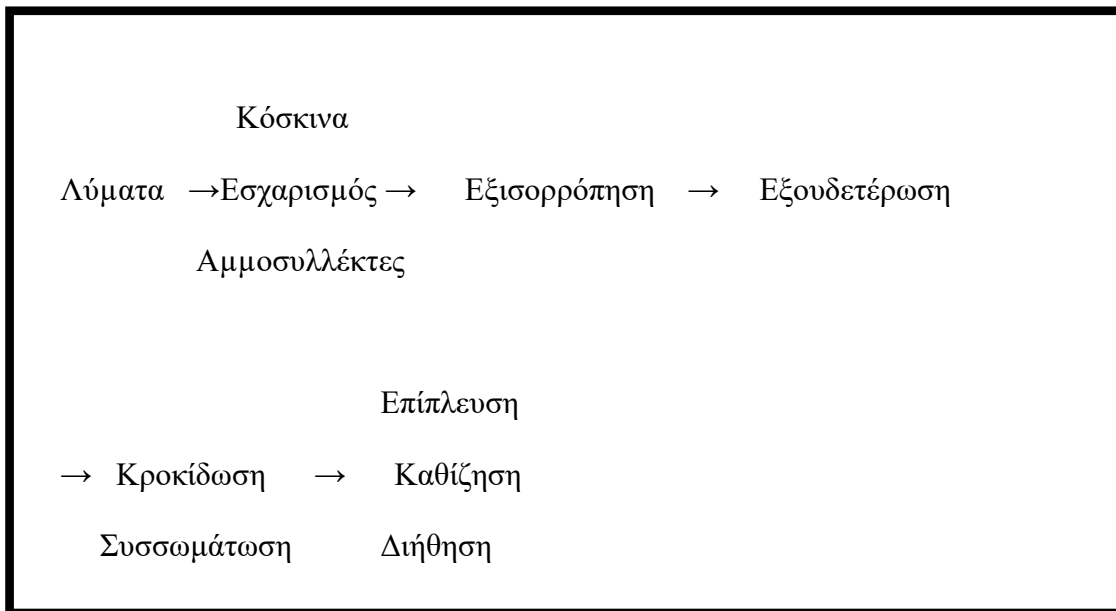
Χημική επεξεργασία (κροκίδωση) με καθίζηση

Η χημική απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται με τη δράση διαφόρων κροκιδωτικών ουσιών, όπως Αργιλίου, Σιδήρου ή Ασβεστίου, όπου δημιουργούνται αδιάλυτες ενώσεις φωσφόρου που απομακρύνονται. Η κροκίδωση γίνεται σε ειδική δεξαμενή εξοπλισμένη με μηχανισμούς ανάμειξης, όπου επιτυγχάνεται η συσσωμάτωση αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών σε μεγαλύτερες κροκίδες. Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών που δεν απομακρύνονται με απλή καθίζηση. Η διαδικασία αυτή σκοπεύει στη μείωση των ολικών στερεών (TS), στη βελτίωση της απόδοσης της πρωτοβάθμιας καθίζησης και στην απομάκρυνση του φωσφόρου. (Κούγκολος, 2005). Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνεται ένα σημαντικό ποσοστό 50-70% από τα αιωρούμενα στέρεα (SS) των αποβλήτων και ένα μικρότερο ποσοστό 25-40% από το οργανικό τους φορτίο (BOD₅) (Βαβίζος 1995). Αν και η χημική απομάκρυνση (κροκίδωση)

μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε στάδιο του διαγράμματος ροής της επεξεργασίας των λυμάτων, με διαφορετικό βαθμό όμως στην απόδοση, προτιμάται αυτή να γίνεται μετά την βιολογική επεξεργασία, διότι αφενός δεν επηρεάζονται οι άλλες λειτουργίες της εγκατάστασης, αφετέρου επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη απόδοση διότι όλος ο φώσφορος έχει ήδη μετατραπεί από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία σε ορθοφωσφορικά άλατα που εύκολα κατακρημνίζονται.

Καθίζηση ή επίπλευση

Σκοπός της πρωτοβάθμιας καθίζησης (primary sedimentation) είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερών, οργανικών και ανόργανων. Η απομάκρυνση αυτή σκοπεύει στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου τους (SS και BOD) που προορίζεται για τις επόμενες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας.



ροής

Διάγραμμα ροής πρωτοβάθμιας επεξεργασίας

1.11.3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία των αστικών λυμάτων ακολουθεί συνήθως την πρωτοβάθμια και αποσκοπεί στη περαιτέρω μείωση του διαλυτού οργανικού φορτίου (BOD) και των αιωρούμενων στερεών (S.S.), ενώ ακόμα μπορεί να στοχεύσει 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. Διακρίνεται ανάλογα με τους μικροοργανισμούς οι οποίοι παίζουν το σπουδαιότερο ρόλο και είναι υπεύθυνοι για τη διάσπαση και τη σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών σε:

- αερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση από αερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς,
- αναερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση από αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς και
- αερόβια-αναερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση και από τα τρία είδη των οργανισμών (αερόβιοι, αναερόβιοι και επαμφοτερίζοντες).

Κατά τη βιολογική διεργασία οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ένα μέρος της τροφής (του υποστρώματος) σε διεργασίες αποσύνθεσης, εξασφαλίζοντας την απαιτούμενη για τις λειτουργικές τους ανάγκες ενέργεια, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούν ένα άλλο μέρος του υποστρώματος για τη σύνθεση της κυτταρικής τους δομής.

Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται αφαίρεση του ΒΑΟ (BOD₅) τουλάχιστον κατά 70% και αφαίρεση του ΧΑΟ (Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) ή αλλιώς COD (chemical oxygen demand) τουλάχιστον κατά 75%.

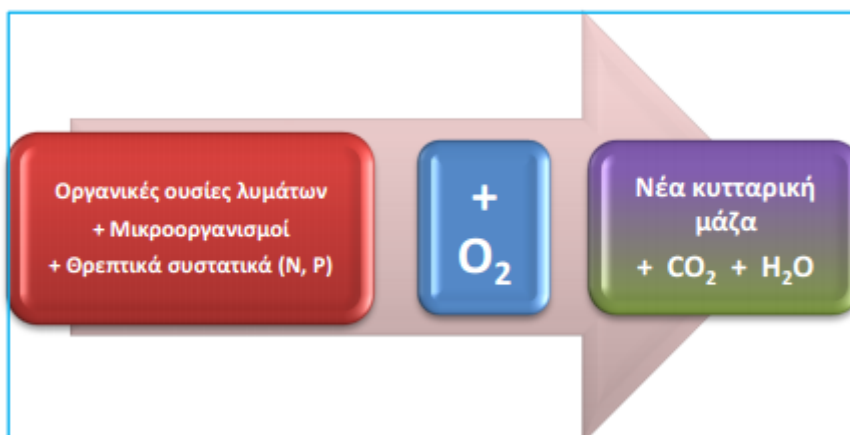
Αερόβια επεξεργασία

Η απομάκρυνση και η σταθεροποίηση της διαλυμένης και σωματιδιακής οργανικής ύλης που βρίσκεται στα λύματα επιτυγχάνεται βιολογικά με τη χρήση αερόβιων μικροοργανισμών, κυρίως βακτηρίων. Οι μικροοργανισμοί λαμβάνουν ενέργεια καταναλώνοντας στοιχειακό οξυγόνο (O₂) και οξειδώνουν την οργανική ύλη των

αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), νερό (H₂O) και επιπρόσθετη βιομάζα (νέα κύτταρα). Τα θρεπτικά συστατικά (N και P) απαιτούνται για τη μετατροπή της οργανικής ύλης σε απλά τελικά προϊόντα. Ο όρος νέα κυτταρική μάζα χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει τη βιομάζα που παράγεται ως αποτέλεσμα της οξείδωσης της οργανικής ύλης των υγρών αποβλήτων.

Η μέθοδος της αερόβιας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων βασίζεται στην ανάμιξη και τον αερισμό των αποβλήτων υπό συνθήκες που επιτρέπουν την επικράτηση κατάλληλων αερόβιων μικροοργανισμών, σε βιοαντιδραστήρες, όπου τα διαλυτά και κολλοειδή ρυπαντικά φορτία (εκπεφρασμένα ως οργανικό φορτίο μετρούμενο με το BOD₅, ολικό άζωτο και ολικό φώσφορο) μετατρέπονται σε προϊόντα αποσύνθεσης (CO₂, N₂) και προϊόντα σύνθεσης (νέα κυτταρική μάζα), τα οποία μπορούν εύκολα να διαχωριστούν και να απομακρυνθούν από την υγρή φάση. Η βιομάζα που παράγεται έχει σχετική πυκνότητα ελαφρώς μεγαλύτερη απ' αυτή του νερού και μπορεί να απομακρυνθεί από τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα με καθίζηση με βαρύτητα στις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Εάν δεν απομακρυνθεί, δεν επιτυγχάνεται ολοκληρωμένη επεξεργασία γιατί η βιομάζα είναι εκ φύσεως οργανικό υλικό και θα προσμετρηθεί ως BOD στην εκροή. Η βιοαντιδραστήρες σχεδιάζονται κατάλληλα ώστε να παρέχουν ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης στους μικροοργανισμούς όπως θερμοκρασία, pH, συγκέντρωση οξυγόνου, αλκαλικότητα και διαστασιολογούνται από την ένταση και το είδος των διεργασιών (αερόβιοι, αναερόβιοι) ενώ οι δεξαμενές καθίζησης είναι κοινές σε όλες τις περιπτώσεις.

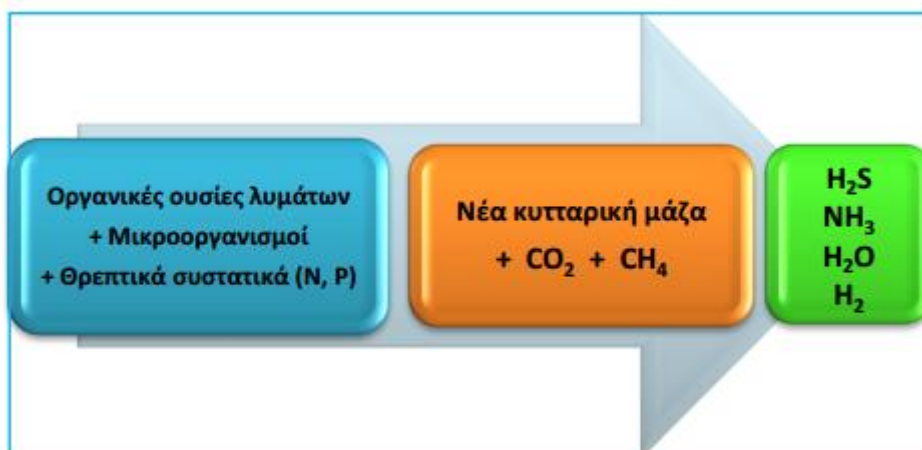
Η επεξεργασία αυτή εφαρμόζεται κυρίως στο σύστημα του χαλικοδιύστηριου, στη μέθοδο της δραστικής λάσπης, στην δεξαμενή αερισμού, στις αερόβιες ή αεριζόμενες δεξαμενές σταθεροποίησης καθώς και σε πολλές άλλες παρεμφερείς μονάδες. Η συμβατική μέθοδος της δραστικής λάσπης χρησιμοποιείται κατά κανόνα στις μεγάλες πόλεις, το χαλικοδιύλιστήριο σε μικρότερες πόλεις και συχνά για πολύ πυκνά βιομηχανικά απόβλητα, ενώ οι αερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης χρησιμοποιούνται σε μικρές πόλεις ή άλλες μικρές εγκαταστάσεις, εφόσον βέβαια υπάρχει αρκετή διαθέσιμη εδαφική έκταση.



Σχήμα: Αερόβια βιολογική επεξεργασία λυμάτων

Αναερόβια επεξεργασία

Κατά την αερόβια διεργασία η βιολογική αποικοδόμηση του οργανικού υλικού πραγματοποιείται απουσία οξυγόνου με τη δράση αναερόβιων μικροοργανισμών, οι οποίοι αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας ως πηγή ενέργειας τις οργανικές ενώσεις. Τα βασικότερα προϊόντα της αναερόβιας διεργασίας είναι μεθάνιο (CH_4), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), υδρόθειο (H_2S), υδρογόνο (H_2), αμμωνία (NH_3) και αναερόβια βιομάζα. Η δημιουργία των προϊόντων εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας, τα χαρακτηριστικά της τροφοδοσίας και τα εμπλεκόμενα είδη των μικροοργανισμών. Η κυριότερη εφαρμογή της επεξεργασίας αυτής γίνεται για την χώνευση της λάσπης ή ζύμωσης της ιλύος από τα συστήματα καθιζήσεως και για την επεξεργασία ορισμένων πυκνών βιομηχανικών ή άλλων αποβλήτων σε αναερόβιες δεξαμενές. Η διαδικασία αυτή είναι βραδύρρυθμη και ο χρόνος συγκρατήσεως είναι συνήθως 10 με 30 μέρες ή και περισσότερο. Η διεργασία αποικοδόμησης πραγματοποιείται σε δύο στάδια από διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών. Στο πρώτο στάδιο γίνεται υδρόλυση και ζύμωση των σύνθετων οργανικών ενώσεων με παραγωγή απλών οργανικών οξέων από επαμφοτερίζοντα και αναερόβια βακτήρια, ενώ κατά το δεύτερο στάδιο μετατρέπονται τα οργανικά οξέα σε μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από αναερόβια βακτήρια.



Σχήμα: αναερόβια επεξεργασία λυμάτων

Αερόβια-αναερόβια επεξεργασία

Η μικτή αυτή επεξεργασία γίνεται συνήθως σε δεξαμενές σταθεροποίησης με αρκετό βάθος όπου στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες συνθήκες με οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ή με παραγόμενο από τα φύκια με το μηχανισμό της φωτοσυνθέσεως ενώ στο κατώτερο στρώμα που δεν διεισδύει αρκετό φως, επικρατούν αναερόβιες διαδικασίες. (Μαρκαντωνάτος 1990). Οι δεξαμενές σταθεροποίησης είναι σχετικά μικρού βάθους λεκάνες με επίπεδο πυθμένα και συνήθως κατασκευάζονται με χωμάτινο ανάχωμα. Το σχήμα τους μπορεί να είναι στρογγυλό, τετράγωνο ή ορθογώνιο με στρογγυλεμένες γωνίες και το μήκος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το τριπλάσιο του πλάτους. Ο πυθμένας των δεξαμενών πρέπει να είναι επίπεδος, εκτός από το σημείο εισροής, για να διευκολύνεται η συνεχής ροή των αποβλήτων.

1.11.4. Τριτοβάθμια Επεξεργασία (Προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων)

Είναι προφανές ότι στα λύματα είναι δυνατόν να υπάρχουν και ουσίες οι οποίες προέρχονται από τη βιομήχανία 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 ή

προχωρημένη επεξεργασία έπεται της δευτεροβάθμιας και αποσκοπεί στην περαιτέρω αφαίρεση στερεών, οργανικού φορτίου, χρώματος, αμμωνιακών, νιτρικών, φωσφορικών και άλλων ρυπαντών όπως τα βαριά μέταλλα, το αρσενικό (As), οι τοξικές οργανικές ενώσεις, τα θειούχα (S^2), τα κυανιούχα (CN^-) κ.λ.π. (μη συμβατικοί ρύποι του νερού). Οι διατάξεις και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι:

– Η **διήθηση** με πολλές παραλλαγές όπως η διήθηση χώρου, η διήθηση επιφάνειας κ.λ.π. με διάφορους συνδυασμούς διηθητικών μέσων όπως η άμμος, ο ανθρακίτης και διάφορες συνθετικές ίνες και μεμβράνες. Στις πιο προχωρημένες εφαρμογές μεμβρανών ανήκει η μικροδιήθηση (MF), η υπερδιήθηση (UF), η νανοδιήθηση (NF),

– Η **αντίστροφη όσμωση** (RO), η οποία είναι μια διεργασία κατά την οποία μια μεμβράνη δρα σαν μοριακό φίλτρο που συγκρατεί τα διαλυμένα κυτταρικά ενός υδατικού διαλύματος. Η διεργασία αυτή χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό διαλυτών συστατικών του νερού

– Η **χημική επεξεργασία** (οξείδωση, αναγωγή κ.λ.π.), που στοχεύει κυρίως στην οξείδωση ουσιών οι οποίες δεν αποδομούνται (οξειδώνονται) βιολογικά. Οι βασικές χημικές διεργασίες στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι η εξουδετέρωση, η χημική κατακρίμνηση, η κροκίδωση και η χημική απολύμανση. Βασικό χαρακτηριστικό αυτών των διεργασιών είναι οι αυξημένες ποσότητες της ιλύος που προκύπτουν και που οφείλονται τόσο στην προσθήκη χημικών και στα σχηματιζόμενα ιζήματα, όσο και στην αυξημένη απομάκρυνση στερεών.

– Οι **διεργασίες προχωρημένης οξείδωσης** (Advanced Oxidation Processes AOP).

– Η **προσρόφηση** (κυρίως σε ενεργό άνθρακα), στην οποία γίνεται μεταφορά μάζας από την υγρή ή αέρια φάση στην επιφάνεια ενός στερεού. Πρόκειται για διεργασία συσσώρευσης των συστατικών τα οποία βρίσκονται σε ένα διάλυμα πάνω σε μια κατάλληλη επιφάνεια. Η προσρόφηση των συστατικών στο προσροφητικό μέσο πραγματοποιείται δια μέσου των ηλεκτροστατικών δυνάμεων που έλκουν το προσροφούμενο συστατικό από το διάλυμα στη στερεά επιφάνεια του προσροφητικού.

– Η **ιοντοεναλλαγή**,

– Η **απογύμνωση αερίου**, η οποία συνίσταται στη μεταφορά μάζας ενός αερίου από την υγρή στην αέρια φάση και εφαρμόζεται κυρίως για την απομάκρυνση αερίων όπως το υδρόθειο (H_2S), η αμμωνία (NH_3) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds VOC).

1.12. Συστήματα βιολογικού καθαρισμού

1.12.1. Μέθοδος δραστικής λάσπης ή ενεργού ιλύος (activated sludge)

Το σύστημα ενεργούς ιλύος αποτελεί το πιο διαδεδομένο και αποτελεσματικό σύστημα βιολογικής επεξεργασίας αστικών λυμάτων **με εφαρμογή αιωρούμενης βιομάζας**. Βασική αρχή των συστημάτων ενεργούς ιλύος είναι η επαναχρησιμοποίηση των μικροοργανισμών. Ο σκοπός της επανακυκλοφορίας είναι να διατηρεί επαρκής συγκέντρωση ενεργού ιλύος στη δεξαμενή αερισμού έτσι ώστε να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός επεξεργασίας στο χρονικό διάστημα που είναι επιθυμητό. Με αυτόν δηλαδή τον τρόπο επιτυγχάνεται υψηλή συγκέντρωση μικροοργανισμών ικανή για την προσρόφηση και αποικοδόμηση του εισερχόμενου οργανικού φορτίου. Η επανακυκλοφορία της βιομάζας, η οποία μπορεί να φτάσει σε ποσοστό και το 100 %, είναι σημαντικότερη λειτουργική παράμετρος έλεγχου που ρυθμίζει τη λειτουργία της διεργασίας. Στη δεξαμενή αερισμού διοχετεύεται συνεχώς αέρας ώστε οι αερόβιοι μικροοργανισμοί να αναπτύσσονται και να διασπούν 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 ενεργού ιλύος αντλείται και μεταφέρεται στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού για να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος.

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

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

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών της μεθόδου της δραστικής λάσπης για την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων οι οποίες μέθοδοι είναι οι εξής:

- Συμβατική μέθοδος
- Καθολική ανάμιξη
- Τμηματικός αερισμός
- Επαφή-σταθεροποίηση
- Παρατεταμένος αερισμός
- Συστήματα καθαρού οξυγόνου

Συγκεκριμένα **τα συστήματα παρατεταμένου αερισμού** στηρίζονται στην συνεχή προσφορά οξυγόνου, χωρίς ανάλογη προσφορά τροφής οδηγώντας την ιλύ στο στάδιο της ενδογενούς αναπνοής (αυτοκατανάλωσης) με αποτέλεσμα τη δημιουργία ελάχιστης ή καθόλου περίσσειας ιλύος. Η βασική διεργασία αυτής της μεθόδου αφορά τον χρόνο παραμονής των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού που ανέρχεται σε 18 ώρες ή και περισσότερο. Τα συστήματα παρατεταμένου αερισμού απαιτούν περισσότερο αερισμό, άρα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Σκοπός των δεξαμενών αερισμού είναι η βιολογική απομάκρυνση των διαλυμένων οργανικών ενώσεων άνθρακα (BOD) και των ενώσεων αζώτου και φωσφόρου με μικροοργανισμούς από την υγρή μάζα των αποβλήτων. Το ποσοστό βιοαποδόμησης του οργανικού φορτίου (BOD) μπορεί να φτάσει και το 97 %. Επίσης ο παρατεταμένος αερισμός μπορεί με κατάλληλο σχεδιασμό να επιτύχει υψηλό βαθμό νιτροποίησης διότι τα νιτροποιητικά βακτήρια ενεργοποιούνται σε υψηλές τιμές Θ_c και με pH που κυμαίνεται από 7.2 έως 8.5 περίπου.

Ο παρατεταμένος αερισμός (όπως και η τεχνολογία SBR) είναι ευρέως εφαρμοζόμενη τεχνολογία σε compact μονάδες βιολογικού καθαρισμού. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι η δυνατότητα να δεχθεί διακοπτόμενες (intermittent) παροχές λυμάτων, χωρίς να επηρεαστεί σημαντικά η απόδοση της επεξεργασίας.

Η ηλικία της ιλύος

Η ηλικία ιλύος (Θ_c) δίνει προσεγγιστικά το χρόνο για τον οποίο η βιομάζα, δηλαδή οι ενεργοί μικροοργανισμοί, παραμένει στη δεξαμενή αερισμού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο επιθυμητός βαθμός επεξεργασίας των λυμάτων τόσο αυξάνεται και η ηλικία της ιλύος που απαιτείται. Εάν για παράδειγμα πρόκειται να γίνει βιολογική επεξεργασία χωρίς νιτροποίηση, η απαιτούμενη ηλικία της ιλύος είναι 5 ημέρες, εάν πρόκειται να γίνει νιτροποίηση και απονιτροποίηση ο χρόνος ανέρχεται σε 15 ημέρες. Εάν

πρόκειται να γίνει και σταθεροποίηση της ιλύος απαιτούμενη ηλικία της ιλύος είναι 20 ημέρες.

Ως ηλικία ιλύος (Θ_c) ορίζεται ο λόγος της συνολικής ποσότητας ενεργού βιομάζας της δεξαμενής αερισμού ($B_{σν}$) προς την ημερήσια παραγωγή βιομάζας στην δεξαμενή

($B_{\eta\mu\ \pi\alpha}$). Δηλαδή $\Theta_c = \frac{B_{\sigma\nu}}{B_{\eta\mu}} \left(\frac{kg}{kg/\eta\mu} \right) = \eta\mu$ Οι τιμές $B_{\sigma\nu}$ και $B_{\eta\mu}$ δίνονται σε Kg ξηράς

ουσίας. Γενικά όταν αναφέρεται παρακάτω ποσότητα βιομάζας εννοείται το βάρος της σε ξηρή κατάσταση. Επίσης $\mu_{\mu\epsilon\sigma} \times B_{\sigma\nu} = B_{\eta\mu}$ όπου $\mu_{\mu\epsilon\sigma}$ η μέση τιμή του συντελεστή αύξησης της βιομάζας κατά την διάρκεια μιας ημέρας. Συνεπώς $\mu_{\mu\epsilon\sigma} = \frac{B_{\eta\mu\ \pi\alpha}}{B_{\sigma\nu}} = \frac{1}{H_{\iota\lambda}} (\eta\mu^{-1})$. Σημειώνεται ότι όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του περιεχομένου της δεξαμενής τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη ηλικία της ιλύος, γιατί σε χαμηλές θερμοκρασίες οι διεργασίες παραγωγής της βιομάζας εξελίσσονται με βραδύτερους ρυθμούς.

Οι μεγάλες τιμές ηλικίας ιλύος που εφαρμόζονται επιτρέπουν την σχεδόν πλήρη διάσπαση της βιοδιασπώμενης εισερχόμενης οργανικής ύλης και την διατήρηση της βιομάζας στην φάση της ενδογενούς αναπνοής, με συνέπεια τον αργό ρυθμό αύξησης της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών και την παραγωγή μικρών ποσοτήτων πλεονάζουσας ιλύος.

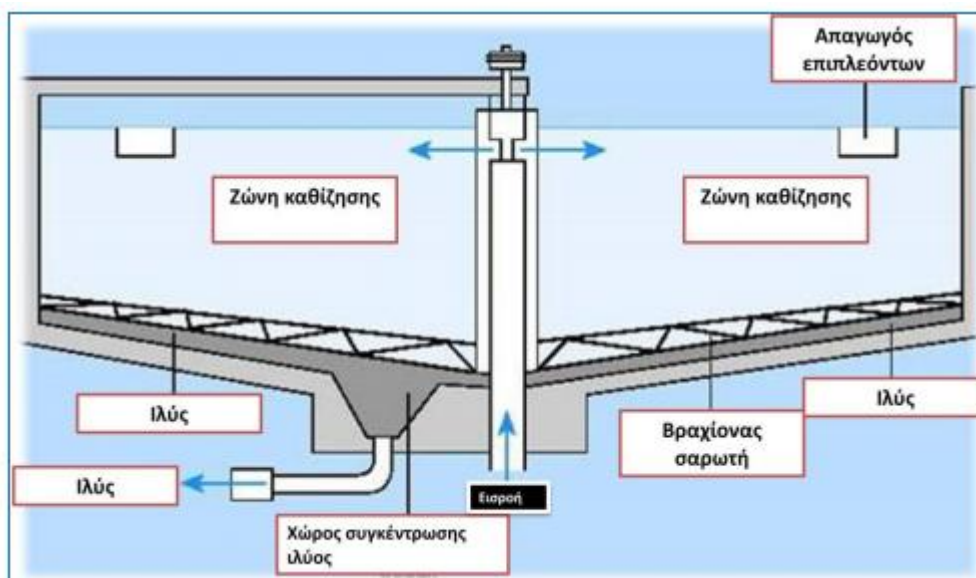
Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής επιλέγεται αρκετά μεγάλος, ώστε η συγκέντρωση στερεών του ανάμεικτου υγρού να μην υπερβαίνει τα 5000 mg/l περίπου, αφού για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα με την καθίζηση της ιλύος. Η μεγάλη τιμή του υδραυλικού χρόνου παραμονής δίνει στο σύστημα το πλεονέκτημα να μπορεί να λειτουργεί ικανοποιητικά κάτω από συνθήκες έντονα μεταβαλλόμενου υδραυλικού και οργανικού φορτίου, πράγμα το οποίο ενδιαφέρει ιδιαίτερα στις συνθήκες του υπό μελέτη έργου.

1.12.2. Δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης

Οι δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης είναι συνήθως κυκλικές και αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα όλων των συστημάτων αερόβιας επεξεργασίας. Το συνολικό βάθος των δεξαμενών τελικής καθίζησης δεν πρέπει να είναι μικρότερο από τα 2.5 m και μετριέται σε απόσταση 2/3 L από το σημείο εισόδου των λυμάτων στις δεξαμενές (L= μήκος ροής). Ο όγκος των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης κατανέμεται σε τέσσερις επιμέρους ζώνες οι οποίες εξυπηρετούν τέσσερις διαφορετικούς σκοπούς.

Στο πάνω μέρος της δεξαμενής βρίσκεται η ζώνη καθαρού νερού, το βάθος της οποίας είναι τουλάχιστον 0,5 m. Η ζώνη καθίζησης είναι η δεύτερη ζώνη στην οποία γίνεται ο διαχωρισμός των καθιζανουσών ουσιών και της οποίας το βάθος πρέπει κατά κανόνα να είναι 1,0 m αλλά στην περίπτωση ΕΕΛ που δέχονται λύματα παντοροϊκών δικτύων μπορεί να περιοριστεί σε 0,5 m. Ακολουθεί ο αποθηκευτικός χώρος για τη συγκράτηση της βιομάζας η οποία φεύγει από της δεξαμενές αερισμού λόγω αύξησης της παροχής κατά της περιόδους βροχών στις εγκαταστάσεις παντοροϊκών δικτύων. Τέλος η ζώνη πάνω από τον πυθμένα στην οποία συγκεντρώνεται η ιλύς η οποία έχει κατακαθίσει ονομάζεται ζώνη πάχυνσης.

Ο τρόπος εισόδου και εξόδου των λυμάτων στις δεξαμενές καθίζησης είναι πολύ σημαντική υπόθεση. Η ομοιόμορφη, ομαλή και ήρεμη ροή ιδίως κατά την είσοδο με ειδικές διατάξεις ηρεμίας, με τις οποίες επιδιώκεται αφενός η καταστροφή της ενέργειας των εισερχομένων λυμάτων στις δεξαμενές και αφετέρου η ισομερής κατανομή τους σε όλο το πλάτος ή την περίμετρό τους, αλλά και κατά την έξοδο των λυμάτων εξασφαλίζει την καλή λειτουργία των δεξαμενών καθίζησης. Αυτό επιτυγχάνεται με τα έργα εισόδου (προσαγωγοί αύλακες εισροής) και εξόδου (υπερχειλιστές). Το ίδιο ισχύει και για τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση της ιλύος που έχει κατακαθίσει στον πυθμένα των δεξαμενών (σαρωτής ιλύος και ξέστρα). Στις κυκλικές δεξαμενές καθίζησης κατασκευάζεται στο κέντρο ένας θάλαμος ηρεμίας στον οποίο καταλήγει ο προσαγωγός σωλήνας ο οποίος λειτουργεί σαν σίφωνα.



Σχήμα: Τομή κυκλικής δεξαμενής καθίζησης

Η έξοδος των λυμάτων από τις δεξαμενές καθίζησης γίνεται με υπερχειλιστές οι οποίοι τοποθετούνται στην εξωτερική περιφέρεια των κυκλικών δεξαμενών καθίζησης. Υπάρχουν δύο είδη υπερχειλιστών, οι υπερχειλιστές ευθείας και οδοντωτής στέψης. Η αύλακα εισροής πρέπει να εξασφαλίζει ομοιόμορφη τροφοδότηση της δεξαμενής σε όλο το πλάτος της χωρίς τη δημιουργία δευτερογενών ρευμάτων. Η κατακάθιση φερτών στον πυθμένα της αύλακας των ορθογωνίων δεξαμενών είναι δυνατόν να αποφευχθεί με τεχνητή ανάδευση (εμφύσηση αέρα), διαφορετικά θα πρέπει να διαμορφωθεί ο πυθμένας της αύλακας κατάλληλα ώστε η ιλύς που καθιζάνει να συμπαρασύρεται μέσα στη δεξαμενή μαζί με τα εισρέοντα λύματα. Η οδοντωτή στέψη παρουσιάζει το πλεονέκτημα της ομοιόμορφης ροής σε όλο το μήκος του υπερχειλιστή ακόμα και όταν η οριζοντίωση της στέψης δεν είναι τελείως ακριβής. Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα των δεξαμενών μπορεί να κυλίσει προς τον θάλαμο συγκέντρωσης μόνον όταν η κλίση του πυθμένα των δεξαμενών είναι κατάλληλη. Μεγάλες κλίσεις πυθμένα υπάρχουν μόνο στις χωνοειδείς δεξαμενές. Στις άλλες περιπτώσεις η μετακίνηση της ιλύος προς τον κάλαμο συγκέντρωσης γίνεται με μηχανικά μέσα. Στις ορθογώνιες και κυκλικές δεξαμενές οι κλίσεις των πυθμένων είναι μικρές και συνεπώς οι δεξαμενές αυτές πρέπει να εξοπλίζονται με συστήματα σάρωσης της ιλύος προς τους θαλάμους συγκέντρωσης. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται σαρωτές ιλύος. Η ταχύτητα σάρωσης της ιλύος πρέπει να επιλέγεται κατά τρόπο που να μην εμποδίζεται το φαινόμενο της καθίζησης και κατά μείζονα λόγο να μην γίνεται ανάδευση της ιλύος που έχει ήδη κατακαθίσει. Στις κυκλικές δεξαμενές η σάρωση είναι συνεχής. Ο θάλαμος συγκέντρωσης της ιλύος πρέπει να είναι σε θέση να αποθηκεύσει ποσότητα ιλύος μισής μέρας. Η ιλύς που συγκεντρώνεται στους θαλάμους συγκέντρωσης ιλύος απομακρύνεται είτε με βαρύτητα είτε με άντληση στις δεξαμενές συγκέντρωσης ιλύος οι οποίες βρίσκονται εκτός των δεξαμενών καθίζησης. Ο όγκος των δεξαμενών υπολογίζεται για να αποθηκεύει ποσότητα ιλύος μιας μέρας.

Ο βαθμός απόδοσης των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης είναι ικανοποιητικός όταν η επανακυκλοφορία της ιλύος είναι μικρότερη του 50 % της παροχής λυμάτων. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή για μεγάλες παροχές επανακυκλοφορίας η ηρεμία στις δεξαμενές καθίζησης διαταράσσεται και η απόδοση των δεξαμενών ελαττώνεται. Στις περιπτώσεις αυτές (εγκαταστάσεις με νιτροποίηση – απονιτροποίηση), η επανακυκλοφορία γίνεται αμέσως μετά την εκροή από τις δεξαμενές αερισμού αποφορτίζοντας έτσι τις δεξαμενές καθίζησης. Η τελική καθίζηση επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους όπως είναι ο χρόνος πάχυνσης, το ύψος της στρώσης πάχυνσης,

οι μετακινήσεις της ιλύος μέσα στις δεξαμενές με τη βοήθεια των ξέστρων, η επανακυκλοφορία κ.λ.π.



Εικόνα: Δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης

1.12.3. 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 αναμεικτήρες. 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. Βασική 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 δεξαμενές σταθεροποίησης μπορούν να διακριθούν και σε άλλους τύπους κατηγοριών οι οποίοι είναι οι εξής :

- Αερόβιες δεξαμενές
- Αναερόβιες δεξαμενές
- Επαμφοτερίζουσες δεξαμενές (μικτές δεξαμενές)

- Αεριζόμενες δεξαμενές

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

1.12.4. Χαλικοδιυλιστήρια ή βιολογικά φίλτρα (trikling filter or biological filter):

Τα χαλικοδιυλιστήρια αποτελούν βιοαντιδραστήρες στα τοιχώματα των οποίων αναπτύσσεται με το χρόνο βιολογική μάζα η οποία περιβάλλει όλες τις ελεύθερες επιφάνειες και χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. **Στις διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας**, οι μικροοργανισμοί οι οποίοι οξειδώνουν την οργανική ύλη των υγρών αποβλήτων είναι προσκολλημένοι σε ένα αδρανές υλικό. Η οργανική ύλη και τα θρεπτικά άλατα απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα καθώς αυτά ρέουν πάνω στην προσκολλημένη βιομάζα, η οποία είναι επίσης γνωστή ως βιολογική στοιβάδα ή βιολογικός υμένας.

Τα υλικά πλήρωσης που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους επεξεργασία περιλαμβάνουν κροκάλες, χαλίκια, σκωρίες, άμμο, ξύλα, πλαστικά και διαφόρων ειδών συνθετικά υλικά. Οι διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως αερόβιες ή αναερόβιες διεργασίες. Το υλικό πλήρωσης μπορεί να

είναι τελείως εμβαπτισμένο στο υγρό ή να μην είναι εμβαπτισμένο, με κενό χώρο αέρα ή αερίου πάνω από το υγρό στρώμα της βιολογικής στιβάδας (υμένα).

Οι πιο απλές μορφές χαλικοδιύλιστηρίων (βιολογικών φίλτρων) για την βιολογική επεξεργασία των λυμάτων αποτελούνται από μια δεξαμενή γεμισμένη με γωνιώδες αδρανές υλικό διαστάσεων 4-8 cm ή με βιομηχανοποιημένα πλαστικά μέσα πλήρωσης (συνήθως καθίζηση). Τα υγρά διέρχονται της πληρωτικής στήλης σε λεπτή στοιβάδα και έρχονται σε εκτεταμένη επαφή με το οξυγόνο του αέρα που κινείται σε ομορροή ή αντιρροή στο ίδιο υλικό. Έτσι συντηρείται στην επιφάνεια του υλικού πλήρωσης αερόβια βιολογική δράση από τους μικροοργανισμούς (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, προνύμφες εντόμων κλπ.) και σχηματίζουν προοδευτικά βιολογικό υμένα (ζωόγλοια). Οι αερόβιες συνθήκες στα χαλικοδιύλιστήρια επικρατούν σε μικρό βάθος της ζωόγλοιας (0,1- 0,2mm) ενώ στο εσωτερικό όπου επικρατεί μειωμένη ποσότητα τροφής και οξυγόνου αναπτύσσεται και η ενδογενής ανάπτυξη (αναερόβια φάση). Σ' αυτήν την φάση οι μικροοργανισμοί χάνουν την ικανότητα προσκόλλησης στο πληρωτικό υλικό, αποκολλώνται και παρασύρονται στη δεξαμενή της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Τα χαλικοδιύλιστήρια κατασκευάζονται είτε μόνα είτε δίπλα σε σειρά και όμοια, με ενδεχόμενη παρεμβολή δεξαμενής καθίζησης και χαρακτηρίζονται σαν μονάδες μίας ή περισσότερων βαθμίδων. Ο διαχωρισμός σε δύο βαθμίδες πλεονεκτεί από άποψη αερισμού και εξασφαλίζει πιο εξειδικευμένη και αποτελεσματική βιολογική δράση, στην δεύτερη βαθμίδα κυρίως για ειδικά απόβλητα. Στις συνήθειες απλές περιπτώσεις τα χαλικοδιύλιστήρια που λειτουργούν με χαμηλή φόρτιση έχουν σύστημα περιοδικής φόρτισης. Αντίθετα τα χαλικοδιύλιστήρια υψηλής φόρτισης λειτουργούν με ανακυκλοφορία, είτε άμεση, είτε έμμεση από την δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης ή την τελική απορροή.

1.12.5. Βιολογικός πύργος (biological tower):

Ο βιολογικός πύργος είναι ειδική μορφή χαλικοδιύλιστηρίου με βιομηχανοποιημένο πληρωτικό υλικό, έχει μεγάλη ειδική επιφάνεια και αφήνει μεγάλο κενό χώρο μεταξύ των σωματιδίων, Έτσι η απόδοση του βιολογικού πύργου εμφανίζεται μεγάλη.

Οι βιολογικοί πύργοι κατασκευάζονται κυκλικοί ή ορθογωνικοί με περιστρεφόμενο βραχίονα και βάθος 4-7 m ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλος χρόνος παραμονής για τα λύματα. Το αποτέλεσμα τέτοιων εγκαταστάσεων είναι ότι η βιολογική επεξεργασία

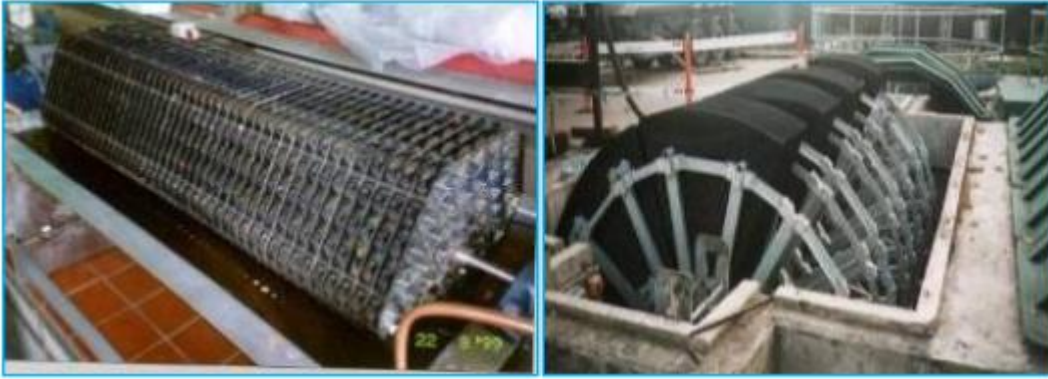
προχωρεί στην πληρέστερη οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Στους βιολογικούς πύργους εφαρμόζεται άμεση ανακυκλοφορία για την εξασφάλιση της επιθυμητής παροχής με λόγο έως. Το πληρωτικό υλικό είναι σωματίδια μεγάλης ειδικής επιφάνειας γεγονός που δημιουργεί άριστες συνθήκες.

1.12.6. Βιολογικός δίσκος (biological disk):

Η μέθοδος των βιολογικών δίσκων (rotating biological contactors, RBC) παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τη μέθοδο των βιολογικών φίλτρων. Καταρχάς και οι δυο μέθοδοι ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων προσκολλημένης βιομάζας, γιατί οι μικροοργανισμοί δεν αιωρούνται μέσα στα λύματα αλλά είναι προσαρτημένοι σε κάποιο υλικό. Στους βιολογικούς δίσκους οι μικροοργανισμοί βρίσκονται προσκολλημένοι πάνω σε επίπεδες επιφάνειες-δίσκους που περιστρέφονται μέσα στη μάζα των αποβλήτων σε ειδικές δεξαμενές. Αποτελούνται από μια σειρά κατακόρυφων κυκλικών δίσκων με διάμετρο μέχρι 3.5m ενώ το μήκος του άξονα φθάνει συνήθως τα 7.5m. Οι δίσκοι είναι βυθισμένοι στα υγρά απόβλητα κατά 40-45% περίπου. Οι δίσκοι αυτοί περιστρέφονται με σχετικά μικρή ταχύτητα (1 έως 2 στροφές το λεπτό) και έτσι η επιφάνεια τους, που είναι προσκολλημένοι οι μικροοργανισμοί, έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα και με το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων περιοδικά. Η μέθοδος των βιολογικών δίσκων χρησιμοποιήθηκε πρώτα στη Γερμανία το 1960 και άρχισε να χρησιμοποιείται σε μαζική κλίμακα στις ΗΠΑ το 1970 και μετά (Metcalf & Eddy)³. Οι βιολογικοί δίσκοι όπως και τα βιολογικά φίλτρα ανήκουν στην κατηγορία των μεθόδων επεξεργασίας που λέγονται μικρά αποκεντρωμένα συστήματα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε μικρές πόλεις, χωριά, ξενοδοχεία ή βιοτεχνίες. Περιοχές με πληθυσμό μεγαλύτερο των 10000 κατοίκων είναι πιο κατάλληλη μέθοδος η μέθοδος της ενεργού ιλύος. (Κούγκολος 2005)⁴

³ Metcalf & Eddy, "Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse", 3th Edition, McGraw Hill international editions, 1991.

⁴ Κούγκολος Α. (2005) 'Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική', Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.



Εικόνα: βιολογικοί δίσκοι (biological tower)

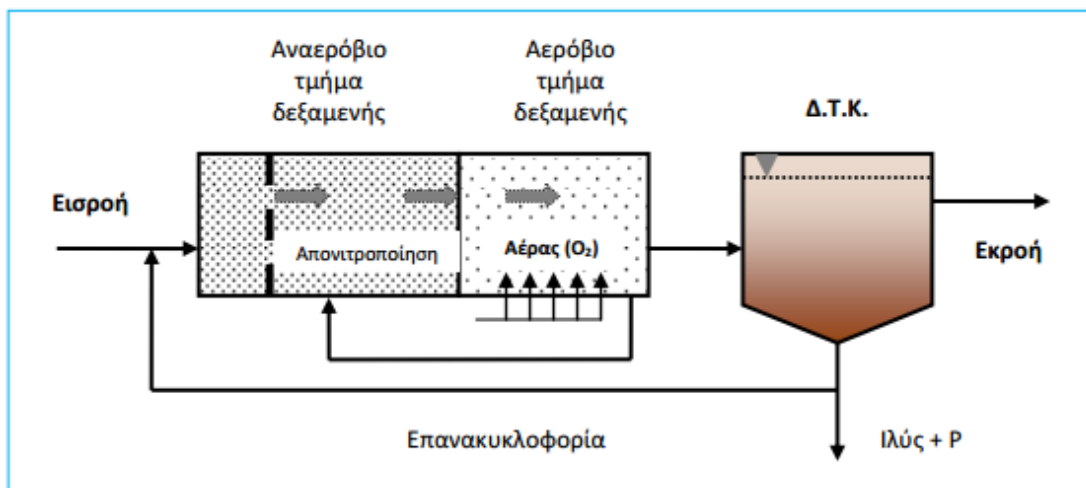
1.13. Απομάκρυνση θρεπτικών αλάτων

1.13.1. Απομάκρυνση φωσφόρου

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου εφαρμόζεται με διάφορες παραλλαγές, που όλες έχουν την ίδια αρχή, τα τελευταία 20 χρόνια στις εγκαταστάσεις της ενεργού ιλύος, όπου γίνεται και η βιολογική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Η αποφωσφόρωση συνήθως γίνεται μόνη της αλλά πολλές φορές συνδυάζεται και με την απομάκρυνση του Αζώτου (Νιτροποίηση - Απονιτροποίηση) που και αυτή γίνεται στην ίδια δεξαμενή. Η διαδικασία είναι η εξής:

Η μονάδα βιολογικής αποφωσφόρωσης αποτελείται από μια δεξαμενή αναερόβιων συνθηκών κατασκευασμένη πριν από τη δεξαμενή ενεργού ιλύος (δεξαμενή αερισμού) όπου τα λύματα μετά έρχονται σε επαφή κάτω από αναερόβιες συνθήκες με την ιλύ επανακυκλοφορίας. Τα λύματα μετά τη δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης εισέρχονται μέσω υποβρύχιας οπής στο δάπεδο της δεξαμενής απονιτροποίησης. Στον πυθμένα κάθε διαδρόμου της δεξαμενής βιολογικής επεξεργασίας εγκαθίσταται υποβρύχιος αναμκτήρας για καλή ανάμειξη των περιεχόμενων λυμάτων και ικανοποιητική επαφή βιομάζας και λυμάτων, όπως και στη περίπτωση της απονιτροποίησης.

Όταν η ενεργός ιλύς περάσει διαδοχικά πολλές φορές από αναερόβιες σε αερόβιες, συσσωρεύει στην κυτταρική της μάζα, υπό μορφή πολυφωσφορικών, δεκαπλάσια ποσότητα φωσφορικών σε σχέση με την ποσότητα που απαιτείται υπό άλλες συνθήκες. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μικροοργανισμοί στην προσπάθειά τους να επιβιώσουν υπό συνθήκες πλήρους έλλειψης οξυγόνου, προσροφούν μεγάλες ποσότητες οργανικής ύλης (BOD) μέσα στο κυτταρόπλασμά τους με παράλληλη μετατροπή των πολυφωσφορικών ($P_2O_7^{2-}$) σε ορθοφωσφορικά (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$), για παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας. Τα ορθοφωσφορικά εξάγονται στον περιβάλλοντα χώρο του κυττάρου. Με αυτό τον τρόπο, σε αναερόβιες συνθήκες, ελαττώνεται το BOD ενώ αυξάνεται η συγκέντρωση των φωσφορικών. Όταν οι μικροοργανισμοί βρεθούν σε αερόβιες συνθήκες, προσλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες φωσφορικών, τις οποίες μετατρέπουν σε πολυφωσφορικές με προοπτική να τις χρησιμοποιήσουν για την επιβίωσή τους σε αναερόβιες συνθήκες. Τελικά ο φώσφορος απομακρύνεται με το ρεύμα της λάσπης που απάγεται από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Η μέθοδος της βιολογικής αποφωσφόρισης επιτυγχάνει απομάκρυνση φωσφόρου από τα λύματα του 80- 85% περίπου.



Σχήμα: Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου

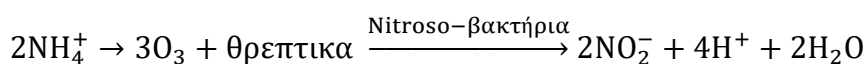
1.13.2. Απομάκρυνση αζώτου

Νιτροποίηση

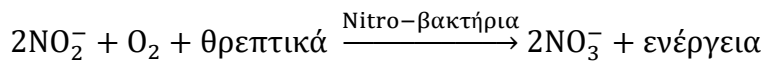
Η αρχή λειτουργίας της νιτροποίησης βασίζεται στην δημιουργία αερόβιων συνθηκών εντός της δεξαμενής αερισμού και πιο συγκεκριμένα, οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι οι ακόλουθες:

Στην αερόβια δεξαμενή (νιτροποίησης) λαμβάνει χώρα αερισμός των λυμάτων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του οργανικού φορτίου (BOD) βάσει βιολογικών διεργασιών. Από το ολικό άζωτο (TKN) που περιέχεται στα εισερχόμενα λύματα το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται υπό μορφή αμμωνίας (N-NH₄) (περίπου 60%), ενώ το υπόλοιπο άζωτο είναι οργανικό (δεσμευμένο εντός οργανικών ενώσεων). Με τον αερισμό των λυμάτων, στη ζώνη αυτή το μεγαλύτερο ποσοστό του οργανικού αζώτου μετατρέπεται προς αμμωνιακό (μεγαλύτερο από 90%), ενώ μέρος του αμμωνιακού αζώτου (N-NH₄) νιτροποιείται (μετατρέπεται σε νιτρικά N-NO₃) σύμφωνα με τα στάδια εξίσωσης:

1. Η αρχική οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρώδες γίνεται με τη βοήθεια αυτότροφων βακτηρίων νιτροδοποίησης. Αν δε ληφθεί υπόψη το άζωτο που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση κυτταρικού υλικού, η αρχική οξείδωση γίνεται από τη σχέση:



2. Κατά το δεύτερο στάδιο τα νιτρώδη οξειδώνονται με τη βοήθεια αυτότροφων βακτηρίων νιτροποίησης σε νιτρικά. Το δεύτερο αυτό στάδιο, αν και πάλι δεν ληφθεί υπόψη το άζωτο που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση κυτταρικού υλικού, μπορεί να αποδοθεί από τη σχέση:



Οι απαραίτητες προϋποθέσεις για ικανοποιητική νιτροποίηση είναι οι εξής:

- Η υψηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (0,5 mg/l για οξείδωση αμμωνίας και οπωσδήποτε πάνω από 1,5 mg/L για οξείδωση NO_2^- , επειδή τα βακτήρια νιτροποίησης είναι υποχρεωτικά αερόβια,
- Η θερμοκρασία (πρακτικά δεν επιτυγχάνεται νιτροποίηση σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 5 °C και υψηλότερες των 45 °C, η βέλτιστη θερμοκρασία νιτροποίησης κυμαίνεται από 28 - 32°C και η μείωση της θερμοκρασίας συνεπάγεται σημαντική μείωση της ταχύτητας της αντίδρασης),
- Η αρκετά μεγάλη ηλικία ιλύος (ο απαιτούμενος χρόνος παρακράτησης για ικανοποιητική νιτροποίηση είναι αρκετά φορές μεγαλύτερος το χειμώνα από το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα να απαιτείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα η λειτουργία των εγκαταστάσεων με μεγαλύτερες τιμές MLSS , αιωρούμενα στερεά ανάμικτου υγρού (Mixed Liquor Suspended Solids, για τη διατήρηση του επιθυμητού επιπέδου νιτροποίησης) έτσι ώστε να διασφαλίζεται επαρκής αριθμός νιτροβακτηριδίων εντός της βιομάζας διότι τα νιτροβακτηρίδια έχουν πολύ χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης, κατά τον σχεδιασμό της μονάδας,
- Το pH των αποβλήτων (PH: 5,5-9,0, βέλτιστο pH: 7,5-7,6),
- Η ικανοποιητική συγκέντρωση αλκαλικότητας των αποβλήτων (εξαπλάσια τουλάχιστον της συγκέντρωσης των αμμωνιακών) για να εξουδετερώνεται το οξύ το οποίο παράγεται κατά το πρώτο στάδιο της νιτροποίησης και έχει καταστρεπτικές συνέπειες στην επιβίωση των νιτροποιητικών βακτηρίων,
- Το αμμωνιακό φορτίο των λυμάτων.
- Η σταθεροποίηση της ιλύος με την διεργασία της ενδογενούς αναπνοής.

Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα σε μια βιολογική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη βιολογική διεργασία κατά την οποία τα νιτρικά ιόντα μετατρέπονται σε αέριο άζωτο.

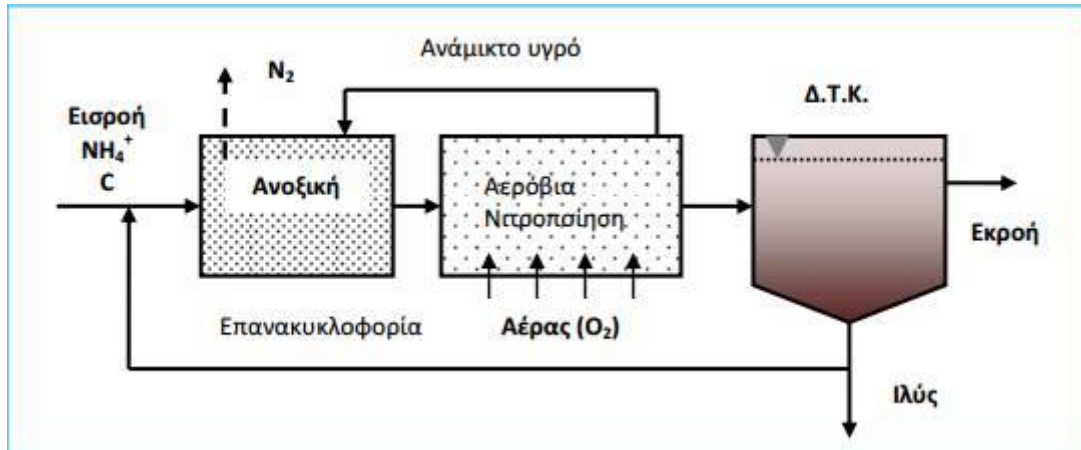
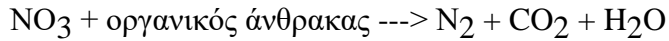
Κατά στάδιο της απονιτροποίησης, τα νιτρικά μετατρέπονται σε στοιχειακό άζωτο (N_2), με σύγχρονη έκλυση μικρών ποσοτήτων υποξειδίου (N_2O) και μονοξειδίου (NO) του αζώτου, μέσω μιας κατηγορίας ετερότροφων μικροοργανισμών (όπως το *Paracoccus* και διάφορες ψευδομονάδες) υπό ανοξικές συνθήκες (συγκέντρωση οξυγόνου $< 0,5 \text{ mg/L}$). Τα ετερότροφα βακτήρια της απονιτροποίησης χρησιμοποιούν ως πηγή οξυγόνου το οξυγόνο των νιτροδών και των νιτρικών που παράγονται κατά τη νιτροποίηση. Αυτό συμβαίνει μόνον σε ανοξικές καταστάσεις γιατί στην αντίθετη περίπτωση τα εν λόγω βακτήρια προτιμούν το διαλυμένο οξυγόνο που υπάρχει στο σύστημα με αποτέλεσμα την αναστολή της απονιτροποίησης.

Η διεργασία της απονιτροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το pH, το οποίο συνήθως αυξάνεται. Η βέλτιστη τιμή του pH κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $pH = 7,0 - 8,2$. Κατά την πορεία αναγωγής των νιτρικών, η τιμή $pH < 7$ ευνοεί την δημιουργία οξειδίων του αζώτου, ενώ τιμή $pH > 9$, ευνοεί τη δημιουργία αμμωνίας. Έχει υπολογιστεί ότι η αλκαλικότητα που παράγεται κατά την απονιτροποίηση είναι μικρότερη κατά το ήμισυ από εκείνη που αναλώνεται κατά την νιτροποίηση.

Για την αναγωγή όμως των νιτρικών σε άζωτο απαιτείται οπωσδήποτε μια πηγή άνθρακα. Οι μικροοργανισμοί απαιτούν τροφή για την απόκτηση ενέργειας. Πηγή άνθρακα των ετερόμορφων βακτηρίων μπορεί να είναι, είτε διαλυτές και κολλοειδείς οργανικές ενώσεις των ακατέργαστων αποβλήτων (BOD), είτε ο ενδογενής άνθρακας των μικροοργανισμών, δηλαδή ο άνθρακας των σηπτικών νεκρών κυττάρων, είτε η μεθανόλη (CH_3OH) που αποτελεί το καλύτερο οργανικό υπόστρωμα για την απονιτροποίηση. Η επιλογή της πηγής άνθρακα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το σχεδιασμό της διεργασίας και γίνεται με πολλούς τρόπους. Στην πράξη, κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος, η απονιτροποίηση πρέπει να γίνει σε ξεχωριστή δεξαμενή και όχι στην ίδια δεξαμενή με τη νιτροποίηση γιατί κατά την απονιτροποίηση απαγορεύεται η παρουσία διαλυμένου οξυγόνου. Συνήθως η δεξαμενή απονιτροποίησης τοποθετείται πριν τη δεξαμενή νιτροποίησης. Τα υγρά απόβλητα αναμιγνύονται με την ίλη επανακυκλοφορίας και τα απονιτροποιητικά βακτήρια αναπτύσσονται ταχύτατα χρησιμοποιώντας σαν τροφή της οργανικές ουσίες των λυμάτων. Τα νιτρικά (NO_3^-) μετατρέπονται σε άζωτο (N_2) που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με τον αερισμό των υγρών αποβλήτων στην δεξαμενή νιτροποίησης που ακολουθείται στη συνέχεια.

Συνοψίζοντας, η κύρια διεργασία είναι εκείνη της απονιτροποίησης κατά την διάρκεια της οποίας τα νιτρικά ($N-NO_3$) μετατρέπονται από μικροοργανισμούς προς αέριο άζωτο. Στη

βιολογική διεργασία λαμβάνουν μέρος μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούν για την λειτουργία τους το οξυγόνο των νιτρικών (NO₃) και μια πηγή οργανικού άνθρακα, για να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη ενέργεια και τον άνθρακα για την βιολογική σύνθεση. Η διεργασία γίνεται απουσία οξυγόνου, υπό ανοξικές συνθήκες (η συγκέντρωση του οξυγόνου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0.5 mg/l) και η αντίδραση που περιγράφει την απονιτροποίηση είναι:



Σχήμα: Απονιτροποίηση υποστρώματος σε ξεχωριστή δεξαμενή

1.14. Απολύμανση υγρών αποβλήτων

Η απολύμανση των υγρών αποβλήτων έχει ως στόχο την καταστροφή ή την αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών με τα νερά του αποδέκτη, στα οποία διοχετεύονται τα απόβλητα. Όλες οι μέθοδοι απολύμανσης στοχεύουν στην καταστροφή των βακτηρίων, των ιών και των λοιπών μικροοργανισμών που πιθανό να είναι φορείς ασθενειών, ή μπορούν να εξελιχθούν σε τέτοιους. Το απολυμαντικό μέσο πρέπει να είναι δραστικό σε όλες τις κατηγορίες μικροοργανισμών που παρουσιάζονται ή αναμένεται να παρουσιασθούν στο σύστημα, να συμφέρει οικονομικά η εφαρμογή του, να μην δημιουργεί παρενέργειες στο σύστημα και να διευκολύνει την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη ανεπιθύμητων ειδών, να μην δημιουργεί κινδύνους για το προσωπικό και το περιβάλλον. Επισημαίνεται ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι ιοί, οι σπόροι των βακτηρίων και των πρωτόζωων παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στα διάφορα απολυμαντικά μέσα.

Η περιεκτικότητα των τυπικών αστικών λυμάτων σε κολοβακτηρίδια είναι της τάξης των 10⁷ – 10⁹ CFU / 100 ml. Είναι προφανές λοιπόν ότι στα λύματα υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί. Με τις επί μέρους διεργασίες κατά την επεξεργασία των λυμάτων απομακρύνεται ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των μικροοργανισμών. Στις σχάρες για

παράδειγμα επιτυγχάνεται ποσοστό απομάκρυνσης 10 – 20 % περίπου, στους αμμοσυλλέκτες 10 – 25 % περίπου και κατά την καθίζηση απομακρύνεται ποσοστό της τάξης του 25 – 75 %. Με τη βιολογική επεξεργασία και πιο συγκεκριμένα με τη μέθοδο της ενεργός ιλύος επιτυγχάνεται απομάκρυνση του 90 – 98 % των μικροοργανισμών. Αυτό όμως δεν είναι αρκετό. Γι αυτό λοιπόν με την απολύμανση επιτυγχάνεται καταστροφή ή αδρανοποίηση των μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα, σε ποσοστό της τάξης του 98 – 99,9 %, ώστε αυτοί να μην είναι ικανοί να μεταδώσουν ασθένειες στα ζώα και τους ανθρώπους. Με τον όρο «αδρανοποίηση» εννοείται όχι απαραίτητα θανάτωση των μικροοργανισμών αλλά παρεμπόδιση της ανάπτυξης ή της δυνατότητας αναπαραγωγής.

Οι μηχανισμοί με τους οποίους δρουν τα απολυμαντικά μέσα είναι η καταστροφή του κυτταρικού υλικού των μικροοργανισμών, η παρεμβολή στον ενεργειακό τους μεταβολισμό με την αδρανοποίηση της λειτουργίας των ενζύμων τους και η παρεμβολή στην βιοσύνθεση και την ανάπτυξη τους παρεμποδίζοντας τη σύνθεση των πρωτεϊνών, των νουκλεϊνικών οξέων και των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Οι επιτυχία της διεργασίας τους εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, κυριότερες από τις οποίες είναι: το είδος, η δόση και ο χρόνος επαφής του απολυμαντικού, ο τύπος και η φυσιολογική κατάσταση του μικροοργανισμού (πρωτόζωα, βακτήρια, ιοί), – το pH, η θερμοκρασία, η θολότητα και η διαλυμένη οργανική ύλη. Η απολύμανση συνεπώς είναι αποτελεσματική με τη χρήση ισχυρών οξειδωτικών παραγόντων (Cl_2 , ClO_2 , O_3) οι οποίοι εφαρμόζονται στις εξής μεθόδους:

Χλωρίωση (Cl_2 , ClO_2 , NaOCl , NaOCl_2)

Η περισσότερο διαδεδομένη και δοκιμασμένη μέθοδος απολύμανσης είναι η χλωρίωση με υποχλωριώδες νάτριο. Το χλώριο που χρησιμοποιείται για απολύμανση είναι δυνατόν να τροφοδοτείται είτε ως μοριακό χλώριο από φιάλες ή δεξαμενές (υπό πίεση) που περιέχουν υγροποιημένο χλώριο είτε να βρίσκεται υπό μορφή διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) είτε ακόμη να προκύπτει από επί τόπου διαλυτοποίηση υποχλωριώδους ασβεστίου [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$]. Το χλώριο είναι αέριο κάτω από κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, έχει πρασινοκίτρινο χρώμα και είναι 2,5 φορές βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Δεν είναι ούτε εκρηκτικό ούτε εύφλεκτο, παρόλο που αντιδρά βίαια με αρκετές ουσίες.

Η συνήθης πρακτική που ακολουθείται για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης δόσης χλωρίου, είναι η μέτρηση της συγκέντρωσης του υπολειμματικού χλωρίου, μετά από χρόνο επαφής 15 - 30 min, η οποία πρέπει να είναι 0,5 mg/L. Για να εξασφαλιστεί η παραμονή των κατεργασμένων αποβλήτων στη δεξαμενή επαφής χλωρίου για μια συγκεκριμένη χρονική

περίοδο, η πιο κοινή προσέγγιση είναι η χρήση δεξαμενών επαφής μεγάλου μήκους εμβολικής ροής ορθογωνικής μορφής με στρογγυλεμένα άκρα ή μια σειρά εσωτερικά συνδεδεμένων δεξαμενών ή τμημάτων. Οι δεξαμενές επαφής χλωρίου εμβολικής ροής που κατασκευάζονται με μαιανδρική μορφή για την εξοικονόμηση χώρου, απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό τους για να περιοριστεί ο σχηματισμός υδραυλικών νεκρών ζωνών που μειώνουν τους υδραυλικούς χρόνους παραμονής. Λόγοι μήκους προς πλάτος τουλάχιστον 20 : 1 και η χρήση ανακλαστήρων και πτερυγίων βοηθούν στην ελαχιστοποίηση των βραχυκυκλώσεων ροής.

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η μέθοδος αυτή, έχει το βασικότερο μειονέκτημα το οποίο είναι η δυσμενής επίδραση του χλωρίου και των διάφορων ενέσεως του από τα οποία είναι τα τριαλογονομεθάνια (trihalomethanes THM) και τα αλογονοοξικά οξέα (Halo-Acetic Acids HAA) στο υδάτινο περιβάλλον που διοχετεύονται τα χλωριωμένα απόβλητα. Η επίδραση αυτή εκδηλώνεται άμεσα στις διάφορες μορφές ζωής (πχ ψάρια) λόγω της τοξικότητας του χλωρίου ή έμμεσα από τις ενώσεις που δημιουργούνται από την αντίδραση του χλωρίου με τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων που πιθανολογείται ότι είναι καρκινογόνες. Είναι λοιπόν προφανές ότι δεν πρέπει στο υδάτινο περιβάλλον να διοχετεύονται μεγάλες ποσότητες χλωρίου. Σήμερα γίνονται διάφορες προσπάθειες για τη βελτίωση της απόδοσης της χλωρίωσης, ώστε να αποφεύγεται η ανεξέλεγκτη χρήση του χλωρίου. Το παραπάνω βασικό μειονέκτημα της χλωρίωσης που αναφέραμε έχει οδηγήσει σε προσπάθειες αντικατάστασης της από άλλες μεθόδους απολύμανσης που είναι εξίσου δραστικές χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στις μεθόδους αυτές ανήκει η απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία (UV), η οποία αναφέρεται παρακάτω.

Αποχλωρίωση

Η αποχλωρίωση γίνεται για την αποφυγή προβλημάτων τοξικότητας του υπολειπόμενου χλωρίου από τη διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων σε υδάτινους αποδέκτες. Σημειώνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις επιφανειακών νερών οι προδιαγραφές αναφέρουν επίπεδα ολικού υπολειπόμενου χλωρίου <0,02 mg/L ώστε να αποφεύγονται οι τοξικές επιπτώσεις σε ψάρια και σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς. Για την αποχλωρίωση χρησιμοποιείται είτε διοξείδιο του θείου θειώδες άλας.

Επειδή η αντιδράσεις αποχλωρίωσης είναι στιγμιαίες ο χρόνος επαφής (υδραυλικός χρόνος επαφής) δεν παίζει μεγάλο ρόλο. Σημειώνεται όμως ότι είναι απαραίτητα η πολύ καλή ομοιογενοποίηση για να είναι αποτελεσματική η διεργασία της αποχλωρίωσης για όλη τη μάζα των λυμάτων που τροφοδοτούνται.

Απολύμανση με ακτινοβολία UV

Η υπεριώδης ακτινοβολία διαπερνά τη κυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών και απορροφάται από τα κυτταρικά συστατικά τους (DNA & RNA) εξοντώνοντας τους ή καθιστώντας ανίκανους να πολλαπλασιαστούν. Η μέγιστη καταστροφική ικανότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας επιτυγχάνεται στην περιοχή του UVC, σε μήκος κύματος 255 - 265 nm, όπου αναφέρεται η μέγιστη απορρόφηση της από τα νουκλεϊκά οξέα των μικροοργανισμών. Μέτρο της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία αποτελεί η ποσότητα, δηλαδή η δόση της ενέργειας που απορροφάται από το μικροοργανισμό. Η ποσότητα αυτή είναι το γινόμενο του ρυθμού με τον οποίο η ενέργεια, δηλαδή η ένταση, παρέχεται επί τον χρόνο κατά τον οποίο ο μικροοργανισμός εκτίθεται σε αυτή. Παρ' όλα αυτά, αύξηση της δόσης οδηγεί συχνά σε μειωμένη απολυμαντική δράση, γεγονός που οφείλεται στην προσρόφηση των βακτηρίων στα αιωρούμενα σωματίδια. Για να είναι βέβαια αποδοτική η ακτινοβολία UV θα πρέπει να έχουν αφαιρεθεί σε υψηλά ποσοστά από τα απόβλητα τα αιωρούμενα στερεά, ώστε να μην παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής της ακτινοβολίας και των μικροοργανισμών και να λειτουργούν έτσι ως «ασπίδες των μικροοργανισμών». Για το λόγο αυτό συνιστάται πριν από την απολύμανση η διαδικασία της απομάκρυνσης-συγκράτησης των αιωρούμενων στερεών με αμμόφιτρα που απέμειναν στα απόβλητα μετά την βιολογική επεξεργασία.

Η ακτινοβολία UV αποτελεί ένα φυσικό τρόπο απολύμανσης χωρίς να αναμένονται περιβαλλοντικές επιπτώσεις εφόσον δεν πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις. Τα πλεονεκτήματα της απολύμανσης με UV είναι πολλά καθώς η μέθοδος είναι αποτελεσματική για πολλά και διάφορα είδη μικροοργανισμών, δεν επιφέρει χημικές μεταβολές στα απόβλητα οπότε δεν μεταβάλλει την επίπτωση τους στον υδάτινο αποδεκτή και δεν υπάρχει τοξική υπολειμματική συγκέντρωση. Ο εξοπλισμός καταλαμβάνει μικρό χώρο και είναι σχετικά οικονομικός.

Οζόνωση (O₃)

Το όζον χρησιμοποιείται ως εναλλακτική μέθοδος για την απολύμανση του πόσιμου νερού. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εξετάζεται η χρησιμοποίηση όζοντος για την απολύμανση επεξεργασμένων λυμάτων μετά το στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου τα επεξεργασμένα λύματα δεν πρέπει να περιέχουν παραπροϊόντα χλωρίωσης και όταν απαιτείται μετά από τη χλωρίωση και ένα ακόλουθο στάδιο αποχλωρίωσης. Το όζον είναι χημικά ασταθές αέριο και διασπάται πολύ γρήγορα μετά

την παραγωγή του. Γι αυτό παράγεται επί τόπου από υγρό οξυγόνο με τη μέθοδο των ηλεκτρικών εκκενώσεων. Η κατανάλωση ενέργειας είναι αρκετά μεγάλη.

Η αποτελεσματικότητα του όζοντος στη διάσπαση των υπολειμματικών οργανικών ουσιών εξαρτάται από τη δόση, το pH των αποβλήτων και την συγκέντρωση του οργανικού φορτίου. Το βασικό μειονέκτημα της χρήσης όζοντος είναι το υψηλό κόστος των εγκαταστάσεων παραγωγής του και το υψηλό κόστος λειτουργίας τους. Η οζόνωση ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα δεν πρέπει να περιέχουν παραπροϊόντα χλωρίωσης και όταν απαιτείται μετά από τη χλωρίωση και ένα ακόλουθο στάδιο αποχλωρίωσης. Η ποσότητα του όζοντος που απαιτείται για την απολύμανση βιολογικά κατεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι 15 – 20 gr/m³ λυμάτων και η διάρκεια της αντίδρασης είναι 15 – 30 λεπτά. Για πλήρη καταστροφή των κυτταρικών δεσμών ακόμη και στην περίπτωση των ιών, απαιτούνται υπολειμματικές συγκεντρώσεις από 0,2 – 0,5 mg/L με χρόνο επαφής 6 λεπτά.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ		
	ΟΖΟΝΩΣΗ	UV	ΧΛΩΡΙΩΣΗ
Απομάκρυνση κολοβακτηριδίων	Πολύ καλή	Πολύ καλή	Πολύ καλή
Απομάκρυνση ιών	Πολύ καλή	Καλή	Μέτρια
Πιθανότητες να ξανά αναπτυχθούν μικροοργανισμοί	Καμία	Σημαντική	Ελάχιστη
Επίδραση στο υδάτινο περιβάλλον του αποδέκτη	Καμία	Καμία	Αύξηση διαλυτών στερεών
Παραπροϊόντα απολύμανσης	Κανένα	Κανένα	Αλογονοφόρμια
Επικινδυνότητα παραπροϊόντων	Μηδενική	Μηδενική	Μεγάλη
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	Καμία	Καμία	Μεγάλη
Κόστος εγκατάστασης	Σημαντικό	Σημαντικό	Μέσο
Κόστος λειτουργίας συντήρησης	Μέσο	Σημαντικό	Μέσο
Προσωπικό λειτουργίας	Δεν απαιτείται	1 άτομο/βάρδια	1 άτομο/βάρδια

Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης

1.15. Διάθεση υγρών αποβλήτων

Η διάθεση των αποβλήτων μετά την κατάλληλη επεξεργασία καθαρισμού αποτελεί βασικό στάδιο. Η κατάλληλη εκλογή του τελικού αποδέκτη (έδαφος, επιφανειακά νερά), που πρέπει να γίνει με κριτήρια δημόσιας υγείας, οικονομικά και περιβαλλοντικά, 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).

1.15.1. Υπόγεια διάθεση

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

Αναλυτικά:

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.

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).

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

Υγιεινό αποχωρητήριο ξηρού τύπου. Αποτελείται στην απλούστερη μορφή του από υποδοχέα των αποχωρημάτων, πλάκα επικάλυψης, λεκάνη, σωλήνα εξαιρισμού και ανοδομή (οικίσκο).

Απορροφητικός βόθρος. Αποτελεί κατακόρυφο σύστημα διαθέσεως των αποβλήτων στο υπέδαφος ύστερα από 2ωρη τουλάχιστον κανονική καθίζηση ή μετά από σιπτική 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.

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.

Υπεδάφιο πεδίο διαθέσεως. Αποτελείται από σύστημα σωληνωτών αγωγών με ανοικτούς 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.

1.15.2. Επιφανειακή διάθεση στο έδαφος

Η επιφανειακή διάθεση των υγρών αποβλήτων στο έδαφος γίνεται με έναν από τους τρόπους αρδεύσεως 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 εγκατάστασης.

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.



Εικόνα: Διάθεση στο έδαφος

1.15.3. Διάθεση σε επιφανειακά νερά

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.

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 αραιώση των αποβλήτων κατά την ανοδική πορεία των υγρών στην επιφάνεια λόγω της διαφοράς πυκνότητας και επιφανειακή κυρίως διασπορά και αραιώση 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 ζωής.

1.15.4. Διάθεση λάσπης

Κατά την επεξεργασία καθαρισμού παράγονται ορισμένα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα και η λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης. 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, αφυδάτωσης 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, με 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 οξείδωση 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 οξείδωση στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών.

Συνοπτικά η κάθε μια επεξεργασία ξεχωριστά περιλαμβάνει:

- Προσωρινή αποθήκευση:

Η λάσπη, που συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης, 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.

- Συγκέντρωση (συμπύκνωση)

Σκοπός της συγκεντρώσεως 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.

- 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).

- 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.

- 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 ξηράνσεως 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.

- 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.

- 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 φορηγίδων για μεταφορά στην ανοιχτή θάλασσα, είτε με εγκατάσταση μακρού υποβρύχιου αγωγού.

1.16. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Σε πολλές χώρες η ανάγκη για ορθή διαχείριση των υδάτινων 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:

- Άρδευση καλλιεργειών
- Βιομηχανική χρήση
- Τροφοδότηση-εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων
- Αστική και περιστασιακή χρήση
- Ύδρευση

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

Κατηγορίες χρήσης	Περιορισμοί
<p>1. Άρδευση γεωργικών εκτάσεων</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Φυτικές καλλιέργειες ● Εμπορικά φυτώρια <p>2. Άρδευση κοινόχρηστων – αναψυχής χώρων</p> <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 - Εμπορικότητα και δημ όσια αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων.
<p>3. Βιομηχανική χρήση</p> <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).
<p>4. Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων</p> <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.
<p>5. Αναψυχή και άλλες περιβαλλοντικές χρήσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Λίμνες και δεξαμενές ● Αποκατάσταση βαλτώδων περιοχών ● 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 Συμπεριλαμβανομένων των οσμών
<p>6. Μη πόσιμες αστικές χρήσεις</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Προστασία δημόσιας υγείας από τη μεταφορά

<ul style="list-style-type: none"> ● Πυροπροστασία ● Κλιματισμός ● Καθαρισμός WC 	<p>παθογόνων με aerosols.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ποιοτικές επιδράσεις σε εναπόθεση διάβρωση βιολογική ανάπτυξη και γενικά ρύπανση. - Προβλήματα σε πιθανές διασταυρώσεις με το σύστημα υδροδότησης
<p>7. Πόσιμες χρήσεις</p> <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 τη μεταφορά παθογόνων, και κυρίως ιών).

Πίνακας : Κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων και δυνατοί περιορισμοί (Angelakis, et al, 2001)⁵.

1.16.1. 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:

⁵ AN Angelakis , Wastewater reclamation and reuse in Eureau countries, L Bontoux - Water Policy, 2001

	Περριτωματικά κολοβακτηρίδια <u>/FC 100 mL</u>	BOD₅ (mg/L)	SS (mg/L)	Θολότητα τα (NTU)	Προτεινόμενη επεξεργασία
<p>Περιορισμένη άρδευση</p> <p>Σε 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>	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
<p>Απεριόριστη άρδευση</p> <p>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</p>	5 για το 80% των δειγμάτων 15 για το 95% των δειγμάτων με 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: Προτεινόμενα όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης λυμάτων για άρδευση στην Ελλάδα.

1.16.2. 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 και 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 κατείδυσης 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 δύσκολη, δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία.

1.16.3. 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 κράσπεδων 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.

1.16.4. 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.

1.16.5. 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:

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 ανεπεξεργαστων 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.

Απαιτήσεις ποιότητας ανάλογα με την χρήση. Ανάλογα με την προοριζόμενη χρήση του η ποιότητα του ανακυκλωμένου νερού πρέπει να πληρεί 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.

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.

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.

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.

1.17. Πειραματική διαδικασία

Σκοπός:

Κατανόηση της τεχνικής λειτουργίας των μονάδων υ.α. Συγκεκριμένα

- Για τη περαιτέρω ανάλυση των διεργασιών χαλικοδιυλιστηρίου
- Και τον ρυθμό διήθησης στις δεξαμενές καθίζησης

1.17.1. Υπολογισμός συστήματος διύλισης

Υπολογίστηκε το σύστημα διύλισης για απορροή χαλικοδιυλιστηρίου με:

$$Q_{\eta\mu} = 70000 \text{ m}^3 / \eta\mu.$$

$$q_{\max} \omega\rho = 5000 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Με τις παρακάτω συνθήκες:

$$P\delta = 8, 12, 14, 16, 20 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{h}$$

$$SS = 20, 30, 40 \text{ mg/L}$$

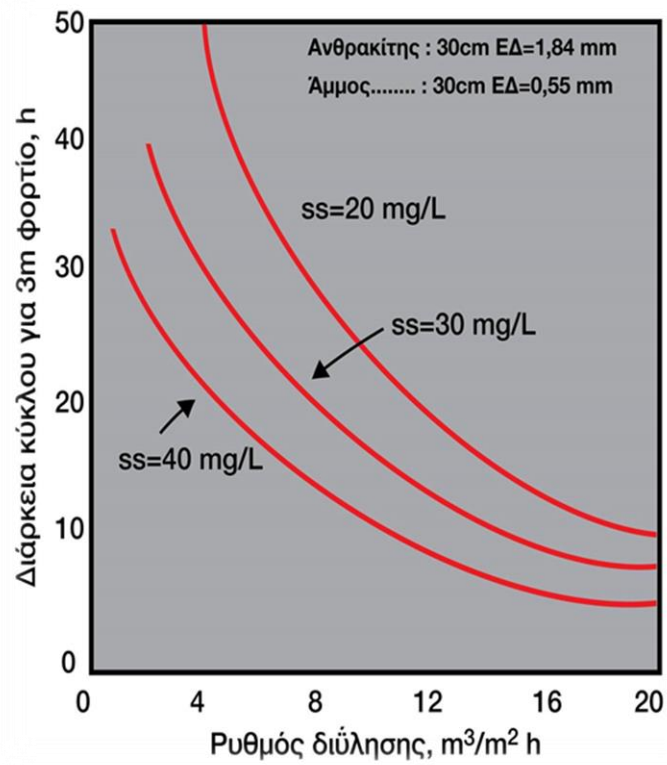
$$1. A = \frac{Q_{\eta\mu}}{24 * P\delta} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$2. Q = (\Delta.κ * P.\delta)$$

$$3. \rho\delta = P\delta * \frac{\Sigma.\chi}{\Delta.κ}$$

$$4. E. P = (q_{\max} \omega\rho_{,*} \kappa)$$

$$5. SS = Q_{\eta\mu}(SSi - 5)$$



Σχήμα: Διάρκεια κύκλου λειτουργίας διυλιστηρίου με δύο μέσα για απορροή χαλικοδιυλιστηρίου

SS30 mg/L

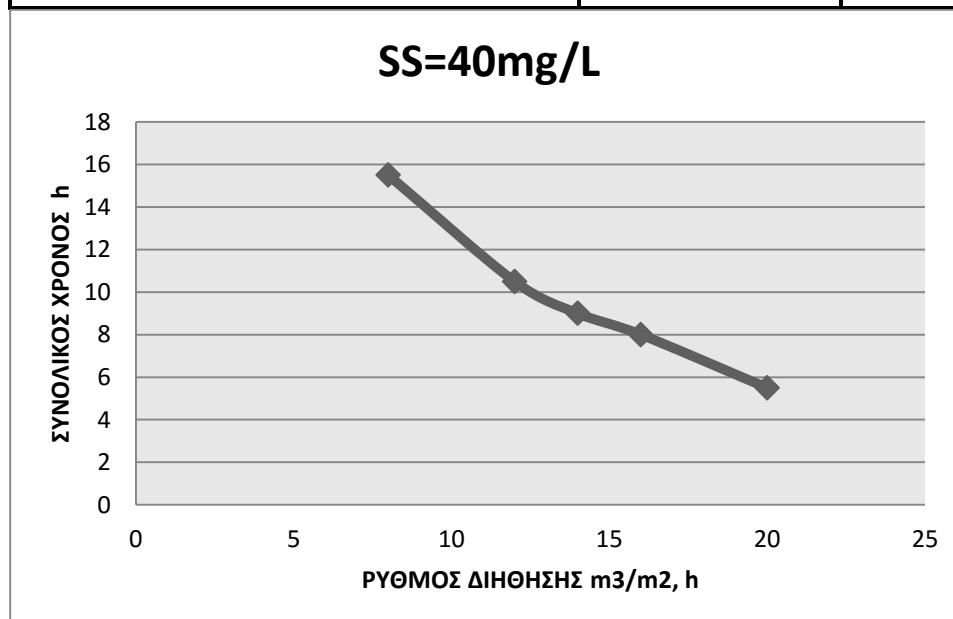
ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΥΛΙΣΗΣ m ³ /m ² h	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ
8	364,6	20,5
12	243,1	14,5
14	208,3	12
16	182,3	9,5
20	145,8	5,5

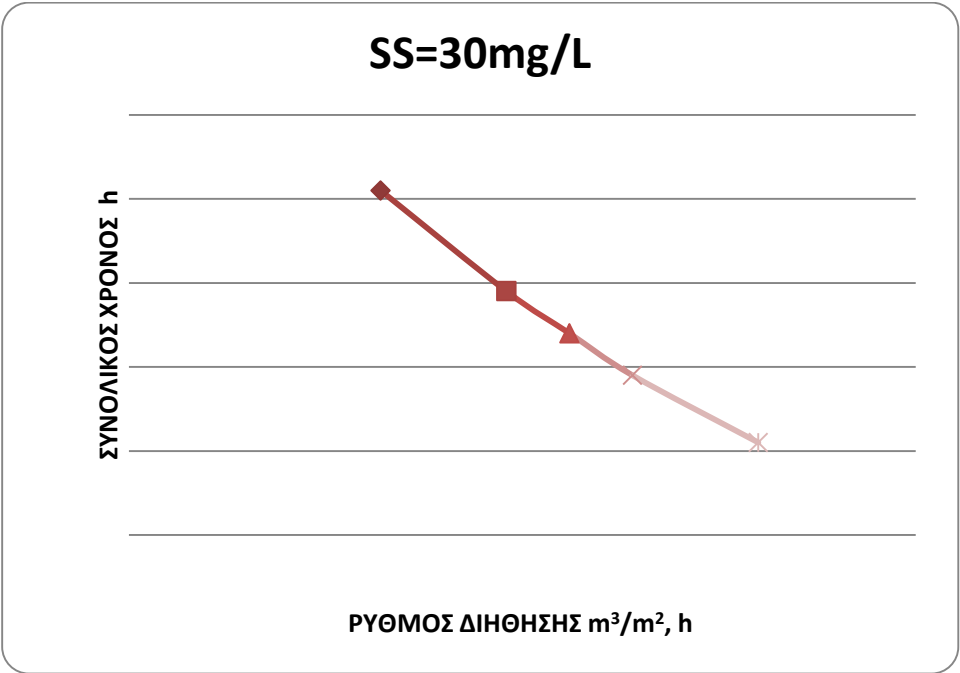
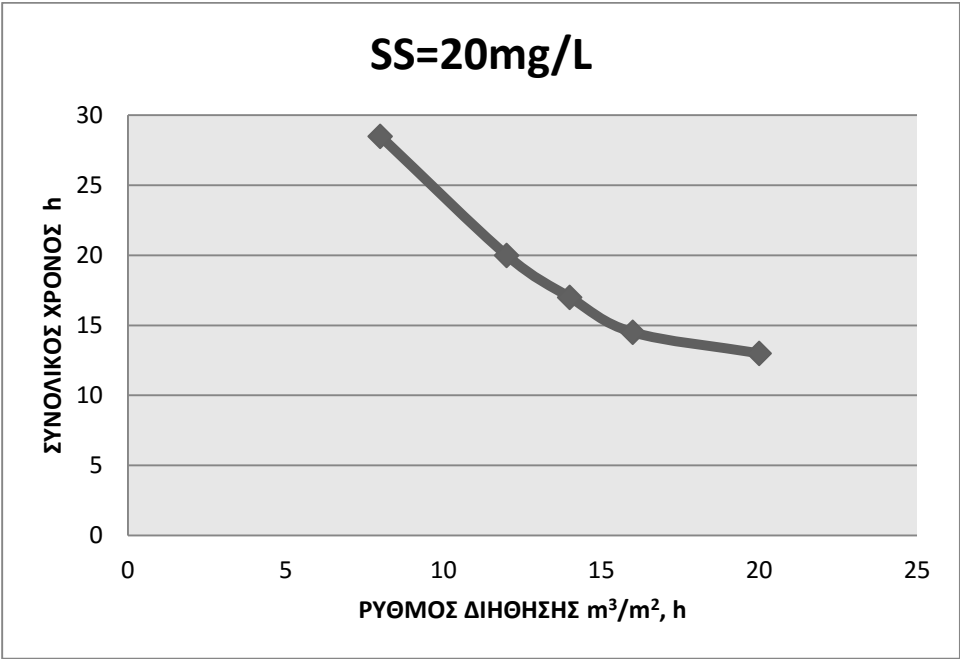
SS40 mg/L

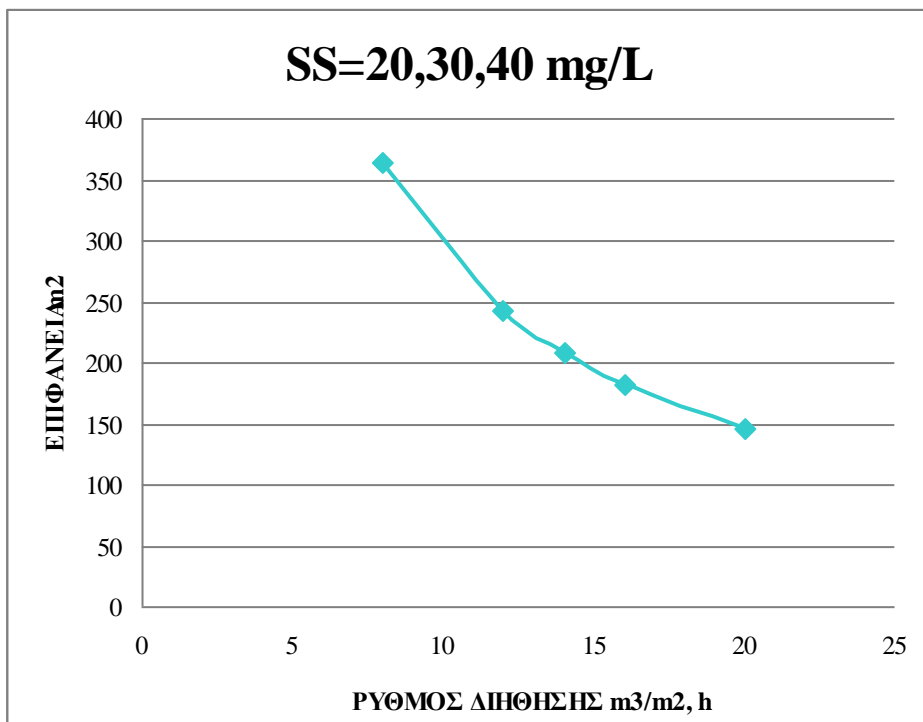
ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ m ³ /m ² h	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ
8	364,6	15,5
12	243,1	10,5
14	208,3	9
16	182,3	8
20	145,8	5,5

SS20 mg/L

ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ m ³ /m ² h	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ
8	364,6	28,5
12	243,1	20
14	208,3	17
16	182,3	14,5
20	145,8	13







Συμπεράσματα:

Ο συνολικός χρόνος μειώνεται καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διήθησης

1.17.2. Υπολογισμός απόδοσης Χαλικοδυλιστηρίου

Υπολογίστηκε η απόδοση χαλικοδυλιστηρίου για Βιο.Κα λυμάτων πόλης:

- 15.000 κατοίκων
- 30.000 κατοίκων
- 60.000 κατοίκων
- 100.000 κατοίκων

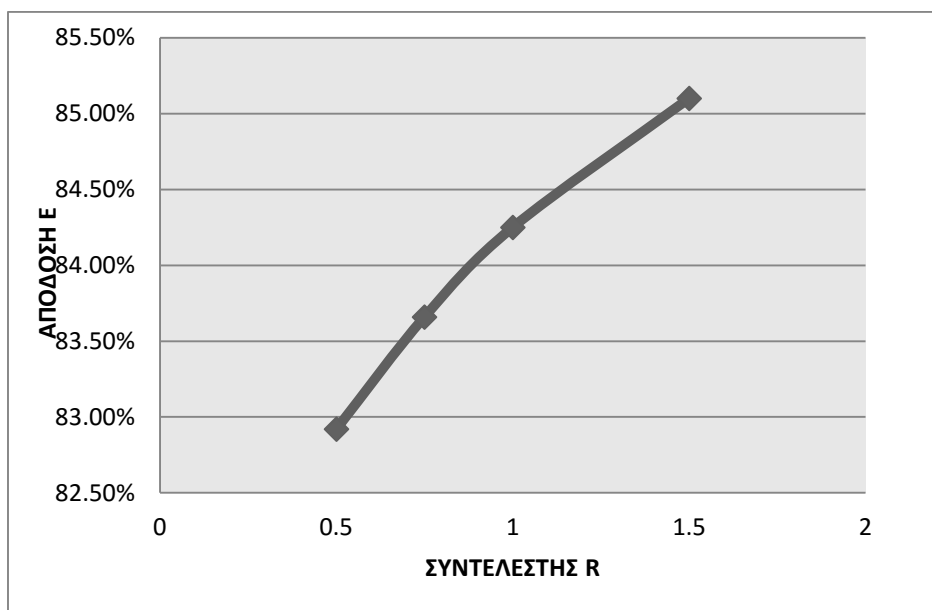
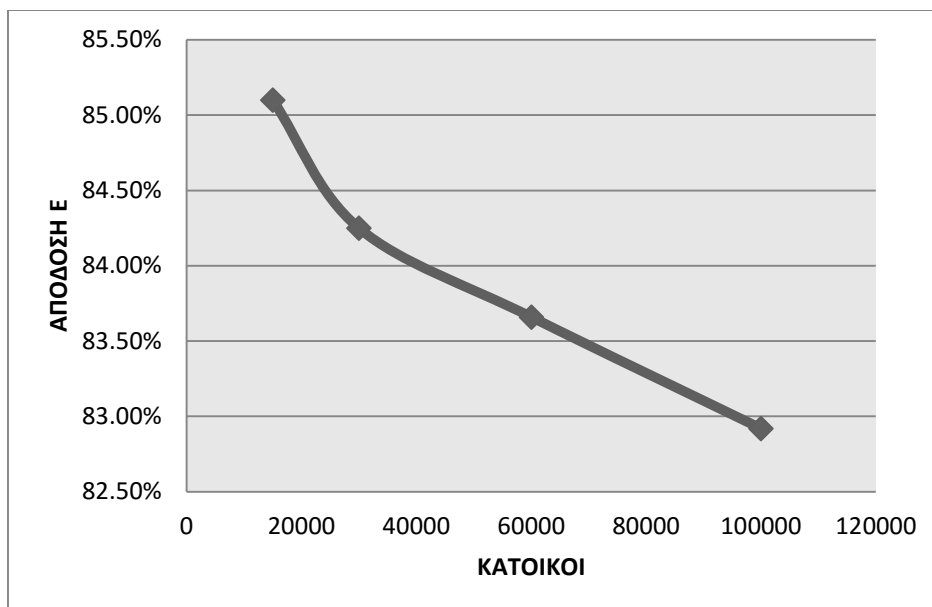
Κρατώντας σταθερές τις παροχές σχεδιασμού όγκο δεξαμενών.

Δεδομένα: L_v , C , R

$$E = \frac{100}{1 + C \sqrt{L_v/F}} \quad (\%)$$

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1R)^2}$$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ R	ΚΑΤΟΙΚΟΙ	ΑΠΟΔΟΣΗ Ε
1,5	15000	85,10%
1	30000	84,25%
0,75	60000	83,66%
0,5	100000	82,92%



Παρατηρείται:

- Αύξηση των κατοίκων μείωση της απόδοσης του χαλικ/ου
- Αύξηση του λόγου ανακυκλοφορίας επιφέρει αύξηση απόδοσης

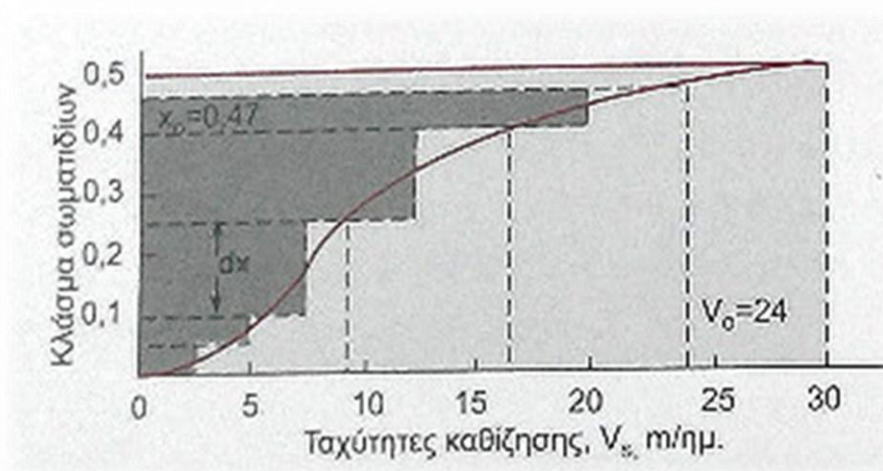
1.17.3. Υπολογισμός απόδοσης δεξαμενής καθίζησης

Υπολογίστηκε η απόδοση δεξαμενής καθίζησης με βάση την επιφανειακή φόρτιση

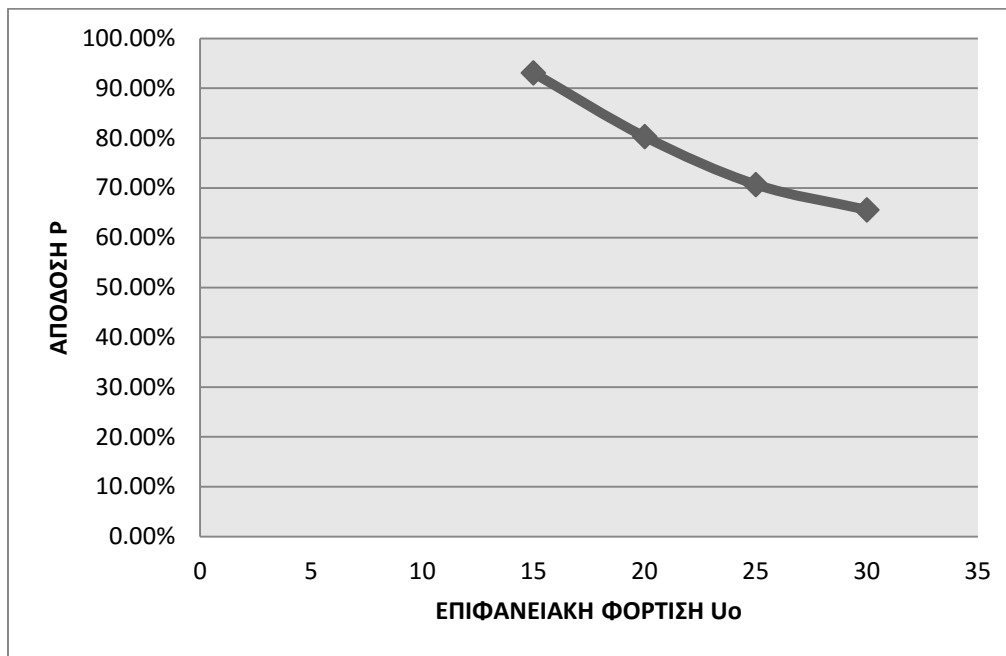
Δεδομένα:

Επιφ. Φόρτιση U_0 : 15,20,25,30 $m^3/m^2,h$

Δίνεται: $P=(1 - x)+ \frac{1}{U_0} \int_0^{x_0} U_s d$ (%)



ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ $U_0(m^3/m^2 h)$	ΚΛΑΣΜΑ ΒΑΡΟΥΣ	ΟΛΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ P	ΑΠΟΔΟΣΗ P %
15	0,38	0,931	93,10
20	0,43	0,803	80,30
25	0,48	0,707	70,70
30	0,5	0,656	65,60



Συμπεραίνουμε ότι:

Η απόδοση του χαλικοδυλιστηρίου μειώνεται καθώς αυξάνεται η επιφανειακή φόρτιση

1.18. Θεσμικό πλαίσιο υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα και στην ΕΕ

1.18.1. Οδηγία Π.Ο.Υ.

Το 1989 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.) με την υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας και άλλων διεθνών οργανισμών), όπως ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), διερευνήθηκαν οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες μέτρων για τη μείωση ή εξάλειψη των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση:

1. Επεξεργασία των λυμάτων.
2. Επιλογή μεθόδου άρδευσης
3. Περιορισμός των τύπων των αρδευόμενων καλλιεργειών
4. Έλεγχος της ανθρώπινης έκθεσης στους παθογόνους μικροοργανισμούς

Η Οδηγία του W.H.O. βασίζεται, κυρίως, στα δεδομένα επιδημιολογικών ερευνών με προσπάθεια αντιμετώπισης της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Πολλές φορές στις χώρες αυτές χρησιμοποιούνταν λύματα εντελώς ακατέργαστα για άρδευση ακόμη και φρέσκων λαχανικών, πράγμα το οποίο είναι εντελώς

απαράδεκτο για τη δημόσια υγεία. Έτσι, ο W.H.O. δεν έθεσε ιδιαίτερα αυστηρά κριτήρια για την άρδευση με εκροές επεξεργασμένων λυμάτων, που μπορούν να επιτευχθούν με απλές και όχι δαπανηρές διαδικασίες επεξεργασίας. Στα κριτήρια της οδηγίας του W.H.O., 1989 δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του τύπου των αρδευομένων καλλιεργειών και στον διαχωρισμό της άρδευσης σε δύο κατηγορίες:

α) Στην “περιορισμένη άρδευση”, η οποία αφορά καλλιέργειες με προϊόντα που δεν τρώγονται ωμά (άρδευση δημητριακών, καλλιεργειών βιομηχανικών φυτών, φυτών που προορίζονται για ζωοτροφές, βοσκοτόπων και δένδρων) και

β) Την “απεριόριστη άρδευση”, η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί σε κάθε τύπο καλλιέργειας, (καλλιέργειες με προϊόντα που τρώγονται ωμά), αλλά ακόμη και για πότισμα γηπέδων, πάρκων κ.λ.π.

1.18.2. Το Ισχύον Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Γενικά, η διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα όπως και στα υπόλοιπα κράτη – μέλη της ΕΕ διέπεται από την οδηγία 91/271/EEC (ΕΥ, 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 (ΥΠΕΧΒΔΕ, 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 ευρωπαϊκών 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 απαρχή 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.

2. ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΚΑΛΥΜΝΟΥ-ΛΙΑΝΟΧΩΡΙΟΥ

2.1. Γενικά

Ο Βιολογικός Καθαρισμός της Καλύμνου έχει κατασκευαστεί στην περιοχή Λιανοχωρίου, επί του επαρχιακού δρόμου Καλύμνου – Βαθέος σε απόσταση περίπου 2.000 m ανατολικά της Πόθιας και σε απόσταση 300 m περίπου από την θάλασσα.

Το γήπεδο που έχει επιλεγεί για την εγκατάσταση επεξεργασίας έχει συνολικό εμβαδόν 75,188 m² και παρουσιάζει κλίσεις της τάξεως του 25%. Το υψόμετρο του γηπέδου είναι περί τα 75 m από τη στάθμη της θάλασσας στο σημείο επαφής με τον επαρχιακό δρόμο.

Τόσο το οικόπεδο του έργου, όσο και η περιοχή διέλευσης του αγωγού διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων δεν βρίσκονται εντός περιοχών που είναι χαρακτηρισμένες ως NATURA, ούτε κοντά σε καταφύγια άγριας ζωής και είναι εκτός του οικιστικού ιστού της πόλης.

Το οικόπεδο καταλαμβάνει έκταση με συνήθη οικολογικά χαρακτηριστικά, καλυμμένη από ποώδη βλάστηση. Γενικά λόγω της επαφής με το οδικό δίκτυο, τις δεξαμενές υγρών καυσίμων και υγραερίου, τον παλιό χώρο διάθεσης απορριμμάτων και το λατομείο, η περιοχή θεωρείται υποβαθμισμένη τόσο από άποψη ατμοσφαιρικών ρύπων, όσο και θορύβου.

Η προσαγωγή των λυμάτων γίνεται με καταθλιπτικό αγωγό μήκους 1.900 m περίπου μέσω δύο αντλιοστασίων.

Διαθέτει μονάδα προεπεξεργασίας των εισερχόμενων λυμάτων για την εξαγωγή χονδρόκοκκων ανεπιθύμητων υλικών που συναντώνται στην αποχέτευση αλλά και των λιπών και της λάσπης που συναντώνται στα λύματα. Επίσης διαθέτει μονάδα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων δυναμικότητας 100m³/ημέρα ικανή να εξυπηρετήσει τις περιοχές του νησιού που δεν διαθέτουν δίκτυα αποχέτευσης.

2.1.1. Στόχος και σημασία του έργου

Όπως είναι γνωστό το πρόβλημα της ορθής διαχείρισης των αστικών λυμάτων στην Ελλάδα, αποτελεί μια από τις πρώτες προτεραιότητες στον τομέα της αναβάθμισης της ποιότητας ζωής και της επιδίωξης της βιώσιμης ανάπτυξης. Η διάθεση των λυμάτων χωρίς καμιά επεξεργασία, υποβαθμίζει δραστικά το θαλάσσιο περιβάλλον καθώς και τους υπόγειους υδροφορείς και δημιουργεί πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων (δυσοσμία, ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων νερών, υγεινολογικοί κίνδυνοι, αντιαισθητικά φαινόμενα όπως ο ευτροφισμός κλπ). Με την κατασκευή και λειτουργία των προτεινόμενων έργων:

- Προστατεύονται οι περιοχές που εξυπηρετούνται, από την υποβάθμιση του υδάτινου περιβάλλοντός τους.
- Αναβαθμίζεται η ποιότητα ζωής των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής.

Από τα προαναφερόμενα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η περιβαλλοντική η κοινωνική σκοπιμότητα και η σημασία των προτεινόμενων έργων είναι προφανής. Ειδικότερα εκτιμάται ότι η κατασκευή και λειτουργία των έργων θα έχει ως συνέπεια:

- Την επεξεργασία των αστικών λυμάτων ενός μεγάλου πληθυσμού του νησιού, τα οποία διοχετεύουν σήμερα σε βόθρους οι οποίοι στην πλειοψηφία τους είναι απορροφητικοί.

- Τη μείωση της ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα του νησιού.
- Την προστασία των εδαφικών πόρων της περιοχής από την ανεξέλεγκτη διάθεση μη επεξεργασμένων λυμάτων.
- Την γενικότερη αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

2.1.2. Γενική περιγραφή μονάδων εγκατάστασης

Για την επεξεργασία των λυμάτων επιλέγεται ο βιολογικός καθαρισμός με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος ο οποίος λειτουργεί στη περιοχή του παρατεταμένου αερισμού.

Η μονάδα βιολογικού καθαρισμού όπως διαμορφώνεται έχει σχεδιαστεί για να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά λειτουργίας:

- Να έχει παντελή έλλειψη οσμών όχι μόνο στον εγγύς χώρο αλλά και επιτόπου της εγκατάστασης.
- Να παράγει επεξεργασμένο νερό κατάλληλης ποιότητας και εντός των ορίων των υγειονομικών διατάξεων, κατάλληλο για διάθεση σε θαλάσσιο αποδέκτη.
- Να απαιτεί ελάχιστη παρακολούθηση και συντήρηση, μιας και η μονάδα διαθέτει αυτόματο σύστημα ελέγχου (scada) για την παρακολούθηση της μονάδας.
- Απομάκρυνση των λιπών και των ευμεγεθών στερεών πριν την είσοδό τους στην βιολογική βαθμίδα ώστε να προστατεύεται τόσο ο κατάντη εξοπλισμός όσο και οι βιολογικές διεργασίες.
- Απομάκρυνση του αζώτου και σταθεροποίηση της ποιότητας της βιομάζας με κατασκευή δεξαμενής απονιτροποίησης σαν πρώτο στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας.
- Τα πλεονεκτήματα από τη λειτουργία αυτής της δεξαμενής είναι ότι το άζωτο απομακρύνεται σε ποσοστό >90% , δεσμεύονται πλήρως και με απλό τρόπο οι οσμές από την εκτόνωση των εισερχόμενων λυμάτων, ενώ τέλος παρατηρείται σταθεροποίηση της ποιότητας της βιομάζας, με αποτέλεσμα να αποφεύγονται τα προβλήματα της διόγκωσης και της επίπλευσης της βιολογικής λάσπης στη δεξαμενή καθίζησης.

Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει τις παρακάτω βαθμίδες:

1. Μονάδα Υποδοχής και Προεπεξεργασίας Βοθρολυμάτων, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Το έργο υποδοχής, το οποίο αποτελείται από κατάλληλα διαμορφωμένη ράμπα και τους ειδικούς συνδέσμους για την εκκένωση των βυτιοφόρων.
- Το τυποποιημένο σύστημα εσχάρωσης – εξάμμωσης ισχύος 2,2 kw.
- Τη δεξαμενή προαερισμού και εξισορρόπησης.
- Τον φυσητήρα οξυγόνωσης ισχύος 2 kw.
- Τις αντλίες μεταφοράς των προεπεξεργασμένων βοθρολυμάτων ισχύος 2,4kw 2 τεμάχια.
- Το συγκρότημα απόσμισης ενεργού άνθρακα 1,1kw.
- Το κτιριακό έργο στέγασης της μονάδας

2. Μονάδα Αφίξης, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Το Φρεάτιο Υποδοχής.
- Την χειροκαθαριζόμενη εσχάρα.
- Το κτιριακό έργο στέγασης όλης της μονάδας.

3. Μονάδα εσχάρωσης-εξάμμωσης, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Το τυποποιημένο σύστημα εσχάρωσης-εξάμμωσης ισχύος 2,85 kw.
- Την χειροκαθαριζόμενη εσχάρα (by pass).
- Το συγκρότημα απόσμισης 3,00 kw.
- Τον φυσητήρα ισχύος 3,00 kw.
- Το κτιριακό έργο στέγασης όλης της μονάδας.

4. Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας η οποία αποτελείται από δύο πλήρεις γραμμές επεξεργασίας και περιλαμβάνει:

- Την δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών, η οποία αποτελείται από το δομικό μέρος και τον εξοπλισμό ανάδευσης με ένα υποβρύχιο αναδευτήρα ισχύος 2,2 kw.
- Το φρεάτιο διανομής προς τις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας, το οποίο αποτελείται από το δομικό μέρος και τον εξοπλισμό μερισμού.
- Τις δεξαμενές απονιτροποίησης (μία για κάθε γραμμή επεξεργασίας), οι οποίες αποτελούνται από το δομικό μέρος και τον εξοπλισμό ανάδευσης με δύο αναδευτήρες ισχύος 7,6kw έκαστος .
- Τις δεξαμενές αερισμού (μία για κάθε γραμμή επεξεργασίας), οι οποίες αποτελούνται από το δομικό μέρος, τον εξοπλισμό αερισμού και ρύθμισης του οξυγόνου με τέσσερις επιφανειακούς αεριστήρες ισχύος 30kw έκαστος .

- Τις δεξαμενές καθίζησης (μία για κάθε γραμμή επεξεργασίας), οι οποίες αποτελούνται από το δομικό μέρος, τον απαιτούμενο εξοπλισμό σάρωσης της ιλύος και των επιπλεόντων ισχύος 0,55kw έκαστος.
- Τα αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας των νιτρικών (ένα για κάθε γραμμή επεξεργασίας) ισχύος 3,3kw έκαστο.
- Το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος, το οποίο αποτελείται από το δομικό μέρος, τις τρεις αντλίες ανακυκλοφορίας λάσπης ισχύος 3,8 kw η κάθε μία και δύο αντλίες περίσσειας ιλύος ισχύος 4,00 kw έκαστη.

5. Μονάδα Επεξεργασίας Ιλύος η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Το κτιριακό έργο στέγασης της μονάδας
- Τον εξοπλισμό πάχυνσης και αφυδάτωσης, ο οποίος συντίθεται από την τράπεζα πάχυνσης ισχύος 0,55kw, την ταινιοφιλτρόπρεσσα ισχύος 0,75kw, τον κοχλία μεταφοράς της λάσπης ισχύος 1,5kw, και τον αεροσυμπιεστή ισχύος 0,37kw.
- Το συγκρότημα προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη ισχύος 0,75kw και δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη αποτελούμενο από δύο δοσομετρικές αντλίες ισχύος 0,37kw έκαστη.
- Τις δύο αντλίες έκπλυσης του μάντα της ταινιοφιλτρόπρεσσας ισχύος 7,5 kw έκαστη.
- Το φορτηγό μεταφοράς της ιλύος εργοστασίου κατασκευής MAN, τύπος 18285 LC, ισχύος 280 PS.

6. Μονάδα Μέτρησης της παροχής, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Τον διάυλο Venturi.
- Το σύστημα μέτρησης της παροχής το οποίο αποτελείτε από ηλεκτρονικό μετρητή τύπου υπερήχων.

7. Μονάδα Απολύμανσης, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Τη δεξαμενή επαφής.
- Το συγκρότημα μέτρησης και δοσομέτρησης του χλωρίου ο οποίος αποτελείται από τον μετρητή υπολειμματικού χλωρίου και δύο αντλίες δοσομετρικές αντλίες χλωρίου ισχύος 1.3 kw έκαστη.
- Τις δεξαμενές αποθήκευσης του χλωρίου.
- Το κτίριο στέγασης του εξοπλισμού.
- Την μονάδα του ανακυκλούμενου νερού η οποία αποτελείται από:
 - a. Δύο φυγοκεντρικές αντλίες τροφοδοσίας ισχύος 2,2 kw.

- b. Το φίλτρο διύλισης
- c. Την μονάδα απολύμανσης υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) ισχύος 1.3kw

8. Μονάδα Μεταερισμού, η οποία συντίθεται κυρίως από:

- Τη δεξαμενή επαφής.
- Τον φυσητήρα προσαγωγής αέρα ισχύος 3kw.
- Το σύστημα μέτρησης και ρύθμισης υπολειμματικού χλωρίου.

9. Έργο Διάθεσης Επεξεργασμένων Λυμάτων που συντίθεται κυρίως από:

- Τον αγωγό βαρύτητας.
- Το φρεάτιο φόρτισης με τον εξοπλισμό του.
- Τον αγωγό υποθαλάσσιας διάθεσης με το χερσαίο, το υποθαλάσσιο τμήμα και τον διαχυτήρα.

10. Έργο Ηλεκτροδότησης που συντίθεται κυρίως από:

- Τη σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Τον πίνακα μέσης τάσης.
- Τους δύο μετασχηματιστές ισχύος 20KV .
- Τον πίνακα χαμηλής τάσης.
- Τους τοπικούς υποπίνακες.
- Τον ηλεκτροφωτισμό των κτιρίων καθώς και των έργων υποδομής.
- Το δίκτυο διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την γεννήτρια ισχύος 200KVA.
- Το αλεξικέραυνο.
- Το κτίριο στέγασης του εξοπλισμού

11. Έργο Αυτοματισμού και Ελέγχου όλων των διεργασιών που συντίθεται κυρίως από:

- Τους πίνακες αυτοματισμού.
- Την κεντρική μονάδα διαχείρισης.

- Τα όργανα ελέγχου.
- Το δίκτυο μεταφοράς των σημάτων
- Το δίκτυο διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

12. Διάφορα Έργα Υποδομής τα κυριότερα εκ των οποίων είναι:

- Παρακαμπτήριες διατάξεις.
- Το κτίριο Διοίκησης προς εξυπηρέτηση του διοικητικού και επιστημονικού προσωπικού.
- Το κτίριο Ενέργειας.
- Το κτίριο στέγασης της μονάδας αφυδάτωσης.
- Το κτίριο Προεπεξεργασίας.
- Το κτίριο χλωρίωσης.
- Εσωτερική οδοποιία
- Δίκτυο ύδρευσης
- Δίκτυο βιομηχανικού νερού
- Δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων - στραγγιδίων
- Απορροή ομβρίων
- Περίφραξη
- Εξωτερικός φωτισμός
- Τηλεφωνικό δίκτυο
- Ηλεκτρικό δίκτυο
- Φυτοτεχνική διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

2.1.3. Περιγραφή διαγράμματος ροής

Τα λύματα μέσω του καταθλιπτικού αγωγού καταλήγουν σε φρεάτιο άφιξης στην αρχή της εγκατάστασης και από εκεί με βαρύτητα οδηγούνται στη μονάδα Χονδροεσχάρωσης.

Η μονάδα αποτελείται από δύο κανάλια που είναι τοποθετημένα με δύο χειροκαθαριζόμενες εσχάρες. Ακολούθως τα λύματα οδηγούνται στην τυποποιημένη μονάδα εσχάρωσης-εξάμμωσης. Η μονάδα Εσχάρωσης αποτελείται από μία αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα. Τα εσχάρισματα που συλλέγονται μεταφέρονται με έναν κοχλία – συμπιεστή και αποθηκεύονται σε κάδους έως ότου απομακρυνθούν προς τον σκουπιδότοπο.

Από την εσχάρωση τα λύματα οδηγούνται στην μονάδα Εξάμμιωσης - Απολίπανσης. Η εν λόγω μονάδα αποτελείται από μία ορθογωνική επιμήκη δεξαμενή, όπου με την διοχέτευση αέρα μέσω κατάλληλου συγκροτήματος φυσητήρων-διαχυτήρων επιτυγχάνεται η επίπλευση των λιπών, ο διαχωρισμός και η κατακρήμνιση της άμμου. Είναι εξοπλισμένη με μηχανισμό σάρωσης που απομακρύνει τα λίπη και την καθιζάνουσα άμμο.

Τα λίπη αποθηκεύονται σε δεξαμενή αποθήκευσης και περιοδικά απομακρύνονται με βυτιοφόρο προς τον σκουπιδότοπο. Η άμμος αφού αφυδατωθεί αποθηκεύεται σε κάδους και οδηγείται και αυτή με απορριμματοφόρο στον σκουπιδότοπο.

Όλη η μονάδα της εξάμμιωσης είναι δυνατόν να παρακαμφτεί με τη διοχέτευση της ροής σε πλευρικό κανάλι.

Τα προεπεξεργασμένα πλέον λύματα οδηγούνται δια βαρύτητας στον επιλογέα μικροοργανισμών και ακολούθως στο φρεάτιο μερισμού. Στη δεξαμενή Επιλογής επικρατούν αναερόβιες συνθήκες που εξυπηρετούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών.

Ο μεριστής αποτελείται από τα φρεάτια εισόδου και από τα φρεάτια φόρτισης. Καθ' ένα από αυτά είναι δυνατόν να απομονωθεί με τον χειρισμό καταλλήλων θυροφραγμάτων - υπερχειλιστών.

Τα λύματα στη συνέχεια εισέρχονται στη βιολογική βαθμίδα όπου γίνεται ουσιαστικά η απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου (άνθρακα και αζώτου) με την βοήθεια μικροοργανισμών. Η βιολογική βαθμίδα περιλαμβάνει δύο βιολογικούς αντιδραστήρες. Κάθε βιολογικός αντιδραστήρας περιλαμβάνει μία δεξαμενή αποφωσφόρωσης, μία δεξαμενή απονιτροποίησης, μία δεξαμενή αερισμού και μία δεξαμενή καθίζησης.

Στη δεξαμενή Απονιτροποίησης επικρατούν ανοξικές συνθήκες που εξυπηρετούν την βιολογική μετατροπή του αζώτου που ευρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σε αέριο άζωτο.

Στη δεξαμενή Αερισμού γίνεται η οξείδωση των ανθρακούχων ενώσεων και των αμμωνιακών σε νιτρικά.

Η έξοδος του ανάμεικτου υγρού από κάθε δεξαμενή αερισμού γίνεται μέσω υπερχειλιστή σε μεριστή παροχής των δεξαμενών Καθίζησης. Η δεξαμενή καθίζησης είναι κυκλικού τύπου. Εδώ καθιζάνει η βιολογική ιλύς, ενώ το υπερκείμενο διαυγές νερό υπερχειλίζει σε κανάλι και οδηγείται στη μονάδα Δύλισης.

Η δεξαμενή καθίζησης είναι εξοπλισμένη με ενιαίο ξέστρο σάρωσης του πυθμένα προκειμένου να οδηγεί την ιλύ στο άκρο της, και συνεχούς σάρωσης της επιφάνειας ώστε να γίνεται αφαίρεση των επιπλεόντων. Η καθιζάνουσα στον πυθμένα ιλύς αντλείται μέσω του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας προς τις δεξαμενές επιλογής. Η όδευση του επεξεργασμένου πλέον νερού προς τον μετρητή Παροχής γίνεται δια βαρύτητας. Ο μετρητής Παροχής

αποτελείται από έναν διάυλο Venturi στον οποίο γίνεται η μέτρηση με όργανο τύπου υπερήχων.

Μετά τον μετρητή τα λύματα διοχετεύονται στην μονάδα Απολύμανσης. Η μονάδα Απολύμανσης αποτελείται από μία ορθογωνική δεξαμενή με ενδιάμεσα τοιχία ώστε να δημιουργούνται μαϊανδροί και έτσι η ροή των λυμάτων να είναι εμβολικού τύπου.

Στην δεξαμενή προστίθεται υποχλωριώδες νάτριο μέσω κατάλληλων δοσομετρικών αντλιών που λειτουργούν σύμφωνα με την μετρούμενη παροχή και το υπολειμματικό χλώριο. Έτσι διασφαλίζεται η επιτυχής απολύμανση. Σε περίπτωση που απαιτηθεί η παράκαμψη της μονάδας (by-pass) αυτό είναι δυνατό να γίνει με τον χειρισμό κατάλληλων θυροφραγμάτων.

Τέλος τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στην μονάδα μεταερισμού. Η μονάδα αυτή αποτελείται από μία επίσης μαιανδρική δεξαμενή, ώστε η ροή να είναι εμβολικού τύπου. Είναι εξοπλισμένη με σύστημα αερισμού μέσω φυσητήρα, ώστε να εξασφαλίζεται η οξυγόνωση των λυμάτων.

Από τη μονάδα μεταερισμού, τα λύματα αντλούνται με αγωγό βαρύτητας προς το φρεάτιο φόρτισης και ακολούθως διοχετεύονται στον αποδέκτη, μέσω συστήματος χερσαίου και υποθαλάσσιου αγωγού.

Η πλεονάζουσα ιλύς καθημερινά αφαιρείται από το σύστημα με το αντλιοστάσιο Περίσσειας Ιλύος προς την μονάδα πάχυνσης - αφυδάτωσης.

Τέλος η αφυδατωμένη πλέον ιλύς μέσω μεταφορικού κοχλία απομακρύνεται και φορτώνεται σε φορτηγό για την μεταφορά της στον χώρο διάθεσης.

2.1.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισερχόμενων λυμάτων – Δεδομένα σχεδιασμού

Ο ΒΙΟ.ΚΑ της Καλύμνου είναι ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων παρατεταμένου αερισμού ενεργού ιλύος ο οποίος κατασκευάστηκε για τα παρακάτω υδραυλικά και ρυπαντικά φόρτια.

	Α ΦΑΣΗ (20ετια)		Β ΦΑΣΗ (40ετια)	
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός (κάτοικοι)	20.000	25.000	24.000	30.000

Μέση ημερήσια παροχή (m ³ /day)	3.290	4.090	3.840	4.740
Μέγιστη ωριαία παροχή (m ³ /hour)	390	480	480	575
BOD5 (kg/day)	1.260	1.560	1.440	1.800
Αιωρούμενα στερεά (kg/day)	1.710	2.110	1.920	2.400
Ολικό άζωτο (kg/day)	212	262.5	240	300
Ολικός Φώσφορος (kg/day)	55	67,5	60	75
Μέση παροχή Q ₀ (m ³ /hour)	200	250	240	290
θερμοκρασία C	15	23	15	23

2.1.5. Χαρακτηριστικά εκροής επεξεργασμένων λυμάτων

Όσο αφορά τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων (95% των δειγμάτων) από την Ε.Ε.Λ πρέπει να ικανοποιούν τα παρακάτω μέγιστα όρια:

BOD5 : 20 mg/l

COD : 80 mg/l

Αιωρούμενα στερεά : 20 mg/l

Καθιζάνοντα στερεά : 0,3 mg/l (εντός 2 h σε κώνο imhoff)

Ολικό άζωτο : 15 mg/l

Αμμωνιακό άζωτο : 2 mg/l

Λίπη - έλαια : 0

Διαλυμένο οξυγόνο : >5 mg/l

Όσον αφορά την συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων των επεξεργασμένων λυμάτων, η Υγειονομική Διάταξη Ε1β221/24-22-1965 συνιστά στην περίπτωση νερών που χρησιμοποιούνται για κολύμβηση ως κατάλληλη τιμή τα 50 FC/100ml,. Για τον ασφαλέστερο σχεδιασμό των έργων ως μέγιστη τιμή αριθμού κολοβακτηριδίων ελήφθησαν τα 30 FC/100ml.

Όσο αφορά την διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων επιλέχθηκε η λύση της διάθεσης στην θάλασσα μέσω υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης. Η θέση εκβολής του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης των επεξεργασμένων είναι ο κόλπος 20 m δυτικά του ακρωτηρίου Πριόνας και επιλέχθηκε καθώς παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

α) Είναι σχετικά απομακρυσμένη από το ΒΙΟ.ΚΑ, στην οποία όμως μπορούν να μεταφερθούν τα επεξεργασμένα λύματα με φυσική ροή, χωρίς την απαίτηση άντλησης.

β) Στον συγκεκριμένο κόλπο δεν υπάρχουν ιδιοκτησίες, η έκταση είναι δημόσια δασική, και πολύ εύκολα μπορούν να κατασκευαστούν τα απαραίτητα χερσαία έργα του υποθαλάσσιου αγωγού.

γ) Η θέση εκβολής του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων (που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης) βρίσκεται σε απόσταση 400 m νοτίως του φορτίου φόρτισης, στην σε βάθος πυθμένα 30 m και με τα ρεύματα της θαλάσσιας περιοχής εξασφαλίζεται ικανοποιητική διασπορά των ρύπων χωρίς κανέναν απολύτως κίνδυνο για τις πλησιέστερες ακτές κολύμβησης.

Η μονάδα επεξεργασίας και το τμήμα της προσαγωγής διαθέτει κεντρικούς αγωγούς παράκαμψης (by pass) για να είναι δυνατή η παράκαμψη του έργου. Τα σημεία που μπορεί να γίνει παράκαμψη του συστήματος είναι, το σημείο εκβολής του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης θέση Πριόνας, η περιοχή Τομάζου πλησίον Α/Σ 1 θέση τρούλος, η θαλασσιά περιοχή πλησίον εργοστασίου επίπλων Σκουμπουρδή. Η χρήση των by-pass περιορίζεται στις απολύτως αναγκαίες ελάχιστες περιπτώσεις. Για τις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να υπάρχει πλήρης και λεπτομερής ενημέρωση των Διευθύνσεων Υποδομών και Τεχνικών Έργων, Γραφείο Περιβάλλοντος, καθώς και Υγιεινής της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Δωδεκανήσου, κατά τα άλλα για τα by-pass ισχύουν όσα περιγράφονται στην παράγραφο δ.20, δ.21 και δ.57 των περιβαλλοντικών όρων.

2.2. Περιγραφή και διαστασιολόγηση μονάδων του έργου

2.2.1. Μονάδα βοθρολυμάτων

Δεξαμενή υποδοχής των βοθρολυμάτων

Για την παραλαβή του μέσου ημερήσιου όγκου των βοθρολυμάτων και την ομαλή τροφοδοσία των στην κύρια γραμμή επεξεργασίας κατασκευάζεται δεξαμενή διαστάσεων 11.5m x 5 m x 4.1m (ύψος υγρών) και ωφέλιμου όγκου 236 m³.

Θεωρώντας ότι η ημερήσια εκκένωση των βοθρολυμάτων γίνεται εντός (8) ωρών και ότι η κύρια αντλία λειτουργεί (8) ώρες, ο μέγιστος απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής προκύπτει $546 \text{ m}^3 - (8\text{h} \times 40\text{m}^3/\text{hour}) = 226 \text{ m}^3$

Σύμφωνα με τους ανωτέρω υπολογισμούς η κατασκευή δεξαμενής ενεργού όγκου 236m^3 καλύπτει τις απαιτήσεις του έργου, σημειώνεται ότι σαν παροχή έχει ληφθεί το άθροισμα της παροχής στραγγιδίων $446\text{m}^3/\text{day}$ και των βοθρολυμάτων $100 \text{ m}^3/\text{day}$.

Η δεξαμενή κατασκευάζεται κοντά στα έργα εισόδου και διαθέτει γύρω επαρκή ελεύθερο χώρο για τους ελιγμούς των οχημάτων. Ο πυθμένας της δεξαμενής έχει κατάλληλες κλίσεις έτσι ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση στερεών στον πυθμένα και να είναι ευχερής ο καθαρισμός της δεξαμενής περιοδικά.

Επειδή τα βοθρολύματα συνήθως περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις υδρόθειου η εσωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος της δεξαμενής έχει επιχρισθεί με τσιμεντοκονία και βαφτεί με δύο στρώσεις εποξειδικής βαφής προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα διάβρωσης του σκυροδέματος και του οπλισμού.

Δίπλα στην βάση κάθε βυτιοφόρου (δύο υποδοχές) υπάρχει υποδοχή νερού πλύσης έτσι ώστε να ξεπλένονται τα οχήματα πριν την έξοδο τους από το κτίριο και να αποφεύγεται η ρύπανση του περιβάλλοντος χώρου με στραγγίδια.

Για την μέτρηση της στάθμης της δεξαμενής έχουν τοποθετηθεί φλοτεροδιακόπτες βαρέως τύπου. Η υψηλή στάθμη παράγει ηχητικό και οπτικό σήμα και απαγορεύει την εκκένωση του οχήματος αν δεν υπάρχει ένας ελάχιστος κενός όγκος υποδοχής. Η χαμηλή στάθμη διακόπτει την λειτουργία των αντλιών προκειμένου να διατηρείται μία ελάχιστη στάθμη για την ασφαλή λειτουργία των αναδευτήρων ανάμιξης και αερισμού.

Εσχαρισμός- Εξάμμωση βοθρολυμάτων

Τα βοθρολύματα πριν εισέλθουν στη δεξαμενή διέρχονται από σύστημα προ-επεξεργασίας βοθρολυμάτων δυναμικότητας 30 L/s που περιλαμβάνει λεπτό εσχαρισμό 5 mm ανυψωτικό συμπιεστικό κοχλία εσχαρισμάτων εξοπλισμένο με σύστημα έκπλυσης εσχαρισμάτων, πλήρες διαμέρισμα εξάμμωσης με αερισμό, δυο μεταφορικούς κοχλίες άμμου με τους οποίους επιτυγχάνεται απομάκρυνση του 90% άμμου μεγέθους άνω των $200 \mu\text{m}$ καθώς και διαχωρισμός των οργανικών και αφυδάτωση της άμμου.

Τα βοθρολύματα τροφοδοτούνται μέσω δύο ταχυσυνδέσμων και οδηγούνται στο πρώτο διαμέρισμα όπου γίνεται ο εσχαρισμός. Το διαμέρισμα αυτό είναι εξοπλισμένο με επιτηρητή στάθμης ο οποίος ελέγχει τη λειτουργία της εσχάρας. Όταν η στάθμη ανεβαίνει σημαντικά

τίθεται σε συνεχή λειτουργία η εσχάρα προς αποφυγή υπερχειλίσης και ταυτόχρονα ενεργοποιείται alarm.

Όταν η στάθμη επανέλθει σε κανονικά επίπεδα επανέρχεται στον κανονικό κύκλο λειτουργίας. Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των στερεών, η πλύση τους με μπεκ ψεκασμού, η αφυδάτωσή τους και τελικά η συμπίεσή τους με μείωση όγκου κατά 50 %. Στην περιφέρεια του κοχλίου βρίσκονται στερεωμένες πλαστικές βούρτσες για τον καθαρισμό της εσχάρας.

Τα λύματα, αφού διαχωριστούν από τα στερεά, εισέρχονται στην δεξαμενή καθίζησης της άμμου όπου λαμβάνουν χώρα τρεις διαδικασίες :

- η άμμος καθιζάνει και με μεταφορικό κοχλίο διοχετεύεται στο άκρο της δεξαμενής
- ένας μεταφορικός – ανυψωτικός κοχλίας απομακρύνει την άμμο ενώ ένα ενσωματωμένο σύστημα μπεκ πεπιεσμένου νερού πλένει την άμμο αφαιρώντας όλα τα οργανικά στοιχεία που την περιβάλλουν και στην συνέχεια η άμμος αφυδατώνεται και απομακρύνεται
- ένα σύστημα αερισμού τοποθετημένο κατά μήκος της δεξαμενής καθίζησης, βελτιστοποιεί τον διαχωρισμό της άμμου από τα οργανικά.
- Τόσο η μονάδα εσχαρισμού – εξάμμωσης, όσο και οι σχετικοί κάδοι συλλογής των στερεών έχουν εγκατασταθεί μέσα στο κτίριο.

Σύστημα ανάμειξης και αερισμού

Το σύστημα ανάμειξης και προαερισμού των βοθρολυμάτων γίνεται με συγκρότημα φυσητήρων – διαχυτήρων κι ενός υποβρύχιου αναδευτήρα.

Το προσφερόμενο σύστημα αερισμού είναι τύπου διάχυσης μέσω συστήματος αεραντλίας.

Χρησιμοποιούνται υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα ισχύος 2,2 kw οίκου FLYGHT και δίκτυο σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα.

Επίσης έχει τοποθετηθεί ένα υποβρύχιο mixer της εταιρείας FLYGT τύπος SR 4630, με απορροφούμενη ισχύ 1,7kw. Η προσδιδόμενη ισχύς για πλήρη δεξαμενή προκύπτει : $1700W/236m^3 \text{ δεξ} = 7,2W/m^3 \text{ δεξ}$ το οποίο ενεργοποιείται όταν η στάθμη υγρών είναι χαμηλή για να διασφαλίσει την άριστη ανάδευση και την αποφυγή καθιζήσεων.

Η διανομή του αέρα γίνεται μέσω σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα και PVC, υλικών που αποδεδειγμένα είναι ανθεκτικά στο διαβρωτικό περιβάλλον των βοθρολυμάτων.

Αντλιοστάσιο βοθρολυμάτων

Για την ομαλή παροχέτευση των βοθρολυμάτων έχουν τοποθετηθεί δύο αντλίες του οίκου FLYGT (μία κύρια και μία εφεδρική) παροχής 42.8 m³/h σε μανομετρικό 11.4 m. Μεγαλύτερη δυναμικότητα δεν συνίσταται διότι ή θα πρέπει η αντλία να εκκινεί και να σταματά πολύ συχνά ή να προκαλεί απότομα αιχμές οργανικού φορτίου στην κύρια γραμμή επεξεργασίας.

Οι αντλίες είναι υποβρύχιες, μη φρασσομένου τύπου για να μην φράζουν με σχετικά μεγάλα στερεά και βαριά κατασκευής με την απαραίτητη αντιδιαβρωτική προστασία για το διαβρωτικό περιβάλλον των βοθρολυμάτων.

Απόσμιση

Η εξουδετέρωση των οσμών πραγματοποιείται με την ανανέωση του αέρα του κτιρίου οχτώ φορές την ώρα με την αναρρόφηση μέσω ενός φυγοκεντρικού αεριστήρα και την διοχέτευση του σε φίλτρο ενεργού άνθρακα.

Η μονάδα είναι του οίκου CHEMVIRON CARBON τύπου dual ventsorb με δυναμικότητα 3000 m³/h και συνολικής ποσότητας άνθρακα 1020 Kg. Ο ενεργός άνθρακας που χρησιμοποιείται είναι τεχνολογίας αιχμής και αναγεννήσιμος με νερό, ώστε να έχει ελάχιστο λειτουργικό κόστος. Η ενεργοποίηση λειτουργίας του φίλτρου γίνεται μετά από σήμα που δίνεται από κατάλληλο αισθητήριο μέτρησης του H₂S.

2.2.2. Μονάδα εσχάρωσης - εξάμμωσης

Τα λύματα από τον καταθλιπτικό αγωγό οδηγούνται μέσω κατάλληλης πιεζοθραυστικής διάταξης στην μονάδα προεσχάρωσης.

Η μονάδα αυτή αποτελείται από δυο κανάλια στα οποία τοποθετούνται ανοξειδωτες χονδροεσχάρες με διάκενα 20 mm. Τα κανάλια είναι δυνατόν να απομονωθούν ανοξειδωτα θυροφράγματα.

Ακολούθως τα λύματα με βαρύτητα οδηγούνται στην μονάδα Εσχάρωσης μέσω του καναλιού συλλογής τους. Ο πυθμένας του καναλιού έχει διαμορφωμένη κλίση προς την είσοδο της εσχάρωσης, ώστε να στραγγίζει πλήρως σε περιπτώσεις μηδενικής παροχής.

Η μονάδα αποτελείται από μία τυποποιημένη διάταξη εσχάρωσης-εξάμμωσης-λιποσυλλογής, και μία χειρονακτικά καθαριζόμενη παρακαμπτήρια εσχάρα που έχει τοποθετηθεί σε κανάλι πλάτους 1m x 0.9m, με πάχος λάμας S=10 mm και πλάτος διάκενου E=15 mm που χρησιμοποιείται σε περίπτωση απενεργοποίησης για συντήρηση της τυποποιημένη διάταξης.

Η τυποποιημένη μονάδα διαστασιολογήθηκε για την διέλευση της παροχής αιχμής της Β Φάσης. Η μονάδα της εσχάρωσης έχει κατασκευασθεί για την κάλυψη των θερινών συνθηκών λειτουργίας της Β Φάσης. Δηλαδή δέχεται την παροχή αιχμής της θερινής περιόδου 575 m³/h.

Το τυποποιημένο σύστημα προ-επεξεργασίας του οίκου SPECO, τύπος WASTE MASTER TSF 3/200 είναι δυναμικότητας 200l/s και περιλαμβάνει λεπτό εσχαρισμό 5 mm, ανυψωτικό συμπιεστικό κοχλία εσχαρισμάτων εξοπλισμένο με σύστημα έκπλυσης εσχαρισμάτων, πλήρες διαμέρισμα εξάμμωσης με αερισμό και δυο μεταφορικούς κοχλίες συλλογής απομάκρυνσης και αφυδάτωσης της άμμου, με απόδοση 90% μεγέθους άνω των 200 μm καθώς και διαχωρισμός λιπών με παλινδρομικό ξέστρο.



Εικόνα: Μονάδα εσχάρωσης



Εικόνα: Μονάδα εσχάρωσης

Περιγραφή Λειτουργίας

Τα λύματα τροφοδοτούνται μέσω δικλείδας DN 500 και οδηγούνται στο πρώτο διαμέρισμα όπου γίνεται ο εσχарισμός. Το διαμέρισμα αυτό είναι εξοπλισμένο με επιτηρητή στάθμης ο οποίος ελέγχει τη λειτουργία της εσχάρας. Όταν η στάθμη ανεβαίνει σημαντικά τίθεται σε συνεχή λειτουργία η εσχάρα προς αποφυγή υπερχειλίσεως και ταυτόχρονα ενεργοποιείται alarm. Όταν η στάθμη επανέλθει σε κανονικά επίπεδα επανέρχεται στον κανονικό κύκλο λειτουργίας. Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των στερεών, η πλύση τους με μπεκ ψεκασμού, η αφυδάτωσή τους και τελικά η συμπίεσή τους με μείωση όγκου κατά 50 %. Στην περιφέρεια του κοιλία βρίσκονται στερεωμένες βούρτσες για τον καθαρισμό της εσχάρας.

Τα λύματα, αφού διαχωριστούν από τα στερεά, εισέρχονται στην δεξαμενή καθίζησης της άμμου όπου λαμβάνουν χώρα τρεις διαδικασίες:

- η άμμος καθιζάνει και με μεταφορικό κοιλία διοχετεύεται στο άκρο της δεξαμενής
- ένας μεταφορικός – ανυψωτικός κοιλίας απομακρύνει την άμμο ενώ ένα ενσωματωμένο σύστημα μπεκ πεπιεσμένου νερού (option) πλένει την άμμο αφαιρώντας όλα τα οργανικά στοιχεία που την περιβάλλουν και στην συνέχεια η άμμος αφυδατώνεται και απομακρύνεται

- ένα σύστημα αερισμού τοποθετημένο κατά μήκος της δεξαμενής καθίζησης, βελτιστοποιεί τον διαχωρισμό της άμμου από τα οργανικά και κρατά σε αιώρηση τα στερεά. Παράλληλα δημιουργεί φαινόμενο vortex με το οποίο τα επιπλέοντα οδηγούνται στο παράπλευρο κανάλι συλλογής επιπλεόντων
- Παράπλευρα του χώρου εξάμμωσης βρίσκεται η διάταξη επίπλευσης, συλλογής και απομάκρυνσης επιπλεόντων & λιπών, η οποία περιλαμβάνει επιφανειακό ξέστρο που οδηγεί τα επιπλέοντα σε ενσωματωμένο φρεάτιο.



Εικόνα: Μονάδα έκπλυσης άμμου - Αφαίρεση οργανικών στοιχείων

Ανάντη και κατάντη της εσχάρας έχουν εγκατασταθεί ανοξειδωτα θυροφράγματα, ορθογωνικής διατομής, με σκοπό την απομόνωση της όταν αυτό απαιτείται .

Σε περίπτωση έμφραξης της εσχάρας και ανύψωσης της στάθμης στο κανάλι της τα λύματα υπερχειλίζουν αυτόματα προς το κανάλι της χειροκίνητης εσχάρας. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανύψωση του δαπέδου του καναλιού της χειροκίνητης εσχάρας κατά 7cm από την μέγιστη στάθμη υγρών στην τυποποιημένη διάταξη.

Επειδή ο κοχλίας βρίσκεται αρκετά υψηλότερα από το επίπεδο έδρασης των δοχείων συλλογής εσχαρισμάτων και για την αποφυγή διασκορπισμού τους στο σημείο απόρριψης, υπάρχει ανοξειδωτη κατάλληλη χοάνη για την καθοδήγησή τους, εντός των δοχείων συλλογής.

Τα δοχεία συλλογής των εσχαρισμάτων είναι ίδιου τύπου με αυτά που χρησιμοποιούνται για την συλλογή των απορριμμάτων της πόλης έτσι ώστε να συμβαδίζει η μέθοδος μεταφορά τους. Έχουν εγκατασταθεί συνολικά τρία (3) δοχεία.

Προσφέρεται επίσης ανοξείδωτο κινητό καλάθι εσχαρισμάτων το οποίο τοποθετείται κατάντη της χειροκίνητης εσχάρας για την συγκέντρωση των εσχαρισμάτων που απομακρύνονται με δίκρανο. Το καλάθι είναι κατασκευασμένο από διάτρητο ανοξείδωτο έλασμα ώστε να στραγγίζουν τα εσχαρίσματα .

Όλη η μονάδα προεπεξεργασίας τοποθετείται εντός δεξαμενής από σκυρόδεμα. Ο πυθμένας της δεξαμενής έχει κατάλληλη ρύση με κατάληξη σε φρεάτιο όπου τοποθετείται υποβρύχια αντλία. Έτσι σε περίπτωση διαρροής ή καθαριότητας του χώρου τα υγρά διοχετεύονται μέσω της αντλίας στο δίκτυο στραγγιδίων του έργου.

Για την πλήρη εξάλειψη των εκλυομένων οσμών, όλα τα έργα προεπεξεργασίας εγκαθίστανται εντός του κτιρίου το οποίο διαθέτει μονοράγα με βαρούλκο για την διακίνηση του εξοπλισμού σε περίπτωση συντήρησης ή βλάβης.

Η εξουδετέρωση των οσμών πραγματοποιείται με την ανανέωση του αέρα του κτιρίου με την αναρρόφηση μέσω ενός φυγοκεντρικού αεριστήρα και την διοχέτευση του σε φίλτρο ενεργού άνθρακα.

Το φίλτρο του ενεργού άνθρακα είναι της εταιρίας CHEMVIRON CARBON τύπου OCU MODEL 2500 S με δυναμικότητα 5000 m³/h και συνολικής ποσότητας άνθρακα 1734 Kg. Ο ενεργός άνθρακας που χρησιμοποιείται είναι τεχνολογίας αιχμής και αναγεννήσιμος με νερό, ώστε να έχει ελάχιστο λειτουργικό και πάγιο κόστος.

Διάταξη παράκαμψης έργου

Από την μονάδα προεπεξεργασίας τα λύματα οδηγούνται στην δεξαμενή Επιλογής. Εδώ έχει κατασκευαστεί φρεάτιο παράκαμψης του έργου. Τα δύο φρεάτια επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός κινούμενου θυροφράγματος – υπερχειλιστού πλάτους 1.5 m και ρυθμιστικού ύψους 0.4m κατασκευασμένου από ανοξείδωτο χάλυβα. Από το φρεάτιο αυτό άρχεται ο σωλήνας παράκαμψης PVC Φ315 της βιολογικής επεξεργασίας και ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο εξόδου της χλωρίωσης.

Σ' αυτό το σημείο επισημαίνουμε ότι ο σχεδιασμός μας προβλέπει, τα λύματα αφού υποστούν όλα τα στάδια της προεπεξεργασίας να παρακάμπτουν την βιολογική διεργασία χωρίς αυτή να διακόπτεται με παράλληλη δυνατότητα του συστήματος σε διάφορες χρονικές περιόδους και όταν αυτό απαιτηθεί (π.χ. έναρξη λειτουργίας κ.λ.π.) να ρυθμίζεται η ποσότητα των λυμάτων που θα οδεύσουν προς την βιολογική επεξεργασία.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον κινούμενο υπερχειλιστή μέσω του οποίου έχει ταπεινωθεί η στάθμη των λυμάτων στον θάλαμο εισόδου και διοχετευθεί μέρος ή το σύνολο της παροχής στο φρεάτιο παράκαμψης.

2.2.3. Βιολογικοί αντιδραστήρες

2.2.4. Δεξαμενή βιοεπιλογής

Η διεργασία της επιλογής γίνεται σε ξεχωριστή ορθογωνική δεξαμενή. Στην εν λόγω δεξαμενή αναμιγνύονται τα προεπεξεργασμένα λύματα με την ανακυκλοφορούμενη ιλύ από το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας της ιλύος. Η είσοδος των δύο ρευμάτων γίνεται έτσι, ώστε να διασφαλιστεί η πλήρης ανάμιξή τους. Έτσι υποβοηθείται η ανάπτυξη εκείνων των μικροοργανισμών που σχηματίζουν κροκίδες έναντι των νηματοειδών. Σαν αποτέλεσμα κατά την φάση της δευτεροβάθμιας καθίζησης διευκολύνεται η καθιζησιμότητα της ιλύος και ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα διόγκωσης.

Η διαστασιολόγηση των δεξαμενών προέκυψε για χρόνο παραμονής 10min στην μέση ημερήσια θερινή παροχή της Β Φάσης. Προσφέρεται μία δεξαμενή που έχει διαστάσεις 3.5 x 3.5 x 3 m και ωφέλιμο όγκο περίπου 37 m³. Τα τοιχία θα έχουν ολικό ύψος 4 m.

Η ανάδευση των λυμάτων για την αποφυγή αποθέσεων επιτυγχάνεται με έναν κατακόρυφο αργόστροφο αναδευτήρα του οίκου ABS τύπου SCABA WA55-50 με απορροφούμενη ισχύ 0.19 KW έτσι ώστε να αποδίδεται ισχύς 5.1 W/m³. Η απαιτούμενη ισχύς και η ακριβής θέση εγκατάστασης των αναδευτήρων στη δεξαμενή προέκυψαν βάσει εξειδικευμένου μοντέλου ανάδευσης του οίκου ABS (το οποίο και επισυνάπτεται) και ο οποίος εγγυάται και την ορθή και αποτελεσματική του λειτουργία.

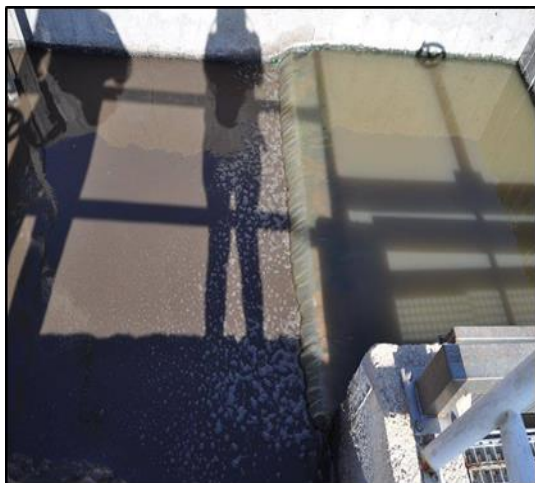
Από την δεξαμενή επιλογής το ανάμεικτο υγρό οδηγείται στα φρεάτια φόρτισης του μεριστού παροχής της βιολογικής βαθμίδας.

2.2.5. Μεριστής παροχής βιολογικού αντιδραστήρα

Στον μεριστή παροχής οδηγούνται τα λύματα από την δεξαμενή Επιλογής όπου γίνεται η ισοκατανομή της παροχής στις δύο γραμμές βιολογικής επεξεργασίας.

Η υπερχειλίση στα κατάντη φρεάτια φόρτισης γίνεται μέσω υπερχειλιστών λεπτής στέψης μήκους 1.6 m έκαστο που φέρουν υπερχειλιστικό θυρόφραγμα.

Έχουν τοποθετηθεί δύο ορθογώνια θυροφράγματα - υπερχειλιστές κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, για την δυνατότητα διακοπής τροφοδοσίας της κάθε γραμμής.



Εικόνες: Μεριστής παροχής

2.2.6. Δεξαμενές απονιτροποίησης

Η διεργασία της απονιτροποίησης γίνεται σε ξεχωριστές ορθογωνικές δεξαμενές (ανάπτυξη των δεξαμενών αερισμού).

Εδώ εισρέει το ανάμικτο υγρό από τον μεριστή παροχής της βιολογικής βαθμίδας όπως επίσης και η επανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού από την δεξαμενή αερισμού.

Προσφέρονται δύο δεξαμενές, που έχουν διαστάσεις 14 x 15 x 3.8 m (ύψος υγρών) και ωφέλιμο όγκο περίπου 896 m³ έκαστη. Τα τοιχεία έχουν ολικό ύψος 6.9 m (0.8 m υψηλότερα του υπερχειλιστή εξόδου).

Για την αιώρηση του υγρού εντός της δεξαμενής και την αποφυγή συνθηκών κατακάθισης έχουν εγκατασταθεί δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες του οίκου FLYGT τύπος SR 4610 με απορροφούμενη ισχύ 7,5 KW ώστε τελικά να αποδίδεται ισχύς 5.13 W/m³ υγρού δεξαμενής. Η απαιτούμενη ισχύς και η ακριβής θέση εγκατάστασης των αναδευτήρων στη δεξαμενή προέκυψαν βάσει εξειδικευμένου μοντέλου ανάδευσης του οίκου FLYGT (το οποίο και επισυνάπτεται) και ο οποίος εγγυάται και την ορθή και αποτελεσματική τους λειτουργία.

Ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό μας έχει δοθεί στην γεωμετρία της δεξαμενής, ώστε να μην υπάρχουν εναποθέσεις ή τυρβώδεις συνθήκες ροής και έτσι διασφαλίζεται η επιφανειακή ηρεμία του υγρού και η αποφυγή πρόσληψης οξυγόνου. Επίσης η ένωση των περιμετρικών τοιχείων με τον πυθμένα γίνεται με γωνία 45°.



Εικόνα (α): Δεξαμενή απονιτροποίησης



Εικόνα (β): Δεξαμενή απονιτροποίησης

2.2.7. Δεξαμενές αερισμού

Η διεργασία του αερισμού γίνεται σε ξεχωριστές ορθογωνικές δεξαμενές. Προσφέρονται δύο δεξαμενές, που έχουν διαστάσεις 32 x 16 x 4 m (ύψος υγρών) και ωφέλιμο όγκο περίπου 2048 m³ έκαστη. Το ανάμικτο υγρό από την δεξαμενή απονιτροποίησης υπερχειλίζει μέσω βυθισμένου υπερχειλιστή μήκους 4 m προς τη δεξαμενή αερισμού.

Η έξοδος της δεξαμενής αερισμού γίνεται μέσω μηχανοκίνητου υπερχειλιστή μήκους 4 m σε μεριστή παροχής και ακολούθως στα φρεάτιο φόρτισης των δεξαμενών καθίζησης.



Εικόνα: Δεξαμενή αερισμού



Εικόνα: Υπερχείλιση υγρού από δεξαμενή αερισμού

Αερισμός

Οι αεριστήρες είναι του οίκου USF HUBERT BV τύπος Hubair, βραδύστροφοι, κατακόρυφου άξονα με μέγιστη οξυγονωτική ικανότητα υπό τυπικές συνθήκες 72.4 kgO₂/h.

Η κίνηση δίνεται από κινητήρα ρυθμιζόμενων στροφών 30 KW. Ο ηλεκτρομειωτήρας έχει επιλεγεί, ώστε να ανταποκρίνεται άριστα στις απαιτήσεις του αεριστήρα αλλά και στις απαιτήσεις των τευχών δημοπράτησης. Για τη μείωση του θορύβου και την προστασία του κινητήρα το υπερκείμενο του δαπέδου στήριξης έχει εγκατασταθεί εντός κατάλληλου κλωβού. Η προπέλα αερισμού, καλύπτεται με καλύπτρα πάχους 3 mm διαμέτρου 6.3 m που

είναι τριπλάσια της διαμέτρου της προπέλας (ως ορίζει ο κατασκευαστικός οίκος), έτσι ώστε να εκμηδενίζεται η εκπομπή σταγονιδίων, χωρίς να μειώνεται στο παραμικρό η απόδοση.



Εικόνα: Αναδευτήρας δεξαμενής αερισμού

Έλεγχος λειτουργίας Αερισμού - Απονιτροποίησης

Η ρύθμιση του συστήματος αερισμού πραγματοποιείται μέσω του PLC συναρτήσει της ένδειξης της τιμής του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού.

Για την μέτρηση του διαλελυμένου οξυγόνου έχει εγκατασταθεί ένα όργανο μέτρησης σε κάθε δεξαμενή αερισμού το οποίο διαθέτει ειδικό σύστημα στερέωσης και ρύθμισης του βάθους τοποθέτησης του ηλεκτροδίου μέτρησης.

Βάσει της μέτρησης της τιμής DO και μέσω του PLC υπάρχουν διάφορα επίπεδα ρύθμισης της λειτουργία των φυσητήρων.

Ενεργοποίηση – παύση κάποιου αεριστήρα.

- Λειτουργία των αεριστήρων με ρύθμιση της στάθμης των υγρών από τον ηλεκτροκίνητο υπερχειλιστή μέσω των ενδείξεων των οξυγονομέτρων.
- Λειτουργία των αεριστήρων με inverter.

Επίσης υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας (τοπική ρύθμιση) μέσω επιλογικού διακόπτη.

Η λειτουργία των αναδευτήρων ρυθμίζεται με πρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC (συνεχής λειτουργία) ενώ υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας (τοπική ρύθμιση) μέσω επιλογικού διακόπτη.

Η λειτουργία των αντλιών ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού ρυθμίζεται με πρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC (συνεχής λειτουργία) και το οποίο λαμβάνει υπόψη του τα δεδομένα της μέτρησης παροχής και τη συγκέντρωση των νιτρικών (δεδομένα χημείου). Επίσης υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας (τοπική ρύθμιση) μέσω επιλογικού διακόπτη.

Σε περίπτωση βλάβης οποιουδήποτε μηχανήματος ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κέντρο ελέγχου.

2.2.8. Μεριστής παροχής δεξαμενών καθίζησης

Στον μεριστή παροχής οδηγείται το ανάμεικτο υγρό από τον αερισμό, και γίνεται η ισοκατανομή της παροχής στις δύο δεξαμενές καθίζησης.

Το φρεάτιο μερισμού περιλαμβάνει δύο θαλάμους.

- Τον θάλαμο εισόδου.
- Τον θάλαμο με τα φρεάτια φόρτισης που αντιστοιχούν σε κάθε γραμμή.

Η υπερχειλίση από τον θάλαμο εισόδου των λυμάτων στα κατάντη φρεάτια φόρτισης γίνεται μέσω υπερχειλιστών λεπτής στέψης μήκους 1.50 m έκαστος.

Έχουν τοποθετηθεί δύο ορθογώνια θυροφράγματα - υπερχειλιστές κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, για την δυνατότητα διακοπής τροφοδοσίας της κάθε γραμμής..

Το φρεάτιο φόρτισης των δεξαμενών καθίζησης είναι σχεδιασμένο ώστε να είναι δυνατή η χιαστή υδραυλική επικοινωνία των δύο γραμμών.

Ο προσφερόμενος σχεδιασμός δίνει τεράστια ευελιξία στη λειτουργία του βιολογικού αντιδραστήρα, διότι όπως έχει αποδειχθεί στη πράξη, διάφορες μικρές βλάβες του εξοπλισμού των δεξαμενών της βιολογικής επεξεργασίας, μπορούν να απενεργοποιήσουν όλο το σύστημα.

Επίσης έχει εγκατασταθεί ένα όργανο μέτρησης MLSS για την ρύθμιση της λειτουργίας του αντλιοστασίου επανακυκλοφορίας ιλύος.

2.2.9. Αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού

Για την επανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού εξωτερικά της κάθε δεξαμενής έχει τοποθετηθεί αντλιοστάσιο μίας αντλίας του οίκου FLYGT τύπου PP 4640 παροχής 562 m³/h σε 0.6 m, αργόστροφη (705 rpm).

Η αντλία τοποθετείται σε φρεάτιο διαστάσεων 3m x 1.6m τοποθετημένο πλευρικά της δεξαμενής αερισμού.

Η υδραυλική επικοινωνία της δεξαμενής αερισμού με το εν λόγω φρεάτιο γίνεται μέσω υποβρύχιας θύρας διαστάσεων 2.55 m x 0.80 m.

Η επιλογή της χωροθέτησης του αντλιοστασίου εκτός της δεξαμενής αερισμού έγινε με σκοπό την προστασία των αντλιών από τις φυσαλίδες που περιέχει το ανάμεικτο υγρό που σε αντίθετη περίπτωση δημιουργούνται φαινόμενα σπηλαίωσης.

Η αντλία καταθλίβει με καταθλιπτικό αγωγό PVC 400 στην είσοδο του υγρού από το φρεάτιο μερισμού.

2.2.10. Δεξαμενές καθίζησης

Οι δεξαμενές καθίζησης χρησιμεύουν για την διαύγαση του ανάμικτου υγρού μετά το στάδιο του αερισμού .

Έχουν κατασκευασθεί δύο κυκλικές δεξαμενές για της ανάγκες της Β φάσης διαμέτρου 19.1 m εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα απ' όπου έχει αναρτηθεί ξέστρα σάρωσης ιλύος και σύστημα συνεχούς σάρωσης των επιπλεόντων.

Το ανάμεικτο υγρό που εξέρχεται από την δεξαμενή αερισμού τροφοδοτεί την κάθε δεξαμενή στο κέντρο της με αγωγό, PVC 500 που είναι εγκιβωτισμένος σε οπλισμένο σκυρόδεμα, σχηματίζοντας έτσι μία κεντρική κολώνα. Στο επάνω μέρος της κολώνας και σε απόσταση 0.50 m από τη στέψη της υπάρχουν 4 θυρίδες ύψους 0.6 m, απ' όπου γίνεται η είσοδος του υγρού στη δεξαμενή.

Το ωφέλιμο πλευρικό βάθος της δεξαμενής είναι 3 m. Ο πυθμένας της έχει κλίση 6.3%. Η ιλύς καθιζάνει στον κεκλιμένο πυθμένα της δεξαμενής απ' όπου μέσω ανοξείδωτου ξέστρου σαρώνεται και μεταφέρεται σε κυκλικό κανάλι στο κέντρο της, ενώ το υπερκείμενο διαυγές υγρό υπερχειλίζει στο περιμετρικό κανάλι της δεξαμενής, πλάτους 0.35 m και κυμαινόμενου βάθους 0.32 - 0.37 m.

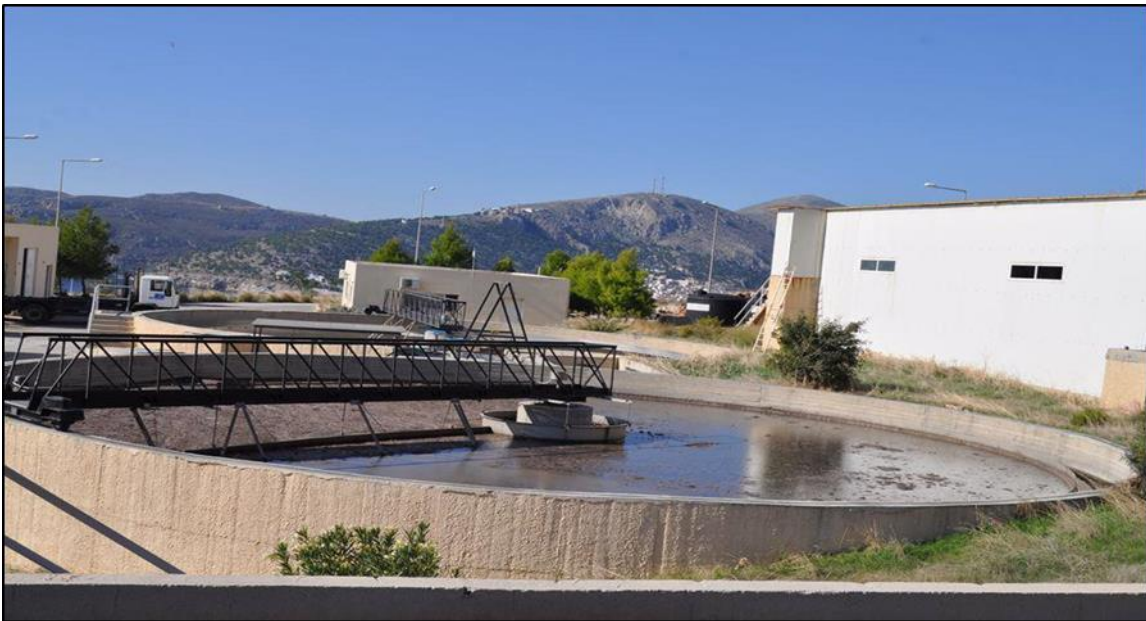
Το κανάλι συνδέεται με το φρεάτιο εξόδου που οδηγεί τα λύματα με αγωγό στην μονάδα απολύμανσης. Η κλίση του καναλιού είναι 0.5 % με υψηλότερο σημείο το αντιδιαμετρικό του καναλιού εξόδου.

Η διαστασιολόγηση του καναλιού συλλογής έχει γίνει έτσι ώστε, η εκφόρτιση του υπερχειλιστή να γίνεται με ελεύθερη πτώση. Σε μηδενικές παροχές υπάρχει πλήρης αποστράγγιση του καναλιού στο φρεάτιο εξόδου.

Στο κέντρο της δεξαμενής έχει κατασκευαστεί κωνικό φρεάτιο Από το εν λόγω φρεάτιο ξεκινά αγωγός μεταφοράς της λάσπης διαμέτρου DN 250 της την δεξαμενή ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Πλευρικά και εξωτερικά της δεξαμενής είναι κατασκευασμένο το φρεάτιο συλλογής των επιπλεόντων. Η απομάκρυνση της επιπλέουσας ιλύος γίνεται με την παγίδευση της και την μεταφορά της στο εν λόγω φρεάτιο απ' όπου αφού αφαιρεθεί το νερό μέσω συστήματος στράγγισης, παροχετεύεται περιοδικά με βυτιοφόρο στον σκουπιδότοπο.

Ο βασικός εξοπλισμός της δεξαμενής είναι η περιστρεφόμενη γέφυρα η οποία στηρίζεται στην κεντρική κολώνα και περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη.



Εικόνα: Δεξαμενή καθίζησης

Τεχνική περιγραφή – λειτουργία

Τα περιστροφικά ξέστρα λάσπης των δεξαμενών καθίζησης είναι του οίκου Ecotech, αποτελούν μια εξαιρετικά στιβαρή κατασκευή από υλικά αρίστης ποιότητας και προδιαγραφών. Αποτελούνται από ξέστρο λάσπης που έλκεται από γέφυρα κατασκευασμένη από προφίλ χάλυβα. Η γέφυρα φέρει πλευρικό προστατευτικό κιγκλίδωμα ύψους 1 m.

Η γέφυρα περιστρέφεται επί της στέψης του τοιχίου της δεξαμενής επάνω σε δύο τροχούς από ελαστικό. Ο ένας από τους δύο τροχούς είναι ο κινητήριος τροχός της γέφυρας και παίρνει κίνηση από ηλεκτρομειωτήρα στροφών. Το ξέστρο σάρωσης του πυθμένα ακολουθεί την κίνηση της γέφυρας ελκόμενο από τη γέφυρα μέσω δοκών. Αναλυτικά η γέφυρα περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- γέφυρα πρόσβασης / κορμό της κατασκευής.
- σύστημα οδήγησης της γέφυρας.
- σύστημα έδρασης της γέφυρας στην κεντρική κολώνα της δεξαμενής.
- ηλεκτρικό συλλέκτη τροφοδοσίας.
- ξέστρο σάρωσης πυθμένα για την απομάκρυνση της λάσπης.
- ξέστρο επιφανείας για την απομάκρυνση των επιπλεόντων.
- δοχείο συλλογής επιπλεόντων.

Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των ανωτέρω:

Σύστημα Οδήγησης Γέφυρας – Ξέστρου

Το σύστημα οδήγησης τοποθετείται στο εξωτερικό άκρο της γέφυρας. Είναι της κλωβός και περιλαμβάνει ένα βασικό σκελετό επί του οποίου συναρμολογείται ο εξοπλισμός κίνησης του ξέστρου.

Στο μεσαίο τμήμα του κλωβού εδράζεται με κοχλίες η γέφυρα του ξέστρου που αποτελεί τον κορμό της κατασκευής. Στα άκρα εδράζονται δύο ειδικές διατάξεις που εκάστη φέρει τροχό κίνησης της γέφυρας (βάσεις τροχών κίνησης) πάνω της οποίους στηρίζεται και περιστρέφεται όλη η γέφυρα. Τα μέρη του συστήματος οδήγησης περιγράφονται στη συνέχεια.

Βάσεις Τροχών Κίνησης

Η βάση στα δύο κάτω άκρα της φέρει δύο σταθερούς ένσφαιρους τριβείς για την έδραση του άξονα εκάστου τροχού. Στο άνω οριζόντιο τμήμα της, φέρει συγκολλημένο κατακόρυφο μικρό άξονα, που εισέρχεται στον κλωβό οδήγησης εντός κατάλληλου υποδοχέα. Η κατασκευή αυτή δίνει τη δυνατότητα στη βάση, και της τροχούς να παίρνουν κατάλληλη μικρή γωνία κατά την περιστροφή της γέφυρας πάνω στην στέψη του πλευρικού τοιχίου της κυκλικής δεξαμενής. Συνέπεια της δυνατότητας της είναι η ελάχιστη φθορά του ελαστικού των τροχών κίνησης.

Η βάση του κινητήριου τροχού διαφέρει από αυτή του βοηθητικού τροχού, διότι σε προέκταση της άνω οριζόντιας πλευράς της εδράζεται ο ηλεκτροκινητήρας μετά του μειωτήρα στροφών. Επειδή ο ηλεκτροκινητήρας μετά του μειωτήρα εδράζονται στην ίδια βάση με τον κινητήριο τροχό, η πιθανή γωνία στροφής του κινητηρίου τροχού δεν δημιουργεί πρόβλημα στην μετάδοση της κίνησης.

Συνεπώς βάση, κινητήριος τροχός, ηλεκτροκινητήρας/μειωτήρας και σύστημα μετάδοσης αποτελούν ένα ενιαίο σύστημα με δυνατότητα στροφής. Οι τροχοί κίνησης καλύπτονται πλευρικά από χαλύβδινα πλαίσια για την προστασία της. Το εμπρόσθιο πλαίσιο προστασίας του κινητηρίου τροχού χρησιμεύει για την απομάκρυνση από την στέψης της δεξαμενής τυχόν αντικειμένων.

Τροχοί κίνησης

Οι τροχοί κίνησης έχουν κατάλληλες διαστάσεις και πάχος ελαστικού, ώστε να φέρουν άνετα τα στατικά και δυναμικά φορτία κίνησης του ξέστρου. Περιλαμβάνουν πέλμα από ελαστικό, λείας μορφής για μεγαλύτερη ελκτική ικανότητα. Κάθε τροχός φέρει χαλύβδινο άξονα, που εισέρχεται της πλευρικούς σφαιροτριβείς της βάσεως.

Γέφυρα

Η γέφυρα κατασκευάζεται ως επίπεδο χωροδικτύωμα, αποτελούμενο από δύο βασικούς χαλύβδινους δοκούς, που συνδέονται μεταξύ τους με προφίλ χάλυβα. Στο άνω μέρος των βασικών δοκών συγκολλούνται γωνιακά προφίλ για να στηριχθεί το πλαίσιο της εσχάρας του διαδρόμου επίσκεψης της γέφυρας. Η γέφυρα φέρει πλευρικό προστατευτικό κιγκλίδωμα, ύψους 1m.

Κεντρικός Δακτυλοειδής Σφαιροτριβέας

Η έδραση της γέφυρας στην κεντρική κολώνα γίνεται μέσω της δακτυλοειδούς σφαιροτριβέα κατάλληλου να δεχτεί τα αξονικά και ακτινικά φορτία της περιστροφής του ξέστρου. Ο εξωτερικός δακτύλιος του τριβέα συνδέεται με κοχλίες σε βάση από χαλύβδινα ελάσματα δακτυλοειδούς σχήματος. Η βάση αυτή εδράζεται σταθερά πάνω στην κεντρική κολώνα της δεξαμενής με αγκύρια ενσωματωμένα στο σκυρόδεμα. Συνεπώς ο εξωτερικός δακτύλιος του δακτυλοειδούς τριβέα είναι σταθερός, ενώ ο εσωτερικός περιστρέφεται μαζί με τη γέφυρα.

Ο εσωτερικός δακτύλιος του τριβέα συνδέεται με δεύτερη βάση που φέρει συγκολλημένα δύο ελάσματα σχήματος V. Πάνω στα ελάσματα αυτά εδράζονται δύο αξονίσκοι που συνδέονται σταθερά της βασικούς δοκούς της γέφυρας. Έτσι η γέφυρα έχει τη δυνατότητα κάθετης γωνιακής μετατόπισης αν η στέψη της δεξαμενής δεν είναι απόλυτα οριζόντια, ώστε να μην μεταδίδεται η γωνία της κίνησης στον κεντρικό δακτυλοειδή σφαιροτριβέα.

Ηλεκτρικός διανομέας τάσης

Ο ηλεκτρικός διανομέας τάσης δίνει τη δυνατότητα ηλεκτρικής τροφοδοσίας στον ηλεκτροκινητήρα, που βρίσκεται στην άκρη της γέφυρας και περιστρέφεται μαζί της. Αποτελείται από δύο μέρη:

Ένα σταθερό τμήμα, που εδράζεται στη βάση του εξωτερικού δακτυλίου του δακτυλιοειδή σφαιροτριβέα. Το τμήμα αυτό περιλαμβάνει τον κύριο άξονα του συλλέκτη, ο οποίος φέρει ομόκεντρους δίσκους σταθερά συνδεδεμένους στον άξονα και κατάλληλα διατεταγμένους και μονωμένους. Το καλώδιο τροφοδοσίας οδεύει μέσα σε σωλήνα ηλεκτρολογικών, που τοποθετείται εντός της κεντρικής κολώνας της δεξαμενής και στη συνέχεια εισέρχεται εντός του ηλεκτρικού συλλέκτη.

Ένα δεύτερο τμήμα που κινείται μαζί με τη γέφυρα και αποτελεί συγχρόνως το εξωτερικό κέλυφος του ηλεκτρικού συλλέκτη. Το κινητό αυτό τμήμα φέρει έναν δευτερεύοντα άξονα, παράλληλο με τον κύριο άξονα του συλλέκτη, που φέρει λάμες κατάλληλα διατεταγμένες και μονωμένες ώστε να εφάπτονται της δίσκους του κυρίως άξονα. Το κέλυφος συνδέεται με τη γέφυρα και καλώδιο αναχωρεί από το δευτερεύοντα άξονα της τον ηλεκτροκινητήρα. Κατά την περιστροφή οι λάμες τροφοδοτούνται με ρεύμα από της δίσκους και στη συνέχεια με καλώδιο επί της γέφυρας τροφοδοτείται ο ηλεκτροκινητήρας του ξέστρου.

Λεπίδα Σάρωσης Πυθμένα

Κατασκευάζεται ένα χαλύβδινο τμήμα, από λάμες ηλεκτροσυγκολλημένες μεταξύ της και διαμορφώνουν το παραβολικού σχήματος ξέστρο.

Στο κάτω μέρος της λεπίδας του ξέστρου είναι στερεωμένη ελαστική ταινία νεοπρενίου, πλάτους 90 mm σκληρότητας 60 SHORE, για την σάρωση της λάσπης του πυθμένα της δεξαμενής. Η στερέωση της ελαστικής ταινίας γίνεται με κοχλίες, μεταξύ της βασικής λεπίδας του ξέστρου και δια μήκους λάμας που τοποθετείται στην πίσω πλευρά της λεπίδας.

Ολόκληρο το ξέστρο πυθμένα έλκεται από την γέφυρα μέσω ράβδων οι οποίοι συνδέονται κατάλληλα (με πείρο και ασφάλεια) στα σταθερά, κάθετα τμήματα της γέφυρας. Το μήκος των ράβδων ποικίλει ανάλογα την θέση σύνδεσής τους.

Επιφανειακό Ξέστρο για την Απομάκρυνση των Επιπλεόντων και Χοάνη Επιπλεόντων

Το επιφανειακό ξέστρο είναι αναρτημένο από τη γέφυρα, σχηματίζοντας μικρή γωνία με τον άξονα της γέφυρας και οδηγεί τα επιπλέοντα και τον αφρό στην περιφέρεια, όπου τα απομακρύνει σε χοάνη. Η γωνία του ξέστρου είναι τέτοια, ώστε να επιτυγχάνεται ταχεία απομάκρυνση των επιπλεόντων της την περιφέρεια. Το ξέστρο αποτελείται από 2 τμήματα:

- Της πρώτο τμήμα που είναι σταθερά συνδεδεμένο στον κορμό της γέφυρας και του οποίου το ένα άκρο εφάπτεται στο τύμπανο εξομάλυνσης της παροχής εισόδου, ενώ το άλλο φθάνει μέχρι μικρής αποστάσεως από την περιφέρεια της δεξαμενής. Το τμήμα αυτό συνδέεται σταθερά στον κορμό της γέφυρας. Της δύο άκρες του ξέστρου επιφανείας συνδέονται άκρα ταινίας νεοπρενίου, ώστε το ένα άκρο να εφάπτεται στο τύμπανο εξομάλυνσης της ροής και το άλλο το δεύτερο τμήμα του ξέστρου επιπλεόντων.
- Της δεύτερο τμήμα που συνδέεται με άρθρωση στη γέφυρα και μπορεί να κινείται πάνω – κάτω, επιτυγχάνει την τελική απομάκρυνση των επιπλεόντων. Αποτελείται από ράβδο χάλυβα, που συνδέεται αρθρωτά επί της γέφυρας και μέσω αλυσίδας συγκρατείται υψομετρικά. Στο άκρο της ράβδου συνδέεται σταθερά κατακόρυφη λάμα που βυθίζεται εντός του υγρού. Το μήκος της αλυσίδας είναι υπολογισμένο ώστε η λάμα να βυθίζεται κατά 100 mm. Στη λάμα στερεώνεται ορθογωνικής μορφής ταινία νεοπρενίου, που κατά τη διαδρομή του ξέστρου εφάπτεται πλευρικά στο φράγμα επιπλεόντων και το πρώτο τμήμα του ξέστρου επιπλεόντων.
- Χοάνη παραλαβής επιπλεόντων τοποθετείται σε κατάλληλο σημείο στην περιφέρεια της δεξαμενής και υψομετρικά 1cm άνω της στάθμης του υγρού. Καθώς το ξέστρο επιπλεόντων συναντά στη διαδρομή του τη χοάνη, ανασηκώνεται λόγω της άρθρωσης και ωθεί τα συγκεντρωθέντα επιπλέοντα εντός της. Οι δύο οριζόντιες πλευρές της φέρουν κλίση για το ομαλό ανασήκωμα του αρθρωτού ξέστρου κατά τη στιγμή της επαφής του ξέστρου με τη χοάνη.
- Εύκαμπτος σωλήνας οδηγεί τα επιπλέοντα εκτός της δεξαμενής εντός του φρεατίου επιπλεόντων. Η στήριξη της χοάνης γίνεται με πλαίσιο πάνω στο κανάλι υπερχειλίσης.

Φράγμα Επιπλεόντων

Σε απόσταση 250 mm από το κανάλι υπερχειλίσης τοποθετείται δακτύλιος από λάμα χάλυβα εμβαπτισμένος κατά 100 mm εκτός του υγρού, που συγκρατεί τα επιπλέοντα, ώστε να μην διαφεύγουν της τον υπερχειλιστή μαζί με το διαυγές υγρό.

Τριγωνικός Ρυθμιζόμενος Υπερχειλιστής THOMSON

Αποτελείται από τεμάχια λάμες χάλυβα, που τοποθετούνται περιμετρικά με όλη την περιφέρεια της δεξαμενής. Η στήριξη και ρύθμιση του ύψους του υπερχειλιστή γίνεται μέσω ελασμάτων χάλυβα και κοχλιών συγκράτησης.

2.2.11. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και Περίσσειας ιλύος

Σκοπός του αντλιοστασίου είναι αφ' ενός η αναρρόφηση της καθιζάνουσας ιλύος από το φρεάτιο συλλογής της κάθε δεξαμενής καθίζησης και η επιστροφή της στο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας ώστε η ενεργός ιλύς να διατηρείται στα σωστά επίπεδα για την ομαλή λειτουργία της βιολογικής διεργασίας και αφ' ετέρου η περίσσεια της ιλύος να προωθείται στην μονάδα αφυδάτωσης.

Το αντλιοστάσιο αποτελείται από μία δεξαμενή διαστάσεων 3.8 x 3.25 m και μέγιστου ύψους 4.2 m και κατασκευάζεται μπροστά από τις δεξαμενές καθίζησης.

Στο αντλιοστάσιο καταλήγουν οι αγωγοί μεταφοράς της καθιζάνουσας ιλύος από τους κώνους των δεξαμενών. Οι αγωγοί είναι PVC Φ 250, 10atm.

Στο στόμιο των αγωγών αυτών και εντός του αντλιοστασίου τοποθετούνται τηλεσκοπικές δικλείδες DN 250 με άξονα και βολάν χειρισμού των στερεωμένο στην επιφάνεια του αντλιοστασίου όπου υπάρχει και γαλβανισμένο εν θερμώ εσχαρωτό δάπεδο. Έτσι είναι δυνατόν με τον χειρισμό των δικλείδων ν' απομονωθεί κάθε δεξαμενή καθίζησης. Επίσης, έτσι είναι δυνατό να επιτευχθεί η ομοιόμορφη παροχή της καθιζάνουσας ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης προς το κοινό αντλιοστάσιο.

2.2.12. Χαρακτηριστικά ανακυκλοφορίας ιλύος

Το αντλιοστάσιο εξοπλίζεται με τρεις αντλίες, δύο κύριες και μία εφεδρική.

Κάθε αντλία έχει δυναμικότητα 166 m³/h σε μανομετρικό 5.4m, είναι υποβρύχιου τύπου, του οίκου FLYGT, τύπος CP 3140 LT 614.

Κάθε αντλία φέρει στον αγωγό εξόδου βάνα απομόνωσης τύπου σύρτη, βαλβίδα αντεπιστροφής και τεμάχιο εξάρμωσης προ της συμβολής της με το κοινό καταθλιπτικό αγωγό. Οι βάνες και οι αντεπίστροφες βαλβίδες βρίσκονται δίπλα και σ' επαφή με τ' αντλιοστάσιο σε προσιτή θέση.

Οι αντλίες εναλλάσσονται για την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης μίας αντλίας τίθεται σε λειτουργία η εφεδρική. Η κυκλική λειτουργία των αντλιών επανακυκλοφορίας θα γίνεται αυτόματα.

Κάθε αντλία φέρει διπλούς οδηγούς/τροχιές, μέχρι την οροφή του αντλιοστασίου και επαρκές μήκος ανοξείδωτης αλυσίδας, που είναι μόνιμα συνδεδεμένη με την αντλία για την ανύψωσή της στο επίπεδο εργασίας.

Όλες οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπέα συχνότητας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της παροχής κάτω από συνθήκες σταθερού γεωδαιτικού μονομετρικού.

Στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών τοποθετείται μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου διαμέτρου DN 250 της E+H που θα στέλνει την ένδειξη μέτρησης στο κεντρικό σύστημα ελέγχου.



Εικόνα: Αντλίες ανακυκλοφορίας ιλύος (1,2,3 A) και περίσσειας ιλύος (1,2)

2.2.13. Χαρακτηριστικά περίσσειας ιλύος

Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος προς την μονάδα αφυδάτωσης, γίνεται με το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος το οποίο είναι εξοπλισμένο με μία κύρια αντλία και μία εφεδρική, κοχλιωτού τύπου του οίκου PCM, τύπος MV 62 I5, ρυθμιζόμενης παροχής έως 53.7 m³/h.

Η αντλία φέρει στον αγωγό εξόδου βάνα απομόνωσης τύπου σύρτη και βαλβίδα αντεπιστροφής προ της συμβολής της με το κοινό (μελλοντικά) καταθλιπτικό αγωγό όπου έχει τοποθετηθεί σε οικίσκο επιφάνειας 4.5 x 3.25 m το οποίο ευρίσκεται σε επαφή με το αντλιοστάσιο.

Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των αντλιών ανακυκλοφορίας ύλως ρυθμίζεται βάσει της μέτρησης παροχής στην εγκατάσταση με πρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC.

Επίσης υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας όλων των αντλητικών συγκροτημάτων μέσω επιλογικού διακόπτη. Για το λόγο αυτό υπάρχει εγκατεστημένο επί του αντλιοστασίου, τοπικό χειριστήριο για το σύνολο των αντλιών.

Η λειτουργία των αντλιών περίσσειας ύλως ελέγχεται με πρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC. Επίσης υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας με επιλογικό διακόπτη με τοπικό χειριστήριο. Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο Κέντρο Ελέγχου.

Στο κοινό αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – περίσσειας ύλως υπάρχει διακόπτης χαμηλής στάθμης για προστασία των αντλιών από την εν ξηρώ λειτουργία.

Η λειτουργία όλων των αντλιών ανακυκλοφορίας εναλλάσσεται για την ομοιόμορφη φθορά τους.

2.2.14. Μονάδα απολύμανσης

Χλωρίωση

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων κατασκευάζεται μαιανδρική δεξαμενή επαφής ωφέλιμου όγκου περίπου 80 m³. Η δεξαμενή αποτελείται από δύο κανάλια πλάτους 1.40 m έκαστο και συνολικού μήκους ροής 25 m και ωφέλιμο βάθος από τη στέψη του υπερχειλιστή εξόδου ίσο με 2.3 m.

Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τις σχετικές τεχνικές προδιαγραφές, και έχει εσωτερικά τοιχία έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική μαιανδρική ροή και ανάμιξη των λυμάτων με το χλώριο.



Εικόνα: Λύματα που οδηγούνται στην δεξαμενή χλωρίωσης με εμφανή τα θυροφράγματα (μυαιανδρικού τύπου)

Εγκατάσταση Χλωρίωσης

Για τη δοσομέτρηση της απαραίτητης ποσότητας υποχλωριώδους διαλύματος στα λύματα έχει εγκατασταθεί μετρητής / ρυθμιστής των τιμών του υπολειμματικού χλωρίου, του οίκου ProMinent, της σειράς Dulcometer, τεχνολογίας δύο αγωγών ελεύθερης παρεμβολών, τύπου DICA και δύο δοσομετρικές αντλίες του οίκου Prominent, τύπος Sigma 1CA 10050 PVC δυναμικότητας 60 L/h ρυθμιζόμενης παροχής. Η ρύθμιση της παροχής γίνεται αυτόματα σύμφωνα με το σήμα από το όργανο μέτρησης της παροχής, ενώ η λεπτή ρύθμιση (προκειμένου να διασφαλιστεί η επιθυμητή συγκέντρωση χλωρίου, γίνεται μέσω μετρητού υπολειμματικού χλωρίου.

Η έγχυση του υποχλωριώδους διαλύματος γίνεται στο φρεάτιο εισόδου του μετρητού παροχής με κατάλληλο ακροφύσιο ώστε στη συνέχεια να επιτυγχάνεται η πλήρης ανάμιξη και επαφή στη μυαιανδρική δεξαμενή χλωρίωσης.

Η αποθήκευση του διαλύματος γίνεται σε μία κλειστή δεξαμενή από πολυαιθυλένιο συνολικής χωρητικότητας 10 m³ και ένα δοχείο ημερήσιας κατανάλωσης 0.5 m³. Η δεξαμενή έχει τοποθετηθεί εντός δεξαμενής από σκυρόδεμα, προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε διαρροή στο περιβάλλον σε περίπτωση διαρροής. Όλος ο εξοπλισμός αποθήκευσης και δοσομέτρησης του χλωρίου εγκατασταθεί εντός κτιρίου.

Κτίριο Χλωρίωσης

Προσφέρεται κτίριο χλωρίωσης τριών δωματίων, κατάλληλων διαστάσεων για την εγκατάσταση όλου του εξοπλισμού των μονάδων χλωρίωσης, αποχλωρίωσης, μεταερισμού και των αντλιών βιομηχανικού νερού.

Συγκεκριμένα:

- Δωμάτιο διαστάσεων 2.5 x 4.2 x 3.5 m (ύψος) στο οποίο έχουν εγκατασταθεί οι δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης και η ημερήσια δεξαμενή χλωρίου.
- Δωμάτιο διαστάσεων 3.0 x 4.2 x 3.5 m (ύψος), με εγκατεστημένους τους φυσητήρες μεταερισμού.
- Δωμάτιο διαστάσεων 6.5 x 4.2 x 3.5 m (ύψος), με εγκατεστημένο το πιεστικό δοχείο των αντλιών βιομηχανικού νερού και τα υδραυλικά εξαρτήματα του δικτύου βιομηχανικού νερού το φίλτρο, καθώς και ο ηλεκτρικός πίνακας όλων των προαναφερομένων μηχανημάτων με τους σχετικούς αυτοματισμούς τους.
- Δωμάτιο διαστάσεων 3.5 x 4.2 x 3.5 (ύψος), εντός του οποίου έχει εγκατασταθεί η δεξαμενή αποθήκευσης του χλωρίου.

Δεξαμενή αποθήκευσης χλωρίου

Προσφέρεται μία κυλινδρική δεξαμενή όγκου αποθήκευσης 10 m³ κατασκευασμένη από πολυαιθυλένιο για την αποθήκευση του NaOCl, καθώς και το δοχείο ημερήσιας κατανάλωσης 0.5m³. Η δεξαμενή αυτή εδράζεται σε κατακόρυφη θέση, και η χωρητικότητά της εξασφαλίζει χρόνο αποθήκευσης ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές.

Η δεξαμενή αποθήκευσης διαθέτει στεγανή θυρίδα επίσκεψης, αναμονές τροφοδοσίας, υπερχειλίσης και αποστράγγισης. Φέρει δίκτυο πλήρωσης με κατάλληλη εξωτερική αναμονή για την σύνδεση βυτιοφόρου οχήματος, ώστε η διαδικασία να είναι απόλυτα ασφαλής χωρίς την παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα. Επιπλέον, φέρει έναν διακόπτη “χαμηλής στάθμης” που παράγει σήμα προειδοποίησης για επαναπλήρωση της δεξαμενής λειτουργίας και έναν διακόπτη πολύ χαμηλής στάθμης για διακοπή λειτουργία και προστασία της δοσομετρικής αντλίας.

Λεκάνη έδρασης δεξαμενής αποθήκευσης χλωρίου

Η δεξαμενή αποθήκευσης εδράζεται σε ορθογωνική επιφανειακή λεκάνη από οπλισμένο σκυρόδεμα με κατάλληλο ύψος τοιχίων. Σε περίπτωση διαρροής υποχλωριώδους νατρίου λόγω βλάβης σε κάποιον αποθηκευτή, το διαβρωτικό υγρό συλλέγεται εντός της λεκάνης

αυτής και προστατεύεται ο πλησίον εξοπλισμός και το προσωπικό. Υπάρχει επίσης ειδικό φρεάτιο για την αποστράγγιση της ορθογωνικής λεκάνης, και επαναφορά του απολυμαντικού μέσου. Επιπλέον, παραπλεύρως υπάρχει παροχή πόσιμου νερού για άμεση πλύση σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής.

Παράκαμψη μονάδος χλωρίωσης

Ο σχεδιασμός μας προβλέπει τη δυνατότητα παράκαμψης της μονάδος χλωρίωσης.

Για το σκοπό αυτό, στο φρεάτιο εισόδου τοποθετούνται δύο θυροφράγματα διαστάσεων 0.8m x 0.4m (ύψος), ο χειρισμός των οποίων διοχετεύει τη ροή σε κανάλι πλάτους 0.8 m, το οποίο τροφοδοτεί το φρεάτιο εξόδου, δίδοντας έτσι την εναλλακτική δυνατότητα παράκαμψης της μονάδας χλωρίωσης.

2.2.15. Μονάδα μεταερισμού

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Τευχών Δημοπράτησης, πρέπει τα επεξεργασμένα λύματα να έχουν επίπεδο διαλελυμένου οξυγόνου ≥ 5 mg/L

Προς τούτο προσφέρεται μονάδα μεταερισμού, η οποία αποτελείται από τη δεξαμενή και τον εξοπλισμό αερισμού. Όλη η μονάδα σχεδιάζεται, ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις της για την μέση ημερήσια παροχή του θέρους της Β Φάσης.

Η δεξαμενή μεταερισμού σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία διαστασιολογείται με κριτήριο το χρόνο παραμονής ο οποίος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 10 - 20 min. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή διαστασιολογούμε τη μονάδα με 15 min.

Δεξαμενή

Η δεξαμενή επιλέγεται να είναι ορθογωνική επιμήκης με ωφέλιμο όγκο 87.5 m³. Αποτελείται από δύο κανάλια, μήκους 12.5 m, πλάτους 1.0 m και ωφέλιμο βάθος υγρών 4.0 m.



Εικόνα: Δεξαμενή Επεξεργασμένου νερού

Περιγραφή του συστήματος αερισμού

Το προσφερόμενο σύστημα αερισμού είναι τύπου διάχυσης μέσω συστήματος αεραντλίας.

Χρησιμοποιούνται υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα ισχύος 2,2 kw οίκου FLYGHT και δίκτυο σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα.

Έλεγχος λειτουργίας Αερισμού

Η ρύθμιση του συστήματος αερισμού πραγματοποιείται μέσω του PLC συναρτήσει της ένδειξης της τιμής του διαλυμένου οξυγόνου στην δεξαμενή.

Για την μέτρηση του DO έχει εγκατασταθεί ένα όργανο μέτρησης DO, το οποίο διαθέτει ειδικό σύστημα στερέωσης και ρύθμισης του βάθους τοποθέτησης του ηλεκτροδίου μέτρησης.

Βάσει της μέτρησης της τιμής DO και μέσω του PLC θα υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης – παύσης του φυσητήρα.

Επίσης υπάρχει δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας (τοπική ρύθμιση) μέσω επιλογικού διακόπτη.

2.2.16. Μονάδα πάχυνσης και αφυδάτωσης ιλύος

Η μονάδα αυτή αποτελείται από τις ακόλουθες υπομονάδες:

- Μονάδα πάχυνσης της ιλύος.
- Μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος.

Ο σχεδιασμός της μονάδας πάχυνσης και αφυδάτωσης έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια των τευχών δημοπράτησης και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα.

Παράμετρος	Μονάδες	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΘΕΡΟΣ
Ωρες λειτουργίας ημερησίως	h/d	7	
Ημέρες λειτουργίας εβδομαδιαίως	d/w	6	
Φόρτιση τράπεζας	kg/m/h		150
Συγκέντρωση στερεών εισόδου τράπεζας	%	0.6	
Συγκέντρωση στερεών εξόδου τράπεζας	%	5	5
Συγκέντρωση στερεών εξόδου ταινιοφιλτρόπρεσας	%	20	20
Ημερήσια παραγόμενη ανηγμένη ιλύς	kg/d		1927.8
Πλάτος ιμάντα βάσει διαστασιολόγησης	m		1.84
Προσφερόμενο πλάτος ιμάντα	m		2

2.2.17. Μονάδα πάχυνσης της ιλύος

Για την πάχυνση της ενεργού ιλύος χρησιμοποιούνται συστήματα μικρού χρόνου παραμονής (in-line unit operations) δηλαδή μία ανοξείδωτη τράπεζα πάχυνσης της εταιρείας Andridz, τύπος TE 20. Η κάθε τράπεζα αποτελείται από την μονάδα κροκκίδωσης και το οριζόντιο κυλιόμενο ιμάντα πλάτους 2 m, ίσου με το πλάτος της ταινίας της αντίστοιχης ταινιοφιλτρόπρεσσας (gravity belt thickener). Το συγκρότημα έχει τοποθετηθεί εντός του κτιρίου αφυδάτωσης.

Είναι διαστασιοποιημένη με δυνατότητα λειτουργίας για αφυδάτωση της εβδομαδιαίας παραγόμενης ιλύος σε 6 ημέρες την εβδομάδα με 7 ώρες λειτουργίας την ημέρα (ή συνολικά 42 ώρες την εβδομάδα). Στην πραγματικότητα ο προσφερόμενος εξοπλισμός σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή δουλεύει λιγότερες ώρες.

Περιγραφή λειτουργίας- εξοπλισμός

Από την δεξαμενή συλλογής της ιλύος μέσω του αντλιοστασίου η προς αφυδάτωση ιλύς διοχετεύεται εντός ανοξείδωτου κυλινδρικού δοχείου μαζί με το διάλυμα του πολυηλεκτρολύτη. Το δοχείο είναι εξοπλισμένο με ανοξείδωτο αναδευτήρα, έτσι ώστε να επιτευχθεί η κροκκίδωση της ιλύος και είναι του οίκου Andridz, τύπος TE 20. Η κροκκιδωμένη ιλύς στη συνέχεια διανέμεται στην ταινία της τράπεζας πάχυνσης, η οποία κινείται από ένα τύμπανο με ελαστική επίστρωση συνδεδεμένο με αυξομειωτήρα.

Το νερό της ιλύος διαχωρίζεται συνεχώς και στραγγίζει με την υποβοήθηση τριγωνικών πλαστικών λεπίδων που είναι τοποθετημένες κάθετα στην πορεία κίνησης της ταινίας και οι οποίες αναμοχλεύουν την ιλύ, επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερο και πιο ομοιόμορφο διαχωρισμό της από το νερό.

Στην άκρη της τράπεζας με μία πλαστική λάμα γίνεται η απόξεση και η απομάκρυνση της προαφυδατωμένης ιλύος. Μετά την απομάκρυνση της ιλύος γίνεται ψεκάσμος της ταινίας με βιομηχανικό νερό μέσω κατάλληλων αυτοκαθαριζόμενων ακροφυσίων, τοποθετημένων εντός δοχείου για την προστασία των εργαζομένων από τα εκπεμπόμενα σταγονίδια .

Η ενεργός ιλύς μετά την τράπεζα εξάγεται συμπυκνωμένη με συγκέντρωση στερεών περίπου 4 % και οδηγείται δια βαρύτητας στην μονάδα αφυδάτωσης.

Η προετοιμασία και η δοσομέτρηση του πολυηλεκτρολύτη έχει γίνει με εξοπλισμό του οίκου Prominent τύπος AT 1000. Το συγκρότημα προετοιμασίας του πολυηλεκτρολύτη είναι δυναμικότητας 1000 L/h διαλύματος 0.2 %.

Η δοσομέτρηση γίνεται από δύο δοσομετρικές αντλίες πολυηλεκτρολύτη του οίκου PCM τύπος MV 1200 F4 δυναμικότητας έως 50-1000 L/h. Αναρροφούν το διάλυμα από το συγκρότημα προετοιμασίας και τροφοδοτούν το δοχείο κροκίδωσης. Η αντλία είναι μεταβλητής παροχής που επιτυγχάνεται με ρύθμιση των στροφών του ηλεκτρομειωτήρα της.

2.2.18. Μονάδα αφυδάτωσης ιλύος

Η τελική αφυδάτωση της ιλύος γίνεται με την χρήση μιας ανοξειδωτής ταινιοφιλτρόπρεσσας, που έχει εγκατασταθεί μαζί με όλον τον παρελκόμενο εξοπλισμό προαφυδάτωσης εντός του κτιρίου αφυδάτωσης.

Από την μηχανική πάχυνση ή προς τελική αφυδάτωση ιλύς διοχετεύεται δια βαρύτητας και διανέμεται στην ταινία της ταινιοφιλτρόπρεσσας πλάτους 2 m, η οποία κινείται συνεχώς και προοδευτικά συγκλίνει με μια δεύτερη ταινία, ώστε να επιτευχθεί μέσω των κυλίνδρων η συμπίεση και η αφυδάτωσή της.

Από την ταινιοφιλτρόπρεσσα η ιλύς εξάγεται συμπυκνωμένη τουλάχιστον κατά 20 % περίπου σε στερεά και απορρίπτεται σε μεταφορικό κοχλία για ν' απομακρυνθεί εκτός του κτιρίου.



Εικόνα: Συλλογή αφυδατωμένης ιλύος

Οι μάντες της πρέσας μετά την απομάκρυνση της ιλύος ψεκάζονται με βιομηχανικό νερό μέσω αυτοκαθαριζόμενων ακροφυσίων τοποθετημένων εντός κατάλληλου δοχείου ώστε να μην υπάρχει ψεκασμός σταγονιδίων στον χώρο εργασίας.

Για την προστασία του προσωπικού όλα τα κινούμενα μέρη του μηχανήματος είναι καλυμμένα .

Η προσφερόμενη τράπεζα είναι του οίκου Andridz τύπος TE 20 και η ταινιοφιλτρόπρεσσα είναι επίσης του οίκου Andridz τύπος VS 20 IP με πλάτος μάντα 2 m. Έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να εκπληρούνται οι βασικές προδιαγραφές τέτοιου είδους μηχανημάτων. Έτσι το συγκρότημα αφυδάτωσης έχει διαστασιολογηθεί για τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας:

- Η φόρτιση στερεών ανά μέτρο πλάτους να μην υπερβαίνει τα 150 kg/h/m.
- Η συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη λάσπη να είναι τουλάχιστον 20 %.

Η αρχή της ταινιοφιλτρόπρεσσας βασίζεται στην αφυδάτωση της προαφυδατωμένης ιλύος που επιτυγχάνεται με την συμπίεση της μεταξύ δύο ατερμόνων και προοδευτικά συγκλινουσών ταινιών που κινούνται συγχρονισμένα γύρω από αριθμό κυλίνδρων.

Η διαδικασία αφυδάτωσης της ιλύος ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Τμήμα επιπλέον προαφυδάτωσης
- Τμήμα συμπίεσης
- Έξοδο αφυδατωμένης ιλύος με διατάξεις απόξεσης των ταινιών

Η ταινιοφιλτρόπρεσσα αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

α. Το πλαίσιο επί του οποίου συναρμολογείται η πρέσα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Το πλευρικό τμήμα του πλαισίου μπορεί να αποσυναρμολογηθεί για να αντικατασταθούν οι ταινίες.

β. Ταινίες αφυδάτωσης που είναι διάρκειας ζωής τουλάχιστον 5000 ωρών και έχουν κατασκευασθεί από πολυεστέρα.

γ. Διάταξη πλύσης. Σε κατάλληλα σημεία της διαδρομής της ταινιοφιλτρόπρεσσας έχει τοποθετηθεί διάταξη πλύσης ανά ταινία η οποία χρησιμεύει για απομάκρυνση των στερεών που δεν απομακρύνθηκαν από τις λεπίδες. Στη διάταξη πλύσης περιλαμβάνεται και το δίκτυο μεταφοράς του βιομηχανικού νερού έως την ταινιοφιλτρόπρεσσα με όλα τα μικροϋλικά.

δ. Διάταξη αυτόματης τάνυσης των ταινιών με το οποίο η ταινιοφιλτρόπρεσσα έχει ικανότητα συνεχούς αυτόματης τάνυσης των ταινιών. Η τάνυση επιτυγχάνεται με πνευματικά έμβολα που εφαρμόζουν πίεση 5 bar.

ε. Διάταξη ευθυγράμμισης ταινιών. Για την επαναφορά των ταινιών σε ευθυγραμμία για κάθε ταινία υπάρχει κύλινδρος που λειτουργεί με την δυνατότητα μετατόπισης του ενός άκρου με την βοήθεια πνευματικού εμβόλου.

ζ. Διάταξη κίνησης ταινιών. Η κίνηση των ταινιών λαμβάνεται από ηλεκτρομειωτήρα και μέσω ειδικής διάταξης μεταδίδεται η κίνηση στους κυλίνδρους κίνησης. Η αυξομείωση των στροφών του ηλεκτρομειωτήρα άρα και της δυναμικότητας της πρέσας γίνεται εκτός από χειροστρόφαλο και αυτόματα με τηλεχειρισμό από τον ηλεκτρικό πίνακα διανομής και με την βοήθεια κατάλληλου σερβομηχανισμού.

η. Σκάφες συλλογής υγρών αφυδάτωσης. Οι χοάνες τοποθετούνται στο κάτω τμήμα του πλαισίου ώστε να οδηγούν τα υγρά πλύσεως και τα στραγγίδια στο κανάλι που θα κατασκευασθεί. Οι χοάνες είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα.

θ. Κύλινδροι. Η πρέσα περιλαμβάνει κυλίνδρους για τις διάφορες εργασίες της που αναφέρθηκαν και προηγουμένως. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται κύλινδροι κίνησης, τάνυσης, ευθυγράμμισης και συμπίεσης. Οι κύλινδροι στηρίζονται σε εξωτερικά στεγανά έδρανα.

ι. Ηλεκτρικός Πίνακας. Ο ηλεκτρικός πίνακας είναι τύπου στεγανού ερμαρίου, βρίσκεται μέσα στο κτίριο της αφυδάτωσης της ιλύς και περιλαμβάνει τα ακόλουθα

- Διακόπτες χειρισμών
- Αυτόματο έλεγχο εκκίνησης-διακοπής κύκλων επανάληψης
- Ρυθμιστή παροχής ιλύος
- Ρυθμιστή ταχύτητας ταινιών
- Ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας
- Εκκινητήρες
- Θερμικά προστασίας κινητήρων
- Ωρομετρητές
- Σύστημα διακοπής εκτάκτου ανάγκης
- Σύστημα οπτικοακουστικού συναγερμού για τις περιπτώσεις απώλειας πίττας, αποευθυγράμμισης ταινιών, χαμηλής στάθμης πολυηλεκτρολύτη, υπερφορτίσεις κλπ.

Η λειτουργία του συστήματος μπορεί να γίνεται με χειροκίνητα αλλά και πλήρως αυτοματοποιημένη.

Το συγκρότημα αφυδάτωσης με ταινιοφιλτρόπρεσσα περιλαμβάνει έναν ανυψωτικό κοχλία μεταφοράς της αφυδατωμένης ιλύος του οίκου ANDRITZ, δυναμικότητας 2 m³/h, εκτός του κτιρίου, σε ύψος 3 m ώστε να είναι δυνατή η απευθείας φόρτωσή της σε φορηγό αυτοκίνητο ή ρυμουλκούμενη καρότσα.

Ο μηχανικός παχυντής, η ταινιοφιλτρόπρεσσα και οι βοηθητικοί μηχανισμοί τους τοποθετούνται στο κτίριο αφυδάτωσης.

Κατά μήκος της ταινιοφιλτρόπρεσσας κατασκευάζεται αγωγός στραγγιδίων.

Συλλεκτήρια κανάλια συλλέγουν τα στραγγίδια από τους αγωγούς της ταινιοφιλτρόπρεσσας και από την πλύση του δαπέδου και τα διοχετεύουν σε κεντρικό φρεάτιο συλλογής και ακολούθως στο αντλιοστάσιο εισόδου.

Δίπλα από το κτίριο αφυδάτωσης έχει κατασκευασθεί στεγασμένος χώρος επιφάνειας 55 m² για την φόρτωση της αφυδατωμένης ιλύος, χωρίς να εμποδίζεται η διέλευση των οχημάτων.

2.2.19. Μεριστής παροχής

Τα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης οδηγούνται δια βαρύτητας στον μετρητή της παροχής. Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε ανοικτό κανάλι πλάτους 0.6m και ύψους καναλιού 0.95 m, με την τοποθέτηση μετρητού Khafagi Venturi της E+H τύπου QV 308 στένωσης 0.32 cm.

Πριν από τη στένωση της διώρυγας υπάρχει ανεμπόδιστο μήκος ροής στο κανάλι, 8m για πλήρη εξομάλυνση της ροής, διασφαλίζοντας τις απαιτήσεις των Τ.Δ. που απαιτούν η αρχή της στένωσης να τοποθετηθεί σε 10πλάσια απόσταση από το πλάτος του καναλιού. Επίσης, στην έξοδο του μετρητή δεν παρεμποδίζεται η ροή ώστε να επηρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης.

Η κλίση του πυθμένα ανάντη του μετρητή είναι 1% ενώ κατάντη είναι 0,5%, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το κανάλι έχει σκεπαστεί με γαλβανισμένο εσχαρωτό δάπεδο.

Το κανάλι έχει σχεδιαστεί, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης αποστράγγισή του σε συνθήκες μηδενικής παροχής. Αυτό επιτυγχάνεται διότι ο πυθμένας του καναλιού είναι σε στάθμη +72.50 m ενώ ο κατάντη υπερχειλιστής εξόδου της μονάδας μετα-αερισμού ευρίσκεται σε στάθμη +72.25 m, δηλαδή 25 cm χαμηλότερα.

Η μέτρηση των παροχών γίνεται ανάντη της στένωσης με όργανο τύπου υπερήχων της E+H, το οποίο θα αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Αισθητήριο στάθμης
- Πομπό σήματος
- Όργανο στιγμιαίας και συνολικής καταγραφής

Το όργανο συνδέεται με το PLC, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αυτόματη η εκτέλεση διαφόρων λειτουργιών όπως η δοσομέτρηση του χλωρίου, ο έλεγχος των αντλιών ανακυκλοφορίας κ.λ.π..

Σύστημα εισόδου

Το τμήμα αυτό του έργου έχει σκοπό να παράσχει ασφαλή και λειτουργική διασύνδεση μεταξύ του τροφοδοτικού αγωγού από τις αντλίες που είναι εγκατεστημένες στη δεξαμενή μεταερισμού και της δεξαμενής υποδοχής. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει :

1. Μειωτήρα πίεσης DN 125 για την μείωση της εισερχόμενης πίεσης και τον έλεγχο της παροχής
2. Διάταξη εξαερισμού Φ50 διπλής ενέργειας προκειμένου να εκτονώνει εγκλωβισμένες ποσότητες αέρα στον αγωγό και να επιτρέπει την είσοδο αέρα σε περιπτώσεις εκκένωσης του τροφοδοτικού δικτύου,
3. Δικλίδα ρύθμισης εισόδου της παροχής DN 125 που ελέγχεται υδραυλικά από το μετρητή στάθμης στην δεξαμενή υποδοχής – εξισορρόπηση της παροχής
4. Αναλογικό μετρητή DN 125 της εισερχόμενης παροχής με στιγμιαία ένδειξη και αθροιστική ένδειξη, ηλεκτρομαγνητικού τύπου για τη μελλοντική ρύθμιση της δοσολογίας των χημικών και για την καταγραφή των συνολικά εισερχόμενων ποσοτήτων νερού στην εγκατάσταση.
5. Διάταξη παράκαμψης των ανωτέρω εξαρτημάτων με δικλίδες DN 125. Η διάταξη αυτή προσφέρεται σε απαίτηση των τεχνικών προδιαγραφών για να εξυπηρετήσει την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης σε περίπτωση που και κάποιο εξάρτημα τεθεί εκτός λειτουργίας.

Αντλιοστάσιο Τροφοδοσίας Φίλτρου Άμμου

Το προς επεξεργασία νερό αντλείται από τη δεξαμενή μεταερισμού προς τα επόμενα στάδια της επεξεργασίας με υποβρύχιες αντλίες. Οι αντλίες είναι τοποθετημένες πλησίον της στάθμης του πυθμένα της δεξαμενής προκειμένου να είναι εκμεταλλεύσιμο το σύνολο του βάθους της δεξαμενής.

Οι αντλίες είναι δύο, του οίκου LOWARA, δυναμικότητας 40 m³/h στα 29 mΣΥ έκαστη τύπος OZ658/3

Οι αντλίες λειτουργούν εναλλάξ με σχετικό αυτοματισμό στον πίνακα του αντλιοστασίου προκειμένου να ελέγχεται η διαρκής ετοιμότητα και των δύο αντλιών και να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φθορά.

Στον αγωγό εξόδου κάθε αντλίας και πριν τη σύνδεση με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό θα τοποθετηθεί δικλίδα απομόνωσης και δικλίδα αντεπιστροφής.

Φίλτρο Άμμου

Το νερό από το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας οδηγείται στο φίλτρο άμμου.

Τα φίλτρα είναι της εταιρίας Prominent τύπος Interfilt και έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Διατομή	Κυκλική
Διάμετρος	2.4 m
Ολικό ύψος	3.5 m
Γραμμική ταχύτητα διύλισης	10 m/h
Γραμμική ταχύτητα αντίστροφης πλύσης	20 m/h
Χρόνος αντίστροφης πλύσης	15 min
Διηθητικό υλικό	Άμμος κατά DIN4924
Κοκκομετρία	0.4 – 0.8 mm
Ανθρακίτης	0.8-2 mm
Υλικό διαχυτών	PPN
Άνοιγμα σχισμής διαχυτών	0.2 mm

Δεξαμενή Συλλογής Επεξεργασμένου Νερού

Το νερό από το φίλτρο άμμου καταλήγει σε δεξαμενή συλλογής που έχει σκοπό να παράσχει τον απαραίτητο ρυθμιστικό όγκο για την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης, την ομαλή λειτουργία του δικτύου κατανάλωσης. Ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής είναι περίπου 100 m³.

Η δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, με επίπεδο πυθμένα διαμορφωμένο με κατάλληλες ρήσεις στράγγισης προς φρεάτιο.

Η δεξαμενή διαθέτει οπή επίσκεψης διαστάσεων 1x1 m που καλύπτεται από ανοξείδωτο κάλυμμα και οπή για την επίσκεψη της δεξαμενής που επίσης καλύπτεται από κατάλληλα διαμορφωμένο κάλυμμα.

Στη δεξαμενή έχει τοποθετηθεί αισθητήριο μέτρησης της στάθμης τύπου υπερήχων για τον έλεγχο της λειτουργίας του φίλτρου.

Αντλιοστάσιο επεξεργασμένου νερού

Το επεξεργασμένο νερό αντλείται από τη δεξαμενή συλλογής προς την κατανάλωση με αντλίες. Οι αντλίες είναι τοποθετημένες σε κατάλληλο χώρο του κυρίως κτιρίου ώστε να είναι ευχερής η πρόσβαση και η απομάκρυνση τους για τυχόν ανάγκη επισκευής.

Οι αντλίες είναι δύο, μια σε λειτουργία και μία εφεδρική του οίκου LOWARA τύπος FHE 40-200/75, δυναμικότητας 42 m³/h στα 40 m ΣΥ έκαστη.

Η ασφαλής λειτουργία τους, έναντι λειτουργίας εν ξηρώ, εξασφαλίζεται από σήματα ένα από το αναλογικό όργανο μέτρησης στάθμης της δεξαμενής υποδοχής.

Οι αντλίες λειτουργούν εναλλάξ με σχετικό αυτοματισμό στον πίνακα του αντλιοστασίου προκειμένου να ελέγχεται η διαρκής ετοιμότητα και των δύο αντλιών και να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φθορά.

Στον αγωγό αναρρόφησης της κάθε αντλίας έχει τοποθετηθεί δικλίδα απομόνωσης.

Στον αγωγό εξόδου κάθε αντλίας και πριν τη σύνδεση με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό έχει τοποθετηθεί δικλίδα απομόνωσης και δικλίδα αντεπιστροφής.

Παρακαμπτήριες διατάξεις

Για την ασφαλή λειτουργία της μονάδος προβλέπονται οι παρακάτω παρακαμπτήριες διατάξεις :

1. Παράκαμψη της μονάδας προεπεξεργασίας με αυτόματη υπερχείλιση προς πλευρικό κανάλι χειροκίνητης εσχάρας και ακολούθως προς το φρεάτιο εξόδου. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανύψωση του δαπέδου του καναλιού της χειροκίνητης εσχάρας.

2. Παράκαμψη ολόκληρης της βιολογικής επεξεργασίας με αγωγό, από το φρεάτιο εξόδου της μονάδας προεπεξεργασίας, έως το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής απολύμανσης. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων.
3. Εκτροπή των επεξεργασμένων λυμάτων από το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής απολύμανσης προς το φρεάτιο εξόδου. Η παράκαμψη της μονάδας γίνεται με τον χειρισμό θυροφραγμάτων.
4. Παράκαμψη ενός βιολογικού αντιδραστήρα. Αυτό επιτυγχάνεται με την απομόνωση της μίας γραμμής με το κλείσιμο του θυροφράγματος στον μεριστή παροχής.
5. Παράκαμψη μίας δεξαμενής καθίζησης. Το φρεάτιο φόρτισης των δεξαμενών καθίζησης είναι σχεδιασμένο ώστε να είναι δυνατή η χιαστή υδραυλική επικοινωνία των δύο γραμμών. Για επιτευχθεί αυτό, προσφέρεται ένα υποβρύχιο θυρόφραγμα 0.5x0.5 m το οποίο τοποθετείται στο ενδιάμεσο τοίχιο των δύο μεριστών.
6. Παράκαμψη του φίλτρου και της μονάδας UV.

1. Μαρκαντωνάτος Γρηγόρης. "Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων".
2. Σαββάκης Κ. (2002) Χημική Τεχνολογία Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Τεχνολογία Εκδόσεις ΖΗΤΗ
3. ΔΕΥΑΚ Καλύμνου "Μελέτη βιολογικού καθαρισμού Καλύμνου και μετρήσεις λυμάτων".
4. Λημνίου Κατερίνα. "Επεξεργασία λυμάτων ξενοδοχειακής μονάδας με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος". Πτυχιακή Εργασία.
5. Καπετανάκη Αριστέα – Μαραγκάκη Μαρία. "Παρακολούθηση των παραμέτρων της ρύπανσης του Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου". Πτυχιακή Εργασία.
6. Αθανάσιος Γ. Κούγκολος Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2005.
7. Περιγραφή και λειτουργία μονάδας επεξεργασίας λυμάτων Ιωαννίνων, Άλκηστις Θεοδώρα Λέκκα (2013), Πτυχιακή εργασία.
8. Αλμπάνης
9. Μ. Μήτρακας (2001) «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού», Εκδόσεις Τζιόλα
10. Σ. Τσώνης, (2004) «Επεξεργασία λυμάτων», Εκδόσεις Παπασωτηρίου
11. Ανδρέας Θ. Δεληγιάννης, «Βιολογική επεξεργασία λυμάτων», University StudioPress, Θεσσαλονίκη 2009
12. Από ηλεκτρονική πηγή: www.ypeka.plexscape.com.
13. Από ηλεκτρονική πηγή: www.anatoliki.gr.
14. Από ηλεκτρονική πηγή: για την οδηγία 91/271/EEC (EU, 1991). <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=TAuivm9B%2FEo%3D&tabid=251&language=el-GR>
15. <http://users.auth.gr/darakas/Wastewater.pdf>
16. <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2012/PazegakiAgapi/attached-document-1348837355-256240-6369/Pazegaki2012.pdf>