



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Μ.Π.Σ.: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΛΥΜΑΤΩΝ, ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ»**



ΕΚΠΟΝΗΣΗ-ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
ΜΑΣΤΟΡΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Α.Μ.:156223
E-MAIL: std156223@ac.eap.gr

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΓΙΑΝΝΑΚΑΣ ΑΡΗΣ

ΠΑΤΡΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2026

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α' ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή,
2. Αναφορά σε δημογραφικά στοιχεία της πόλης του Αγίου Νικολάου Λασιθίου,
3. Ορισμός υγρών αποβλήτων,
 - 3.1. Κατηγοριοποίηση υγρών αποβλήτων,
 - 3.2. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων,
 - 3.2.1. Βιολογικά χαρακτηριστικά,
 - 3.2.2. Οργανικές ουσίες,
 - 3.2.3. Στερεές ουσίες,
 - 3.2.4. Τοξικές ουσίες,
4. Παράμετροι ελέγχου κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων,
 - 4.1. Θερμοκρασία,
 - 4.2. Χρώμα,
 - 4.3. Οσμή,
 - 4.4. Ρ.Η.,
 - 4.5. Ολικά στερεά,
 - 4.6. Θολότητα,
 - 4.7. Ανόργανοι ρυπαντές,
 - 4.8. Οργανικές χημικές ενώσεις,
 - 4.9. Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC),
 - 4.10. Λόγος BOD/COD,
5. Επεξεργασία υγρών αποβλήτων,
 - 5.1. Στόχοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων,
 - 5.2. Στάδια επεξεργασίας,
 - 5.2.1. Πρώτου βαθμού μηχανικός καθαρισμός,
 - 5.2.2. Δευτέρου βαθμού βιολογικός καθαρισμός,
 - 5.2.3. Τρίτου βαθμού προχωρημένος καθαρισμός,
 - 5.3. Συστήματα βιολογικού καθαρισμού,
 - 5.3.1 Δεξαμενές σταθεροποίησης,
 - 5.3.2. Βιολογικά φίλτρα,
 - 5.3.3. Βιολογικοί δίσκοι,
 - 5.3.4. Συστήματα ενεργούς ιλύος,
6. Διάθεση υγρών αποβλήτων,
 - 6.1. Διάθεση στο έδαφος,
 - 6.1.1. Υπόγεια,
 - 6.1.2. Επιφανειακά,
 - 6.2. Διάθεση σε επιφανειακά νερά,
 - 6.2.1. Ποτάμια,
 - 6.2.2. Θάλασσα,
 - 6.3. Διάθεση λάσπης,

7. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων,

- 7.1. Οδηγία Π.Ο.Υ.,
- 7.2. Κανονισμός Καλιφόρνιας,
- 7.3. Κανονισμός Ευρωπαϊκής Ένωσης,
- 7.4. Ισχύον Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο,
- 7.5. Αρδευτική χρήση,
- 7.6. Στην βιομηχανία,
- 7.7. Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφόρων,
- 7.8. Αστική επαναχρησιμοποίηση,
- 7.9. Ύδρευση.

Β' ΜΕΡΟΣ

8. Μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του Δήμου Αγίου Νικολάου.
Ανάλυση δεδομένων, περιγραφή, σχεδιασμός, λειτουργία εγκατάστασης,
διάθεση εκροών και πιθανή επαναχρησιμοποίηση.

- 8.1. Δεδομένα σχεδιασμού,
- 8.2. Περιγραφή,
- 8.3. Σχήμα επεξεργασίας,
- 8.4. Βασικά στοιχεία σχεδιασμού,

9. Στάδια προεπεξεργασίας λυμάτων και βοθρολυμάτων,

- 9.1. Προεπεξεργασία βοθρολυμάτων,
- 9.2. Αντλιοστάσιο ανύψωσης,
- 9.3. Φρεάτιο μερισμού Ι,
- 9.4. Νέα συστήματα προεπεξεργασίας,
- 9.5. Φρεάτιο μερισμού ΙΙ,
- 9.6. Λεπτοσχάρωση,
- 9.7. Κτίριο νέας προεπεξεργασίας,
- 9.8. Κεντρική μονάδα απόσμησης.

10. Στάδια βιολογικής επεξεργασίας,

- 10.1. Δεξαμενή εξισορρόπησης,
- 10.2. Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης,
- 10.3. Σύστημα βιολογικού αντιδραστήρα και MBR-γενικά,
- 10.4. Ανοξική δεξαμενή,
- 10.5. Επαμφοτερίζουσα δεξαμενή,
- 10.6. Δεξαμενή αερισμού,
- 10.7. Αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού,
- 10.8. Κτίριο φυσητήρων-ενέργειας,
- 10.9. Δεξαμενές μεμβρανών,
- 10.10. Κτίριο εξυπηρέτησης μεμβρανών,

11. Στάδια απολύμανσης,

- 11.1. Μονάδα UV,
- 11.2. Μονάδα βιολογικού νερού,
- 11.3. Οικίσκος απολύμανσης,
- 11.4. Δεξαμενή μεταερισμού-φρεάτιο φόρτισης,

- 12. Στάδια αφυδάτωσης ιλύος,
- 12.1. Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος,
- 12.2. Άντληση ιλύος-Μηχανική πάχυνση/αφυδάτωση,
- 12.3. Μονάδα πολυηλεκτρολύτη,
- 12.4. Κτίριο επεξεργασίας ιλύος,

- 13. Αντλιοστάσιο στραγγιδίων,

Γ' ΜΕΡΟΣ

- 14. Μετρήσεις-αποτελέσματα ανάλυσης λυμάτων,
- 14.1. Μετρήσεις έτους 2019,
- 14.2. Μετρήσεις έτους 2020,
- 14.3. Μετρήσεις έτους 2021,
- 14.4. Μετρήσεις έτους 2022,
- 14.5. Μετρήσεις έτους 2023,

- 15. Σχολιασμός μετρήσεων-αποτελεσμάτων,
- 15.1. Έλεγχος λειτουργίας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων για τα έτη 2019-2023,

- 16. Συμπεράσματα,

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α΄ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις δεκαετίες που προηγήθηκαν, η βιομηχανική επανάσταση και τα τεχνολογικά επιτεύγματα οδήγησαν σε μια δραματική αύξηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης, η οποία έχει ξεπεράσει τα επιτρεπόμενα όρια και πλέον έχει καταστροφικές επιπτώσεις για το μέλλον του πλανήτη. Οι μορφές ρύπανσης περιλαμβάνουν την αστική, βιομηχανική, ατμοσφαιρική, των εδαφών και των υδάτων. Η καθημερινή διάχυση τεράστιων ποσοτήτων λυμάτων στη θάλασσα προκαλεί ρύπανση του υδάτινου στοιχείου και των ακτογραμμών, οδηγώντας στην καταστροφή του πλαγκτόν. Αυτό έχει ως συνέπεια την καταστροφή της παγκόσμιας χλωρίδας και πανίδας και θέτει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία.

Η λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος είναι ένα σημαντικό ζήτημα. Ένα μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού έχει ευαισθητοποιηθεί, οδηγώντας σε τεράστιες εκστρατείες για τη διάσωση του παγκόσμιου οικοσυστήματος. Σε εθνικό επίπεδο, η ελληνική ακτογραμμή και το υδάτινο στοιχείο επιβαρύνονται από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, λόγω έλλειψης οικολογικής συνείδησης και απαρχαιωμένων διαδικασιών επεξεργασίας. Τα τελευταία χρόνια, μετά από αυστηρές συστάσεις και πρόστιμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, έχουν γίνει σημαντικά βήματα για τη μείωση του προβλήματος.

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω των νέων χημικών ουσιών και των επιβαρυνμένων αποβλήτων από βιομηχανικές, τυροκομικές και κτηνοτροφικές μονάδες. Η σωστή επεξεργασία έχει ως στόχο την απομάκρυνση ή μείωση των επιβλαβών χαρακτηριστικών των αποβλήτων, ώστε να είναι σε επιτρεπτά όρια για την διάθεσή τους. Τα βιομηχανικά απόβλητα απαιτούν ειδική διαχείριση, καθώς περιέχουν ουσίες που μπορούν να προκαλέσουν τεράστιες οικολογικές καταστροφές.

Η εργασία μας εστιάζει στην επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων στην περιοχή του Δήμου Αγίου Νικολάου Λασιθίου, αναλύοντας τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους, τις

παραμέτρους παρακολούθησης και τα επιτρεπόμενα όρια για την έξοδο τους. Περιγράφονται οι διαδικασίες επεξεργασίας εντός της μονάδας και παρουσιάζονται οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα που έχουν πραγματοποιηθεί. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

2. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την απογραφή του 2021, ο Δήμος Αγίου Νικολάου είχε πληθυσμό 25.570 κατοίκων. Πιο συγκεκριμένα, η Δημοτική Ενότητα Αγίου Νικολάου είχε 19.307 κατοίκους, η Δημοτική Ενότητα Βραχασίου 1.596 κατοίκους, και η Δημοτική Ενότητα Νεάπολης 4.667 κατοίκους. Το αποχετευτικό δίκτυο της Δημοτικής Ενότητας Αγίου Νικολάου λαμβάνει τα αστικά λύματα της πόλης, τα οποία προέρχονται κυρίως από τις οικίες και τις ξενοδοχειακές μονάδες της ευρύτερης περιοχής

3. ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Υγρά απόβλητα, είναι όλες οι ποσότητες των υδάτων που προέρχονται από οικιακές δραστηριότητες όπως η χρήση τουαλέτας και άλλες οικιακές χρήσεις καθώς και από βιομηχανίες, ιδρύματα, βιοτεχνίες και καθημερινές εργασίες στην ευρύτερη περιοχή. Όλες αυτές οι ποσότητες υδάτων, συλλέγονται στο κεντρικό αποχετευτικό σύστημα της πόλης και μεταφέρονται στην μονάδα επεξεργασίας τους.

3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

Αστικά υγρά απόβλητα: Αυτά προέρχονται από οικιακές δραστηριότητες όπως η χρήση τουαλέτας, μπάνιου και κουζίνας

καθώς και από εμπορικές δραστηριότητες και δημόσια κτίρια όπως υπηρεσίες, ιδρύματα, σχολές και νοσοκομεία.

Βασικό συστατικό σε αυτή την κατηγορία είναι το νερό, το οποίο όμως περιέχει ξένες ουσίες, καθιστώντας την ποιότητά του ακατάλληλη για άμεση χρήση. Η επεξεργασία τους έχει ως στόχο την επαναχρησιμοποίηση του νερού σε διαδικασίες όπως η άρδευση, διασφαλίζοντας πρωταρχικά όμως την ασφάλεια για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Βιομηχανικά υγρά απόβλητα: Αυτά προέρχονται από βιομηχανικές διεργασίες και πρέπει να υποβληθούν σε μία αρχική επεξεργασία εντός της βιομηχανίας πριν την διάθεσή τους στα δημοτικά δίκτυα αποχέτευσης. Αυτό γίνεται για να προστατευτεί η δημόσια υγεία και να μην επιβαρυνθεί υπερβολικά το αποχετευτικό δίκτυο.

Γεωργικά υγρά απόβλητα: Αυτά τα οποία προέρχονται από γεωργικές δραστηριότητες.

3.2. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ποικιλία οργανικών ουσιών όπως πρωτεΐνες, λίπη, φαινόλες, υδατάνθρακες και έλαια καθώς και ανόργανες ουσίες όπως φώσφορος, άλατα και άζωτο. Επίσης, περιλαμβάνουν στερεά, τα οποία οφείλονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Επιπλέον, υπάρχουν ουσίες σε κολλοειδή μορφή, μικροοργανισμοί, τοξικές ουσίες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία και διαλυμένα αέρια. Οι μικροοργανισμοί και οι οργανικές ουσίες έχουν σημαντική επίδραση καθώς μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες και να δημιουργήσουν δυσοσμίες, αποτελώντας κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

Οι βιολογικοί παράγοντες, οι στερεές ουσίες και οι τοξικές ουσίες είναι επίσης σημαντικοί καθώς συμβάλλουν στην αποδόμηση οργανικών ουσιών, την θολότητα και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων κατηγοριοποιούνται σε:

Βιολογικά χαρακτηριστικά,
Οργανικές ουσίες,

Στερεές ουσίες,
Τοξικές ουσίες.

3.2.1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

a. Μικρόβια

Στα λύματα υπάρχουν πολλά μικρόβια που προέρχονται από κοπρανώδεις ουσίες και τα οποία μπορεί να είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Η ανίχνευσή τους είναι σημαντική και γι' αυτό οι διαδικασίες ανίχνευσής τους είναι χρονοβόρες.

b. Σαπροφυτικοί οργανισμοί

Εκτός από τους μικροβιακούς δείκτες και τα παθογόνα μικρόβια, υπάρχει και ένας αριθμός οργανισμών, παθογόνοι και μη, διαφόρων μεγεθών, που βρίσκονται σε επιφανειακά νερά και λύματα.

Αυτοί επηρεάζουν τον φυσικό καθαρισμό, μετατρέποντας ασταθείς οργανικές ουσίες σε σταθερές ανόργανες ενώσεις και καταστρέφοντας μικροοργανισμούς. Διακρίνονται σε αυτότροφους όταν διασπούν το CO_2 και σε ετερότροφους όταν χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις. Οι μικροοργανισμοί ανάλογα με την ικανότητά τους, να χρησιμοποιούν το οξυγόνο, σε διάφορες μορφές του, διακρίνονται σε:

Αερόβιους: όσοι χρησιμοποιούν μόνο ελεύθερο οξυγόνο για την λειτουργία της αναπνοής.

Αναερόβιους: όσοι χρησιμοποιούν το δεσμευμένο οξυγόνο των οργανικών ουσιών.

Επαμφοτερίζοντες: όσοι μπορούν να ζήσουν και στις δυο συνθήκες.

3.2.2. ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

a. Αερόβια βιοχημική αποδόμηση

– Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H_2O , CO_2 , NO_3
σε 20°C
μοριακό οξυγόνο:

– Διάρκεια περίπου: 70-90 ημέρες
– Καταναλισκόμενο

Βιοχημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο: BAO

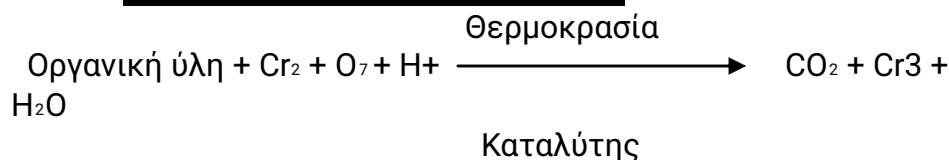
Biochemical Oxygen Demand: BOD

Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο σε 5 ημέρες σε 20°C : BOD_5

b. Αναερόβια βιοχημική αποδόμηση

- Τελικά προϊόντα (ενδεικτικά): H_2S , CH_4 , NH_3
- Διάρκεια περισσότερο από 2 χρόνια σε 20°C

c. Χημική οξείδωση (εργαστηριακά)



3.2.3. ΣΤΕΡΕΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Η γενικότερη όψη των λυμάτων και τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, όπως το χρώμα και η θολότητα, οφείλονται στις διάφορες αιωρούμενες και διαλυμένες ουσίες που περιέχουν.

Τα αιωρούμενα στερεά είναι εκείνα που συγκρατούνται με την διαδικασία της διύλισης και μπορούν να διακριθούν σε καθιζάνοντα και μη καθιζάνοντα. Αυτά είναι η κύρια αιτία της θολότητας.

Στα διαλυμένα στερεά περιλαμβάνονται τα κολλοειδή και τα πραγματικά διαλύματα.

3.2.4. ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Οι τοξικές ουσίες στα λύματα όπως το χρώμιο, το νικέλιο, ο μόλυβδος, ο χαλκός, ο υδράργυρος, το αρσενικό και ο άργυρος, προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από τις βιομηχανίες, οι οποίες διοχετεύουν τα απόβλητά τους στο αποχετευτικό δίκτυο. Αυτές οι τοξικές ουσίες επιβαρύνουν τους τελικούς αποδέκτες είτε πρόκειται για επιφανειακά νερά είτε για έδαφος, με αποτέλεσμα να δημιουργούν σοβαρούς κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Οι τελικοί αποδέκτες των υγρών αποβλήτων μπορεί να είναι είτε

επιφανειακά είτε υπόγεια ύδατα, γεγονός που οδηγεί στη ρύπανσή τους. Το επίπεδο ρύπανσης και ο βαθμός επικινδυνότητας εξαρτώνται κυρίως από τη χημική σύνθεση των αποβλήτων.

Οι παράμετροι ελέγχου των υγρών αποβλήτων κατά την επεξεργασία τους έχουν να κάνουν με τους ρύπους που συναντάμε σε αυτά.

Οι ρύποι των υγρών

αποβλήτων, διακρίνονται σε:

A) Φυσικούς ρύπους: θερμοκρασία, χρώμα, οσμή, στερεά, θολότητα.

B) Χημικούς ρύπους: εδώ έχουμε τους οργανικούς και τους ανόργανους.

Στους οργανικούς περιλαμβάνονται υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, έλαια, υδρογονάνθρακες, διάφορες οργανικές ενώσεις και παρασιτοκτόνα.

Στους ανόργανους συγκαταλέγονται το pH, χημικές ενώσεις θείου, φωσφόρου, αζώτου, διαλυμένα αέρια και ανιόντα και κατιόντα.

Γ) Ραδιενεργοί ρύποι: αυτοί συναντώνται μόνο σε απόβλητα εγκαταστάσεων, οι οποίες παράγουν ή χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες διάφορες ραδιενεργές ουσίες.

Οι σημαντικότεροι παράμετροι ελέγχου των υγρών αποβλήτων, είναι:

4.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 10 και 21 °C και εξαρτάται από τη γεωγραφική τοποθεσία. Είναι υψηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία του νερού που καταναλώνουμε, λόγω των διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αυτή η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά τις χημικές και βιοχημικές διεργασίες που συμβαίνουν στην υδρόβια ζωή, επηρεάζοντας άμεσα την ποιότητα του νερού. Η άνοδος της θερμοκρασίας, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, οδηγεί σε μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, γεγονός που επηρεάζει τους οργανισμούς που ζουν στο νερό, προκαλώντας μείωση των πληθυσμών τους και αλλαγές στα είδη.

4.2. ΧΡΩΜΑ

Το χρώμα των υγρών αποβλήτων εξαρτάται από τις διάφορες έγχρωμες ανόργανες και οργανικές ενώσεις που περιέχουν. Ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα, όπως αυτά που προέρχονται από βιομηχανίες χρωμάτων, κλωστοϋφαντουργίες και χαρτοβιομηχανίες, έχουν χαρακτηριστικό έγχρωμο χρώμα. Η μέτρηση του χρώματος στο νερό γίνεται αφού προηγηθεί διήθηση, η οποία απομακρύνει τα αιωρούμενα σωματίδια και τη θολότητα. Αν δεν πραγματοποιηθεί διήθηση, τότε η μέτρηση αφορά το φαινομενικό χρώμα, το οποίο προσδιορίζεται με χημικές μεθόδους.

Επιπλέον, το

χρώμα των υγρών αποβλήτων μεταβάλλεται ανάλογα με το χρόνο παραγωγής τους. Αρχικά, τα απόβλητα έχουν καφέ-γκρίζο χρώμα, το οποίο

σταδιακά σκουραίνει σε σκούρο γκρι και τελικά γίνεται μαύρο, ειδικά όταν παραμένουν στο αποχετευτικό δίκτυο. Αυτό οφείλεται στις αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν εκεί, με αποτέλεσμα τα απόβλητα να χαρακτηρίζονται ως σηπτικά.

4.3. ΟΣΜΗ

Πολλά υγρά απόβλητα αναδίδουν έντονη δυσάρεστη οσμή λόγω των οργανικών και ανόργανων ουσιών που περιέχουν. Επιπλέον, η αναερόβια διάσπαση των οργανικών ενώσεων αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα που προκαλεί αυτή τη μυρωδιά. Για την εξουδετέρωση της οσμής, τα απόβλητα εμπλουτίζονται με οξυγόνο ή με διάφορα οξειδωτικά μέσα.

4.4. pH.

Το pH αποτελεί μία σημαντική παράμετρο ελέγχου και αποτελεί χαρακτηριστικό και για τα φυσικά νερά αλλά και για τα υγρά απόβλητα, τα οποία τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν αλκαλικό pH. Είναι ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου και ο οποίος επηρεάζει όλες τις βιοχημικές αντιδράσεις.

Δηλαδή: $pH = -\log [H^+]$

Το pH ενός ιδανικού περιβάλλοντος για την διατήρηση των περισσότερων μικροοργανισμών είναι μεταξύ 6 και 9. Σε πολύ όξινα ή πολύ αλκαλικά απόβλητα είναι αρκετά δύσκολο να εφαρμοστεί κάποια βιολογική επεξεργασία. Η αναερόβια επεξεργασία της ιλύος χρειάζεται συνήθως σταθερές τιμές pH (7,0–7,5) για να υπάρξει ισορροπία μεταξύ όξινης και αλκαλικής ζύμωσης. Οι τιμές pH των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θα πρέπει να είναι μεταξύ 6,5 και 8,5 για να μην μεταβάλλονται οι αντίστοιχες τιμές των φυσικών νερών.

Το pH μετριέται με ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές γνωστές ως πεχάμετρα (pH-meters).

4.5. ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ

Η ποσότητα των στερεών που περιέχονται στα απόβλητα αναφέρεται ως Ολικά Στερεά. Αυτά τα στερεά μπορεί να είναι διαλυμένα στο νερό, να αιωρούνται μέσα σε αυτό ή να επιπλέουν στην επιφάνεια. Τα Ολικά Στερεά χωρίζονται σε διηθησιμα και μη διηθήσιμα. Η διαδικασία διήθησης γίνεται κυρίως με τη χρήση διηθητικών μεμβρανών, οι οποίες κατασκευάζονται από οργανικά πολυμερή ή γυάλινες ίνες και έχουν πόρους με διάμετρο $\leq$

1,2 μm . _____ Το διηθήσιμο μέρος χωρίζεται σε κολλοειδή και διαλυμένα συστατικά. Τα κολλοειδή αποτελούνται κυρίως από μικροσκοπικά σωματίδια. Το διαλυμένο μέρος περιλαμβάνει οργανικά και ανόργανα μόρια καθώς και ιόντα. Τα κολλοειδή δεν αφαιρούνται με τη διαδικασία της καθίζησης, αλλά απαιτούν βιολογική οξείδωση, μικροδιήθηση ή κροκίδωση για την απομάκρυνσή τους. _____ Τα στερεά μπορούν να ταξινομηθούν επιπλέον βάσει της πτητικότητάς τους σε θερμοκρασίες γύρω στους $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το οργανικό μέρος οξειδώνεται και απομακρύνεται υπό μορφή αερίου, ενώ το ανόργανο τμήμα παραμένει ως τέφρα. Έτσι, διακρίνουμε τα πτητικά αιωρούμενα στερεά (Volatile Suspended Solids), που αντιστοιχούν στο οργανικό κλάσμα, και τα μη πτητικά αιωρούμενα στερεά (Fixed Suspended Solids), που αποτελούν το ανόργανο μέρος.

4.6. ΘΟΛΟΤΗΤΑ

Η θολότητα αποτελεί μια ακόμα παράμετρο για την αξιολόγηση της ποιότητας των αποβλήτων ειδικά όσον αφορά τα κολλοειδή και τα αιωρούμενα σωματίδια. Τα κολλοειδή που περιέχονται στα απόβλητα έχουν την ικανότητα να διαθλούν ή να απορροφούν φως συγκεκριμένου μήκους κύματος, μειώνοντας έτσι τη διαφάνεια του νερού. Στα μη επεξεργασμένα λύματα, δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της θολότητας και της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων. Η μέτρηση της θολότητας γίνεται συγκρίνοντας τη διαθλασιμότητα ή την απορρόφηση του φωτός σε σχέση με ένα πρότυπο διάλυμα.

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

4.7. ΑΝΟΡΓΑΝΟΙ ΡΥΠΑΝΤΕΣ

Οι ανόργανες ρυπαντικές ουσίες που υπάρχουν στα απόβλητα είναι συχνά ιδιαίτερα τοξικές και η απομάκρυνσή τους μπορεί να είναι αρκετά δύσκολη. Τα βαρέα μέταλλα, τα οποία είναι πολύ τοξικά, επηρεάζουν αρνητικά τη βιολογική διάσπαση των οργανικών ενώσεων, γι' αυτό και η απομάκρυνσή τους από τα απόβλητα είναι εξαιρετικά σημαντική. _____ Τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν τοξικές ανόργανες ενώσεις και οργανικές ενώσεις που δεν αποικοδομούνται εύκολα, σε αντίθεση με τα κοινά αστικά απόβλητα. Τα αστικά απόβλητα μπορεί να περιλαμβάνουν μικρές ποσότητες ανόργανων ενώσεων, οι οποίες συνήθως προέρχονται από μικρές βιοτεχνίες που λειτουργούν εντός της πόλης.

Το οργανικό φορτίο στα αστικά απόβλητα αποτελείται από αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη και οργανικά μόρια απορρυπαντικών, των οποίων η επεξεργασία είναι

πολύ πιο απλή σε σύγκριση με αυτή των βιομηχανικών αποβλήτων.

4.8. ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα βιομηχανικά απόβλητα ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της βιομηχανίας από την οποία προέρχονται. Ένας σημαντικός παράγοντας που ευνοεί την επεξεργασία των αποβλήτων είναι η δυνατότητα βιολογικής οξειδωσης αυτών των οργανικών ενώσεων. Ωστόσο, συχνά υπάρχουν ενώσεις που δεν μπορούν να αποικοδομηθούν βιολογικά. Όταν αυτές οι οργανικές ουσίες παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στους τελικούς αποδέκτες, επιδεινώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος, γι' αυτό είναι απαραίτητο να αφαιρούνται κατά τη διαδικασία επεξεργασίας.

Ο ποιοτικός έλεγχος των νερών γίνεται με την λήψη δειγμάτων από συγκεκριμένα σημεία κατά τους οποίους ελέγχονται και μετρούνται συγκεκριμένοι παράμετροι με τυποποιημένες μεθόδους.

Οι παράμετροι που ελέγχονται, είναι:

A) ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ /

(Biochemical Oxygen Demand) - BOD.

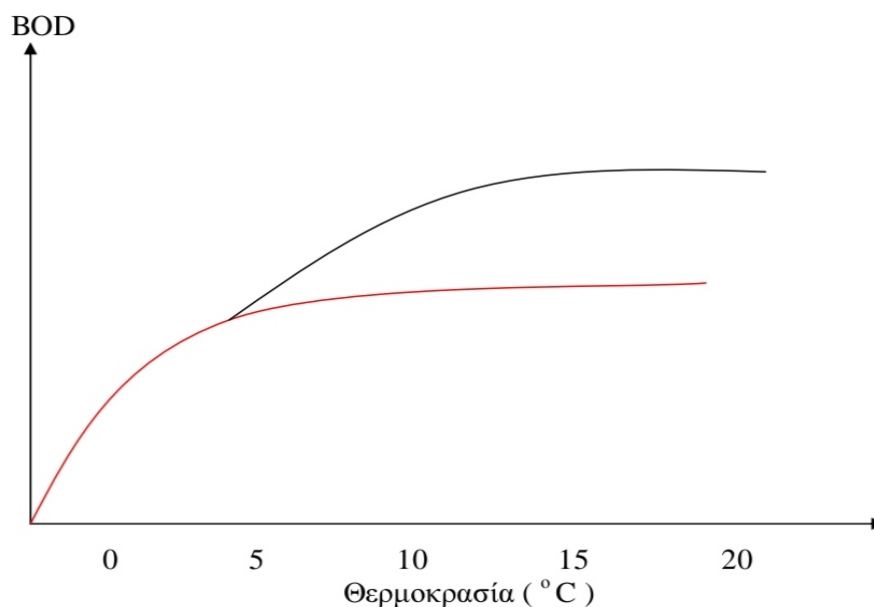
Το BOD δείχνει την ποσότητα οξυγόνου, μετρημένη σε mg/L, που καταναλώνεται μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς για την αερόβια διάσπαση και σταθεροποίηση της οργανικής ύλης. Επιπλέον, το BOD χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του βαθμού ρύπανσης των τελικών αποδεκτών καθώς και του ρυπαντικού φορτίου των οργανικών ενώσεων που περιέχουν τα απόβλητα.

Για να θεωρηθεί ότι το νερό είναι καλής ποιότητας, τα επίπεδα BOD πρέπει να είναι κάτω από 2 mg/L. Υψηλές τιμές BOD υποδηλώνουν μεγάλες συγκεντρώσεις οργανικής ύλης και συνεπώς κακή ποιότητα νερού.

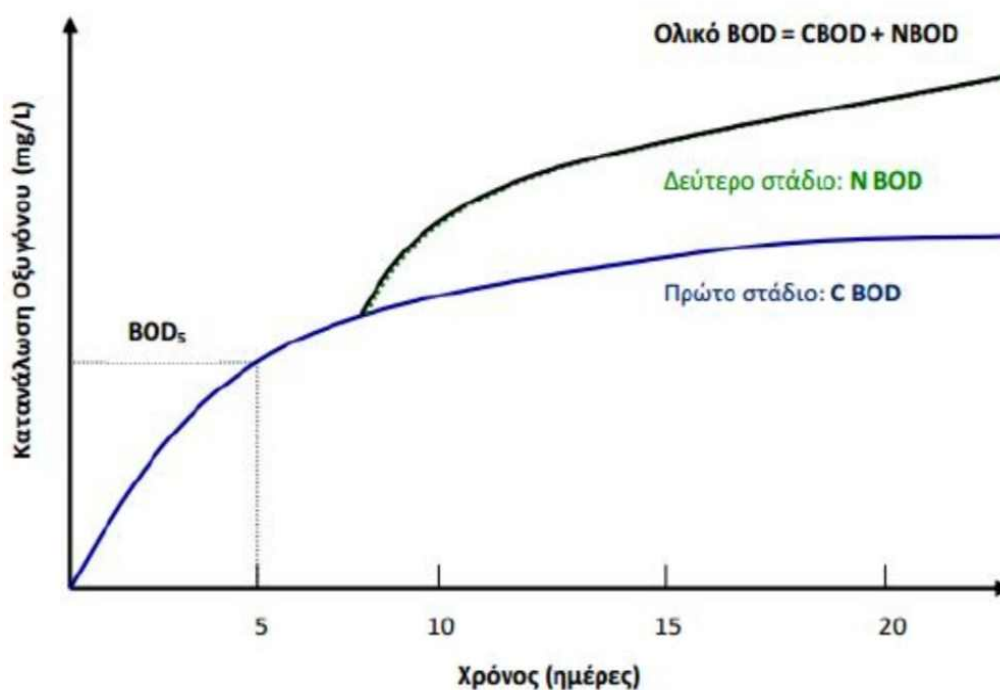
Η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης ολοκληρώνεται συνήθως μέσα σε περίπου 20 ημέρες. Το BOD μετριέται συνήθως μετά από 5 ημέρες (BOD₅), δίνοντας μια άμεση εκτίμηση που πλησιάζει την πραγματική τιμή.

Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει τον ρυθμό της βιοχημικής αποδόμησης.

Τα αστικά λύματα, σε μία θερμοκρασία 20 °C, χρειάζονται ένα διάστημα από 70 έως 90 ημέρες για την πλήρη αποδόμηση τους.



Σχήμα 1: Καμπύλες μεταβολής BOD, όπου η οξείδωση του οργανικού υλικού απεικονίζεται με την κόκκινη καμπύλη και η καμπύλη της νιτροποίησης με την μαύρη.



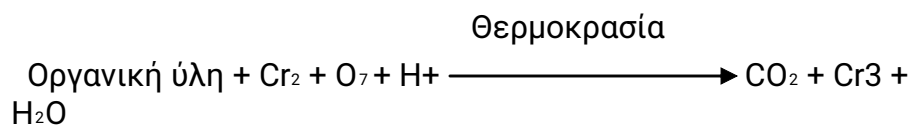
Σχήμα 2: Διάγραμμα με την κατανάλωση οξυγόνου (BOD) για την οξείδωση των ανθρακούχων και των αζωτούχων οργανικών ενώσεων.

B) ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ / (Chemical Oxygen Demand) COD.

Το COD αναφέρεται στην ποσότητα οξυγόνου, μετρημένη σε mg/L, που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε ένα δείγμα αποβλήτων. Σε ένα συγκεκριμένο δείγμα, η τιμή του COD είναι

υψηλότερη από αυτή του BOD, διότι η χημική οξείδωση καταφέρει να οξειδώσει όλες τις οργανικές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που δεν μπορούν να αποικοδομηθούν βιολογικά. Η οξείδωση πραγματοποιείται με ισχυρά οξειδωτικά μέσα υπό όξινες συνθήκες και επειδή ορισμένες οργανικές ενώσεις όπως οι αρωματικές, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στην πλήρη οξείδωση, η διαδικασία γίνεται παρουσία καταλύτη.

Η χημική οξείδωση περιγράφεται με την παρακάτω εξίσωση.

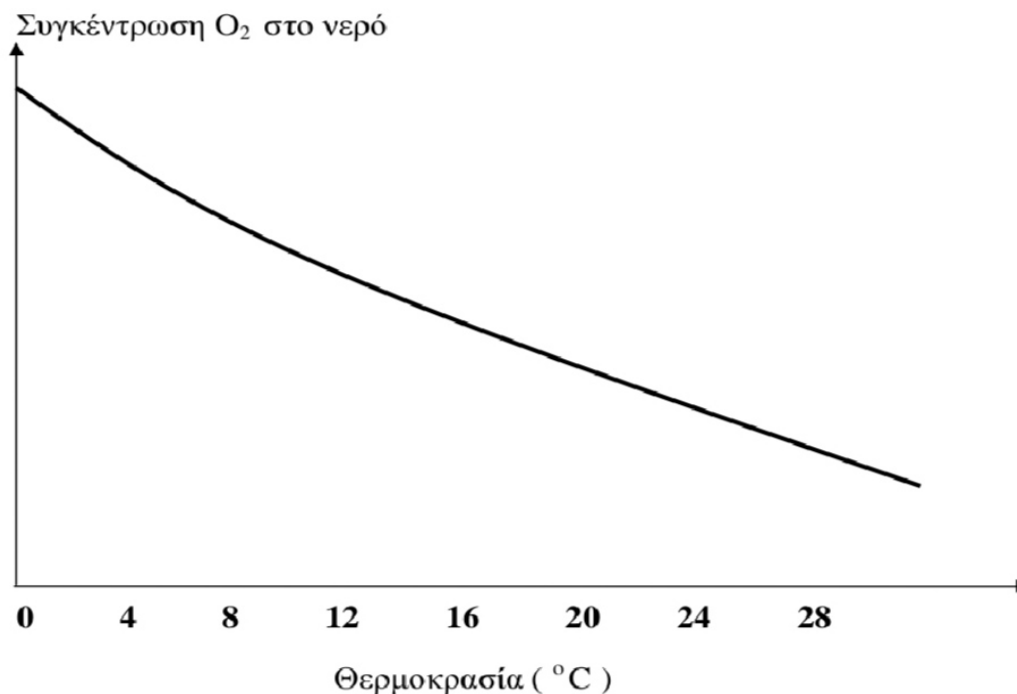


Καταλύτης

Το βασικό πλεονέκτημα της χημικής οξείδωσης είναι η υψηλή της αποτελεσματικότητα σε σύντομο χρονικό διάστημα, συνήθως μεταξύ 2 και 4 ωρών, ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται. Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται κυρίως όταν χρειάζεται γρήγορη εκτίμηση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Επιπλέον, μπορεί να συνδυαστεί με τη βιολογική οξείδωση ώστε να ελεγχθεί αν στα απόβλητα ή στα νερά υπάρχουν οργανικές ενώσεις που δεν αποικοδομούνται βιολογικά. Η μέτρηση του COD λαμβάνεται πάντα υπόψη κατά το σχεδιασμό και την λειτουργία μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Γ) ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ / (DISSOLVED OXYGEN) – DO

Το διαλυμένο οξυγόνο (DO) αποτελεί μια κρίσιμη παράμετρο για την αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτων καθώς είναι απαραίτητο για την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών. Οι περισσότεροι οργανισμοί χρειάζονται το οξυγόνο που βρίσκεται στο περιβάλλον για να αναπνέουν. Η μέγιστη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, γνωστή και ως κορεσμός, κυμαίνεται περίπου μεταξύ 8 και 15 mg/L και εξαρτάται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η πίεση του νερού και η αλατότητα. Το οξυγόνο έχει περιορισμένη διαλυτότητα στο νερό, η οποία μειώνεται ακόμη περισσότερο με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η ποσότητα του DO στο νερό μπορεί να μετρηθεί είτε με χημικές μεθόδους είτε με ηλεκτροχημικές, χρησιμοποιώντας κατάλληλα γαλβανικά στοιχεία.



Σχήμα 3: Διαλυτότητα του οξυγόνου ως προς την θερμοκρασία του

4.9. ΟΛΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ (TOC)

Το TOC (Ολικός Οργανικός Άνθρακας) αντιπροσωπεύει τη συνολική ποσότητα οργανικού άνθρακα που περιέχεται στα απόβλητα ή στο νερό, ανεξάρτητα από τη μορφή ή τον τύπο των οργανικών ενώσεων. Ο προσδιορισμός του TOC είναι ιδιαίτερα σημαντικός για νερά με χαμηλή συγκέντρωση οργανικού άνθρακα όπως τα πόσιμα και τα επιφανειακά νερά. Το TOC αποτελεί βασική παράμετρο για την αξιολόγηση της ποιότητας των νερών και των αποβλήτων, παρόμοια με το BOD και το COD. Για τη μέτρησή του απαιτείται μία ειδική συσκευή, η οποία χρησιμοποιεί ειδικούς αναλυτές άνθρακα, η οποία έχει υψηλό κόστος.

Εναλλακτικά, η συγκέντρωση του TOC στα λύματα μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της παραμέτρου του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD). Το βιοαποδομούμενο οργανικό υλικό περιλαμβάνει ενώσεις που μπορούν να διασπαστούν γρήγορα από μικροοργανισμούς όπως πρωτεΐνες, οξέα, αλδεΐδες και αλκοόλες. Υπάρχουν όμως και οργανικές ενώσεις που αποικοδομούνται πολύ αργά, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως δύσκολα αποδομούμενες (recalcitrants).

4.10. ΛΟΓΟΣ BOD/COD

Σε πολλές περιπτώσεις, οι μετρήσεις μόνο των παραμέτρων BOD και COD δεν παρέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τη φύση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου στα ύδατα και τα απόβλητα. Για αυτόν

τον λόγο, υπολογίζεται και ο λόγος BOD/COD ώστε να έχουμε επιπλέον δεδομένα που βοηθούν στην επιλογή της πιο κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας. Συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή του λόγου BOD/COD είναι 1, που αντιστοιχεί σε περιπτώσεις όπου όλο το οργανικό φορτίο είναι βιοαποδομήσιμο. Όταν οι τιμές του λόγου πλησιάζουν το 1, το απόβλητο μπορεί να υποβληθεί με επιτυχία σε βιολογική επεξεργασία ενώ όταν οι τιμές είναι πολύ χαμηλές, η βιολογική επεξεργασία δεν είναι εφαρμόσιμη.

5. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει διάφορα στάδια όπως την συλλογή, την επεξεργασία και την τελική διάθεση στους κατάλληλους αποδέκτες. Τα υγρά απόβλητα ενός αστικού κέντρου διοχετεύονται στο αποχετευτικό δίκτυο, το οποίο μπορεί να είναι χωριστικό όταν δεν δέχεται όμβρια ύδατα, ή παντορροϊκό όταν δέχεται και όμβρια ύδατα. Σε αρκετές περιπτώσεις, στο δίκτυο εισρέουν επίσης υπόγεια και επιφανειακά νερά. Επιπλέον, ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα, μετά από προεπεξεργασία, μπορεί να καταλήγουν στο ίδιο δίκτυο.

Επιπρόσθετα, σε πολλές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων φτάνουν και βυτιοφόρα που μεταφέρουν βοθρολύματα καθώς υπάρχουν περιοχές που δεν είναι ακόμα συνδεδεμένες με αποχετευτικό σύστημα και εξακολουθούν να χρησιμοποιούν σηπτικούς βόθρους

5.1. ΣΤΟΧΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα που συλλέγονται στο αποχετευτικό δίκτυο οδηγούνται σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων, όπου εφαρμόζονται κατάλληλες διαδικασίες για την εξουδετέρωση των τοξικών ουσιών που περιέχουν, ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής διάθεσή τους στους τελικούς αποδέκτες.

Για τη διάσπαση των στερεών υλικών απαιτείται η παρουσία οξυγόνου. Στο στάδιο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αφαιρείται περίπου το 60% των αιωρούμενων στερεών. Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται επίσης ο αερισμός των λυμάτων, γνωστός και ως αναμόχλευση, κατά τον οποίο τα λύματα έρχονται σε επαφή με το οξυγόνο.

Κατά το στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, αφαιρείται περίπου το 90% των αιωρούμενων στερεών που υπάρχουν στα λύματα. Επιπλέον, σημαντικοί στόχοι αυτής της διαδικασίας είναι η απομάκρυνση βαρέων μετάλλων, οργανικών ενώσεων και διαφόρων άλλων ανεπιθύμητων ουσιών.

H

συγκέντρωση και η επεξεργασία των λυμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στην προστασία της δημόσιας υγείας, των υδάτινων πόρων, καθώς και της χλωρίδας και της πανίδας μιας περιοχής. Ένα καλά σχεδιασμένο αποχετευτικό σύστημα πρέπει να υπάρχει σε όλα τα αστικά κέντρα, ιδιαίτερα όταν ο πληθυσμός ξεπερνά ένα συγκεκριμένο όριο, ενώ τα λύματα θα πρέπει να υποβάλλονται τουλάχιστον σε δευτεροβάθμια επεξεργασία πριν από την τελική τους απόρριψη στους τελικούς αποδέκτες.

Υπάρχουν περιοχές όπου απαιτείται ένα επιπλέον, τρίτο στάδιο επεξεργασίας πριν από την τελική απόρριψη των λυμάτων. Ένα παράδειγμα είναι οι περιοχές που πλήττονται από το φαινόμενο του «ευτροφισμού», όπου η αυξημένη παρουσία θρεπτικών συστατικών, όπως το άζωτο και ο φώσφορος, οδηγεί στην ανεξέλεγκτη ανάπτυξη φυτών, προκαλώντας σοβαρές οικολογικές βλάβες. Για τον λόγο αυτό, είναι απαραίτητη η προηγούμενη μείωση των θρεπτικών ουσιών που περιέχονται στα λύματα.

Ένας ακόμη σημαντικός στόχος της επεξεργασίας λυμάτων είναι η ανάκτηση πολύτιμων συστατικών όπως διάφορα μέταλλα, που περιέχονται στα απόβλητα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε διπλό όφελος: μειώνουμε τους ρύπους που απελευθερώνονται στο περιβάλλον και παράλληλα ανακτούμε χρήσιμα υλικά για επαναχρησιμοποίηση.

Επιγραμματικά, οι στόχοι της συγκέντρωσης και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, είναι:

Α) Η διάθεση των λυμάτων σε ένα σωστά μελετημένο και σχεδιασμένο χώρο.

Β) Η μετατροπή των στερεών υλικών με την χρήση οξυγόνου ώστε να καταλήξει στο περιβάλλον χωρίς κάποια οικολογική επιβάρυνση.

Γ) Η προστασία της Δημόσιας Υγείας.

Δ) Η ανακύκλωση και η ανάκτηση πολύτιμων υλικών.

Ε) Η εφαρμογή ενός οικονομικού μοντέλου διαχείρισης και διάθεσης.

Στ) Η τήρηση μιας διαδικασίας λειτουργίας σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο που υπάρχει όσον αφορά την διαχείριση αποβλήτων.

Η επεξεργασία των αποβλήτων, περιλαμβάνει τις εξής μεθόδους:

i) Φυσικές μέθοδοι: Σε αυτή τη φάση πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά με μηχανικό τρόπο. Με αυτή τη μέθοδο μειώνεται σημαντικά ο όγκος των λυμάτων. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι η καθίζηση, η οποία απομακρύνει ένα ποσοστό των λεπτών αιωρούμενων στερεών, ο εσχαρισμός για την αφαίρεση μεγαλύτερων υλικών και η αμμοσυλλογή, η οποία συγκεντρώνει κυρίως βαριά αδρανή υλικά όπως άμμο, χαλίκια και σπόρους.

ii) Χημικές μέθοδοι: Με αυτή τη μέθοδο επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των διαλυμένων ανόργανων συστατικών, όπως οξέα και άλατα. Τέτοιες τεχνικές είναι η εξουδετέρωση, η χημική κατακρήμνιση που στοχεύει στη συσσωμάτωση των κολλοειδών ουσιών, η χημική οξείδωση και η ανταλλαγή ιόντων.

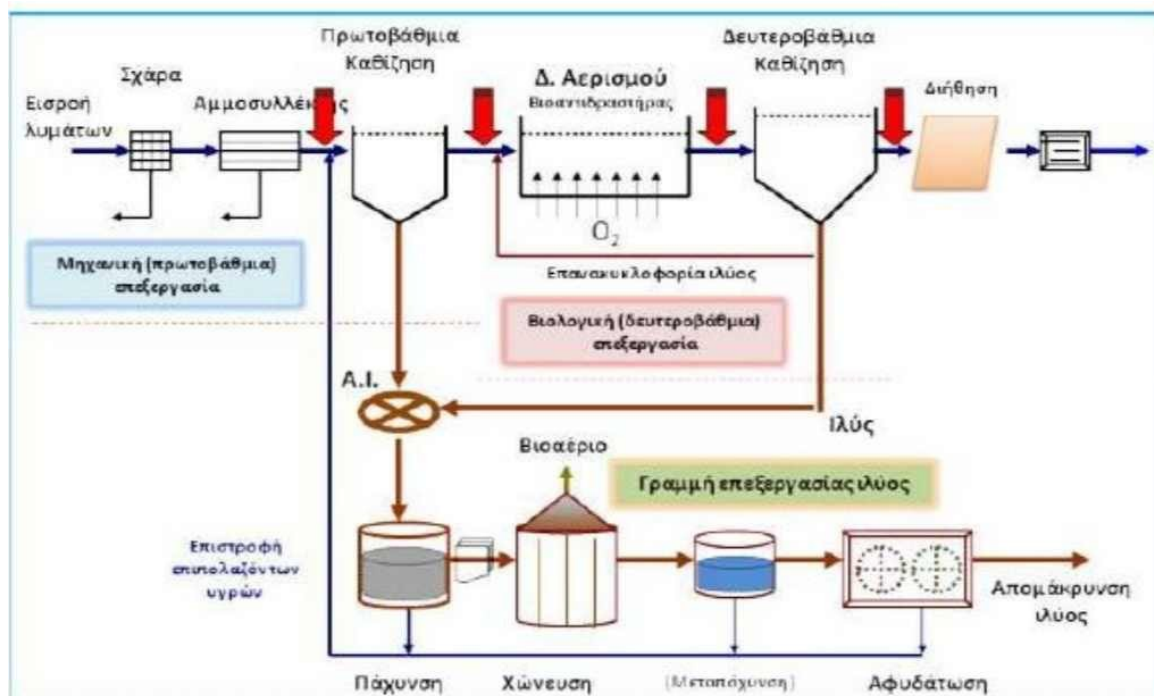
iii) Βιολογικές μέθοδοι: Η κύρια μέθοδος επεξεργασίας των λυμάτων είναι η βιολογική, καθώς κατά τη διάρκειά της επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου. Σε αυτή τη διαδικασία αξιοποιούνται οι μικροοργανισμοί, είτε αερόβιοι είτε αναερόβιοι, που υπάρχουν στα λύματα και έχουν την ικανότητα να διασπούν τα οργανικά συστατικά. Ένα παράδειγμα τέτοιας μεθόδου είναι η διύλιση, η οποία εφαρμόζεται για την απομάκρυνση πολύ λεπτών ή διαλυμένων οργανικών υλικών.

Η απεικόνιση των σταδίων επεξεργασίας μαζί με τις ροές των διάφορων ρευμάτων από το ένα στάδιο στο επόμενο, ονομάζεται διάγραμμα ροής (flow sheet) ή διάγραμμα διεργασιών.

Η διαδικασία καθαρισμού των υγρών αποβλήτων ξεκινά με τη συλλογή τους και την αφαίρεση μεγάλων στερεών υλικών, συνήθως μέσω εσχαρών ή κόσκινων. Ακολουθεί η απομάκρυνση λιπών και ελαίων με τη χρήση λιποσυλλεκτών, καθώς και η αφαίρεση της άμμου μέσω αμμοσυλλεκτών. Στη συνέχεια, τα απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου απομακρύνονται διάφορες ουσίες που κατακάθονται. Από αυτό το σημείο ξεκινά η δευτεροβάθμια, ή βιολογική, επεξεργασία, η οποία περιλαμβάνει τον βιοαντιδραστήρα (δεξαμενή αερισμού) και τη δεξαμενή τελικής καθίζησης. Το υπερχειλίζον υγρό από τη δεξαμενή τελικής καθίζησης απολυμαίνεται, συνήθως με χλωρίωση (Cl_2), ενώ πιο σπάνια χρησιμοποιούνται υπεριώδης ακτινοβολία (UV) ή όζον (O_3), και στη συνέχεια απορρίπτεται σε τελικό αποδέκτη.

Σε περιπτώσεις όπου ο τελικός αποδέκτης είναι «ευαίσθητος» σε φαινόμενα ευτροφισμού, πραγματοποιείται επιπλέον απομάκρυνση των αλάτων αζώτου (N) και φωσφόρου (P).

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι τελικές εκροές θα πρέπει να πληρούν πολύ αυστηρά όρια, εκεί γίνεται εφαρμογή και τρίτου σταδίου επεξεργασίας, το οποίο περιλαμβάνει διήθηση, διεργασίες μεμβρανών, αντίστροφη όσμωση κ.λπ.



Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (flow sheet)

5.2. ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα υγρά απόβλητα υποβάλλονται σε τρία βασικά στάδια καθαρισμού και επεξεργασίας: i) μηχανικός καθαρισμός πρώτου βαθμού, ii) βιολογικός καθαρισμός δευτέρου βαθμού, και iii) προχωρημένος καθαρισμός τρίτου βαθμού. Πριν από αυτά, πραγματοποιείται το στάδιο της προεπεξεργασίας.

5.2.1. ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Κατά την είσοδό τους στη μονάδα επεξεργασίας, τα λύματα περνούν από το στάδιο της προεπεξεργασίας, το οποίο πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικών σχαρών (με άνοιγμα 1-25 mm), αμμοσυλλεκτών και λιποσυλλεκτών. Μέσω αυτής της διαδικασίας αφαιρούνται μεγάλα σωματίδια όπως χαλίκια, πέτρες, άμμος, ξύλα, πλαστικά, καθώς και λίπη και έλαια. Η προεπεξεργασία μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους, όπως:

A) Εσχαρισμός, χαλύβδινες εσχάρες τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να εμποδίζουν την είσοδο υλικών που έχουν διαστάσεις μεγαλύτερες από το μέγεθος των ανοιγμάτων τους. Τα υλικά που συγκρατούνται στις εσχάρες, δηλαδή στερεά με μέγεθος μεγαλύτερο από 1 cm, αφαιρούνται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, ώστε τα ανοίγματα να παραμένουν ελεύθερα. Η απομάκρυνση αυτή μπορεί να γίνεται είτε χειροκίνητα, με χειροκίνητες εσχάρες, είτε μηχανικά, με μηχανικά καθαριζόμενες εσχάρες. Οι εσχάρες δεν χρησιμοποιούνται μόνο στο στάδιο της προεπεξεργασίας, αλλά και σε περιπτώσεις όπου απαιτείται διαχωρισμός αιωρούμενων στερεών.

Σε αυτή την περίπτωση, διακρίνονται σε:

- Χονδρές εσχάρες, κατασκευάζονται από χαλύβδινες μεταλλικές ράβδους και έχουν ορθογώνια, κυκλική ή τραπεζοειδή διατομή, με ανοίγματα μεταξύ των ράβδων που κυμαίνονται από 40 έως 150 mm. Σε μονάδες μικρής δυναμικότητας, οι χονδρές εσχάρες καθαρίζονται χειροκίνητα και τοποθετούνται με κλίση μεταξύ 30° και 60° για να διευκολύνεται ο καθαρισμός. Τα υλικά που συγκρατούνται στις εσχάρες μεταφέρονται με τη βοήθεια κοχλία-συμπιεστή σε κάδους για περαιτέρω διαχείριση. Αντίθετα, σε μονάδες μεγάλης δυναμικότητας, οι χονδρές εσχάρες τοποθετούνται σε κανάλια με μεγαλύτερη κλίση, από 70° έως 90°, ώστε να διευκολύνεται ο καθαρισμός τους με τα χέρια.
- Μεσαίες εσχάρες, έχουν ανοίγματα μεταξύ των ράβδων που κυμαίνονται από 5 έως 40 mm. Στις εσχάρες με ορθογώνιες ράβδους, το πλάτος τους, που είναι κάθετο στη ροή, είναι μεταξύ 8 και 13 mm, ενώ το πάχος τους, παράλληλα στη ροή, κυμαίνεται από 50 έως 75 mm. Ο καθαρισμός αυτών των εσχαρών μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε χειροκίνητα είτε με μηχανικά μέσα.
- Λεπτές εσχάρες, είναι εσχάρες με ανοίγματα μικρότερα από 5 mm χρησιμοποιούνται κυρίως σε τριτοβάθμια επεξεργασία, με ανοίγματα κάτω από 1 mm, για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων και την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Οι λεπτές εσχάρες τοποθετούνται μετά τις χονδρές και μεσαίες σύμφωνα με τη σειρά διάταξης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι λεπτών εσχαρών όπως οι περιστρεφόμενες κινητές εσχάρες με σκαλοπάτια, τα

κυλινδρικά κόσκινα με εσωτερική ή εξωτερική τροφοδοσία καθώς και τα στατικά κόσκινα, μεταξύ άλλων.

Κόσκινα

Έχουν κυλινδρικό σχήμα και μπορεί να είναι είτε δονούμενα είτε περιστρεφόμενα ενώ υπάρχουν και ακίνητα κατασκευασμένα από φύλλο χαλκού ή ορείχαλκου. Αυτά τα μέσα διαχωρίζουν σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 0,2 έως 0,3 mm.

Άλεση

Πρόκειται για μια διαδικασία που δεν εφαρμόζεται πολύ συχνά στην Ελλάδα. Συμπληρώνει την λειτουργία των εσχάρων, με σκοπό την απομάκρυνση μεγάλων αντικειμένων. Μέσω του πολτοποιητή που διαθέτει, καταστρέφει τα χονδρά στερεά που βρίσκονται στα λύματα χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθούν από την υγρή φάση. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται τα προβλήματα που προκαλούν τα βαριά υλικά όπως τα χαλίκια και η άμμος.

Εξάμμωση

____ Η άμμος που περιέχεται στα λύματα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στα μηχανήματα μιας μονάδας επεξεργασίας όπως στις αντλίες, γι' αυτό η απομάκρυνσή της είναι κρίσιμη για την προστασία και την ομαλή λειτουργία της μονάδας. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι συλλέκτες άμμου, που είναι κανάλια με μεγάλο πλάτος, όπου η ροή των λυμάτων επιβραδύνεται σημαντικά ώστε να επιτρέπεται η καθίζηση της άμμου. Επειδή η άμμος είναι έως και 2,5 φορές βαρύτερη από τα περισσότερα οργανικά υλικά, καθιζάνει πιο γρήγορα. Σκοπός της διαδικασίας είναι να διαχωριστεί η άμμος χωρίς να απομακρυνθούν τα οργανικά υλικά. ____

____ .

Λιποσυλλογή

____ Τα αστικά και βιομηχανικά λύματα περιέχουν λίπη και έλαια που συχνά δημιουργούν σημαντικά προβλήματα στην ομαλή λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας. Ο λιποσυλλέκτης λειτουργεί ως παγίδα, συγκρατώντας τα υλικά και τις ουσίες που επιπλέουν στην επιφάνεια των λυμάτων. Σε μονάδες όπου τα λύματα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος, οι λιποσυλλέκτες τοποθετούνται στην αρχή της διαδικασίας, με χωρητικότητα υπολογισμένη για μέσο χρόνο παραμονής 3 έως 5 λεπτά και ικανότητα αποθήκευσης περίπου 40 λίτρων λίπους, για παροχή $Q=1$ l/s. Η θερμοκρασία στην έξοδο πρέπει να είναι κάτω από 35°C ενώ το συσσωρευμένο λίπος πρέπει να απομακρύνεται τακτικά. Η αποδοτικότητα

των λιποσυλλεκτών στην απομάκρυνση λίπους μπορεί να φτάσει έως και 80-90%.

5.2.2. ΠΡΩΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Σε αυτό το στάδιο γίνεται η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα, μετά το στάδιο της προεπεξεργασίας. Για την απομάκρυνση αυτή χρησιμοποιούνται τόσο φυσικές όσο και χημικές μέθοδοι. Μία από τις φυσικές μεθόδους είναι η χρήση δεξαμενών καθίζησης, όπου τα λύματα συγκεντρώνονται και τα περισσότερα αιωρούμενα στερεά κατακάθονται, επιτυγχάνοντας έτσι την απομάκρυνσή τους. Σε αυτό το στάδιο, το BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand-Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο) των λυμάτων μπορεί να μειωθεί έως και 20% ενώ το συνολικό φορτίο αιωρούμενων στερεών που εισέρχονται μπορεί να μειωθεί κατά 25-50% ή περισσότερο. Στον πρωτοβάθμιο μηχανισμό καθαρισμού πραγματοποιούνται οι ακόλουθες διαδικασίες:

Εξισορρόπηση παροχής

Η διαδικασία αυτή έχει ως στόχο να διασφαλίσει μια σταθερή και ομοιόμορφη ροή των λυμάτων προς τα επόμενα στάδια επεξεργασίας. Οι πιθανές μεταβολές στην παροχή μπορεί να προκύπτουν από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς και από την παρουσία βιομηχανικών λυμάτων ή άλλων ειδών εισροών.

Χημική επεξεργασία (κροκίδωση) με καθίζηση

Για την χημική εξουδετέρωση του φωσφόρου χρησιμοποιούνται διάφορες κροκιδωτικές ουσίες όπως το Αργίλιο, το Ασβέστιο ή ο Σίδηρος. Με αυτόν τον τρόπο σχηματίζονται αδιάλυτες ενώσεις φωσφόρου, οι οποίες στη συνέχεια απομακρύνονται. Η διαδικασία της κροκίδωσης λαμβάνει χώρα σε ειδικές δεξαμενές εξοπλισμένες με μηχανισμούς ανάμειξης, που βοηθούν στη δημιουργία μεγαλύτερων κροκίδων μέσω της σύνδεσης των αιωρούμενων στερεών με τα κολλοειδή σωματίδια. Οι κύριοι στόχοι αυτής της διαδικασίας είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών που δεν μπορούν να απομακρυνθούν με απλή καθίζηση, η μείωση των ολικών στερεών (TS), η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της πρωτοβάθμιας καθίζησης καθώς και η απομάκρυνση του φωσφόρου.⁽⁴⁾

Κατά την πρωτοβάθμια καθίζηση, απομακρύνεται περίπου το 50-70% των αιωρούμενων στερεών (SS) και γύρω στο 25-40% του οργανικού φορτίου που περιέχεται στα λύματα.

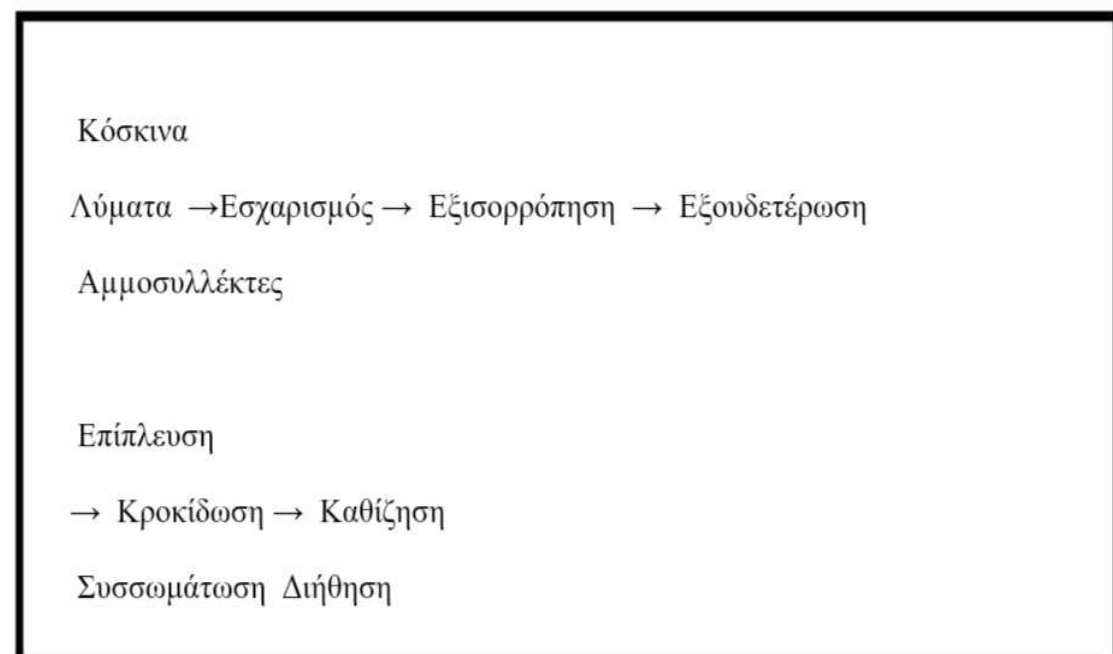
⁽⁵⁾

Η χημική

απομάκρυνση μέσω κροκίδωσης μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε στάδιο της επεξεργασίας των λυμάτων όμως η αποτελεσματικότητά της διαφέρει ανάλογα με το στάδιο. Είναι προτιμότερο να γίνεται μετά τη βιολογική επεξεργασία καθώς έτσι δεν επηρεάζονται οι υπόλοιπες λειτουργίες της μονάδας και επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα. Αυτό συμβαίνει επειδή κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, ο φωσφόρος μετατρέπεται σε ορθοφωσφορικά άλατα, τα οποία κατακρημνίζονται πιο εύκολα.

Καθίζηση

Η πρωτοβάθμια καθίζηση (Primary Sedimentation) έχει ως σκοπό την απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων στερεών. Αυτή η διαδικασία στοχεύει στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου όπως τα αιωρούμενα στερεά (SS) και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), πριν τα λύματα προωθηθούν για περαιτέρω επεξεργασία στις επόμενες μονάδες.



Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (flow sheet)

5.2.3. ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων, ακολουθεί η δευτεροβάθμια φάση, όπου στόχος είναι η μείωση του BOD (διαλυτού οργανικού φορτίου) και των αιωρούμενων στερεών (SS). Επιπλέον, μπορεί να επιτευχθεί και η μείωση των αζωτούχων (N) και φωσφορικών (P) ενώσεων που πιθανόν να υπάρχουν στα λύματα. Το μεγαλύτερο μέρος του ρυπαντικού φορτίου, περίπου 70%, αποτελείται από οργανικές ενώσεις, γι' αυτό η βιολογική επεξεργασία βασίζεται στη βιοχημική αποικοδόμηση και μετατροπή των πολύ μικρών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε μεγαλύτερα συσσωματώματα, τα οποία στη συνέχεια απομακρύνονται μέσω καθίζησης.

Ανάλογα με την λειτουργία των μικροοργανισμών που βρίσκονται στη δευτεροβάθμια επεξεργασία και είναι υπεύθυνοι για την διάσπαση και την σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών, διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες:

- Αερόβια, όπου έχουμε την διάσπαση και σταθεροποίηση από αερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς.
- Αναερόβια, όπου έχουμε την διάσπαση και σταθεροποίηση από αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς.
- Αερόβια-αναερόβια, εδώ έχουμε διάσπαση και σταθεροποίηση και από τα τρία είδη των οργανισμών (αερόβιους, αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες).

Αερόβια επεξεργασία

Η απομάκρυνση και σταθεροποίηση της διαλυμένης και σωματιδιακής οργανικής ύλης στα λύματα πραγματοποιείται βιολογικά μέσω αερόβιων μικροοργανισμών, κυρίως βακτηρίων. Αυτοί οι μικροοργανισμοί παίρνουν ενέργεια καταναλώνοντας στοιχειακό οξυγόνο (O_2) και οξειδώνουν την οργανική ύλη των αποβλήτων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), νερό (H_2O) και επιπλέον βιομάζα (νέα κύτταρα). Για την μετατροπή της οργανικής ύλης σε απλά τελικά προϊόντα απαιτούνται θρεπτικά στοιχεία, όπως άζωτο (N) και φώσφορος (P). Η βιομάζα που παράγεται από την οξείδωση της οργανικής ύλης στα υγρά απόβλητα ονομάζεται νέα κυτταρική μάζα.

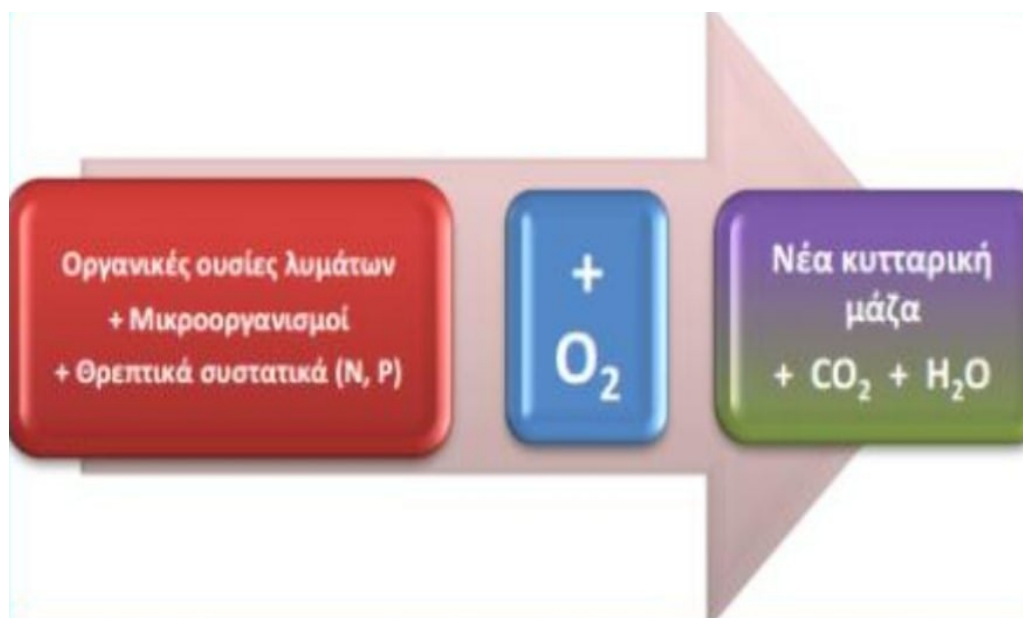
Η αερόβια επεξεργασία των λυμάτων πραγματοποιείται με την ανάδευση και τον αερισμό τους σε συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη κατάλληλων αερόβιων μικροοργανισμών, μέσα σε βιοαντιδραστήρες. Εκεί, τα διαλυτά και κολλοειδή ρυπαντικά φορτία μετατρέπονται σε προϊόντα αποσύνθεσης όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και άζωτο (N_2) καθώς και σε προϊόντα σύνθεσης δηλαδή νέα κυτταρική μάζα. Αυτά τα προϊόντα διαχωρίζονται

εύκολα από το υγρό και απομακρύνονται. Η παραγόμενη βιομάζα, λόγω της υψηλότερης πυκνότητάς της σε σχέση με το νερό, απομακρύνεται από τα επεξεργασμένα λύματα μέσω καθίζησης σε δεξαμενές τελικής καθίζησης. Αν η βιομάζα δεν αφαιρεθεί, η επεξεργασία δεν θεωρείται πλήρης καθώς η βιομάζα αποτελεί οργανικό υλικό που θα προσμετρηθεί ως BOD στην έξοδο.

Οι βιοαντιδραστήρες σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζουν τις ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη και λειτουργία των μικροοργανισμών όπως κατάλληλη θερμοκρασία, αλκαλικότητα, pH και συγκέντρωση οξυγόνου. Οι διαστάσεις τους προσαρμόζονται ανάλογα με τον τύπο και την ένταση της διεργασίας ενώ οι δεξαμενές καθίζησης παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά σε όλες τις περιπτώσεις.

Αυτή η επεξεργασία γίνεται συνήθως σε συστήματα όπως το χαλικοδιυλιστήριο, την δεξαμενή αερισμού, την μέθοδο της δραστικής λάσπης, τις αερόβιες ή αεριζόμενες δεξαμενές σταθεροποίησης καθώς και σε άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις.

Η κλασική μέθοδος της δραστικής λάσπης εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα αστικά κέντρα ενώ το χαλικοδιυλιστήριο χρησιμοποιείται σε μικρότερες πόλεις και σε ορισμένες περιπτώσεις για την επεξεργασία πυκνών βιομηχανικών λυμάτων. Από την άλλη, οι αερόβιες δεξαμενές προτιμώνται σε μικρές πόλεις και σε σχετικά μικρές εγκαταστάσεις όπου υπάρχει επαρκής διαθέσιμη έκταση.



Σχήμα 6: Αερόβια βιολογική επεξεργασία λυμάτων

Αναερόβια επεξεργασία

Η βιολογική αποικοδόμηση στην αναερόβια επεξεργασία πραγματοποιείται χωρίς παρουσία οξυγόνου, με τη βοήθεια αναερόβιων μικροοργανισμών που χρησιμοποιούν οργανικές ενώσεις για την ανάπτυξή τους. Τα βασικά προϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι το μεθάνιο (CH_4), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το υδρογόνο (H_2), το υδρόθειο (H_2S), η αμμωνία (NH_3) και η αναερόβια βιομάζα. Η σύνθεση των παραγόμενων προϊόντων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της τροφοδοσίας, το είδος των μικροοργανισμών και τις συνθήκες λειτουργίας της μονάδας. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για τη χώνευση της λάσπης ή την ζύμωση της ιλύος από συστήματα καθίζησης καθώς και για την επεξεργασία ορισμένων πυκνών βιομηχανικών ή άλλων αποβλήτων σε αναερόβιες δεξαμενές.

Η όλη διαδικασία εξελίσσεται με σχετικά αργό ρυθμό, με τον χρόνο παραμονής να κυμαίνεται από 10 έως 30 ημέρες ή και περισσότερο. Η αποικοδόμηση πραγματοποιείται σε δύο φάσεις από διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών. Στην πρώτη φάση γίνεται η υδρόλυση και η ζύμωση σύνθετων οργανικών ενώσεων, με παραγωγή απλών οργανικών οξέων από επαμφοτερίζοντα και αναερόβια βακτήρια. Στη δεύτερη φάση, τα οργανικά οξέα μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από αναερόβια βακτήρια.



Σχήμα 7: Αναερόβια επεξεργασία λυμάτων

Αερόβια - Αναερόβια επεξεργασία

Αυτός ο συνδυασμός επεξεργασιών πραγματοποιείται συνήθως σε δεξαμενές σταθεροποίησης, οι οποίες έχουν μεγάλο βάθος. Στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες διεργασίες, είτε λόγω του οξυγόνου που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, είτε από το οξυγόνο που παράγουν τα φύκη

μέσω της φωτοσύνθεσης. Αντίθετα, στο κατώτερο στρώμα, όπου το φως δεν φτάνει επαρκώς, επικρατούν αναερόβιες διεργασίες.⁽⁶⁾

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης είναι ουσιαστικά ρηχές λεκάνες που κατασκευάζονται με χωμάτινα αναχώματα. Μπορούν να έχουν τετράγωνο, στρογγυλό ή ορθογώνιο σχήμα με στρογγυλεμένες γωνίες, ενώ το μήκος τους δεν πρέπει να υπερβαίνει τρεις φορές το πλάτος. Ο πυθμένας τους πρέπει να είναι επίπεδος, εκτός από το σημείο εισόδου των λυμάτων ώστε να διευκολύνεται η είσοδός τους και να διατηρείται συνεχής ροή.

5.2.4. ΤΡΙΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Σε πολλές περιπτώσεις, τα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν λύματα από βιομηχανίες και διάφορες βιοτεχνίες, τα οποία δεν μπορούν να υποβληθούν σε απλές διαδικασίες επεξεργασίας. Οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα επεξεργασμένα λύματα πριν απορριφθούν σε τελικούς αποδέκτες όπως το έδαφος και τα νερά, είναι πολύ αυστηρές. Γι' αυτό είναι αναγκαία η εφαρμογή προηγμένων μεθόδων καθαρισμού, γνωστής και ως τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων.

Η τριτοβάθμια ή όπως συχνά αναφέρεται, «προχωρημένη» επεξεργασία πραγματοποιείται μετά την δευτεροβάθμια και έχει ως στόχο την περαιτέρω αφαίρεση οργανικού φορτίου, στερεών, χρωστικών, φωσφορικών, αμμωνιακών και νιτρικών ενώσεων καθώς και την απομάκρυνση βαρέων μετάλλων, αρσενικού (As), θειούχων (S₂) και τοξικών οργανικών ενώσεις.

Για τον σκοπό αυτό, εφαρμόζονται οι εξής διεργασίες:

Διήθηση, μπορεί να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους όπως διήθηση μέσω χώρου ή επιφάνειας καθώς και με συνδυασμούς διαφορετικών διηθητικών υλικών όπως άμμο, ανθρακίτη αλλά και διάφορες μεμβράνες και ίνες. Επιπλέον, υπάρχουν πιο εξειδικευμένες τεχνικές μεμβρανών όπως η μικροδιήθηση (MF), η υπερδιήθηση (UF) και η νανοδιήθηση (NF).

Αντίστροφη όσμωση (RO), πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία μια μεμβράνη λειτουργεί ως μοριακό φίλτρο, με στόχο να παγιδεύσει τα διαλυμένα σωματίδια σε ένα υδατικό διάλυμα. Χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό των διαλυμένων ουσιών από το νερό.

Χημική επεξεργασία, Η διαδικασία της οξείδωσης και της

αναγωγής έχει ως στόχο την οξειδωση ουσιών που δεν μπορούν να οξειδωθούν βιολογικά. Οι βασικές χημικές διεργασίες που εμπλέκονται είναι η εξουδετέρωση, η χημική κατακρήμνιση, η κροκίδωση και η χημική απολύμανση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτών των μεθόδων είναι η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ιλύος, που οφείλεται στα χημικά που προστίθενται, στα ιζήματα που σχηματίζονται, καθώς και στις μεγάλες ποσότητες στερεών που απομακρύνονται.

Διεργασίες προχωρημένης οξείδωσης, (Advanced Oxidation Processes)

Προσρόφηση, πρόκειται για την μεταφορά μάζας από την αέρια ή υγρή φάση προς την επιφάνεια ενός στερεού υλικού. Στην ουσία, διάφορα συστατικά που βρίσκονται σε ένα διάλυμα συγκεντρώνονται σε μια συγκεκριμένη επιφάνεια. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτροστατικών δυνάμεων, οι οποίες «τραβούν» το επιθυμητό συστατικό από το διάλυμα προς την επιφάνεια του προσροφητικού υλικού.

Ιοντοεναλλαγή.

Απογύμνωση αερίου, όταν απαιτείται η μεταφορά μάζας ενός αερίου από την υγρή φάση στην αέρια και χρησιμοποιείται κυρίως για την απομάκρυνση αερίων όπως η αμμωνία (NH_3), το υδρόθειο (H_2S) και διάφορες πτητικές οργανικές ενώσεις.

5.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

5.3.1. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης είναι βασικά ρηχές λεκάνες με επίπεδο πυθμένα, που κατασκευάζονται κυρίως από χωμάτινα αναχώματα. Το σχήμα τους είναι συνήθως ορθογώνιο αλλά μπορεί να είναι και κυκλικό ή τετράγωνο. Αυτές οι δεξαμενές βοηθούν στη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων μέσω φυσικού ή τεχνητού αερισμού καθώς και με αναερόβιες διεργασίες.

Ο φυσικός

αερισμός επιτυγχάνεται μέσω της διάλυσης και διάχυσης του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια καθώς και μέσω της παραγωγής οξυγόνου με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Ο τεχνητός αερισμός γίνεται με τη χρήση συστημάτων διαχύσεως αέρα και συνήθως με επιφανειακούς αναμικτήρες. Οι δεξαμενές με μεγαλύτερο βάθος όταν δεν αερίζονται μηχανικά, παρουσιάζουν μεικτή βιολογική δραστηριότητα ή λόγω της φύσης τους και του υψηλού οργανικού φορτίου, λειτουργούν ουσιαστικά ως αναερόβιοι αντιδραστήρες.

Ένας καθοριστικός παράγοντας για την ομαλή λειτουργία ενός συστήματος δεξαμενών σταθεροποίησης είναι η διαθεσιμότητα οικονομικά προσιτής

γης καθώς και η πρόληψη πιθανών κινδύνων μόλυνσης των υπόγειων υδάτων.

Οι παραπάνω τύποι δεξαμενών διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, με υποκατηγορίες, οι οποίες είναι:

- α) Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξειδώσεως, με υποκατηγορίες, τις αερόβιες (επαμφοτερίζουσες) και τις αναερόβιες.
β) Αεριζόμενες δεξαμενές, με υποκατηγορίες, τις αερόβιες (μικτές) και αυτές του παρατεταμένου αερισμού.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι δεξαμενές σταθεροποίησης χρησιμοποιούνται συχνά και με μεγάλη επιτυχία σε μικρές εγκαταστάσεις όπως κτηνοτροφικές μονάδες, βιομηχανίες, ιδρύματα και οικισμούς, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει η απαραίτητη διαθέσιμη γη, κατάλληλη τοπογραφική διαμόρφωση και κατάλληλο υπέδαφος.

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης, παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αυτά είναι:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Χαμηλότερο κόστος κατασκευής της εγκατάστασης συγκριτικά με μία μηχανοποιημένη μονάδα.
- Λιγότερα λειτουργικά έξοδα.
- Δυνατότητα ελέγχου απορροής με αποτέλεσμα καλύτερο έλεγχο σε κρίσιμες χρονικές περιόδους.
- Απλός τρόπος λειτουργίας και ελέγχου.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Απαιτείται μεγάλη έκταση εδάφους για την κατασκευή.
- Δύσκολη επεξεργασία ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων.
- Περιπτώσεις εμφάνισης δυσοσμίας.
- Ύπαρξη αιωρούμενων στερεών στην απορροή.



Φωτογραφία 1 : Δεξαμενές σταθεροποίησης

5.3.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ (ΧΑΛΙΚΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ)

Τα βιολογικά φίλτρα, γνωστά και ως χαλικοδιυλιστήρια, είναι βιοαντιδραστήρες όπου στα τοιχώματά τους αναπτύσσεται με τον χρόνο βιολογική μάζα που καλύπτει όλες τις διαθέσιμες επιφάνειες και χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Οι μικροοργανισμοί που οξειδώνουν την οργανική ύλη των αποβλήτων προσκολλώνται σε ένα αδρανές υλικό. Καθώς τα υγρά απόβλητα διέρχονται από αυτήν την προσκολλημένη βιομάζα, που επίσης ονομάζεται βιολογική στοιβάδα ή βιολογικός υμένας, απομακρύνονται η οργανική ύλη και τα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν. —

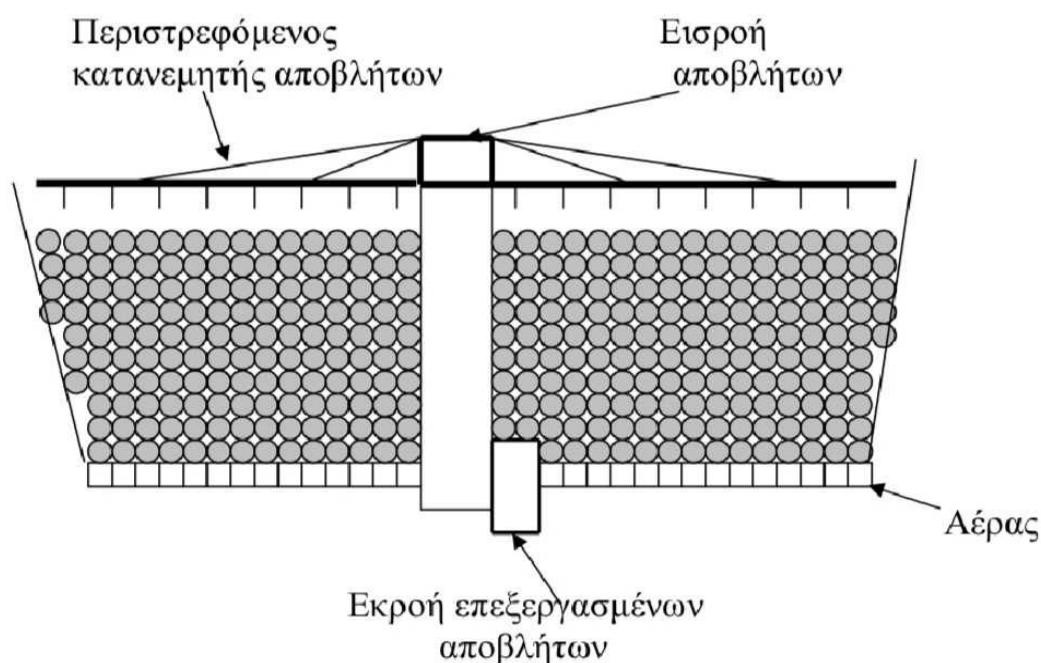
Τα υλικά πλήρωσης που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις επεξεργασίες μπορεί να περιλαμβάνουν χαλίκια, άμμο, ξύλα, πλαστικά, σκωρίες καθώς και διάφορα είδη συνθετικών υλικών. Οι διεργασίες με προσκολλημένη βιομάζα μπορούν να λειτουργήσουν είτε υπό αερόβιες είτε υπό αναερόβιες συνθήκες. Το υλικό πλήρωσης μπορεί να είναι εντελώς βυθισμένο στο υγρό ή να υπάρχει κενός χώρος με αέρα ή κάποιο άλλο αέριο πάνω από το υγρό στρώμα της βιολογικής στοιβάδας. Τα πιο απλά βιολογικά φίλτρα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία λυμάτων αποτελούνται από μια δεξαμενή γεμάτη με γωνιώδες αδρανές υλικό πάχους 4-8 εκατοστών ή με βιομηχανοποιημένα πλαστικά υλικά πλήρωσης.

Τα υγρά διαπερνούν την πλήρωση σε λεπτό στρώμα, επιτρέποντας την επαφή τους με το οξυγόνο του αέρα που ρέει είτε προς την ίδια είτε προς την αντίθετη κατεύθυνση. Με αυτόν τον τρόπο, οι μικροοργανισμοί διατηρούν αερόβια βιολογική δραστηριότητα στην επιφάνεια του υλικού πλήρωσης και σχηματίζουν έναν βιολογικό υμένα, γνωστό και ως ζωόγλοια. Οι

αερόβιες συνθήκες στα βιολογικά φίλτρα επικρατούν σε μικρό βάθος της ζωόγλοιας, περίπου 0,1-0,2 χιλιοστά ενώ στο εσωτερικό της όπου η ποσότητα τροφής και οξυγόνου είναι περιορισμένη, αναπτύσσεται και η ενδογενής ανάπτυξη.

Σε αυτό το στάδιο, οι μικροοργανισμοί χάνουν την ικανότητα να προσκολλώνται στο υλικό πλήρωσης, αποσπώνται και μεταφέρονται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Τα βιολογικά φίλτρα μπορούν να είναι είτε μονά είτε διπλά, συνδεδεμένα σε σειρά και παρόμοια, με ενδιάμεση δεξαμενή καθίζησης οπότε χαρακτηρίζονται ως μονάδες μιας ή περισσότερων βαθμίδων. Ο διαχωρισμός σε δύο βαθμίδες προσφέρει πλεονεκτήματα στον αερισμό, εξασφαλίζοντας πιο αποτελεσματική βιολογική επεξεργασία στη δεύτερη βαθμίδα, ιδιαίτερα για ειδικά είδη αποβλήτων. Τα βιολογικά φίλτρα με χαμηλή φόρτιση λειτουργούν με σύστημα περιοδικής τροφοδοσίας κυρίως σε απλές περιπτώσεις ενώ αυτά με υψηλή φόρτιση εφαρμόζουν ανακυκλοφορία, είτε άμεση είτε έμμεση, από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης ή από την τελική απορροή.



Σχήμα 8: Βιολογικό φίλτρο

5.3.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΥΡΓΟΣ (BIOLOGICAL TOWER)

Ο βιολογικός πύργος είναι στην ουσία ένας ειδικός τύπος χαλικοδυλιστηρίου που χρησιμοποιεί βιομηχανοποιημένο υλικό πλήρωσης. Διαθέτει μεγάλη ειδική επιφάνεια και σημαντικό κενό χώρο μεταξύ των σωματιδίων, γεγονός που του προσδίδει υψηλή αποδοτικότητα. Το υλικό πλήρωσης αποτελείται από σωματίδια με μεγάλη ειδική επιφάνεια.

Οι βιολογικοί πύργοι έχουν συνήθως κυκλικό ή ορθογώνιο σχήμα και διαθέτουν περιστρεφόμενο βραχίονα. Το βάθος τους κυμαίνεται από 4 έως 7 μέτρα, ώστε τα λύματα να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στον πύργο. Σε τέτοιες εγκαταστάσεις, η βιολογική επεξεργασία επιτυγχάνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την οξείδωση των οργανικών ενώσεων.

5.3.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΙΣΚΟΙ

Η λειτουργία των βιολογικών δίσκων είναι παρόμοια με αυτή των βιολογικών φίλτρων. Και στις δύο περιπτώσεις, η διαδικασία βασίζεται στο σύστημα προσκολλημένης βιομάζας καθώς οι μικροοργανισμοί δεν αιωρούνται ελεύθερα στα λύματα αλλά προσκολλώνται σε κάποιο υλικό. Στους βιολογικούς δίσκους, οι μικροοργανισμοί προσκολλώνται σε επίπεδους δίσκους που περιστρέφονται μέσα στα απόβλητα, τοποθετημένοι σε ειδικές δεξαμενές. Αυτοί οι δίσκοι είναι κατακόρυφοι και κυκλικοί, με διάμετρο έως 3,5 μέτρα και μήκος άξονα μέχρι 7,5 μέτρα και βυθίζονται στα υγρά απόβλητα κατά περίπου 40-45%. Η ταχύτητα περιστροφής είναι σχετικά αργή, περίπου 1 έως 2 στροφές ανά λεπτό, με αποτέλεσμα η επιφάνεια όπου προσκολλώνται οι μικροοργανισμοί να έρχεται περιοδικά σε επαφή τόσο με τον ατμοσφαιρικό αέρα όσο και με το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων.

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα μιας μονάδας βιολογικού δίσκου, είναι οι εξής:

- i. Ο χρόνος (t), τον οποίο παραμένουν τα απόβλητα στην μονάδα,
- ii. Η ταχύτητα περιστροφής,
- iii. Ο αριθμός των δίσκων,
- iv. Η θερμοκρασία,
- v. Το ποσοστό εμβάπτισης.

Οι βιολογικοί δίσκοι πρωτοεμφανίστηκαν στην Γερμανία την δεκαετία του '60 και την δεκαετία του '70 άρχισε να εφαρμόζεται μαζικά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.⁽⁷⁾

Οι βιολογικοί δίσκοι, όπως και τα βιολογικά φίλτρα γενικότερα, ανήκουν σε μια κατηγορία μεθόδων επεξεργασίας που ονομάζονται μικρά αποκεντρωμένα συστήματα. Αυτά εφαρμόζονται κυρίως σε βιοτεχνίες, ξενοδοχεία, μικρές πόλεις και χωριά.⁽⁸⁾

5.3.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΟΥΣ ΙΛΥΟΣ

Το σύστημα ενεργούς ιλύος είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και αποτελεσματικά συστήματα βιολογικής επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Η βασική λειτουργία του στηρίζεται στην επαναχρησιμοποίηση των μικροοργανισμών. Στη δεξαμενή αερισμού διοχετεύεται συνεχώς αέρας ώστε οι αερόβιοι μικροοργανισμοί να αναπτύσσονται και να διασπούν την οργανική ύλη. Όταν τα απόβλητα φτάνουν στη δεξαμενή καθίζησης, η οργανική ύλη, που αποτελεί τροφή για τους μικροοργανισμούς, έχει εξαντληθεί και οι μικροοργανισμοί καθιζάνουν και αποχωρίζονται. Στην ιλύ που διαχωρίζεται, οι μικροοργανισμοί βρίσκονται χωρίς τροφή, γεγονός που τους ενεργοποιεί να αναζητήσουν νέα πηγή τροφής. _____ Ο όρος της ενεργούς ιλύος οφείλεται στην ενεργοποίηση των μικροοργανισμών.

Ένα τμήμα της ενεργούς ιλύος αντλείται και μεταφέρεται στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού για να επαναληφθεί η ίδια διαδικασία.

Τα συστήματα ενεργούς ιλύος έχουν πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία είναι:

- α) Χαμηλό κόστος,
- β) Δεν εμφανίζουν δυσοσμίες,
- γ) Δεν χρειάζονται μεγάλη έκταση για την εγκατάστασή τους, γι' αυτό είναι πολύ δημοφιλή η χρήση τους.

Τα συστήματα αυτά είναι ευαίσθητα κατά τη λειτουργία τους. Ένα παράδειγμα είναι ο διαχωρισμός των μικροοργανισμών στη δεξαμενή καθίζησης. Αν οι μικροοργανισμοί δεν κατακαθίσουν σωστά, τότε η ιλύς που ανακυκλώνεται δεν περιέχει αρκετούς ενεργούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Παράγοντες που επηρεάζουν την καθίζηση των μικροοργανισμών είναι:

- α) Μεταβολές θερμοκρασίας,
- β) Υψηλά επίπεδα βαρέων μετάλλων,
- γ) Έλλειψη θρεπτικών συστατικών στα απόβλητα,

δ) Λανθασμένος σχεδιασμός του συστήματος.

6. ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η απόρριψη των αποβλήτων μετά από την κατάλληλη επεξεργασία και καθαρισμό τους αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία. Η σωστή επιλογή του τελικού αποδέκτη, είτε πρόκειται για το έδαφος είτε για τα επιφανειακά νερά, πρέπει να γίνεται πάντα με αυστηρά κριτήρια ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της δημόσιας υγείας. Παράλληλα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι σημαντικοί παράγοντες, όπως οι οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται μια ολοκληρωμένη μελέτη και σχεδιασμός του συστήματος επεξεργασίας και της τελικής διάθεσης των αποβλήτων ώστε να επιλέγεται πάντα η βέλτιστη λύση χωρίς να επηρεάζεται η χρήση των τελικών αποδεκτών.

Η επιλογή της τελικής θέσης του αποδέκτη γίνεται από τον

ειδικό μηχανικό, ο οποίος λαμβάνει υπόψη όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων που θα καταλήγουν στη μονάδα αλλά και την ικανότητα του αποδέκτη να τα δεχτεί. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η σωστή επιλογή και μπορεί να εκτιμηθούν καλύτερα οι πιθανές επιπτώσεις στον τελικό αποδέκτη.

Επιπλέον, τα απόβλητα μπορούν να κατευθυνθούν σε λίμνες με μεγάλη επιφάνεια και μικρό βάθος, προκειμένου να εξατμιστούν. Μια άλλη χρήση είναι σε ξενοδοχεία ή σε ορισμένες βιομηχανίες όπου τα νερά επαναχρησιμοποιούνται για δευτερεύουσες ανάγκες όπως η άρδευση ή ο καθαρισμός χώρων. Όπως αναφέρθηκε, η τελική απόρριψη μπορεί να γίνει είτε στο έδαφος (υπόγεια ή επιφανειακά) είτε σε υδάτινους αποδέκτες όπως θάλασσες, ποτάμια ή λίμνες.

6.1. ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

6.1.1. ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗ

Στην υπόγεια διάθεση των αποβλήτων περιλαμβάνονται διάφορες μέθοδοι όπως το στεγανό αποχωρητήριο, το σηπτικό αποχωρητήριο, το χημικό αποχωρητήριο, το υγιεινό αποχωρητήριο ξηρού τύπου, ο απορροφητικός βόθρος ή απορροφητική τάφρος που χρησιμοποιείται ευρέως, η λεκάνη απορρόφησης και τέλος το υπεδάφιο πεδίο διάθεσης των αποβλήτων.

α) Στεγανό αποχωρητήριο. Αποτελείται από έναν αδιάβροχο δοχείο, κατασκευασμένο από σκυρόδεμα, με χωρητικότητα μεταξύ 300 και 500 λίτρων, κατάλληλο για μια μέση οικογένεια, ώστε να απαιτείται άδειασμα περίπου κάθε 3 έως 6 μήνες, χωρίς να δέχεται νερό.

β) Σηπτικό αποχωρητήριο. Αποτελείται από μια αδιάβροχη δεξαμενή, κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, με χωρητικότητα τουλάχιστον 800 λίτρων, κατάλληλη για μια οικογένεια 5-6 ατόμων. Η βασική διαφορά του σηπτικού αποχωρητηρίου σε σχέση με το στεγανό είναι ότι δέχεται μικρές ποσότητες νερού, οι οποίες βοηθούν στην αναερόβια βιοχημική διαδικασία ενώ ταυτόχρονα το υπερχειλίζον νερό αποχετεύεται σε στραγγιστήριο μέσω σωληνώσεων με ανοιχτές ενώσεις.

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

δ) Υγιεινό αποχωρητήριο ξηρού τύπου. Αποτελείται στην πιο απλή του μορφή από έναν υποδοχέα, μία πλάκα επικάλυψης, μία λεκάνη, έναν

σωλήνα εξαερισμού και έναν οικίσκο.

ε) Απορροφητικός βόθρος. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα κατακόρυφο σύστημα διάθεσης αποβλήτων στο υπέδαφος, μετά από κανονική καθίζηση διάρκειας τουλάχιστον δύο ωρών ή μετά από σηπτική δεξαμενή. Χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρές μονάδες, όπως κατοικίες και ιδρύματα. Το σύστημα αυτό θεωρείται αποδεκτό σε αγροτικές περιοχές ή προσωρινά σε αραιοκατοικημένες προαστιακές ζώνες, εφόσον τηρούνται αυστηρά οι απαραίτητες αποστάσεις ασφαλείας.

στ) Λεκάνη απορροφήσεως. Είναι μία ορθογώνια δεξαμενή με μικρό βάθος (0,70-0,80 m), η οποία περιέχει φυτική γη στο επάνω μέρος και υπόστρωμα αποτελούμενο από χαλίκια στο κάτω μέρος.

ζ) Υπεδάφιο πεδίο διαθέσεως. Είναι ένα σύστημα σωληνωτών αγωγών με ανοικτούς αρμούς (ενώσεις) για την διαρροή των αποβλήτων, οι οποίοι τοποθετούνται σε τάφρους με βάθος 0,45 με 0,90 m και περιβάλλονται με στρώμα από χαλίκια, για να επιτυγχάνεται η καλύτερη διάχυση των υγρών.



Φωτογραφία 2: Υπεδάφιο πεδίο διάθεσης

6.1.2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Η επιφανειακή διάθεση υγρών αποβλήτων στο έδαφος μπορεί να επιτευχθεί με κλασικές μεθόδους άρδευσης, εφόσον προηγηθεί η απαραίτητη επεξεργασία. Η διάθεση αποβλήτων στο έδαφος είναι μια απλή διαδικασία αλλά για να είναι επιτυχής, απαιτείται η γνώση των βασικών ιδιοτήτων του εδάφους και των καλλιεργειών που υπάρχουν στην περιοχή όπως και η αυστηρή τήρηση των απαραίτητων κανόνων. Διαφορετικά, μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα με δυσάρεστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προβλήματα στη λειτουργία της μονάδας.

Η επεξεργασία των αποβλήτων στο έδαφος μπορεί να γίνει με τέσσερις μεθόδους:

- επιφανειακή απορροή,
- απλή άρδευση,
- ταχύρρυθμη άρδευση,
- απορρόφηση-διείσδυση.

Κάθε μέθοδος διαθέτει διαφορετικά χαρακτηριστικά και η επιλογή της κατάλληλης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το είδος των αποβλήτων και τους πιθανούς περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Η επιφανειακή ροή είναι κατάλληλη για την επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό BOD και αιωρούμενα στερεά ενώ η απορρόφηση και η διείσδυση δεν συνιστώνται γιατί μπορεί να επηρεάσουν τα υπόγεια νερά.

Στην επιφανειακή διάθεση των αποβλήτων, έχουμε τρεις τρόπους:

- i. Τεχνητή βροχή,
- ii. Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια ή αναχώματα,
- iii. Άρδευση με σταγόνες.

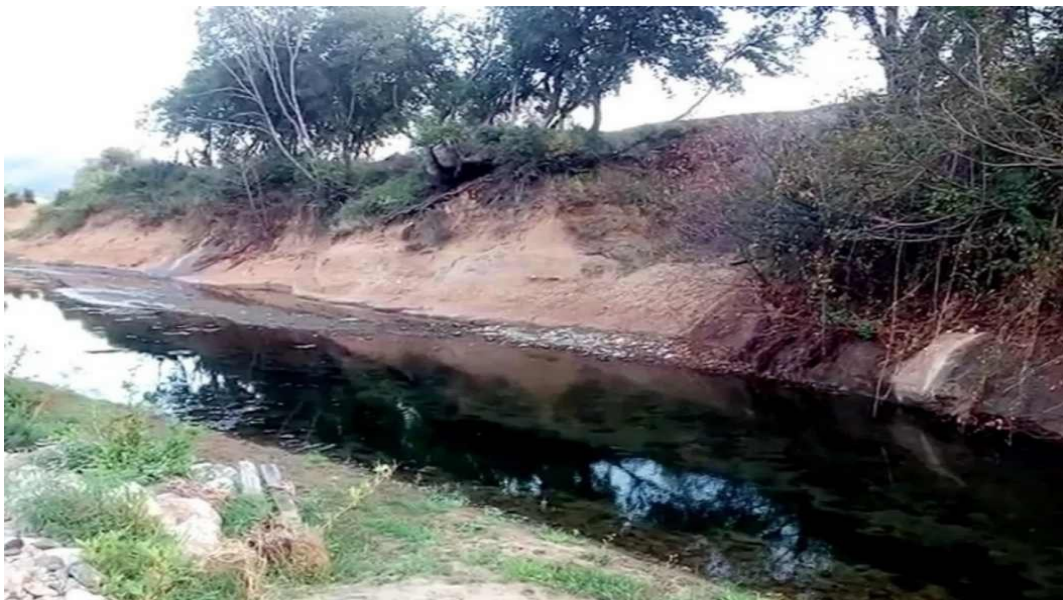
Οι δυο πρώτοι εφαρμόζονται με μεγαλύτερη συχνότητα ενώ ο τρίτος ο οποίος γίνεται με μικρές οπές κατά μήκος της σωληνώσεως διανομής, έχει λιγότερες εφαρμογές εξαιτίας πιθανών εμφράξεων σε περιπτώσεις με αρκετά αιωρούμενα στερεά.

6.2. ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ

6.2.1. ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΕ ΠΟΤΑΜΙΑ

Τα ποτάμια αποτελούν ζωντανά οικοσυστήματα που αφομοιώνουν και συμβάλλουν στην αποσύνθεση των οργανικών υλικών που περιέχονται στα απόβλητα που καταλήγουν σε αυτά. Αυτό συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό λόγω της συνεχούς ανανέωσης του νερού από την ατμόσφαιρα και της φωτοσύνθεσης της υδρόβιας χλωρίδας. Παράλληλα, τα παθογόνα μικρόβια καταστρέφονται εξαιτίας των δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών όπως η ηλιακή ακτινοβολία. Η φυσική αυτή διαδικασία, που λαμβάνει χώρα στο ποτάμι, περιλαμβάνει την οξυγόνωση των οργανικών ουσιών και την επαναφορά οξυγόνου στο νερό και αποτελεί μια μορφή αυτοκαθαρισμού.

Το αποτέλεσμα αυτών των δύο αντίθετων διαδικασιών (από-οξυγόνωση και ανά-οξυγόνωση) είναι η μεταβολή της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου κατά μήκος του ποταμού. Τελικά, το ποτάμι, χάρη στην ικανότητά του για αυτοκαθαρισμό, επανέρχεται σε καθαρή κατάσταση μετά από κάποιο χρονικό διάστημα και διαδρομή, εφόσον δεν προκύψει νέα πηγή ρύπανσης.



Φωτογραφία 3: Ρύπανση ποταμιού εξαιτίας της διάθεσης αποβλήτων

6.2.2. ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΑ

Η απόρριψη των αποβλήτων στη θάλασσα ή σε άλλους υδάτινους αποδέκτες όπως λίμνες, μετά από την κατάλληλη επεξεργασία, γίνεται συνήθως μέσω υποβρύχιου αγωγού που καταλήγει σε σύστημα διαχύσεως με πολλές θυρίδες ή σχισμές. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η αραιώση των αποβλήτων καθώς τα υγρά ανεβαίνουν προς την επιφάνεια λόγω της διαφοράς πυκνότητας. Η διασπορά γίνεται κυρίως στην επιφάνεια ενώ η αραιώση ενισχύεται από τα ρεύματα, συνοδευόμενη από μείωση του μικροβιακού

φορτίου. _____ Ο υποβρύχιος αγωγός, που μπορεί να τοποθετηθεί είτε στον πυθμένα είτε κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας, μεταφέρει τα λύματα στο προκαθορισμένο σημείο εκβολής. Ο διαχυτήρας συχνά διαθέτει δύο κλάδους με πλευρικά ανοίγματα, από όπου τα λύματα απελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Όταν ο διαχυτήρας βρίσκεται κάτω από τον πυθμένα, η εκβολή γίνεται μέσω κατακόρυφων σωλήνων μικρής διαμέτρου, οι οποίοι συνήθως έχουν οριζόντιο ακροφύσιο.

Βασικός παράγοντας στην μεταφορά των ρύπων αλλά και την οριζόντια διασπορά των αποβλήτων είναι τα θαλάσσια ρεύματα, τα οποία εμφανίζονται λόγω διαφόρων εσωτερικών και εξωτερικών αιτιών.

Εσωτερικές αιτίες, είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας, η οποία οφείλεται στην διαφορά θερμοκρασίας και αλατότητας, δημιουργώντας αστάθεια, με αποτέλεσμα να έχουμε την κυκλοφορία υδάτινης μάζας οριζόντιας ή κατακόρυφα (π.χ. ρεύματα πυκνότητας, ωκεάνια ρεύματα).

Εξωτερικές αιτίες, είναι κυρίως άνεμοι και παλίρροιες και σε μικρότερο βαθμό η μεταφορά μαζών με τον κυματισμό ειδικά σε αβαθείς παράκτιες περιοχές.

Η διάθεση υγρών αποβλήτων σε υπονόμους, ρέματα ή στη θάλασσα γίνεται σύμφωνα με αυστηρούς κανονισμούς και νομικά πλαίσια, που έχουν ως σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Οι αρμόδιες διοικητικές αρχές ορίζουν τα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης διαφόρων ρυπαντικών ουσιών στα απόβλητα, λαμβάνοντας υπόψη τη

χρήση του αποδέκτη (π.χ. αν πρόκειται για πόσιμο νερό, τουριστικές περιοχές, αλιευτικές ζώνες κ.ά.) καθώς και τις τοπικές ή περιφερειακές πολιτικές.

Η διασφάλιση της δημόσιας υγείας και της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος είναι εξαιρετικά σημαντική, γι' αυτό οι νόμοι εγγυώνται ότι δεν θα προκληθούν άμεσες ή έμμεσες βλάβες στην υγεία των ανθρώπων, ούτε θα υποβαθμιστεί μόνιμα το οικοσύστημα ή η ποιότητα ζωής. Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, γίνονται συνεχείς έλεγχοι και αξιολογήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η απόρριψη των υγρών αποβλήτων στους αποδέκτες.

6.3. ΔΙΑΘΕΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

Κατά τη διαδικασία καθαρισμού παράγονται διάφορα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα και η λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης. Από αυτά, η λάσπη είναι το πιο σημαντικό σε όγκο και ταυτόχρονα το πιο δύσκολο στη διαχείριση και απόρριψη.

Η λάσπη που προκύπτει από τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων έχει υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (75-85%), χαμηλή συνοχή και μια χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή. Περιλαμβάνει οργανικές ουσίες, θρεπτικά στοιχεία, βαρέα μέταλλα σε ορισμένες περιοχές καθώς και παθογόνους μικροοργανισμούς. Αρχικά είναι υγρή και μόνο μετά από διαδικασίες όπως συμπύκνωση, χώνευση και αφυδάτωση αποκτά στερεή μορφή αλλά εξακολουθεί να περιέχει αρκετή υγρασία. Αυτή η υγρασία μπορεί να μειωθεί σημαντικά (κάτω από 10%) μέσω θερμικής ξήρανσης ώστε η λάσπη να μπορεί είτε να αποτεφρωθεί είτε να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Η λάσπη που παράγεται από τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων έχει υψηλή υγρασία (75-85%), χαμηλή συνοχή και μια χαρακτηριστική δυσάρεστη μυρωδιά. Περιέχει οργανικές ουσίες, θρεπτικά στοιχεία, βαρέα μέταλλα σε ορισμένες περιοχές και παθογόνους μικροοργανισμούς. Αρχικά είναι σε υγρή μορφή και μόνο μετά από διαδικασίες όπως συμπύκνωση, χώνευση και αφυδάτωση μετατρέπεται σε στερεή μορφή, αν και διατηρεί αρκετή υγρασία. Αυτή η υγρασία μπορεί να μειωθεί σημαντικά (κάτω από 10%) με θερμική ξήρανση

ώστε η λάσπη να μπορεί να αποτεφρωθεί ή να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα. Ειδικά σε μεγάλες εγκαταστάσεις, η λάσπη μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα κατά την τελική της απόρριψη, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη εφαρμογής δαπανηρών μεθόδων επεξεργασίας για τη μείωση του όγκου της και την εξουδετέρωση των επιβλαβών συστατικών της.

Οι κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της λάσπης είναι η μείωση του όγκου της, που επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση μέρους του νερού (η υγρασία μειώνεται από 95% σε 70-60%) αλλά και η διάσπαση των οργανικών ουσιών που είναι υπεύθυνες για την αστάθεια και την δυσάρεστη οσμή της λάσπης.

Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- α) συγκέντρωση της λάσπης,
- β) χώνευση,
- γ) βελτίωση,
- δ) αφυδάτωση και ξήρανση,
- ε) καύση ή υγρή οξείδωση προτού ακολουθήσει η τελική διάθεση της επεξεργασμένης λάσπης.

Από τις επεξεργασίες αυτές η συμπύκνωση, η βελτίωση και η αφυδάτωση αποσκοπούν στην απομάκρυνση ενός μέρους του νερού ενώ η χώνευση, η καύση και η υγρή οξείδωση στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών.

Σε κάθε στάδιο επεξεργασίας, έχουμε:

- **Προσωρινή αποθήκευση**

Η λάσπη που συγκεντρώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης αποθηκεύεται προσωρινά μέχρι να υποβληθεί σε πλήρη επεξεργασία. Συνήθως, η λάσπη φυλάσσεται σε ειδικό δοχείο στην αρχή της πρωτοβάθμιας δεξαμενής, από όπου αφαιρείται είτε συνεχώς είτε περιοδικά. Επιπλέον, η πρωτοβάθμια και η δευτεροβάθμια λάσπη μπορούν να αναμειχθούν και να αποθηκευτούν σε ξεχωριστή δεξαμενή.

- **Συγκέντρωση (συμπύκνωση)**

Σκοπός της συγκέντρωσης είναι η συμπύκνωση και η πάχυνση της κυρίως ενεργής λάσπης, η οποία έχει πολύ υψηλή υγρασία. Η συμπύκνωση μπορεί να επιτευχθεί με την αύξηση του χρόνου παραμονής της λάσπης στη δεξαμενή καθίζησης όμως αυτό μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητα της διαδικασίας της καθίζησης.

- **Βιολογική χώνευση**

Η χώνευση έχει ως στόχο τη διάσπαση των οργανικών ουσιών και μπορεί να πραγματοποιηθεί αναερόβια σε ειδικές κλειστές δεξαμενές υπό ελεγχόμενες συνθήκες, αερόβια με αερισμό ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, με δεξαμενισμό. Πρόκειται για ένα κρίσιμο στάδιο της επεξεργασίας καθώς εκτός από τη μείωση του όγκου μέσω της διευκόλυνσης της αφυδάτωσης (η χωνευμένη λάσπη περιέχει περίπου 90-94% υγρασία, η οποία μειώνεται σε 70-60% με την αφυδάτωση), συμβάλλει επίσης στην απολύμανση της λάσπης (καταστρέφοντας παθογόνους παράγοντες) και στην εξουδετέρωση των δυσάρεστων οσμών.

- **Βελτίωση**

Σκοπός της βελτίωσης της λάσπης είναι η ευκολότερη αφυδάτωση, που πραγματοποιείται με προσθήκη χημικών ή με θερμική επεξεργασία. Εκτός από τους παραπάνω τρόπους έχει δοκιμασθεί το πάγωμα και η ακτινοβολήση, που αποσκοπεί βασικά στην μείωση των απαιτούμενων κροκιδωτικών υλικών.

- **Αφυδάτωση και ξήρανση**

Η αφυδάτωση και η ξήρανση είναι φυσικές διεργασίες για την ελάττωση της υγρασίας ώστε η λάσπη να πάρει μία ημι-στερεή μορφή και να διευκολυνθούν οι μετέπειτα διαδικασίες. Σε μικρές μονάδες η αφυδάτωση πραγματοποιείται σε κλίνες ξηράνσεως ακάλυπτες ή καλυμμένες σε περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις ή και σε αβαθείς δεξαμενές εξατμίσεως. Επίσης, σε μεγάλη έκταση χρησιμοποιούνται τα φίλτρα με κενό ή με πίεση, η φυγοκέντρωση και η θερμική ξήρανση και δοκιμαστικά η αφυδάτωση με δόνηση.

- **Σταθεροποίηση**

Σε αντίθεση με την βιολογική χώνευση, η σταθεροποίηση εδώ πραγματοποιείται με καύση ή υγρή οξείδωση, οι οποίες συντελούν στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών και ελαττώνουν τον όγκο της λάσπης. Η καύση μπορεί να είναι συντηρείται μόνη της εάν η λάσπη έχει υγρασία κάτω από 70% εκτός από την έναρξη και τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Η υγρή οξείδωση αποτελεί διαδικασία οξείδωσης των οργανικών ουσιών σε υγρό περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία. Και στις δυο περιπτώσεις παράγονται ανόργανα προϊόντα για τα οποία απαιτείται τελική διάθεση.

- **Τελική διάθεση**

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

Η διάθεση της λάσπης στην ξηρά γίνεται είτε με ταφή, συνήθως μαζί με άλλα απορρίμματα, είτε με διασπορά στο έδαφος ως λίπασμα, ή ακόμα και με απλή απόθεση σε παλιά μεταλλεία ή άλλες υπόγειες κοιλότητες. Η διάθεση στη θάλασσα έχει εφαρμοστεί κυρίως από μεγάλα παραθαλάσσια αστικά κέντρα, χρησιμοποιώντας ειδικά πλοία για τη μεταφορά της λάσπης στην ανοιχτή θάλασσα ή μέσω εγκατάστασης υποβρύχιου αγωγού μεγάλου μήκους.

7. ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Σε πολλές χώρες έχει ξεκινήσει ήδη μια πολιτική που στοχεύει στη σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων, με σκοπό την προστασία του

περιβάλλοντος, την ενίσχυση της γεωργικής παραγωγής αλλά και την ανάπτυξη των αστικών περιοχών και του τουρισμού. Το πιο σημαντικό στοιχείο στη διαχείριση των υδάτινων πόρων είναι η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ώστε να καλύπτονται οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του πληθυσμού σε νερό.

Η κατάλληλη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στοχεύει στην αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων υγείας, στην αποτροπή περιβαλλοντικών επιπτώσεων όπως η μόλυνση του εδάφους και των ακτών καθώς και στην πρόληψη πιθανών αρνητικών επιδράσεων στη γεωργία. Για αυτούς τους λόγους, πολλά κράτη και οργανισμοί έχουν θεσπίσει διάφορες οδηγίες και κανονισμούς, με σκοπό να αποτραπούν τέτοια φαινόμενα.

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε διάφορους τομείς, όπως:

- i. Άρδευση,
- ii. Βιομηχανία,
- iii. Τροφοδότηση-εμπλουτισμό υπόγειων υδροφόρων,
- iv. Αστική και χρήση περιστασιακά,
- v. Ύδρευση.

Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται αναφορά των βασικών κατηγοριών που επαναχρησιμοποιούνται τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σε συνδυασμό με τους περιορισμούς που υπάρχουν για κάθε περίπτωση.

ΧΡΗΣΗ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ
1. <u>Άρδευση γεωργικών εκτάσεων</u> Φυτικές καλλιέργειες, Εμπορικά φυτώρια. 2. <u>Άρδευση κοινόχρηστων και χώρων αναψυχής</u> Πάρκα, Σχολεία, Εθνικό οδικό δίκτυο, Νεκροταφεία, Ελεύθεροι δημοτικοί χώροι, Ζώνες πρασίνου.	Ποιότητα νερού (κυρίως ως προς την επίδραση αλάτων σε έδαφος και σε φυτά). Προάσπιση δημόσιας υγείας (κυρίως σε παθογόνα όπως παράσιτα, βακτήρια και ιοί). Μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων νερών όταν δεν υπάρχει κατάλληλο σύστημα διαχείρισης. Εμπορικότητα και δημόσια αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων.

3. <u>Βιομηχανική χρήση</u> Ψύξη, Μεταποίηση, Βαριά βιομηχανία, Άλλες.	Συστατικά του νερού που ανακτώνται και τα οποία δημιουργούν διάβρωση, εναπόθεση, βιολογική ανάπτυξη και γενικότερα προβλήματα ρύπανσης, Δημόσια υγεία (ιδιαίτερα σε σχέση με μεταφερόμενα οργανικά ή παθογόνα aerosols).
4. <u>Εμπλουτισμός υδροφόρων οριζόντων</u> Αναπλήρωση, Προστασία, Ιζηματολογικός έλεγχος.	Ίχνη οργανικών, άλλων χημικών καθώς και παθογόνων στο ανακτώμενο νερό από υγρά απόβλητα με υψηλό δυναμικό τοξικότητας, Συνολικά διαλυμένα στερεά, μέταλλα και παθογόνα στο ανακτώμενο νερό.
5. <u>Αναψυχή και άλλες περιβαλλοντικές χρήσεις</u> Λίμνες και δεξαμενές, Αποκατάσταση ελωδών χώρων, Αύξηση παροχής υδατορευμάτων, Ανάπτυξη αλιευτικών χώρων, Δημιουργία πάγου.	Προστασία δημόσιας υγείας με βακτήρια και ιούς, Ευτροφισμός ο οποίος οφείλεται στην παρουσία N και P, Αισθητικές οχλήσεις αλλά και πιθανή δυσοσμία.
6. <u>Μη πόσιμες αστικές χρήσεις</u> Πυροπροστασία, Κλιματισμός, Καθαρισμός WC.	Προστασία δημόσιας υγείας από τη μεταφορά παθογόνων με aerosols, Ποιοτικές επιδράσεις σε εναπόθεση, διάβρωση, βιολογική ανάπτυξη και γενικά ρύπανση, Προβλήματα σε πιθανή διασταύρωση με το σύστημα ύδρευσης.
7. <u>Πόσιμες χρήσεις</u> Ανάμειξη με το νερό ύδρευσης, Με απευθείας χρήση.	Ίχνη οργανικών και άλλων χημικών ενώσεων και παθογόνων στο ανακτώμενο νερό υγρών αποβλήτων με υψηλό δυναμικό τοξικότητας, Δημόσια και αισθητική αποδοχή, Προστασία δημόσιας υγείας

Πίνακας 1: Κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων και δυνατοί περιορισμοί.⁽¹⁰⁾

7.1. ΟΔΗΓΙΑ ΠΟΥ

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.), σε συνεργασία με την Παγκόσμια Τράπεζα αλλά και άλλους διεθνείς οργανισμούς όπως τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), συνέταξαν τέσσερις κατηγορίες μέτρων με σκοπό την μείωση ή ακόμα και την εξάλειψη των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων με σκοπό την άρδευση. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- i. Επεξεργασία λυμάτων,
- ii. Επιλογή μεθόδου άρδευσης,
- iii. Περιορισμό των τύπων των αρδευόμενων καλλιεργειών,
- iv. Έλεγχος της ανθρώπινης έκθεσης σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η Οδηγία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (W.H.O.) στηρίζεται σε επιδημιολογικές μελέτες που έχουν ως στόχο να αξιολογήσουν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων σε αναπτυσσόμενες χώρες. Σε πολλές από αυτές τις χώρες, τα λύματα χρησιμοποιούνταν ακατέργαστα για την άρδευση ακόμα και φρέσκων λαχανικών, κάτι που αποτελούσε σοβαρό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Γι' αυτόν τον λόγο, ο Π.Ο.Υ. δεν καθόρισε αυστηρά πρότυπα για την άρδευση με εκροές επεξεργασμένων λυμάτων, οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν μέσω απλών και οικονομικά προσιτών μεθόδων επεξεργασίας.

Στα κριτήρια της Οδηγίας του W.H.O. που συντάχθηκε το 1989, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του τύπου των αρδευόμενων καλλιεργειών και στον διαχωρισμό της άρδευσης σε δύο κατηγορίες:

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

β) Στην “απεριόριστη άρδευση”, η οποία εφαρμόζεται σε κάθε τύπο καλλιέργειας, (καλλιέργειες με προϊόντα που τρώγονται ωμά), ακόμα και για πότισμα γηπέδων, πάρκων, κ.λπ.

7.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑΣ

Η πολιτεία της Καλιφόρνια στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν η πρώτη που καθιέρωσε κανονισμό για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων το 1918. Ο σημερινός κανονισμός αποτελεί τη βάση για τα πρότυπα επαναχρησιμοποίησης όχι μόνο στην Καλιφόρνια, αλλά και σε άλλες πολιτείες των Η.Π.Α. και σε διάφορες χώρες παγκοσμίως. Κεντρικό στοιχείο του κανονισμού είναι η εκτίμηση της πιθανότητας ανθρώπινης έκθεσης στα επαναχρησιμοποιούμενα λύματα, από την οποία εξαρτάται και το επίπεδο του κινδύνου. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται διάκριση μεταξύ «περιορισμένης» και «απεριόριστης» επαναχρησιμοποίησης.

Στην περίπτωση της απεριόριστης επαναχρησιμοποίησης, ο κανονισμός απαιτεί τα λύματα να είναι απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς, με όριο για τα ολικά κολοβακτηρίδια τα 2,2 ανά 100 ml ως μέση τιμή και τα 23 ανά 100 ml ως μέγιστη τιμή. Εκτός από τη βιολογική επεξεργασία, προβλέπεται και τριτοβάθμια επεξεργασία, η οποία στοχεύει στην απομάκρυνση σχεδόν όλων των ιών.

7.3. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθορίζεται από την οδηγία 91/271/ΕΟΚ. Η οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου των αστικών λυμάτων εγκρίθηκε στις 21 Μαΐου 1991. Στόχος της είναι η προστασία του περιβάλλοντος από τις διάφορες αρνητικές επιπτώσεις από την απόρριψη των αστικών λυμάτων αλλά και από ορισμένα βιομηχανικά λύματα και αφορά την συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη των:

Οικιακών λυμάτων,

Μίγμα λυμάτων,

Βιομηχανικά υγρά απόβλητα ορισμένων τύπων.

Συγκεκριμένα, η οδηγία απαιτεί:

- Την συλλογή και την επεξεργασία των λυμάτων σε όλους τους οικισμούς με > 2000 ισοδύναμου πληθυσμού (ι.π.).
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία σε όλες τις απορρίψεις από οικισμούς με >2000 ι.π. και πιο προηγμένη επεξεργασία για οικισμούς >10.000 ισοδύναμου πληθυσμού σε συγκεκριμένες ευαίσθητες περιοχές και τις λεκάνες απορροής τους.
- Παρακολούθηση της απόδοσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.
- Ελέγχους της διάθεσης της ιλύος.

7.4. ΙΣΧΥΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Ελλάδα η διαχείριση των υγρών αποβλήτων εναρμονίζεται πλήρως με αυτήν της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με την κοινή υπουργική απόφαση 5673/400/14.3.97.

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

Ο Ν. 3199/03 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003) είχε σκοπό την εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας Υδατικών Πόρων με αυτήν της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Οδηγία 60/2000/EC) χωρίς να γίνεται όμως αναφορά ούτε εδώ σε ανακύκλωση υγρών αποβλήτων. Το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τη σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων και την προστασία των οικοσυστημάτων που εξαρτώνται από αυτούς στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθορίζεται από την

Οδηγία 60/2000/EC (ΕΥ, 2000). Αν και η οδηγία δεν αναφέρεται ρητά στην ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, υπήρχε η προσδοκία ότι οι πολίτες της ΕΕ θα ευαισθητοποιούνταν σε περιβαλλοντικά ζητήματα και αυτό θα συνέβαλε θετικά στην προώθηση, ανάπτυξη και καθορισμό κριτηρίων για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων.

Στην Ελλάδα αλλά και σε αρκετές άλλες χώρες, είχε υιοθετηθεί η πρακτική της ανακύκλωσης των εκροών από τα υγρά απόβλητα σταδιακά χωρίς ουσιαστικά να υπάρχει μία ουσιαστική θεσμοθέτηση κριτηρίων. Πολλές χώρες όμως ξεκίνησαν με τον καιρό και θέσπιζαν Εθνικές οδηγίες αλλά και κανονισμούς προσαρμοσμένες σε τοπικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες ή εναρμονίζονται με αυτές διεθνών οργανισμών (WHO 1989 και US EPA 2004).

Στην Ελλάδα, οι βασικές χρήσεις των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων πρασίνου καθώς και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με στόχο την προστασία τους. Ωστόσο, για κάθε χρήση απαιτούνται διαφορετικά ποιοτικά και ποσοτικά πρότυπα όπως και ειδικές μελέτες όταν μια παραδοσιακή πηγή νερού αντικαθίσταται από ανακτώμενο νερό προερχόμενο από επεξεργασμένα λύματα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει αυξημένη επαφή του νερού με τον άνθρωπο όπου τα κριτήρια και τα όρια ποιότητας πρέπει να είναι πολύ πιο αυστηρά σε σύγκριση με άλλες χρήσεις.

7.5. ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Η άρδευση με την χρήση επεξεργασμένων λυμάτων αποτελεί μια εξαιρετική λύση για την προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Η επεξεργασία των λυμάτων και η χρήση τους στην άρδευση μπορούν να μειώσουν την πίεση στους φυσικούς υδάτινους πόρους ενώ παράλληλα διασφαλίζουν την συνέχιση της

γεωργικής παραγωγής χωρίς να επιβαρύνεται η ποιότητα των υδάτων στους αποδέκτες. Σε περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων παίζει κρίσιμο ρόλο στην εξοικονόμηση και την αποτελεσματική διαχείριση του νερού.

Στην περίπτωση της άρδευσης, διακρίνουμε δυο τύπους επαναχρησιμοποίησης:

- i. Η περιορισμένη άρδευση αποτελεί μια στρατηγική που έχει ως σκοπό τη χρήση επεξεργασμένων λυμάτων ή άλλων εναλλακτικών πηγών νερού σε καλλιέργειες που δεν προορίζονται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο ή καταναλώνονται μόνο μετά από θερμική επεξεργασία. Αυτή η μέθοδος μειώνει τους κινδύνους που σχετίζονται με την ποιότητα των τροφίμων και την υγεία των καταναλωτών ενώ παράλληλα επιτρέπει την συνέχιση της παραγωγής σε τομείς όπως η γεωργία και η κτηνοτροφία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαγορεύεται η χρήση μεθόδων άρδευσης όπως ο καταιονισμός, καθώς μπορεί να προκαλέσει επαφή των λυμάτων με τον αέρα ή το έδαφος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο μόλυνσης. Επιπλέον, η απαγόρευση πρόσβασης του κοινού στην περιοχή που αρδεύεται είναι απαραίτητη για την προστασία της δημόσιας υγείας από την πιθανή ακούσια έκθεση σε επεξεργασμένα λύματα.

Αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει την ασφαλέστερη και πιο αποτελεσματική αξιοποίηση των υδάτινων πόρων χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών ή το περιβάλλον. Παραδείγματα τομέων όπου μπορεί να εφαρμοστεί η περιορισμένη άρδευση χωρίς άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη κατανάλωση είναι οι καλλιέργειες ζωοτροφών, τα λιβάδια και οι βιομηχανικές καλλιέργειες.

- ii. Η απεριόριστη άρδευση αφορά καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά και γι' αυτές ισχύουν αυστηρότερα πρότυπα όσον αφορά την ποιότητα του νερού και τις μεθόδους άρδευσης που χρησιμοποιούνται. Τέτοιες καλλιέργειες είναι τα λαχανικά, τα αμπέλια και τα οπωροφόρα δέντρα, τα οποία προορίζονται για άμεση κατανάλωση και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας. Η χρήση της μεθόδου καταιονισμού επιτρέπεται μόνο όταν τα λύματα έχουν υποστεί υψηλού επιπέδου επεξεργασία και πληρούν αυστηρά πρότυπα ποιότητας ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος μόλυνσης των καλλιεργούμενων προϊόντων. Επιπλέον, η πρόσβαση του κοινού στις αρδευόμενες περιοχές μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής εφόσον τηρούνται οι υγειονομικές προδιαγραφές και διασφαλίζεται

πλήρως η προστασία της δημόσιας υγείας.

Σε αυτή την περίπτωση, η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων ή άλλων μη συμβατικών πηγών νερού απαιτεί συνεχιζόμενη παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων και της υγιεινής των καλλιεργειών, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για τους καταναλωτές.

Η απεριόριστη άρδευση μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές όπου η ζήτηση για νερό είναι υψηλή και οι φυσικοί πόροι περιορισμένοι αρκεί να εφαρμόζονται αυστηροί κανονισμοί και σύγχρονα συστήματα επεξεργασίας και παρακολούθησης των λυμάτων.

Η άρδευση αποτελεί την μαζικότερη χρήση νερού ειδικά σε ξηρές περιοχές. Στις ΗΠΑ η άρδευση αντιπροσωπεύει περίπου το 34% - 40% της συνολικής χρήσης νερού ενώ στις πολιτείες της Καλιφόρνια και της Αριζόνα το 80% με 85%. Στο Ισραήλ αποτελεί το 73,1% και στην Ελλάδα το 83,7%.

Σε υγρές περιοχές, η άρδευση εφαρμόζεται συμπληρωματικά στις βροχοπτώσεις. Παγκοσμίως, η γεωργική άρδευση αντιπροσωπεύει το 70% της συνολικής κατανάλωσης νερού, ξεπερνώντας κάθε άλλη χρήση κατά τουλάχιστον 1000%. Όταν οι υδατικοί πόροι μιας περιοχής δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες τόσο της αστικής όσο και της γεωργικής χρήσης, προτιμάται το διαθέσιμο νερό να χρησιμοποιείται δύο φορές: πρώτα για αστική χρήση και στη συνέχεια, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, να επαναχρησιμοποιείται για άρδευση.

Σήμερα, λειτουργούν αρκετά συστήματα που παρέχουν ανακτημένο νερό για γεωργική άρδευση.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα προτεινόμενα όρια για περιορισμένη και απεριόριστη άρδευση.⁽¹¹⁾

	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια /FC 100 mL	BOD5 (mg/L)	SS (mg/L)	ΘΟΛΟ- ΤΗΤΑ (NTU)	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ
<u>Περιορισμένη άρδευση</u> Σε δάση και περιοχές όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δέντρα (συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων, με την προϋπόθεση ότι κατά την 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. Άρδευση με καταιονισμό δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται	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
<u>Απεριόριστη άρδευση</u>					

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 και του καταιονισμού	5 για το 80% των δειγμάτων, 15 για το 95% των δειγμάτων με 100 μέγιστη τιμή	10 για το 80% των δειγμάτων ν	10 για το 80% των δειγμάτων ν	2 διάμεσ η τιμή	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, Τριτοβάθμια επεξεργασία, Απολύμανση
--	--	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------	--

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

7.6. ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Τα λύματα μπορούν να αξιοποιηθούν σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς που χρησιμοποιούν νερό όπου η ποιότητα του νερού δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι στο ίδιο επίπεδο με αυτή του πόσιμου. Μερικές από τις κύριες χρήσεις των λυμάτων στη βιομηχανία περιλαμβάνουν το νερό για ψύξη, το νερό τροφοδοσίας λεβήτων και το νερό επεξεργασίας ή βιομηχανικό νερό. Η πιο σημαντική και μεγαλύτερη σε όγκο χρήση είναι το νερό ψύξης.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα προτεινόμενα όρια ποιότητας και τις μεθόδους που εφαρμόζονται.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα προτεινόμενα όρια και μεθόδους επεξεργασίας κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων στην βιομηχανία.⁽¹¹⁾

	Περιττωματικό κολοβακτηρίδια /FC 100 ml	BOD5 (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ
Νερό ψύξης μιας	200 διάμεση	25 για	35 για	—	Δευτεροβάθμια

χρήσης	τιμή, 800 για το 95% των δειγμάτων	το 95% των δειγμάτων	το 95% των δειγμάτων		βιολογική επεξεργασία, Απολύμανση
Επανα- κυκλοφορούμε νο νερό ψύξης, λέβητας και νερό χρήσης	5 για το 80% των δειγμάτων, 15 για το 95% των δειγμάτων, 100 μέγιστη τιμή	10 για το 80% των δειγμάτων	10 για το 80% των δειγμάτων	2 διάμεση τιμή	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, Τριτοβάθμια επεξεργασία, Απολύμανση

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

7.7. ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ

Ο τεχνητός εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφόρων στοχεύει στην δημιουργία ενός υδραυλικού φράγματος που αποτρέπει τη διείσδυση και ανάμειξη του θαλασσινού νερού με το γλυκό νερό των παράκτιων υδροφόρων ενώ παράλληλα διευκολύνει την αποθήκευση επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων για μελλοντική χρήση.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από την αποθήκευση αποβλήτων σε υπόγειους υδροφορείς περιλαμβάνουν: το χαμηλότερο κόστος και την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τις επιφανειακές εγκαταστάσεις όπως η εξάτμιση, η ρύπανση και ο ευτροφισμός, οι οποίες επιδεινώνουν την ποιότητα του νερού. Επιπλέον, η φυσική επεξεργασία που πραγματοποιείται μέσα στο έδαφος μέσω διήθησης και διείσδυσης στο εδαφικό υλικό μπορεί να μειώσει σημαντικά τα έξοδα που απαιτούνται για την τριτοβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων.

Τα κύρια μειονεκτήματα περιλαμβάνουν το υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας των απαραίτητων γεωτρήσεων, την αυξημένη πιθανότητα ρύπανσης του υπόγειου υδροφορέα καθώς και την δύσκολη, χρονοβόρα και ιδιαίτερα δαπανηρή διαδικασία αποκατάστασής του σε περίπτωση μόλυνσης.

7.8. ΑΣΤΙΚΗ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

Τα συστήματα επαναχρησιμοποίησης αστικών λυμάτων παρέχουν ανακτημένο νερό που προορίζεται για χρήση σε διάφορες εφαρμογές εκτός της ύδρευσης στις πόλεις. Τέτοιες χρήσεις περιλαμβάνουν το πότισμα δημόσιων πάρκων, χώρων αναψυχής, αθλητικών γηπέδων, σχολικών αυλών, νησίδων και κρασπέδων δρόμων, νεκροταφείων αλλά και κήπων δημόσιων κτιρίων και εγκαταστάσεων. Επιπλέον, το νερό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη φροντίδα κήπων σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, για γενικό καθαρισμό και άλλες εργασίες συντήρησης καθώς και σε εμπορικές δραστηριότητες όπως το πλύσιμο εγκαταστάσεων και οχημάτων.

Κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για αστικές εφαρμογές, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η αξιοπιστία της παροχής και η προάσπιση της δημόσιας υγείας.

7.9. ΥΔΡΕΥΣΗ

Η χρήση συστημάτων επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων για άμεση ή έμμεση ύδρευση είναι περιορισμένη και εφαρμόζεται κυρίως σε ορισμένες κοινότητες όπου η αξιοποίηση άλλων διαθέσιμων υδάτινων πόρων είναι είτε αδύνατη είτε ιδιαίτερα δύσκολη. Γενικότερα, υπήρχε και εξακολουθεί να υπάρχει σημαντική ανησυχία σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για πόσιμο νερό. Ο

βασικός προβληματισμός εστιάζεται στις πιθανές μελλοντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, που μπορεί να προκύψουν από την αλληλεπίδραση και ανάμειξη ανόργανων και οργανικών ουσιών που παραμένουν στην ανακτημένη εκροή ακόμα και μετά από προχωρημένη επεξεργασία. Τα συνήθη πρότυπα ποιότητας για το

πόσιμο νερό είναι επαρκή μόνο όταν η υδροληψία γίνεται από πηγές που δεν έχουν μολυνθεί και όχι όταν προέρχονται από ανακτημένα λύματα. Στην περίπτωση των λυμάτων, οι απαιτήσεις είναι αυστηρότερες και δεν έχουν οριστεί με σαφήνεια. _____ Οι μελέτες σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία από την επαναχρησιμοποίηση νερού με σκοπό την

ύδρευση, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις λόγω του ότι το είδος και η σύνθεση των ρύπων διαφέρουν από πόλη σε πόλη. Επιπλέον, ακόμη και μέσα στην ίδια πόλη, τα επικίνδυνα συστατικά των λυμάτων μπορεί να αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου.

Β' ΜΕΡΟΣ

8. ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΚΡΟΩΝ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

8.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Το έργο έχει ως αντικείμενο την αναβάθμιση και την επέκταση της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) στον Άγιο Νικόλαο. Η επέκταση της μονάδας στοχεύει στην κάλυψη των αναγκών της Δημοτικής Κοινότητας Κριτσάς, της Δημοτικής Κοινότητας Καλού Χωριού καθώς και όλων των οικισμών που ανήκουν στις Τοπικές Κοινότητες Μέσα και Έξω Λακωνίων. Με την έναρξη λειτουργίας του έργου, επιτεύχθηκε άμεσα και ουσιαστικά η βελτίωση της ποιότητας του υδάτινου συστήματος και του συνολικού φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής.

Η ΕΕΛ κατασκευάστηκε σε ιδιόκτητο οικόπεδο της ΔΕΥΑΑΝ, το οποίο βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του Αγίου Νικολάου και σε απόσταση 1,5 χιλιομέτρου από την πόλη.

Τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψιν κατά τον σχεδιασμό της ΕΕΛ, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	Χειμώνας	Θέρος
Ισοδύναμοι κάτοικοι	ι.κ.	8.000	14.000
Μέση ημερήσια παροχή	m ³ /d	1.600	2.800
Παροχή αιχμής	m ³ /h	198	325
BOD5	kg/d	480	840
SS	kg/d	720	1.260
TN	kg/d	115	202
P	kg/d	40	70

Πίνακας 4

Στη μονάδα οδηγείται και μικρή ποσότητα βοθρολυμάτων, η παροχή και τα φορτία των οποίων έχουν συμπεριληφθεί στα συμβατικά μεγέθη.

Ακόμη για το σχεδιασμό λήφθηκαν υπόψιν και:

Θερμοκρασία των λυμάτων	15°C (χειμώνας) - 27°C (θέρος)
Ποσοστό πτητικών στερεών (VSS)	75% αιωρούμενων (SS)

Το έργο διαστασιολογήθηκε σύμφωνα με τα συμβατικά δεδομένα και τις παραδοχές που λήφθηκαν κατά τον σχεδιασμό. Στόχος ήταν η σωστή και αποδοτική λειτουργία σε όλες τις περιόδους και η ομαλή μετάβαση από περίοδο σε περίοδο. Η βιολογική επεξεργασία της εγκατάστασης όσον αφορά τα νέα έργα, γίνεται με το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού με πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος, βιολογική απομάκρυνση αζώτου με

νιτροποίηση - απονιτροποίηση και διήθηση των επεξεργασμένων λυμάτων με τη μέθοδο των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών διαχωρισμού (MBR). Η εκροή που επιτυγχάνεται είναι ισοδύναμη με τριτοβάθμια επεξεργασία και μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για άρδευση πρασίνου ή καλλιιεργειών.

Με την εφαρμογή του συγκεκριμένου συστήματος η ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων από την νέα γραμμή επεξεργασίας είναι εντός των παρακάτω ορίων:

Παράμετρος	Τιμή
BOD5	< 10 mg/l
Αιωρούμενα στερεά SS	< 10 mg/l
E. coli (80%)	< 5 EC / 100 ml
E. coli (95%)	< 50 EC / 100 ml
Θολότητα	< 2 NTU

Πίνακας 5

Οι προδιαγραφές για την εκροή των επεξεργασμένων λυμάτων που αναφέρονται στον πίνακα βασίζονται σε μέσες τιμές δειγμάτων που λαμβάνονται σε διάστημα 24 ωρών και ισχύουν για το 95% των δειγμάτων (εκτός από τα κολοβακτηριοειδή, για τα οποία το όριο ισχύει για το 80% των δειγμάτων). Σε περίπτωση που οι απαιτούμενες τιμές εκροής ξεπεραστούν, οι συγκεντρώσεις BOD5, COD και αιωρούμενων στερεών δεν θα υπερβαίνουν τα μέγιστα επιτρεπτά όρια αυτών των παραμέτρων κατά περισσότερο από 100%.

Επιπλέον των παραπάνω λαμβάνονται και τα εξής όρια, σύμφωνα με την ανανέωση -τροποποίηση της έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων:

COD	< 125 mg/l
Αμμωνιακό άζωτο NH ₄ ⁺	< 2 mg/l
Λίπη - έλαια	< 0,1 mg/l
Επιπλέοντα στερεά	0
Διαλυμένο οξυγόνο	> 5 mg/l

Η ιλύς είναι πλήρως σταθεροποιημένη μετά την βιολογική επεξεργασία, με ταχύτητα κατανάλωσης οξυγόνου (uptake rate, OUR) μικρότερη από 5g O₂/kgSS.h ενώ μετά την πάχυνση και την αφυδάτωση έχει μέση ημερήσια συγκέντρωση στερεών μεγαλύτερη από 20% και είναι κατάλληλη ακόμη και για γεωργική χρήση σύμφωνα με την ΚΥΑ 80568/4225/91 (ΦΕΚ 641Β/7-8-91).

Τα υποπροϊόντα που προκύπτουν από τη διαδικασία επεξεργασίας (όπως η αφυδατωμένη ιλύς, τα εσχαρίσματα, τα λίπη και η άμμος) υφίστανται υγειονομική επεξεργασία και στη συνέχεια μεταφέρονται με ευθύνη του Δήμου, στον χώρο διάθεσης των στερεών αποβλήτων του.

8.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η εγκατάσταση συνοπτικά περιλαμβάνει τις παρακάτω επιμέρους νέες μονάδες:

Νέο αντλιοστάσιο εισόδου,
Φρεάτιο μερισμού I (προς υφιστάμενη και νέα προεπεξεργασία),
Αγωγός bypass,
Νέα προεπεξεργασία λυμάτων,
Φρεάτιο μερισμού II (προς υφιστάμενη και νέα βιολογική επεξεργασία),
Λεπτοκοσκίνιση,
Μονάδα απόσμησης,
Νέα προεπεξεργασία βοθρολυμάτων,
Δεξαμενή εξισορρόπησης - προαερισμού λυμάτων και αντλιοστάσιο,
Δεξαμενή απονιτροποίησης,
Επαμφοτερίζουσα δεξαμενή απονιτροποίησης / αερισμού,
Δεξαμενή αερισμού και αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού (νιτρικών),
Δεξαμενές μεμβρανών (MBR),
Κτίριο φυσητήρων – ενέργειας,
Κτίριο εξυπηρέτησης μεμβρανών - αντλιοστάσια ιλύος,
Μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV),
Οικίσκος χλωρίωσης,
Δεξαμενή και πιεστικό νέο δίκτυο βιομηχανικού νερού,
Δεξαμενή μεταερισμού - νέο φρεάτιο φόρτισης,
Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος,
Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ιλύος και νέο συγκρότημα αφυδάτωσης,
Δεξαμενή και πιεστικό και νέο δίκτυο ύδρευσης – πυρόσβεσης,
Νέο δίκτυο και αντλιοστάσιο στραγγιδίων,
Οδοποιία,
Δίκτυο όμβριων και αντιπλημμυρική προστασία και τοίχος αντιστήριξης,
Περιμετρική φύτευση,
Μετεγκατάσταση υπόστεγων συντήρησης οχημάτων.

8.3. ΣΧΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για την συλλογή και την αρχική επεξεργασία των βοθρολυμάτων κατασκευάστηκε νέα μονάδα υποδοχής, αντίστοιχη με την υπάρχουσα, η οποία διαθέτει σύστημα εκκένωσης, λιθοπαγίδα, αυτόματη σχάρα και εξάμμωση. Τα εσχαρίσματα και η άμμος συγκεντρώνονται σε κοχλία ανάμιξης και μεταφοράς όπου προστίθεται άνυδρος ασβέστης για την απολύμανσή τους. Για τη διαδικασία αυτή έχει τοποθετηθεί και ειδικό δοσομετρικό σύστημα. Τα

βοθρολύματα που έχουν υποστεί προεπεξεργασία μεταφέρονται στη διαθέσιμη δεξαμενή εξισορρόπησης και προαερισμού όπου βρίσκεται και το υπάρχον αντλιοστάσιο εκκένωσης. Η διαδρομή του καταθλιπτικού αγωγού των βοθρολυμάτων τροποποιείται και προβλέπεται η κατασκευή νέου τμήματος για τη μεταφορά τους στο νέο αντλιοστάσιο ανύψωσης.

Τα λύματα του οικισμού διοχετεύονται, μέσω αγωγού βαρύτητας, στο υπάρχον αντλιοστάσιο εισόδου. Δίπλα σε αυτό το αντλιοστάσιο, το οποίο δεν επαρκεί για τις ανάγκες της περιοχής, έχει κατασκευαστεί νέο αντλιοστάσιο ανύψωσης που εξυπηρετεί όλη την εισερχόμενη ροή προς την ΕΕΛ.

Μετά το αντλιοστάσιο και εντός του κτιρίου της νέας προεπεξεργασίας, έχει προβλεφθεί φρεάτιο διανομής (Ι) της ροής τόσο προς την παλιά όσο και προς τη νέα μονάδα προεπεξεργασίας. Η διανομή γίνεται μέσω υπερχειλιστικών θυροφραγμάτων και ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το ποσοστό της ροής που θα κατευθυνθεί σε κάθε μονάδα, δεδομένου ότι η νέα προεπεξεργασία έχει τη δυναμικότητα να διαχειριστεί το σύνολο της εισερχόμενης παροχής στην εγκατάσταση.

Από το φρεάτιο Ι υπάρχει επίσης η δυνατότητα πλήρους εκτροπής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης όπου τα λύματα κατευθύνονται προς την έξοδο του νέου φρεατίου φόρτισης. Στην είσοδο του φρεατίου μερισμού Ι καταλήγουν επίσης τα στραγγίδια, τα οποία μεταφέρονται μέσω του αντίστοιχου νέου αντλιοστασίου.

Από την έξοδο του φρεατίου μερισμού Ι, τα λύματα κατευθύνονται στη νέα μονάδα προεπεξεργασίας, η οποία αποτελείται από δύο συμπαγή

συστήματα εσχάρωσης (με άνοιγμα 6 mm), εξάμμωσης και λιποσυλλογής, που διαθέτουν επίσης ενσωματωμένες στατικές σχάρες παράκαμψης. Τα δύο αυτά συστήματα, σε συνδυασμό, μπορούν να διαχειριστούν το σύνολο της εισερχόμενης ροής στην ΕΕΛ. Τα εσχαρίσματα, η άμμος και τα λίπη συλλέγονται σε ταινία και κοχλία ανάμιξης και μεταφοράς, όπου προστίθεται άνυδρος ασβέστης για την απολύμανσή τους. Για τη διαδικασία αυτή έχει εγκατασταθεί κατάλληλο δοσομετρικό σύστημα.

Μετά τα compact συστήματα, τα λύματα συλλέγονται σε ξεχωριστό φρεάτιο, το οποίο τροφοδοτεί την είσοδο του φρεατίου μερισμού II. Από εκεί, τα λύματα κατευθύνονται είτε στη νέα είτε στην υπάρχουσα μονάδα βιολογικής επεξεργασίας. Η διανομή της ροής γίνεται μέσω υπερχειλιστικών θυροφραγμάτων και εφαρμόζεται όταν έχει επιλεγεί να περάσει όλη η εισερχόμενη ποσότητα λυμάτων από τη νέα μονάδα προεπεξεργασίας.

Στη συνέχεια, για το τμήμα της ροής που οδηγείται στον βιοαντιδραστήρα μεμβρανών, ακολουθεί η μονάδα λεπτοεσχάρωσης, η οποία αποτελείται από δύο λεπτοκόσκινα με άνοιγμα 2 mm. Τα λεπτοεσχαρίσματα μεταφέρονται στα ήδη

αναφερόμενα συστήματα ταινίας και κοχλία για ανάμιξη και υγειονομική επεξεργασία.

Όλος ο παραπάνω εξοπλισμός καθώς και τα φρεάτια μερισμού, στεγάζονται στο νέο κτίριο προεπεξεργασίας.

Στη συνέχεια, τα λύματα που έχουν υποστεί προεπεξεργασία οδηγούνται στη δεξαμενή εξισορρόπησης, η οποία είναι εξοπλισμένη με αντλίες και υποβρύχιους αεριστήρες για προαερισμό και ανάδευση. Η δεξαμενή αυτή συμβάλλει στην εξομάλυνση τυχόν αιχμών στη ροή ώστε ο βιοαντιδραστήρας μεμβρανών που ακολουθεί να τροφοδοτείται με όσο το δυνατόν πιο σταθερή παροχή. Επιπλέον, η δεξαμενή διαθέτει επαρκή χωρητικότητα για την αποθήκευση των λυμάτων σε περίπτωση που απαιτείται συντήρηση της υπάρχουσας μονάδας βιολογικής επεξεργασίας. Τα λύματα ανυψώνονται προς τον βιοαντιδραστήρα μεμβρανών μέσω του νέου αντλιοστασίου εξισορρόπησης.

Έπειτα, τα λύματα που έχουν υποστεί προεπεξεργασία μεταφέρονται στη δεξαμενή εξισορρόπησης, η οποία είναι εξοπλισμένη με αντλίες και υποβρύχιους αεριστήρες για προαερισμό και ανάδευση. Η δεξαμενή αυτή βοηθά στην εξομάλυνση των διακυμάνσεων της ροής, ώστε ο βιοαντιδραστήρας μεμβρανών που ακολουθεί να λαμβάνει όσο το δυνατόν πιο σταθερή παροχή. Επιπλέον, προσφέρει επαρκή αποθηκευτική χωρητικότητα για περιπτώσεις συντήρησης της υπάρχουσας βιολογικής μονάδας. Τέλος, τα λύματα ανυψώνονται προς τον βιοαντιδραστήρα μεμβρανών μέσω του

νέου αντλιοστασίου εξισορρόπησης.

Στη

βιολογική επεξεργασία πραγματοποιούνται η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου, η νιτροποίηση, η σταθεροποίηση της ιλύος (μέσω αερόβιων δεξαμενών) και η απονιτροποίηση (σε ανοξικές δεξαμενές). Η βιολογική μονάδα περιλαμβάνει διαδοχικά: ανοξική δεξαμενή για απονιτροποίηση, επαμφοτερίζουσα δεξαμενή που μπορεί να λειτουργεί είτε ως ανοξική είτε ως αερισμού, και δεξαμενή αερισμού/νιτροποίησης.

Στην ανοξική ζώνη κατευθύνεται η ανακυκλοφορία ενεργού ιλύος από τις μεμβράνες (ή εναλλακτικά στην αερόβια ζώνη), καθώς και η ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού/νιτρικών. Η επαμφοτερίζουσα ζώνη λειτουργεί ως ανοξική κατά τους χειμερινούς μήνες και ως αεριζόμενη το καλοκαίρι, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Η ανάδευση του ανάμικτου υγρού στην ανοξική και στην επαμφοτερίζουσα δεξαμενή (όταν λειτουργεί ως ανοξική) πραγματοποιείται με υποβρύχιους αναδευτήρες οριζόντιου άξονα.

Ως

μέθοδος αερισμού στις σχετικές δεξαμενές (τόσο στην αεριζόμενη όσο και στην επαμφοτερίζουσα όταν λειτουργεί ως αερόβια) έχει επιλεγεί η χρήση δικτύου διαχυτών λεπτής φυσαλίδας. Το σύστημα αυτό τροφοδοτείται από τρεις φυσητήρες που βρίσκονται στο κτίριο φυσητήρων. Η παροχή αέρα ελέγχεται με τη βοήθεια inverters και με βάση τις μετρήσεις διαλυμένου οξυγόνου στον βιοαντιδραστήρα. Επιπλέον, οι συστοιχίες των διαχυτών έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν να ανυψώνονται εύκολα για επισκευές, όποτε αυτό απαιτείται.

Στο τέλος κάθε δεξαμενής

αερισμού τοποθετείται αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού, το οποίο επιστρέφει τα νιτρικά στην ανοξική ζώνη.

Μετά τη βιολογική επεξεργασία, τα λύματα οδηγούνται στις δεξαμενές μεμβρανών μέσω φρεατίου διανομής και ηλεκτροκίνητων θυροφραγμάτων. Υπάρχουν τρεις γραμμές μεμβρανών, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με επίπεδες μεμβράνες

υπερδιήθησης (flat membranes). Η εκροή των καθαρών υδάτων πραγματοποιείται με λοβοειδείς αντλίες διηθήματος ώστε να γίνεται ελεγχόμενη απομάκρυνση από το σύστημα.

Για τον καθαρισμό των μεμβρανών προβλέπονται διαδικασίες με αέρα (μέσω φυσητήρων), πλύσεις και χημικός καθαρισμός με διαλύματα υποχλωριώδους νατρίου και κιτρικού οξέος. Όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη λειτουργία των συστημάτων μεμβρανών είναι εγκατεστημένος στο αντίστοιχο κτίριο.

Η ιλύς

(βιομάζα) ανακυκλοφορείται με αντλίες στην είσοδο της βιολογικής επεξεργασίας, ενώ σε περιόδους αυξημένης ροής ο λόγος ανακυκλοφορίας φτάνει έως και τρεις φορές την εισερχόμενη παροχή. Η περίσσεια ιλύος απομακρύνεται προς τη μονάδα επεξεργασίας ιλύος μέσω ανεξάρτητου αντλιοστασίου.

Τα επεξεργασμένα

λύματα που εξέρχονται από τις δεξαμενές μεμβρανών κατευθύνονται στα κανάλια απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Στη συνέχεια, τα απολυμασμένα λύματα συγκεντρώνονται στη δεξαμενή βιομηχανικού νερού και από εκεί είτε μεταφέρονται στη δεξαμενή χλωρίωσης όπου γίνεται επιπλέον προσθήκη χλωρίου και ανάμιξη με τα επεξεργασμένα λύματα της υπάρχουσας εγκατάστασης είτε οδηγούνται απευθείας στη δεξαμενή μεταερισμού. Για τη χλωρίωση όλης της παροχής προβλέπονται δοχείο αποθήκευσης και δοσομετρικές αντλίες που τροφοδοτούν διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl).

Όλη η εκροή συγκεντρώνεται σε δεξαμενή μεταερισμού, η οποία διαθέτει αντλία (υποβρύχιο αεριστήρα) για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με διαλυμένο οξυγόνο, ώστε να επιτυγχάνεται το προβλεπόμενο όριο. Στη συνέχεια, τα πλήρως επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο νέο φρεάτιο φόρτισης και από εκεί, μέσω σίφωνα, μεταφέρονται σε κατάλληλο σημείο του υφιστάμενου αγωγού διάθεσης. Αυτόνομα πιεστικά συγκροτήματα εγκαθίστανται τόσο για τη χρήση βιομηχανικού νερού όσο και για την ύδρευση και την πυρόσβεση, αντλώντας νερό από τη δεξαμενή βιομηχανικού νερού και τη δεξαμενή ύδρευσης αντίστοιχα.

Η περίσσεια ιλύος αντλείται μέσω ειδικών αντλιών είτε προς τον υπάρχοντα παχυντή βαρύτητας είτε προς τη νέα δεξαμενή αποθήκευσης, η οποία είναι εξοπλισμένη με αντλία-υποβρύχιο αεριστήρα και συμβάλλει στη ρύθμιση της συλλογής και της επεξεργασίας της παραγόμενης ιλύος.

Από τη δεξαμενή αποθήκευσης, η σταθεροποιημένη ιλύς αντλείται με αντλίες θετικής εκτόπισης προς τον νέο φυγοκεντρικό διαχωριστή όπου συμπυκνώνεται σε τουλάχιστον 20% στερεά. Για την λειτουργία του νέου φυγοκεντρητή εγκαθίσταται επίσης νέο σύστημα προετοιμασίας και δοσομέτρησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Επιπλέον, έχει προβλεφθεί διασύνδεση του νέου φυγοκεντρητή με το σύστημα αναρρόφησης των αντλιών παχυμένης ιλύος δίπλα στον υπάρχοντα παχυντή.

Η αφυδατωμένη ιλύς που παράγεται από τους δύο φυγοκεντρητές (τον υπάρχοντα και τον νέο) απομακρύνεται με τη χρήση νέου μεταφορικού κοχλία, φορτώνεται σε container και μεταφέρεται για τελική διάθεση. Ολόκληρη η μονάδα επεξεργασίας της ιλύος στεγάζεται στο υφιστάμενο κτίριο επεξεργασίας ιλύος.

Τα στραγγίδια που προκύπτουν από τις διάφορες νέες μονάδες της ΕΕΛ μεταφέρονται μέσω νέου δικτύου στραγγιδίων στον χώρο του υπάρχοντος αντλιοστασίου, όπου κατασκευάζεται νέο αντλιοστάσιο σε επαφή με το υφιστάμενο, με το οποίο υπάρχει επικοινωνία. Οι νέες αντλίες στραγγιδίων προωθούν το αντίστοιχο ποσοστό της παροχής (όπως αυτό προκύπτει από τη νέα μονάδα) στην είσοδο του φρεατίου μερισμού Ι, στον χώρο της προεπεξεργασίας.

Έχει εγκατασταθεί κεντρική

μονάδα απόσμησης, η οποία καλύπτει την υπάρχουσα δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων, το συγκρότημα βοθρολυμάτων, το νέο κτίριο προεπεξεργασίας, τη νέα δεξαμενή εξισορρόπησης λυμάτων, το υφιστάμενο κτίριο αφυδάτωσης και τον χώρο αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος. Το σύστημα απόσμησης περιλαμβάνει βιόφιλτρο, πύργο εφύγρανσης καθώς και δεξαμενή και αντλίες για την ανακυκλοφορία.

Στην εγκατάσταση περιλαμβάνεται το νέο κτίριο ενέργειας, το οποίο στεγάζει τον υποσταθμό τάσης, τον μετασχηματιστή και το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος καθώς και το νέο κτίριο συνεργείου και αποθήκης. Επιπλέον, το έργο περιλαμβάνει διάφορες βοηθητικές υποδομές όπως το εσωτερικό οδικό δίκτυο, τα δίκτυα ύδρευσης, βιομηχανικού νερού, άρδευσης και πυρόσβεσης, την περιμετρική φύτευση, την επέκταση της περίφραξης στους νέους χώρους, την κατασκευή αντιπλημμυρικού τοιχίου αντιστήριξης καθώς και την μετεγκατάσταση των υπόστεγων συντήρησης οχημάτων.

8.4. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για την κατασκευή της εγκατάστασης αξιοποιήθηκαν όλοι οι διαθέσιμοι ελεύθεροι χώροι. Η τοποθέτηση των δεξαμενών επεξεργασίας στον συνολικό διαθέσιμο χώρο διασφαλίζει την εύκολη πρόσβαση σε όλα τα δομικά στοιχεία και τον εξοπλισμό, διευκολύνοντας τις εργασίες παρακολούθησης, ελέγχου και συντήρησης της λειτουργίας.

Το νέο αντλιοστάσιο κατασκευάστηκε σε επαφή με το υφιστάμενο, στο νοτιοδυτικό άκρο της εγκατάστασης. Παράλληλα, η υπάρχουσα οδοποιία επεκτείνεται ώστε να φτάνει σε στάθμη περίπου +7,20 m, εξασφαλίζοντας έτσι απρόσκοπτη πρόσβαση στο νέο αντλιοστάσιο.

Τμήμα της νότιας πλευράς, πλάτους περίπου 8 m, στην περιοχή από την υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων έως και την είσοδο αξιοποιήθηκε για την κατασκευή του βιόφιλτρου, της δεξαμενής ύδρευσης και του κτιρίου προεπεξεργασίας. Η δεξαμενή εξισορρόπησης χωροθετήθηκε στη θέση των υπόστεγων συντήρησης οχημάτων, τα οποία μετεγκαταστάθηκαν στο βορειοανατολικό άκρο, σε επαφή με χώρο μελλοντικής άρδευσης. Σε συνέχεια της δεξαμενής εξισορρόπησης κατασκευάστηκε το κτίριο φυσητήρων – ενέργειας.

Στην ανατολική πλευρά της εγκατάστασης, απέναντι από το υφιστάμενο κτίριο αφυδάτωσης, βρίσκονται το συγκρότημα βιολογικής επεξεργασίας, οι δεξαμενές μεμβρανών και το κτίριο εξυπηρέτησης των μεμβρανών. Απέναντι από το κτίριο των μεμβρανών έχει τοποθετηθεί το νέο κτίριο αποθήκης - συνεργείου.

Δίπλα στην υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης, προς τα ανατολικά, χωροθετείται το συγκρότημα των δεξαμενών απολύμανσης UV, η δεξαμενή βιομηχανικού νερού και ο οικίσκος χλωρίωσης. Συνεχίζοντας προς τα βορειοανατολικά, στην περιοχή της βιολογικής επεξεργασίας και των δεξαμενών μεμβρανών, τοποθετούνται η δεξαμενή μεταερισμού και το νέο φρεάτιο φόρτισης.

Δίπλα στο κτίριο αφυδάτωσης και σε απόσταση ενός μέτρου από αυτό, τοποθετείται η νέα δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος. Στον χώρο ανάμεσα στο υφιστάμενο κτίριο αφυδάτωσης και το συγκρότημα απολύμανσης προβλέπεται μελλοντικά να εγκατασταθούν η μονάδα διύλισης και η επέκταση της μονάδας απολύμανσης, στο πλαίσιο της αναβάθμισης της υπάρχουσας εγκατάστασης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τις εργασίες επέκτασης δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ασφαλή απομάκρυνση των ομβρίων, μέσω κατάλληλης διαμόρφωσης και κλίσεων του οδικού δικτύου.

Τα βασικά κριτήρια επιλογής στο σχήμα επεξεργασίας των λυμάτων, δεδομένων των χαρακτηριστικών και των ιδιαιτεροτήτων της περιοχής μελέτης, ήταν:

- Η ολοκληρωμένη και άρτια τεχνικά πρόταση του συστήματος, η προσαρμογή του στις σύγχρονες διεθνείς τεχνολογικές εξελίξεις, η αξιοπιστία του συνολικού σχεδιασμού καθώς και η διασφάλιση της τήρησης των ορίων διάθεσης.

- Η μείωση του λειτουργικού κόστους, που αφορά κυρίως τη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, την απλότητα στη λειτουργία καθώς και τη μείωση των εξόδων συντήρησης και του απαιτούμενου προσωπικού.

- η περιβαλλοντική και αισθητική εναρμόνιση της εγκατάστασης με τον περιβάλλοντα χώρο (χαμηλές μονάδες, δενδροφύτευση, αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μονάδων, κλπ.),

- η μείωση του παραγόμενου θορύβου και ο εκμηδενισμός της κάθε είδους όχλησης στην γύρω περιοχή.

- η μείωση της έκτασης που καταλαμβάνεται αναλογικά με την διατιθέμενη και σε συνδυασμό με την λειτουργικότητα των μονάδων και την εύκολη πρόσβαση για συντήρηση.

- η ποιότητα, η βιομηχανική στάθμη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προσφερόμενου εξοπλισμού, η προσφορά εφεδρείας και ανταλλακτικών.

- Η διασφάλιση της αισθητικής του τοπίου, ώστε η εγκατάσταση να εντάσσεται ομαλά στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, αποφεύγοντας την οπτική

ρύπανση και την υποβάθμιση του χώρου με τον οποίο συνδέεται.

Βασικά στοιχεία για τον σχεδιασμό της συγκεκριμένης εγκατάστασης ήταν:

Συνολικός σχεδιασμός: όλη η εγκατάσταση, τόσο τα έργα πολιτικού μηχανικού όσο και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, έχει διαστασιολογηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των συμβατικών τευχών και τις προδιαγραφές λειτουργίας του επιλεγμένου συστήματος μεμβρανών. Το σύστημα επεξεργασίας έχει σχεδιαστεί με υψηλό βαθμό ευελιξίας, ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις αναπόφευκτες αιχμές και τις εποχιακές μεταβολές της παροχής και του ρυπαντικού φορτίου των λυμάτων, καθώς και να δέχεται παροχές μεγαλύτερες από τις συμβατικά προβλεπόμενες προς τις νέες μονάδες.

Εφεδρείες: Στις μονάδες που εγκαθίστανται σχάρες, αντλίες και φυσητήρες έχει υπολογιστεί η απαραίτητη εφεδρεία.

Μονάδα βοθρολυμάτων: Το νέο συμπαγές συγκρότημα προεπεξεργασίας έχει εγκατασταθεί σε κατάλληλη θέση για την εκκένωση των βυτίων, λαμβάνοντας υπόψη και τη θέση του υφιστάμενου συστήματος. Η εκκένωση της δεξαμενής βοθρολυμάτων έχει ανασχεδιαστεί, με τον καταθλιπτικό αγωγό να κατευθύνεται πλέον προς το αντλιοστάσιο εισόδου.

Αντλιοστάσιο εισόδου: λόγω της αδυναμίας των υφιστάμενων αντλιών να ανταποκριθούν στη συνολική παροχή αιχμής και στο απαιτούμενο μανομετρικό, κατασκευάστηκε νέο αντλιοστάσιο σε άμεση επαφή και επικοινωνία με το υπάρχον. Το νέο αντλιοστάσιο αναλαμβάνει τη διαχείριση της συνολικής εισερχόμενης παροχής στην ΕΕΛ, καθιστώντας τις υφιστάμενες αντλίες και τις σχετικές διασυνδέσεις εφεδρικές. Επιπλέον, στον υφιστάμενο υγρό θάλαμο εγκαταστάθηκε αναδευτήρας για την αποφυγή συσσώρευσης καταλοίπων όταν οι υφιστάμενες αντλίες δεν λειτουργούν.

Μερισμοί παροχών: Μερισμοί γίνονται σε δύο σημεία. Στο φρεάτιο I πραγματοποιείται ο μερισμός προς την υπάρχουσα και την νέα προεπεξεργασία. Υπάρχει η δυνατότητα (κατ'επιλογήν του χειριστή της μονάδας) της διοχέτευσης του συνόλου της παροχής προς την καινούργια μονάδα προεπεξεργασίας. Στο φρεάτιο II πραγματοποιείται ο μερισμός προς την υφιστάμενη και την νέα βιολογική επεξεργασία (και την ανάντη αυτής λεπτοκοσκίνιση), ο οποίος υλοποιείται κυρίως στο σενάριο που το σύνολο της παροχής έχει διέλθει προηγουμένως από τη νέα προεπεξεργασία.

Γενική παράκαμψη: με την εγκατάσταση του νέου αντλιοστασίου καθίσταται εφικτή η κατασκευή γενικού αγωγού bypass από το φρεάτιο μερισμού I προς το νέο φρεάτιο φόρτισης, επιπλέον των συμβατικά προβλεπόμενων. Η παράκαμψη αυτή προορίζεται να χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε περιπτώσεις εξαιρετικά έκτακτης ανάγκης και είναι εξοπλισμένη με θυρόφραγμα που διαθέτει κλειδαριά στην κλειστή θέση, για την ασφαλή λειτουργία και έλεγχο.

Νέα μονάδα προεπεξεργασίας: στην μονάδα και συγκεκριμένα στην είσοδο του φρεατίου μερισμού I, συγκεντρώνονται τα λύματα και τα βοθρολύματα από το νέο αντλιοστάσιο εισόδου μαζί με τα στραγγίδια που προέρχονται από τις αντίστοιχες νέες αντλίες. Κατόπιν επιλογής του χειριστή και παρά την ύπαρξη δυνατότητας μερισμού ανάντη, μπορεί ολόκληρη η εισερχόμενη παροχή στην ΕΕΛ να διοχετευτεί στη νέα μονάδα, παρακάμπτοντας την υφιστάμενη προεπεξεργασία. Για αυτές τις παροχές λαμβάνεται κατά προσέγγιση υπόψη η παροχή των αντλιών και η δυσμενής περίπτωση όπου η συνολική αιχμή της εγκατάστασης συμπίπτει με τη λειτουργία των αντλιών στραγγιδίων. Με αυτόν τον τρόπο αποτυπώνεται η πραγματική παροχή αιχμής που θα δεχθεί η νέα μονάδα προεπεξεργασίας.

Τα δύο compact συγκροτήματα προεπεξεργασίας έχουν συνολική δυναμικότητα $955 \text{ m}^3/\text{h}$ (ήτοι 33% μεγαλύτερη από την συνολικά προδιαγραφόμενη για αυτά των $760 \text{ m}^3/\text{h}$). Η εγκατάσταση έχει σχεδιαστεί με μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας, εξασφαλίζοντας ασφάλεια σε έκτακτες καταστάσεις και σημαντική εφεδρεία πέρα από τις συμβατικές απαιτήσεις. Ως αποτέλεσμα, το ποσοστό των παροχών που μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία στον νέο βιοαντιδραστήρα ξεπερνά κατά πολύ το 1/3 που προβλέπεται συμβατικά.

Λεπτοεσχάρωση: Ολοκληρωμένος σχεδιασμός έχει γίνει για την μελλοντική εγκατάσταση τρίτου λεπτοκόσκινου, ώστε να διασφαλίζεται ότι αυτή θα μπορεί να υλοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή με ευκολία και χωρίς επιπλοκές.

Υγιεινοποίηση παραπροϊόντων: εγκαθίστανται δύο ξεχωριστές γραμμές για την ανάμιξη και υγιεινοποίηση, μία για τα λύματα και μία για τα βοθρολύματα. Η διάταξη και η λειτουργία των κοχλιών έχουν σχεδιαστεί με απόλυτη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. Στα βοθρολύματα εφαρμόζεται κλειστό σύστημα, ώστε να αποφεύγονται οχλήσεις και ανεπιθύμητες οσμές.

Κτίριο νέας προεπεξεργασίας: Εγκαθίσταται ειδική γερανογέφυρα που εξασφαλίζει την εύκολη απομάκρυνση των compact μονάδων προεπεξεργασίας και των λεπτοκόσκινων για ανάγκες επισκευής ή

συντήρησης.

Δεξαμενή εξισορρόπησης: η δεξαμενή εξισορρόπησης επιτρέπει τη ρύθμιση μιας σταθερής παροχής προς τον βιοαντιδραστήρα μεμβρανών. Επιπλέον, λειτουργεί ως προσωρινός αποθηκευτικός χώρος για μέρος των παροχών, ειδικά όταν ολόκληρη η χειμερινή παροχή κατευθύνεται για πλήρη επεξεργασία στη νέα μονάδα βιολογικής επεξεργασίας, όπως συμβαίνει κατά τη διάρκεια συντήρησης της υπάρχουσας μονάδας.

Προαερισμός εξισορρόπησης: έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες - υποβρύχιοι αεριστήρες τύπου flow jet, ώστε να επιτυγχάνεται έτσι η απαραίτητη ανάδευση και ο προαερισμός ενώ υπάρχει και επιπλέον εφεδρική αντλία στην αποθήκη.

Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας: κατά τον σχεδιασμό της εγκατάστασης, είχαν ληφθεί υπόψη ικανοποιητικές παράμετροι λειτουργίας για όλες τις φάσεις του έργου, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις του συστήματος μεμβρανών. Επιπλέον, σε ξεχωριστά υπολογιστικά σενάρια έχουν ενσωματωθεί οι ημερήσιες επιστροφές στραγγιδίων (παροχές και φορτία), ώστε να διασφαλιστεί πληρέστερη αντιμετώπιση των συνθηκών λειτουργίας.

Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας: Η νέα γραμμή βιολογικής επεξεργασίας με μεμβράνες είναι ικανή να δεχθεί και να επεξεργαστεί αποτελεσματικά ακόμη και αυξημένες παροχές σε σύγκριση με τα συμβατικά δεδομένα καθώς και αυξημένα φορτία, διατηρώντας τις ίδιες συγκεντρώσεις με τις καθιερωμένες. Συγκεκριμένα, σε υγιεινολογικά σενάρια που θα παρουσιάσουμε, επιτυγχάνεται πλήρης επεξεργασία στις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

α) χειμερινή περίοδος: $3.500 \text{ m}^3/\text{d}$, τα οποία είναι η συνολική μέση ημερήσια παροχή που δέχεται όλη η ΕΕΛ ($4.100 \text{ m}^3/\text{d}$), μειωμένη κατά την χωρητικότητα της δεξαμενής εξισορρόπησης που στην περίπτωση αυτή χρησιμεύει για

προσωρινή αποθήκευση μιας ημέρας (600 m^3). Το σενάριο αυτό αφορά και την περίπτωση συντήρησης της υφιστάμενης βιολογικής επεξεργασίας και διαχείρισης του συνόλου της χειμερινής παροχής μέσω των νέων έργων.

β) θερινή περίοδος: $4.200 \text{ m}^3/\text{d}$, τα οποία είναι το ήμισυ της συνολικής μέσης ημερήσιας παροχής που δέχεται όλη η ΕΕΛ ($8.400 \text{ m}^3/\text{d}$). Δίνεται η σαφής δυνατότητα στον χειριστή της ΕΕΛ να διοχετεύσει τη μισή ημερήσια παροχή στη νέα μονάδα (σε σχέση με το συμβατικό 1/3) και να παράγει εκροή σημαντικά βελτιωμένη σύμφωνα με τις νέες τεχνολογίες αυτής.

Βάσει των παραπάνω, το ποσοστό των παροχών που μπορεί να κατευθυνθεί προς επεξεργασία στον νέο βιοαντιδραστήρα κατά τη διάρκεια όλων των εποχιακών περιόδων υπερβαίνει σημαντικά τα αντίστοιχα συμβατικά αναφερόμενα μεγέθη.

Ανοξική ζώνη: Ο απαιτούμενος ανοξικός όγκος στα διάφορα σενάρια προκύπτει με αυστηρά όρια αζώτου στην εκροή: 10 mg/l ολικό, 2 mg/l αμμωνιακό σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους, 7 mg/l νιτρικά, 1 mg/l οργανικό. Κατά την χειμερινή περίοδο θα συμμετέχει στον ανοξικό όγκο και η επαμφοτερίζουσα ζώνη ώστε να διασφαλίζονται τα παραπάνω μεγέθη.

Επαμφοτερίζουσα ζώνη: Θα επιλέγεται ο τρόπος λειτουργίας της εποχιακά αλλά βέβαια και σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Ανακυκλοφορία νιτρικών: στο πλαίσιο του σχεδιασμού, επιλέγεται η άντληση ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού για την παροχή νιτρικών στην απονιτροποίηση, ως συμπλήρωμα στα νιτρικά που επιστρέφουν μέσω της ανακυκλοφορίας ιλύος από τις δεξαμενές μεμβρανών. Η ανακυκλοφορία έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τα δυσμενέστερα σενάρια με αυξημένες παροχές και φορτία και, σε συνδυασμό με το 300% της ανακυκλοφορίας των μεμβρανών, προσφέρει συνολική δυνατότητα που υπερβαίνει το 1000% της συμβατικής εισερχόμενης παροχής.

Αερισμός: η διάταξη των διαχυτών έχει σχεδιαστεί ώστε να καλύπτει ομοιόμορφα ολόκληρη την επιφάνεια του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού και της επαμφοτερίζουσας ζώνης. Αυτή η πλήρης διάστρωση είναι προσαρμοσμένη τόσο στα χαρακτηριστικά των λυμάτων που επεξεργάζονται όσο και στη γεωμετρία των δεξαμενών, με στόχο την αποφυγή νεκρών ζωνών όπου δεν επιτυγχάνεται επαρκής ανάδευση καθώς και την αποτροπή ασύμμετρης κατανομής οξυγόνου. Το σύστημα αερισμού έχει σχεδιαστεί ώστε να καλύπτει τις ανάγκες οξυγόνωσης ακόμα και σε σενάρια αυξημένων παροχών και φορτίων, διασφαλίζοντας έτσι την αποτελεσματική λειτουργία της δεξαμενής.

Φυσητήρες - διαχυτές: Εξασφαλίζεται υψηλό επίπεδο ασφάλειας στην οξυγονωτική ικανότητα, προσαρμοσμένο στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του έργου. Η αυξημένη εφεδρεία του συστήματος αερισμού – όπως αποτυπώνεται στα θερινά δεδομένα με συντελεστή α 0,542, επιπλέον 30% στην υπολογισμένη οξυγόνωση, 6% στο υπολογισμένο μανομετρικό των φυσητήρων και σημαντικά περιθώρια στην παροχή των διαχυτών – προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία στους χειριστές της ΕΕΛ κατά τη λειτουργία και διαχείριση της εγκατάστασης.

Επιπλέον των παραπάνω, η ποσότητα οξυγόνου που παρέχεται από τους φυσητήρες έκπλυσης των μεμβρανών δεν λαμβάνεται υπόψη ως

παρεχόμενη και, κατά συνέπεια, δεν αφαιρείται από την υπολογισμένη παροχή οξυγόνου που απαιτείται για τον βιολογικό καθαρισμό. Στη μελέτη, αυτή η ποσότητα εκτιμάται ότι καλύπτει τουλάχιστον το 7% των ημερήσιων αναγκών.

Φυσητήρες αερισμού: Επιλέγεται η τοποθέτηση 3 φυσητήρων (2 κύριοι + 1 εφεδρικός) για την καλύτερη αντιμετώπιση των κυμαινόμενων αναγκών αερισμού αλλά και για την ισομερή διάθεση στα εκάστοτε αεριζόμενα διαμερίσματα.

Ρυθμιση αέρα και οξυγόνου: ο σχεδιασμός του συστήματος επεξεργασίας εξασφαλίζει σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση και υψηλή απόδοση των εξοπλισμών που χρησιμοποιούνται, ενώ παράλληλα προσφέρει αποτελεσματική ανάμιξη του περιεχομένου των δεξαμενών, ομαλή λειτουργία και αυξημένη ευελιξία στην αντιμετώπιση των εποχιακών μεταβολών σε παροχές και φορτία. Επιπλέον, παρέχεται δυνατότητα εφεδρείας για προγραμματισμένη ή έκτακτη συντήρηση εντός των επιθυμητών χρονικών πλαισίων. Το σύστημα παροχής αέρα, σε συνδυασμό με το online σύστημα μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου και τους προβλεπόμενους αυτοματισμούς, διασφαλίζει την απαιτούμενη ευελιξία για την πιο οικονομική λειτουργία, μειώνοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με τη ζήτηση οξυγόνου κάθε εποχής. Σε περιόδους χαμηλών παροχών και φορτίων, οι φυσητήρες μπορούν να λειτουργούν σε μειωμένες στροφές μέσω των αντίστοιχων μετατροπών συχνότητας.

Δεξαμενές μεμβρανών: Στους υπολογισμούς των φορτίσεων και των αντλήσεων λαμβάνεται υπόψη ότι η μεμβράνη «ξεκουράζεται» για το 1/10 του συνολικού χρόνου. Σε κάθε περίπτωση, διατηρείται η συμβατική υδραυλική φόρτιση στις παροχές. Τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται είναι τα εξής:

α) Στους υπολογισμούς έχουν συμπεριληφθεί οι παροχές επιστροφής στραγγιδίων των νέων μονάδων.

β) Η ικανότητα του συστήματος ανέρχεται σε $355 \text{ m}^3/\text{h}$ (κατά 9,2% μεγαλύτερη από τη συμβατικά απαιτούμενη των $325 \text{ m}^3/\text{h}$). Η εγγύηση που παρέχεται από τον κατασκευαστή του συστήματος μεμβρανών αφορά τη δυνατότητα διέλευσης της ανωτέρω πραγματικής παροχής αιχμής.

γ) Έχει ελεγχθεί η επάρκεια στα σενάρια επεξεργασίας αυξημένων παροχών μέσω της νέας μονάδας, τα οποία προαναφέρθηκαν.

δ) Γίνεται σεβαστή η συμβατική απαίτηση για ικανοποίηση της φόρτισης για μέγιστη εβδομαδιαία παροχή με μία δεξαμενή εκτός λειτουργίας, όταν αυτή βρίσκεται σε καθεστώς καθαρισμού.

Το σύστημα των μεμβρανών είναι πλήρως πιστοποιημένο και αξιόπιστο και ολοκληρώνει την επιτυχή προσέγγιση του αντικειμένου.

Δεξαμενές μεμβρανών: Με βάση το (δ) παραπάνω, έχει επιλεχθεί η κατασκευή τριών δεξαμενών μεμβρανών με δώδεκα συστοιχίες έκαστη, οι οποίες λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτό γίνεται ώστε οι μεμβράνες να είναι πάντα σε υγρό εκτός των περιπτώσεων καθαρισμού και συντήρησης και να μην μένουν εκτός λειτουργίας. Με αυτήν τη λογική, για τις περιόδους χαμηλών φορτίσεων (χειμώνας) επιλέγεται η εναλλαγή των τριών γραμμών με λειτουργία των δύο εξ αυτών κυκλικά ώστε η εκάστοτε τρίτη να παραμένει εκτός λειτουργίας για μικρό χρονικό διάστημα.

Δεξαμενές μεμβρανών: Η διάταξη χαρακτηρίζεται από απόλυτη συμμετρία, με τρεις ακριβώς ίδιες γραμμές επεξεργασίας. Κάθε δεξαμενή μεμβρανών απομονώνεται μέσω ηλεκτροκίνητου θυρόφραγματος ανάντη ενώ η διάταξη και οι υπερχειλίσεις στο φρεάτιο μερισμού εξασφαλίζουν πλήρη και ομοιόμορφη κατανομή της ροής, επιτυγχάνοντας έτσι ισοκατανομή μεταξύ των γραμμών επεξεργασία.

Εξοπλισμός συστήματος μεμβρανών: η επιλογή τριών γραμμών επεξεργασίας συνεπάγεται την ύπαρξη τριών βασικών μηχανημάτων - ένα για κάθε δεξαμενή μεμβρανών - όσον αφορά τους φυσητήρες καθαρισμού, τις αντλίες ανακυκλοφορίας και τις αντλίες διηθημάτων. Επιπλέον, προβλέπονται εφεδρικά μηχανήματα ώστε να διασφαλίζεται η απαιτούμενη εφεδρεία, η οποία υπερβαίνει το 50% σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές: συγκεκριμένα, επιλέγεται 66,7% εφεδρεία για τους φυσητήρες και 100% για τις αντλίες. Όλος αυτός ο εξοπλισμός είναι εξοπλισμένος με μετατροπείς συχνότητας, που επιτρέπουν ευέλικτη και αποδοτική λειτουργία ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης.

Καθαρισμός μεμβρανών: Έχει επιλεγεί ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα χημικού καθαρισμού των μεμβρανών, το οποίο χαρακτηρίζεται από απλούς και εύκολους χειρισμούς. Το σύστημα περιλαμβάνει μεταγγίσσεις από παλετοδεξαμενές και μεγάλης χωρητικότητας δοχεία σε δοχείο χρήσης, το οποίο τροφοδοτεί τα συστήματα μεμβρανών, εξασφαλίζοντας έτσι την ομαλή και αποτελεσματική διαδικασία καθαρισμού.

Ανακυκλοφορία ιλύος: βάσει του σχεδιασμού, επιλέγεται η άντληση της ανακυκλοφορίας ιλύος για τη διατήρηση της συγκέντρωσης της βιομάζας. Αυτή η επιλογή προσφέρει σημαντικό ενεργειακό όφελος καθώς απαιτεί άντληση κατά $1 \times Q$ λιγότερη (όπου Q είναι η παροχή σχεδιασμού), δεδομένου ότι αφορά συνολική παροχή $3 \times Q$, σε σύγκριση με το $4 \times Q$ που θα απαιτούνταν αν γινόταν άντληση ολόκληρου του ανάντη ρεύματος των μεμβρανών με βαρυτικό ρεύμα ανακυκλοφορίας. Το ρεύμα τροφοδοσίας που εισέρχεται στις μεμβράνες με βαρύτητα είναι $4 \times Q$ ενώ κατά τις χειμερινές περιόδους μειωμένων φορτίων

μειώνεται σε $3 \times Q$, με αντίστοιχη ανακυκλοφορία $2 \times Q$, προσφέροντας ανάλογο ενεργειακό όφελος.

Ανακυκλοφορία ιλύος: έχουν επιλεχθεί αντλίες ξηρού τύπου με σκοπό να μην έρχεται σε επαφή το προσωπικό με το ανάμικτο υγρό, κατά την διαδικασία συντήρησης.

Απολύμανση UV: έχουν προβλεφθεί δύο ανεξάρτητα συστήματα, καθένα από τα οποία είναι ικανό να επεξεργαστεί την παροχή αιχμής που διέρχεται από τις μεμβράνες. Η στιγμιαία υδραυλική ικανότητα κάθε συστήματος έχει οριστεί με βάση την πραγματική εκροή διηθήματος, η οποία ανέρχεται σε $396 \text{ m}^3/\text{ώρα}$. Επιπλέον, προβλέπεται η συμβατικά απαιτούμενη δυνατότητα παράκαμψης της μονάδας, ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία σε περίπτωση ανάγκης.

Χλωρίωση: ο εξοπλισμός έχει σχεδιαστεί ώστε να προσφέρει υψηλό επίπεδο ασφάλειας απέναντι στον εισερχόμενο αριθμό κολοβακτηριοειδών από την υφιστάμενη μονάδα, συμπληρώνοντας παράλληλα την απόδοση των μεμβρανών στη νέα μονάδα. Επισημαίνεται ότι η εκροή από τις μεμβράνες και το σύστημα UV θεωρείται πλήρως απολυμασμένη, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση της σχετικής παράκαμψης με ασφάλεια.

Μεταερισμός: για να επιτευχθεί το όριο εκροής των 5 mg/l σε διαλυμένο οξυγόνο, όπως προβλέπεται από τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου, έχει σχεδιαστεί δεξαμενή μεταερισμού εξοπλισμένη με υποβρύχιο αεριστήρα. Η διαστασιολόγηση της δεξαμενής και του αεριστήρα γίνεται με βάση τη συνολική παροχή της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), με σκοπό να διασφαλίζεται η απαιτούμενη απόδοση.

Φρεάτιο φόρτισης: έχει επιλεγεί η μετατόπιση του φρεατίου, το οποίο αρχικά βρίσκεται στην υπό διευθέτηση κοίτη του ρέματος. Το νέο φρεάτιο φόρτισης τοποθετείται μετά τη δεξαμενή μεταερισμού και διαθέτει μεγαλύτερη επιφάνεια και ωφέλιμο όγκο σε σύγκριση με το υφιστάμενο. Επιπλέον, ανακατασκευάζεται τμήμα του δίδυμου αγωγού, ώστε να επιτρέπεται η διέλευσή του κάτω από την κοίτη του ρέματος μετά την ολοκλήρωση της διευθέτησής της.

Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος: η δεξαμενή διαθέτει χωρητικότητα που επιτρέπει την αποθήκευση της παραγόμενης λάσπης της νέας μονάδας για τουλάχιστον μία ημέρα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η δυνατότητα αποθήκευσης ιλύος κατά τα Σαββατοκύριακα και τις αργίες, σε συνδυασμό με τα αποδεκτά περιθώρια αύξησης των MLSS στον βιοαντιδραστήρα. Επιπλέον, η επιλογή να διοχετεύεται τμήμα της περίσσειας ιλύος της νέας μονάδας στον υφιστάμενο παχυντή βαρύτητας παρέχει μια εναλλακτική λύση εφεδρείας.

Συγκρότημα πάχυνσης - αφυδάτωσης: Η ιλύς της νέας μονάδας προς

επεξεργασία έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τα δυσμενέστερα σενάρια, με την επιλογή της απευθείας διοχέτευσής της χωρίς πάχυνση. Ο εγκατεστημένος φυγοκεντρητής καλύπτει τις απαιτήσεις ακόμη και σε περιπτώσεις αυξημένων παροχών και φορτίων. Η δυναμικότητά του ανέρχεται σε 26 m³/ώρα, σε σύγκριση με τα 10 m³/ώρα του υφιστάμενου φυγοκεντρητή, ενώ η διασύνδεσή του με τον υφιστάμενο παχυντή βαρύτητας επιτρέπει την εναλλακτική λειτουργία του για την επεξεργασία λάσπης και της υφιστάμενης μονάδας.

Χώρος αφυδατωμένης ιλύος: Ο χώρος έχει διαμορφωθεί και στεγαστεί κατά τρόπο που να επιτρέπει την εύκολη και άνετη είσοδο των φορτηγών αποκομιδής. Επιπλέον, σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου, στον ίδιο χώρο εφαρμόζεται πλήρης απόσμιση, διασφαλίζοντας την απομάκρυνση δυσάρεστων οσμών και τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας και περιβάλλοντος.

Απόσμιση: Προβλέπεται ένα κεντρικό σύστημα απόσμισης για όλους τους χώρους που απαιτείται η επεξεργασία του οσμηρού αέρα, δηλαδή για: compact συγκρότημα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων, δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων, νέο κτίριο προεπεξεργασίας λυμάτων, δεξαμενή εξισορρόπησης λυμάτων, υφιστάμενο κτίριο επεξεργασίας ιλύος, χώρο αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος. Η επιλογή αυτή έχει προφανή ενεργειακά και λειτουργικά πλεονεκτήματα. Για την παροχή διαβροχής και τα στραγγίδια (του βιόφιλτρου και του πύργου εφύγρανσης) προβλέπονται δεξαμενή και αντλία τροφοδοσίας για τη συνεχή ανακύκλωση νερού και την ανανέωση των απωλειών εξάτμισης. Οι αντλίες καλύπτουν την μέγιστη απαιτούμενη συμβατική παροχή.

Βιομηχανικό νερό: εγκαθίσταται πιεστικό συγκρότημα που εξυπηρετεί τις βασικές λειτουργίες του δικτύου, όπως η παροχή έκπλυσης για το φυγόκεντρο αφυδάτωσης, η έκπλυση των εσχαρισμάτων των μηχανημάτων διαχωρισμού και η ταυτόχρονη λειτουργία των παροχών άρδευσης στον χώρο της ΕΕΛ. Για την τροφοδοσία του δικτύου πυρόσβεσης και ύδρευσης προβλέπεται ξεχωριστό πιεστικό συγκρότημα, συνοδευόμενο από νέα δεξαμενή ύδρευσης, εξασφαλίζοντας έτσι την ανεξάρτητη και αξιόπιστη λειτουργία αυτών των κρίσιμων συστημάτων. Η λειτουργία των πιεστικών συγκροτημάτων βασίζεται σε αυτοματισμούς που διατηρούν την πίεση στο δίκτυο, ενεργοποιώντας τις αντλίες όταν η πίεση πέσει κάτω από προκαθορισμένα όρια και εναλλάσσοντας κυκλικά τη λειτουργία των αντλιών για ομοιόμορφη κατανομή του χρόνου λειτουργίας. Τα πιεστικά συγκροτήματα προστατεύονται από ξηρή λειτουργία μέσω φλοτεροδιακοπών και εγκαθίστανται σε στεγασμένους χώρους με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας ενώ οι συνδέσεις γίνονται με αντικραδασμικούς συνδέσμους για την αποφυγή μηχανικών τάσεων.

Υλικά κατασκευής εξοπλισμών: Εξαιτίας της υψηλής αγωγιμότητας και της μεγάλης συγκέντρωσης χλωριόντων στα εισερχόμενα λύματα, λαμβάνονται ειδικά μέτρα για τον εξοπλισμό που έρχεται σε επαφή με αυτά. Συγκεκριμένα, για αρκετά μηχανήματα, κυρίως στην προεπεξεργασία (όπως compact συγκροτήματα, λεπτοκόσκινα και θυροφράγματα), χρησιμοποιείται ανοξείδωτος χάλυβας τύπου AISI 316 ως υλικό κατασκευής.

Αγωγοί μονάδων επεξεργασίας: για τις υπόγειες συνδέσεις μεταξύ των μονάδων έχει επιλεγεί η χρήση αγωγών από PVC τύπου 6 atm, που αποτελεί βελτίωση σε σχέση με την παλαιότερη χρήση PVC-41, το οποίο δεν είναι κατάλληλο για τη μεταφορά υγρών υπό ελαφριά πίεση. Οι αγωγοί στραγγιδίων, που λειτουργούν με τη βαρύτητα, κατασκευάζονται από PVC-41. Επιπλέον, οι καταθλιπτικοί αγωγοί κατασκευάζονται από HDPE τρίτης γενιάς, ανθεκτικού σε πίεση έως 10 atm, ενώ οι εκτεθειμένοι αγωγοί είναι από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304.

Εξοπλισμοί: όλος ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται προέρχεται από γνωστούς και εξειδικευμένους κατασκευαστές υψηλής τεχνολογίας, οι οποίοι διαθέτουν εκτενή λίστα αναφορών στην ελληνική αγορά. Έχει επιλεγεί η χρήση εξοπλισμού από κοινή προέλευση ανά κατηγορία, ώστε να διευκολυνθεί η παρακολούθηση της λειτουργίας και η συντήρησή τους. Επιπλέον, όλος ο εξοπλισμός διαθέτει πιστοποίηση σύμφωνα με τις διαδικασίες ISO.

Θόρυβος: Έχει εξασφαλιστεί ότι ο θόρυβος παραμένει εντός των αποδεκτών ορίων για την υγιεινή και την ασφάλεια. Στα κτίρια έχουν εγκατασταθεί κατάλληλα ηχομονωτικά μέτρα, ενώ τα πιο θορυβώδη μηχανήματα, όπως οι φυσητήρες αερισμού, οι μεμβράνες και ο ανεμιστήρας απόσμησης, έχουν τοποθετηθεί μέσα σε ειδικούς ηχομονωτικούς κλωβούς.

Ηλεκτρολογική εγκατάσταση: Τα ηλεκτρολογικά έργα έχουν ολοκληρωθεί πλήρως, καλύπτοντας όλες τις τεχνικές προδιαγραφές, εξασφαλίζοντας τη σωστή λειτουργία του εξοπλισμού καθώς και τον έλεγχο και την επίβλεψη της εγκατάστασης.

Αυτοματισμός: Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να λειτουργεί ομαλά και χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Επιπλέον, έχει διασφαλιστεί ότι οι μονάδες συνεχίζουν να λειτουργούν κανονικά ακόμα και αν κάποιο όργανο μέτρησης σταματήσει να λειτουργεί.

Αντιπλημμυρική προστασία: Έχει σχεδιαστεί η διαμόρφωση του χώρου των εγκαταστάσεων με ενιαίο ταβάνι και κατάλληλες κλίσεις ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή απορροή των ομβρίων υδάτων προς σημεία εκροής που καταλήγουν στο υπό διαμόρφωση ρέμα.

9. ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

9.1. ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Έχει εγκατασταθεί ένα νέο σύστημα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων, το οποίο λειτουργεί παράλληλα με το υπάρχον. Το νέο σύστημα τοποθετήθηκε δίπλα στο παλιό, σε άμεση επαφή με τη δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων.

Τα βυτιοφόρα εκκενώνουν τα βοθρολύματα μέσω εύκαμπτου σωλήνα που συνδέεται απευθείας με το στόμιο του βυτιοφόρου. Η διάταξη εκκένωσης περιλαμβάνει έναν υπέργειο αγωγό με στόμιο εξοπλισμένο με

ταχυσύνδεσμο DN100. Ο χρόνος εκκένωσης για ένα βυτιοφόρο όγκου 15 m³ υπολογίζεται σε 10 λεπτά. Η εκκένωση πραγματοποιείται με μέγιστη συγκέντρωση βοθρολυμάτων 12.000 mg/l και με ελάχιστη υψομετρική διαφορά 500 mm μεταξύ της βάνας εξόδου του βυτιοφόρου και του ταχυσύνδεσμου, ώστε η εκκένωση να γίνεται με τη βοήθεια της βαρύτητας. Στον χώρο ελιγμών των βυτιοφόρων έχει προβλεφθεί κρουστός πλύσης, συνδεδεμένος με το δίκτυο βιομηχανικού νερού.

Μετά τον ταχυσύνδεσμο, τα βοθρολύματα περνούν μέσα από τη λιθοπαγίδα, η οποία διαθέτει στο κέντρο της μια σχάρα που εμποδίζει τη διέλευση λίθων, χονδρόκοκκων στερεών και μεταλλικών αντικειμένων προς την επόμενη διάταξη. Η εκκένωση της λιθοπαγίδας γίνεται ανάλογα με την ποσότητα των εισερχόμενων βοθρολυμάτων και των συσσωρευμένων λίθων συνήθως μία φορά την εβδομάδα. Επιπλέον, η λιθοπαγίδα είναι εξοπλισμένη με δικλείδα εκκένωσης και στράγγισης. Στη σωληνογραμμή εκκένωσης, πριν από τη λιθοπαγίδα, υπάρχει διάταξη δειγματοληψίας που επιτρέπει τη λήψη δειγμάτων μέσω χειροκίνητης δικλείδας.

Πριν από τη λιθοπαγίδα τοποθετείται ηλεκτροδικλείδα DN100, η οποία ελέγχει αυτόματα τη λειτουργία του συστήματος. Από την έξοδο της λιθοπαγίδας, τα βοθρολύματα κατευθύνονται προς το νέο συγκρότημα προεπεξεργασίας. Σε περίπτωση που ανάντη του συγκροτήματος ανιχνευτεί υψηλή στάθμη υγρού, η δικλείδα κλείνει σταδιακά, μειώνοντας την παροχή εισόδου ώστε να διευκολύνεται η απομάκρυνση των στερεών από την επιφάνεια της εσχάρωσης.

Το compact συγκρότημα διαθέτει μια περιστρεφόμενη κυλινδρική σχάρα με διάκενα 6 mm και διάμετρο 0,95 m. Τα βοθρολύματα διαπερνούν τη σχάρα από το εσωτερικό προς το εξωτερικό μέρος της. Τα εσχαρίσματα συμπιέζονται σε ποσοστό 35% και μεταφέρονται μέσω κοχλίας στον κοχλία μεταφοράς. Στο συγκρότημα υπάρχει επίσης εγκατεστημένος μετρητής διαφορικής στάθμης.

Μετά την εσχάρωση, τα βοθρολύματα κατευθύνονται στη μονάδα εξάμμωσης, η οποία έχει διαστάσεις 6,0 x 0,97 x 1,60 μέτρα. Η άμμος απομακρύνεται με τη βοήθεια δύο κοχλιών: ο πρώτος βρίσκεται στον πυθμένα της δεξαμενής και μεταφέρει την άμμο προς το άκρο της, ενώ ο δεύτερος, κεκλιμένος, παραλαμβάνει την άμμο μετά την σταδιακή αφυδάτωσή της και τη μεταφέρει στον κοινό κοχλία.

Το συγκρότημα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων είναι πλήρως κλειστό και διαθέτει στόμιο για την απομάκρυνση του δύσοσμου αέρα, το οποίο συνδέεται με αεραγωγό που οδηγεί στη μονάδα απόσμησης. Επιπλέον, έχει τοποθετημένες θυρίδες σε κατάλληλες θέσεις για τον έλεγχο, τον καθαρισμό και τη συντήρηση του εξοπλισμού.

Στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής εξάμμωσης υπάρχει χειροκίνητη βάνα που χρησιμοποιείται για την εκκένωση και τον καθαρισμό της διάταξης. Η εκκένωση αυτή καταλήγει στο δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ. Στην είσοδο της διάταξης έχουν τοποθετηθεί όργανα μέτρησης του pH και της αγωγιμότητας, τα οποία μεταδίδουν τις αντίστοιχες ενδείξεις στο κέντρο ελέγχου της ΕΕΛ.

Τα βοηθολύματα μεταφέρονται με τη βοήθεια της βαρύτητας από το σύστημα υποδοχής και προεπεξεργασίας στην υπάρχουσα δεξαμενή εξισορρόπησης και προαερισμού. Αυτή η δεξαμενή επιτρέπει την ταυτόχρονη εκκένωση πολλών βυτίων, την εξισορρόπηση και τον προαερισμό των βοηθολυμάτων με υψηλό φορτίο, καθώς και την ελεγχόμενη άντλησή τους προς την κύρια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ). Η δεξαμενή αυτή έχει ωφέλιμο όγκο περίπου 500 m³, είναι εξοπλισμένη με φυσητήρα αερισμού και αναδευτήρα, και συνδέεται με τη νέα μονάδα απόσμησης.

Αυτή τη στιγμή, τα εξισορροπημένα βοηθολύματα αντλούνται με υποβρύχιες αντλίες και κατευθύνονται προς την υπάρχουσα μονάδα προεπεξεργασίας. Οι δύο υποβρύχιες αντλίες που λειτουργούν (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική) έχουν παροχή 72 m³/ώρα και μανομετρικό ύψος 2,3 μέτρα.

Δεδομένου ότι η νέα μονάδα προεπεξεργασίας μπορεί να διαχειριστεί όλη την παροχή, αλλά το διαθέσιμο μανομετρικό ύψος δεν επαρκεί για τη μεταφορά των βοηθολυμάτων σε αυτήν, η διαδρομή του αγωγού τροποποιείται. Προστίθεται νέο τμήμα αγωγού Φ160 από HDPE-10 atm, το οποίο οδηγεί τα βοηθολύματα στο νέο αντλιοστάσιο εισόδου.

Επιπλέον, στον αγωγό εξόδου του συγκροτήματος εγκαθίσταται ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN100, για την παρακολούθηση της ροής των βοηθολυμάτων.

Γραμμή υγιεινοποίησης

Όλα τα παραπροϊόντα της νέας προεπεξεργασίας των βοηθολυμάτων, όπως τα εσχαρίσματα και η άμμος, συλλέγονται και οδηγούνται σε κοινή γραμμή υγιεινοποίησης. Συγκεκριμένα, συγκεντρώνονται σε έναν κοχλία ανάμιξης μήκους 4,20 μέτρων, όπου παράλληλα προστίθεται άνυδρος ασβέστης σε μορφή σκόνης. Η τελική απόρριψη των παραπροϊόντων γίνεται σε ειδικό κάδο.

Για την δοσομέτρηση του ασβέστη έχει εγκατασταθεί σύστημα με ικανότητα 50 kg/ώρα, το οποίο αποτελείται από: χοάνη χωρητικότητας

250 λίτρων, στροφείο ανάδευσης ισχύος 0,18 kW, κοχλία δοσομέτρησης μήκους 1 μέτρου και ισχύος 0,25 kW, καθώς και κοχλία έγχυσης ασβέστη μήκους 1 μέτρου και ισχύος 0,37 kW. Ο κοχλίας έγχυσης συνδέεται απευθείας με τον κοχλία μεταφοράς των εσχαρισμάτων.

9.2. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΥΨΩΣΗΣ

Τα λύματα φτάνουν στην ΕΕΛ μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού και καταλήγουν στο υφιστάμενο αντλιοστάσιο. Στο ίδιο αντλιοστάσιο καταλήγει και ο νέος καταθλιπτικός αγωγός Φ160 από HDPE-10, που προέρχεται από το αντλιοστάσιο βοθρολυμάτων. Στο υφιστάμενο αντλιοστάσιο λειτουργούν τρεις αντλίες (δύο κύριες και μία εφεδρική) καθεμία με παροχή 235,5 m³/ώρα και μανομετρικό ύψος 4,1 μέτρα. Ωστόσο, η συνολική τους απόδοση δεν επαρκεί για να καλύψει τις συμβατικές αιχμές φορτίου ενώ το μανομετρικό ύψος θεωρείται ανεπαρκές σε σχέση με την νέα χωροθέτηση της προεπεξεργασίας, που περιλαμβάνει και το φρεάτιο μερισμού Ι.

Έχει αποφασιστεί η κατασκευή νέου αντλιοστασίου, το οποίο θα βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση και επικοινωνία με το υπάρχον. Το νέο αντλιοστάσιο θα είναι ικανό να διαχειρίζεται ολόκληρο τον όγκο των εισερχόμενων παροχών στην ΕΕΛ και θα επιτρέπει τη διοχέτευσή τους προς τη νέα μονάδα επεξεργασίας.

ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΥΨΩΣΗΣ

Διαστάσεις επιφάνειας	4,0x2,20m
Βάθος υγρού μέγιστο/ελάχιστο	2,25/0,85m
Συνολικό μέγιστο βάθος	5,40m
Μέγιστος ωφέλιμος όγκος νέου Α/Σ	12,3m ³
Συνολικός ωφέλιμος όγκος Α/Σ	20,5m ³

Η σύνδεση των δύο θαλάμων γίνεται μέσω μιας οπής διαμέτρου 0,63 μέτρων, στην οποία έχει τοποθετηθεί ένα μικρό τμήμα αγωγού Φ630 από PVC-6 atm για να διασφαλιστεί η στεγανότητα. Με αυτόν τον τρόπο, οι δύο θάλαμοι λειτουργούν ως ένας ενιαίος ωφέλιμος όγκος αναρρόφησης για τις νέες αντλίες.

Το νέο αντλιοστάσιο διαθέτει αφαιρούμενο κάλυμμα, που διευκολύνει την

πρόσβαση, την εποπτεία και τον καθαρισμό του.

Εκεί έχουν εγκατασταθεί τέσσερις νέες υποβρύχιες αντλίες (τρεις κύριες και μία εφεδρική) με συνολική παροχή $925 \text{ m}^3/\text{ώρα}$ και μανομετρικό ύψος 9,5 μέτρα. Κάθε αντλία έχει ισχύ 13 kW, ενώ η συνολική απορροφώμενη ισχύς στο συγκεκριμένο σημείο λειτουργίας είναι 29,97 kW.

Όλες οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς συχνότητας (inverters) ισχύος 15 kW έκαστος, που επιτρέπουν την προσαρμογή της παροχής ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Κάθε αντλία διαθέτει στον αγωγό εξόδου της (DN250 από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304), πριν τη σύνδεσή του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό, συρτοδικλείδα και δικλείδα αντεπιστροφής. Αυτές οι δικλείδες είναι τοποθετημένες σε προσβάσιμο, παράπλευρο, ξηρό φρεάτιο δικλίδων. Ο κοινός αγωγός DN400 (εντός του κολλεκτέρ, κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304) οδηγείται σε παράπλευρο φρεάτιο όπου βρίσκεται ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN350. Στη συνέχεια, ο αγωγός μετατρέπεται σε σωλήνα Φ450 από HDPE-10 atm και καταλήγει στο φρεάτιο μερισμού Ι, που βρίσκεται ανάντη της νέας μονάδας προεπεξεργασίας.

Στον νέο καταθλιπτικό αγωγό, που βρίσκεται επί του κολλεκτέρ DN400 από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 στον χώρο του ξηρού φρεατίου δικλίδων, έχουν τοποθετηθεί όργανα μέτρησης pH και αγωγιμότητας. Ο μετρητής pH χρησιμοποιεί κοινό ενισχυτή με αυτόν που χρησιμοποιείται για τα βοθρολύματα.

Το φρεάτιο δικλίδων έχει τοποθετηθεί αμέσως μετά τον χώρο των αντλιών και περιλαμβάνει δικλείδες απομόνωσης, δικλείδες αντεπιστροφής, συλλέκτες και άλλα υδραυλικά εξαρτήματα. Είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ στην πλάκα του υπάρχει οπή καλυμμένη με γαλβανισμένη λαμαρίνα εν θερμώ.

Στον νέο θάλαμο έχουν εγκατασταθεί πέντε διακόπτες στάθμης για τον έλεγχο της λειτουργίας. Τα φλοτέρ αφορούν τις εξής λειτουργίες: υπερχειλίση (high), ξηρή λειτουργία (low) και εκκίνηση (start), με ένα διακόπτη εκκίνησης για κάθε λειτουργική αντλία.

Επίσης, υπάρχει και αναλογικό όργανο για την συνεχή μέτρηση στάθμης με υπερήχους.

Στον υπάρχοντα θάλαμο του αντλιοστασίου, για τις περιόδους που οι υφιστάμενες αντλίες δεν λειτουργούν (λαμβάνοντας υπόψη και την πιθανή σταδιακή ή άμεση κατάργηση/απόσυρσή τους), έχει εγκατασταθεί υποβρύχιος αναδευτήρας με τρία πτερύγια. Η διάμετρος της πτερωτής είναι 0,45 μέτρα, ο αριθμός στροφών 710 rpm, με εγκατεστημένη ισχύ 2,1 kW και απορροφώμενη ισχύ 1,5 kW. Η παρουσία αυτού του αναδευτήρα είναι απαραίτητη για την αποφυγή συσσώρευσης στερεών και τη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, καθώς ο θάλαμος χρησιμεύει και ως επιπλέον ωφέλιμος όγκος του νέου αντλιοστασίου.

Υπάρχει πρόβλεψη και για επιπλέον αγωγός DN50 από AISI 304, εξοπλισμένος με δικλείδα, με σκοπό την εκκένωση του συλλέκτη εντός του υγρού θαλάμου.

9.3. ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ Ι

Τα λύματα μεταφέρονται μέσω του νέου αντλιοστασίου ανύψωσης και του αγωγού Φ450 από HDPE-10 προς την είσοδο του φρεατίου μερισμού

Ι. Το φρεάτιο αποτελείται από τέσσερις θαλάμους: τον θάλαμο εισόδου, τον θάλαμο των φρεατίων φόρτισης, τον θάλαμο εκτροπής και τον θάλαμο τροφοδότησης των συγκροτημάτων προεπεξεργασίας.

Στον θάλαμο εισόδου καταλήγει επίσης ο καταθλιπτικός αγωγός Φ110 από HDPE-10 που προέρχεται από το αντλιοστάσιο

στραγγιδίων.

Τα λύματα

μεταφέρονται μέσω του νέου αντλιοστασίου ανύψωσης και του αγωγού Φ450 από HDPE-10 προς την είσοδο του φρεατίου μερισμού

Ι. Το φρεάτιο αποτελείται από τέσσερις θαλάμους: τον θάλαμο εισόδου, τον θάλαμο των φρεατίων φόρτισης, τον θάλαμο εκτροπής και τον θάλαμο τροφοδότησης των μονάδων προεπεξεργασίας.

Επιπλέον, στον θάλαμο εισόδου καταλήγει ο καταθλιπτικός αγωγός Φ110 από HDPE-10, που προέρχεται από το αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ Ι

Αριθμός θαλάμων	4
Διαστάσεις επιφανείας θαλάμου εισόδου	6,25x1,0m
Μέγιστο βάθος υγρού θαλάμου εισόδου	2,8/3,80m
Μέγιστο ωφέλιμος όγκος θαλάμου εισόδου	21,3m ³
Αριθμός φρεατίων φόρτισης	2+1
Διαστάσεις επιφάνειας κάθε φρεατίου φόρτισης	1,70 x 0,80m x 1,70m x 0,80m x 1,10m x 0,80m
Μέγιστο βάθος υγρού φρεατίων φόρτισης	2,80/3,80m
Μέγιστος ωφέλιμος όγκος φρεατίου φόρτισης	11,5m ³
Διαστάσεις επιφανείας θαλάμου εκτροπής	1,0 x 0,80m
Μέγιστο βάθος θαλάμου εκτροπής	3,80m
Διαστάσεις επιφανείας θαλάμου τροφοδοσίας	1,45 x 0,80m
Μέγιστο βάθος θαλάμου τροφοδοσίας	2,65m
Μέγιστο όγκος θαλάμου τροφοδοσίας	3,1m ³

Το φρεάτιο διαθέτει κατάλληλες διαστάσεις για την υποδοχή των αγωγών προσαγωγής και βρίσκεται εντός του κτιρίου προεπεξεργασίας. Είναι εξοπλισμένο με πιεζοθραυστική διάταξη, η οποία εξασφαλίζει ότι η παροχή των λυμάτων στην έξοδό του αποκαθιστά γρήγορα ομοιόμορφη ροή. Ο σχεδιασμός του φρεατίου περιλαμβάνει κατάλληλο χρόνο παραμονής, ώστε να επιτυγχάνεται η θραύση της ενέργειας των εισερχόμενων παροχών και η πλήρης εξομάλυνση της ροής. Στο φρεάτιο πραγματοποιείται ο

μερισμός των λυμάτων προς την υφιστάμενη και τη νέα μονάδα προεπεξεργασίας. Για τη διασφάλιση της λειτουργίας αυτής, το φρεάτιο εξοπλίζεται με τρία υπερχειλιστικά θυροφράγματα: δύο μήκους 1,70 m και ένα μήκους 1,10 m. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνονται οι ακόλουθοι μερισμοί παροχής προς τις δύο μονάδες (υφιστάμενη και νέα προεπεξεργασία): 37%, 50%, 63% και 100% προς τη νέα μονάδα.

Όταν απαιτείται μερισμός διαφορετικός από 50% ή 100%, ενεργοποιείται ο ενδιάμεσος θάλαμος φόρτισης, ο οποίος κατευθύνει την παροχή είτε προς την υφιστάμενη είτε προς τη νέα προεπεξεργασία μέσω οπών διαστάσεων 0,40 x 0,40 m στον πυθμένα. Οι οπές αυτές φράσσονται με θυροφράγματα ίδιων διαστάσεων, κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316.

Από τον πρώτο θάλαμο του φρεατίου μερισμού τροφοδοτείται, μέσω οπής 0,40 x 0,40 m, ο θάλαμος του γενικού παρακαμπτήριου αγωγού Φ450 από PVC-6 atm, μέσω του οποίου τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ. Στην είσοδο του θαλάμου παράκαμψης υπάρχει θυρόφραγμα πυθμένα με διαστάσεις 0,40 x 0,40 m και χειροστρόφαλο, που επιτρέπει την ηθελημένη παράκαμψη της εγκατάστασης.

Στη στέψη του φρεατίου, σε κατάλληλα σημεία, έχουν τοποθετηθεί εσχарωτά καλύμματα και κιγκλιδώματα, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση για εποπτεία και χειρισμό των θυροφραγμάτων, καθώς και η τήρηση των κανόνων ασφαλείας. Όλες οι μεταλλικές κατασκευές, όπως τα εσχарωτά καλύμματα και τα κιγκλιδώματα, είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένο εν θερμώ χάλυβα.

Από το φρεάτιο μερισμού Ι, το επιθυμητό κλάσμα τροφοδοσίας της νέας μονάδας προεπεξεργασίας οδηγείται μέσω οπής 0,80 x 1,0 m στον θάλαμο τροφοδότησης των συγκροτημάτων προεπεξεργασίας. Ο θάλαμος αυτός εξοπλίζεται με δύο θυροφράγματα DN500, που φράσσουν κατά επιλογή τα δύο συγκροτήματα.

9.4. ΝΕΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο νέο κτίριο προεπεξεργασίας έχουν εγκατασταθεί δύο ολοκληρωμένα, συμπαγή (compact) συστήματα βιομηχανικού σχεδιασμού και κατασκευής. Κάθε σύστημα είναι σχεδιασμένο να εκτελεί τις βασικές διεργασίες της εσχάρωσης, εξάμμωσης και απολίπανσης των εισερχόμενων λυμάτων, με διαστασιολόγηση που καλύπτει το ήμισυ της συνολικής παροχής αιχμής, η οποία έχει υπολογιστεί σε πραγματικές συνθήκες ως 480 m³/h. Η ταυτόχρονη λειτουργία των δύο συστημάτων υπερκαλύπτει τη συνολική παροχή εισόδου στην ΕΕΛ, αποτελώντας την προτεινόμενη επιλογή για τη διαχείριση της εγκατάστασης. Επιπλέον, κάθε σύστημα ξεχωριστά υπερβαίνει κατά 33% την απαιτούμενη συμβατική παροχή ανά συγκρότημα, η οποία είχε οριστεί στα 360 m³/

h.

Η

τροφοδότηση κάθε compact συστήματος πραγματοποιείται μέσω αγωγού DN500, ο οποίος απομονώνεται με θυρόφραγμα αντίστοιχης διαμέτρου. Οι διαστάσεις κάθε συστήματος ανέρχονται σε συνολικό πλάτος 1,55 m, μήκος 12,0 m και ύψος 2,40 m. Η προκατασκευασμένη μονάδα συνιστά ενιαίο ανοξείδωτο σύνολο, ενσωματώνοντας τις τρεις κύριες διεργασίες της προεπεξεργασίας λυμάτων: απομάκρυνση στερεών, άμμου και λιπών.

Η

κυλινδρική σχάρα τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου διαθέτει πλέγμα κατακράτησης με ολικό πλάτος 0,60 m. Τα λύματα διέρχονται από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της σχάρας, όπου συγκρατούνται στερεά με διάμετρο μεγαλύτερη των 6 mm. Ο καθαρισμός των στερεών ενεργοποιείται αυτόματα όταν η στάθμη των λυμάτων, η οποία παρακολουθείται μέσω αισθητήρων (κωδικοί P&I: 02-PDL-01, 02-PDL-02) πριν από τη σχάρα, φθάσει την προκαθορισμένη μέγιστη τιμή. Η απομάκρυνση των στερεών πραγματοποιείται με διάταξη ξέστρου τύπου χτένας, ακολουθούμενη από την ανύψωση και συμπίεση των εσχαρισμάτων στον υψηλότερο σημείο του κοχλία, με ποσοστό αφυδάτωσης 40-60%. Η ισχύς της βαθμίδας εσχάρωσης ανέρχεται σε 1,5 kW.

Σε περίπτωση

απόφραξης της σχάρας, προβλέπεται δυνατότητα υπερχείλισης προς παρακαμπτήρια χειρωνακτική σχάρα, ενσωματωμένη στο σύστημα, με διάκενα 20 mm και πλάτος 0,30 m. Η έξοδος της σχάρας συνδέεται με το τμήμα εξάμμωσης και απολίπανσης του compact συστήματος, διασφαλίζοντας την πλήρη απομάκρυνση της άμμου από τα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

Τα

εσχαρισμένα λύματα συλλέγονται σε χοάνη, όπου πραγματοποιείται εμφύσηση κατάλληλης ποσότητας αέρα με σκοπό τη βελτιστοποίηση της καθίζησης της άμμου στον πυθμένα και της επίπλευσης των λιπών στην

επιφάνεια. Ο χώρος εξάμμωσης έχει διαστάσεις μήκους 8,50 m και πλάτους 1,40 m, με συνολική επιφάνεια 11,9 m² και όγκο 17,1 m³. Η απομάκρυνση της άμμου από τον πυθμένα της χοάνης επιτυγχάνεται μέσω δύο κοχλιών – ενός οριζόντιου με ισχύ 1,1 kW και ενός κεκλιμένου με ισχύ 0,55 kW – οι οποίοι παράλληλα διαχωρίζουν την άμμο από το υγρό στοιχείο.

Ο χώρος αφαίρεσης ελαίων και λιπών έχει μήκος 7,70 m και πλάτος 0,40 m, με επιφάνεια 3,1 m². Η μονάδα διαχωρισμού λιπών περιλαμβάνει διαχωριστικό πέτασμα, σχεδιασμένο κατάλληλα ώστε να ευνοεί τη συγκέντρωση των λιπών στη ζώνη συλλογής, καθώς και ξέστρο επιπλεόντων με ισχύ 0,55 kW. Η απομάκρυνση των λιπών πραγματοποιείται μέσω εγκατεστημένης έκκεντρης αντλίας, με μέγιστη παροχή 10 m³/h, μανομετρικό 2 bar και ισχύ 0,55

kW. Το σύστημα είναι πλήρως κλειστό και φέρει κατάλληλα στόμια στην είσοδο και την έξοδο, μέσω των οποίων συνδέεται με το σύστημα απόσμησης. Επιπλέον, διαθέτει θυρίδες σε κατάλληλες θέσεις για τον έλεγχο, τον καθαρισμό και τη συντήρηση.

Στο κατώτερο σημείο της δεξαμενής υπάρχει χειροκίνητη βάνα για την εκκένωση και τον καθαρισμό της διάταξης, με την εκκένωση να καταλήγει στο δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ.

Για τις ανάγκες αερισμού των compact συγκροτημάτων, έχουν εγκατασταθεί τρεις φυσητήρες (ένας ανά συγκρότημα και ένας κοινός εφεδρικός), με ικανότητα 55 Nm³/h σε μανομετρικό 200 mbar και ισχύ 1,1 kW έκαστος. Οι αγωγοί αέρα έχουν διάμετρο DN50, ενώ κάθε κύριος φυσητήρας τοποθετείται κάτω από τον χώρο εξάμμωσης του αντίστοιχου συγκροτήματος.

Γραμμή υγιεινοποίησης

Όλα τα παραπροϊόντα της προεπεξεργασίας των λυμάτων, συμπεριλαμβανομένων των εσχαρισμάτων, της άμμου και των λιπών, συγκεντρώνονται και οδηγούνται σε κοινή γραμμή υγιεινοποίησης. Συγκεκριμένα, τα παραπροϊόντα μεταφέρονται μέσω μεταφορικής ταινίας σε κεκλιμένο κοχλία.

Η μεταφορική ταινία είναι σκαφοειδούς και σπαστής μορφής, με μήκος 14,23 μέτρα και ωφέλιμο πλάτος 0,50 μέτρα, ενώ ο κινητήρας της διαθέτει ισχύ 2,2 kW.

Ο κοχλίας έχει μήκος 3,70 μέτρα, διατομή Φ200 και ισχύ 1,5 kW. Σε χοάνη ανάντη του κοχλία πραγματοποιείται ταυτόχρονη προσθήκη άνυδρου ασβέστη σε μορφή σκόνης.

Το σύστημα λειτουργεί προεκκινώντας πριν την έναρξη λειτουργίας

της σχάρας και συνεχίζει να λειτουργεί μετά τη διακοπή της, με σκοπό τη διασφάλιση της πλήρους απομάκρυνσης των εσχαρισμάτων από τον κοχλία.

Για τη δοσομέτρηση του ασβέστη έχει εγκατασταθεί σύστημα δυναμικότητας 50 kg/h, το οποίο περιλαμβάνει χοάνη χωρητικότητας 250 λίτρων, στροφέιο ανάδευσης ισχύος 0,18 kW, κοχλία δοσομέτρησης μήκους 1 μέτρου και ισχύος 0,25 kW, καθώς και κοχλία έγχυσης ασβέστη μήκους 1 μέτρου και ισχύος 0,37 kW. Ο κοχλίας έγχυσης συνδέεται απευθείας με τον κοχλία μεταφοράς των εσχαρισμάτων.

Η τελική απόρριψη των παραπροϊόντων πραγματοποιείται σε container χωρητικότητας 5 m³, ο οποίος είναι χωροθετημένος σε ανεξάρτητο, κλειστό χώρο παράπλευρα και ενταγμένο στο κτίριο προεπεξεργασίας. Η απομάκρυνση του container γίνεται με φορητό αυτοκίνητο.

9.5. ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ II

Τα προεπεξεργασμένα λύματα εκρέουν με αγωγούς DN500 σε θάλαμο συγκέντρωσης διαστάσεων 1,0 x 0,70 x 4,0 m (ωφέλιμο βάθος 2,95 m) και από εκεί οδηγούνται με αγωγό Φ500 από PVC-6 atm στην είσοδο του φρεατίου μερισμού II.

ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ II

Αριθμός θαλάμων	2
Διαστάσεις θαλάμου άφιξης	1,45 x 1,0m
Βάθος υγρού θαλάμου άφιξης	2,50m
Διαστάσεις επιφάνειας θαλάμου εισόδου	6,3 x 0,60m
Μέγιστο βάθος υγρού θαλάμου εισόδου	1,30m
Μέγιστος ωφέλιμος όγκος θαλάμων	8,5m ³
Αριθμός φρεατίων φόρτισης	3
Διαστάσεις επιφάνειας φρεατίου φόρτισης λεπτοκόσκινων	2,0 x 1,25 + 1,35 x 0,45m

Διαστάσεις επιφάνειας φρεατίου φόρτισης υφιστάμενης γραμμής	2,45 x 1,25m
Διαστάσεις επιφάνειας ενδιάμεσου φρεατίου φόρτισης	1,10m x 0,60m
Μέγιστο βάθος υγρού φρεατίων φόρτισης	1,20 x 2,40m
Μέγιστος ωφέλιμος όγκος φρεατίου φόρτισης	3,7 x 7,4 x 0,8m ³

Το φρεάτιο αποτελείται από δύο λειτουργικούς χώρους: τον θάλαμο εισόδου, ο οποίος περιλαμβάνει και βαθύ θάλαμο άφιξης του αγωγού από τον θάλαμο συγκέντρωσης εκροών, καθώς και τα φρεάτια φόρτισης που τροφοδοτούν τις γραμμές βιολογικής επεξεργασίας.

Εξασφαλίζεται η δυνατότητα διέλευσης του συνόλου της εισερχόμενης παροχής μέσω της νέας προεπεξεργασίας. Στο φρεάτιο αυτό πραγματοποιείται ο μερισμός της συνολικής παροχής μεταξύ της υφιστάμενης μονάδας βιολογικής επεξεργασίας και του νέου βιοαντιδραστήρα μεμβρανών. Η νέα μονάδα έχει τη δυνατότητα να δέχεται παροχή αιχμής έως 355 m³/h, αντιστοιχώντας περίπου στο 37% της μέγιστης συνολικής παροχής αιχμής. Επιπλέον, σύμφωνα με τα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν κατά τον σχεδιασμό της διεργασίας, η νέα μονάδα μπορεί να επεξεργαστεί το ήμισυ της θερινής παροχής και των αντίστοιχων φορτίων.

Για την εξασφάλιση των παραπάνω λειτουργιών, το φρεάτιο έχει εξοπλιστεί με τρία υπερχειλιστικά θυροφράγματα κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, εκ των οποίων τα δύο έχουν μήκος 1,70 m και το τρίτο μήκος 1,10 m. Με τη διάταξη αυτή επιτυγχάνεται ο μερισμός της παροχής προς τις δύο μονάδες σε ποσοστά 37%, 50%,

63% και 100% προς τη νέα μονάδα.

Όταν απαιτείται μερισμός διαφορετικός από 50% ή 100%, ενεργοποιείται ο ενδιάμεσος θάλαμος φόρτισης, ο οποίος κατευθύνει την παροχή είτε προς την υφιστάμενη είτε προς τη νέα μονάδα βιολογικής επεξεργασίας μέσω οπών διαστάσεων 0,40 x 0,40 m στον πυθμένα. Οι οπές αυτές φράσσονται με θυροφράγματα αντίστοιχων διαστάσεων.

Στη στέψη του φρεατίου έχουν τοποθετηθεί εσχαρωτά καλύμματα και κιγκλιδώματα σε κατάλληλα σημεία, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση για εποπτεία και χειρισμό των θυροφραγμάτων, καθώς και για την τήρηση των προβλεπόμενων κανόνων ασφαλείας. Όλες οι μεταλλικές κατασκευές,

όπως τα εσχαρωτά καλύμματα και τα κιγκλιδώματα, είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένο εν θερμώ χάλυβα. Από το φρεάτιο μερισμού II, τα λύματα που αντιστοιχούν στο επιλεγόμενο κλάσμα της νέας μονάδας οδηγούνται με βαρύτητα στη νέα μονάδα λεπτοεσχάρωσης, η οποία βρίσκεται εντός του νέου κτιρίου προεπεξεργασίας. Για την τροφοδότηση της υφιστάμενης μονάδας βιολογικής επεξεργασίας κατασκευάζεται αγωγός διατομής Φ450 από PVC-6 atm.

9.6. ΛΕΠΤΟΕΣΧΑΡΩΣΗ

Τα προεπεξεργασμένα λύματα, σύμφωνα με το κλάσμα διοχέτευσης παροχών προς τον νέο βιοαντιδραστήρα μεμβρανών, οδηγούνται σε δύο λεπτοκόσκινα (ένα κύριο και ένα εφεδρικό) με διάκενα 2 mm. Η διέλευση αυτή αποσκοπεί στην απομάκρυνση πολύ μικρών σωματιδίων, συμπεριλαμβανομένων ινών και τριχών, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία και η απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος MBR κατάντη.

Η δυναμικότητα κάθε λεπτοκόσκινου ανέρχεται σε 360 m³/h, ενώ έχει προβλεφθεί χώρος και κατάλληλες αναμονές για την εγκατάσταση τρίτου λεπτοκόσκινου, με σκοπό την κάλυψη μελλοντικών αναγκών αναβάθμισης της υφιστάμενης μονάδας σε τριτοβάθμια επεξεργασία. Κάθε λεπτοκόσκινο τροφοδοτείται από το φρεάτιο μερισμού II μέσω αγωγού DN400.

Η απομόνωση κάθε λεπτοκόσκινου επιτυγχάνεται με ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα, το οποίο αντιστοιχεί στον συγκεκριμένο αγωγό και λειτουργεί με ηλεκτροκινητήρα ισχύος 0,37 kW.

Κάθε αυτοκαθαριζόμενο κόσκινο διαθέτει διάταξη εσχαρισμού και σύστημα μεταφοράς και απομάκρυνσης των εσχαρισμάτων. Η διεργασία διαχωρισμού των στερεών πραγματοποιείται μέσω διάτρητης ημικυκλικής σχάρας με διάκενα 2 mm. Τα απόβλητα ρέουν προς την κοίλη επιφάνεια της σχάρας και εξέρχονται μέσω των οπών της, απαλλαγμένα από τα σωματίδια που συγκρατούνται από την εσχάρα. Τα επεξεργασμένα απόβλητα συλλέγονται σε λεκάνη διαμορφωμένη κάτω από την επιφάνεια εσχάρωσης και από εκεί οδηγούνται βαρυτικά εκτός του λεπτοκόσκινου.

Για τον καθαρισμό της εσχάρας και τη μεταφορά των εσχαρισμάτων χρησιμοποιούνται περιστρεφόμενες βούρτσες γύρω από οριζόντιο άξονα. Τα εσχαρίσματα απομακρύνονται μέσω κατάλληλου πλευρικού αποξέστη και απορρίπτονται στον κοχλία μεταφοράς

εσχαρισμάτων. Η σχάρα και το κέλυφος του κοχλίου είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, ενώ η ισχύς του μηχανισμού ανέρχεται σε 0,25 kW.

Κάθε

λεπτοκόσκινο διαθέτει υπερχειλίση υψηλής στάθμης, μέσω της οποίας τα υπερχειλίζοντα υγρά οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ. Στο κατώτερο σημείο της μονάδας υπάρχει χειροκίνητη βάνα για την εκκένωση και τον καθαρισμό της διάταξης, με την εκκένωση να καταλήγει επίσης στο δίκτυο στραγγιδίων.

Οι εκροές των

λεπτοκόσκινων συλλέγονται μέσω καναλιού σε φρεάτιο διαστάσεων 3,40 x 0,80 m και μέγιστου βάθους 0,90 m, το οποίο χωροθετείται εντός της προεπεξεργασίας, ώστε οι εκροές να διοχετεύονται απευθείας στη δεξαμενή εξισορρόπησης. Σε επαφή με το φρεάτιο αυτό προβλέπεται φρεάτιο διαστάσεων 1,40 x 0,80 m, στο οποίο θα καταλήγουν οι εκροές από τυχόν μελλοντικό τρίτο λεπτοκόσκινο. Η επικοινωνία μεταξύ των δύο φρεατίων εξασφαλίζεται μέσω οπής 0,30 x 0,30 m, η οποία απομονώνεται με θυρόφραγμα αντίστοιχων διαστάσεων.

ΑΑΤα παραπροϊόντα

της λεπτοεσχάρωσης των λυμάτων οδηγούνται σε δύο συμπιεστικούς κοχλίες, έναν δίπλα σε κάθε λεπτοκόσκινο, και στη συνέχεια στην κοινή γραμμή υγιεινοποίησης, η οποία περιλαμβάνει μεταφορική ταινία, κεκλιμένο κοχλίο και προσθήκη άνυδρου ασβέστη.

Για τη μεταφορά και

συμπίεση των εσχαρισμάτων κάθε λεπτοκόσκινου χρησιμοποιείται αντίστοιχος κοχλίας με άξονα, στον οποίο η συμπίεση επιτυγχάνεται με μείωση του βήματος του κοχλίου στο τελευταίο τμήμα. Ο κοχλίας έχει διάμετρο Φ200 και μήκος 3,0 m, ενώ η ισχύς του μηχανήματος ανέρχεται σε 1,5 kW.

9.7. ΚΤΙΡΙΟ ΝΕΑΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όλα τα παραπάνω (συγκροτήματα εσχάρωσης - εξάμμωσης - λιποσυλλογής, λεπτοκόσκινα, σύστημα υγιεινοποίησης, container συλλογής παραπροϊόντων), είναι εγκατεστημένα σε κτίριο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με την κεντρική μονάδα απόσμησης.

ΚΤΙΡΙΟ ΝΕΑΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συνολικές διαστάσεις επιφάνειας	24,05 x 6,50 + 2,05 x 14,25m
Ύψος	5,50m

Ο κάδος αποκομιδής τοποθετείται σε ανεξάρτητο, κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, με δάπεδο στο επίπεδο του διαμορφωμένου εδάφους. Επιπλέον, έχει προβλεφθεί κατάλληλη διαμόρφωση της οδοποιίας, προκειμένου να εξασφαλιστεί η εύκολη και ασφαλής προσέγγιση των οχημάτων αποκομιδής.

Το κτίριο έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές για βιομηχανικά κτίρια της εγκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις χώρου του στεγαζόμενου εξοπλισμού. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη σωστή χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, ώστε να διευκολύνεται η έξοδος και η απομάκρυνση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για επισκευές. Για την είσοδο και έξοδο των compact συστημάτων έχουν τοποθετηθεί πόρτες με ρολό διαστάσεων 2,10 m επί 5 m.

Επιπροσθέτως, στο κτίριο προβλέπεται η εγκατάσταση γερανογέφυρας με ανυψωτική ικανότητα 2 τόνων, μήκος διαδρομής 23 m, πλάτος διαδρομής 6,50 m και ύψος ανύψωσης 5,70 m, η οποία θα χρησιμοποιείται για την ανύψωση των compact συστημάτων προεπεξεργασίας καθώς και των λεπτοκόσκινων.

Για την ανίχνευση τυχόν διαρροών υδρόθειου, στο κτίριο εγκαθίσταται κατάλληλος μετρητής συγκέντρωσης υδρόθειου. Επιπλέον, έχει τοποθετηθεί ανεμιστήρας εξαερισμού με ικανότητα παροχής 4.780 m³/h, εξασφαλίζοντας επαρκή αερισμό του χώρου.

9.8. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

Η κεντρική μονάδα απόσμησης καλύπτει τους εξής χώρους:

την υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων,
τα στόμια του νέου compact βοθρολυμάτων και της κλειστής
γραμμής υγιεινοποίησης,
το κτίριο νέας προεπεξεργασίας,
την νέα δεξαμενή εξισορρόπησης λυμάτων,
το υφιστάμενο κτίριο αφυδάτωσης,
τον στεγασμένο χώρο αποθήκευσης της αφυδατωμένης ιλύος.

Η μονάδα απόσμησης έχει ως λειτουργία την απορρόφηση των οσμών που προέρχονται από τους κλειστούς χώρους των προαναφερθέντων μονάδων και την καθαριστική επεξεργασία του αέρα προτού αυτός απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Ο αναρροφώμενος αέρας διέρχεται μέσω της μονάδας όπου πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στην εξουδετέρωση των δυσάρεστων οσμών σε επίπεδα μη ανιχνεύσιμα από τον άνθρωπο.

Η ανανέωση του αέρα έχει σχεδιαστεί να πραγματοποιείται δέκα φορές ανά ώρα στις αίθουσες των κτιρίων όπου αναμένεται ανθρώπινη παρουσία ενώ για τις δεξαμενές προβλέπεται ανανέωση δύο φορές ανά ώρα.

Η μονάδα απόσμησης διαθέτει δυναμικότητα επεξεργασίας αέρα 16.600 m³/h, με ικανότητα κατακράτησης και εξουδετέρωσης τόσο των οσμών όσο και των αερίων ρύπων.

Το βιόφιλτρο αποτελεί μια βιολογική μέθοδο απόσμησης, η οποία αξιοποιεί την ήπια βιολογική δράση για την απομάκρυνση των δυσάρεσμων οσμών. Τα οσμαέρια μεταφέρονται μέσω ειδικά διαμορφωμένου δικτύου σε φίλτρο που περιέχει πληρωτικό υλικό κομπόστ, αφού προηγουμένως διέλθουν από θάλαμο εφύγρυνσης. Το υλικό φίλτρανσης, το οποίο λειτουργεί ως δραστικό αποσμητικό μέσο, αποτελείται από μίγμα χοντροκομμένου πριονιδιού και ώριμου κομπόστ.

Η διάταξη απόσμησης αποτελείται από:

Το σύστημα συλλογής και αναρρόφησης του προς απόσμηση αέρα, μέσω δικτύου πλαστικών σωληνώσεων που εκκινούν από τους χώρους αυτούς.

Το δίκτυο των αεραγωγών απόσμησης κατασκευάζεται από σωλήνες PVC σειράς 41 όσον αφορά τους επιχωμένους σωλήνες και τα τμήματα εντός των κτιρίων και από σωλήνες HDPE-6 atm όσον αφορά τα εκτεθειμένα τμήματα. Υπάρχουν στόμια αναρρόφησης στους προαναφερθέντες χώρους.

Σε κατάλληλα

σημεία του δικτύου έχουν τοποθετηθεί ειδικά στόμια με damper για την ρύθμιση της εισερχόμενης παροχής αέρα. Έχει προβλεφθεί η εγκατάσταση damper σε όλους τους κλάδους της αναρρόφησης του ανεμιστήρα για την ρύθμιση της σωστής παροχής με τις αντιστάσεις των φίλτρων και των δικτύων αεραγωγών. Οι επιμέρους αεραγωγοί είναι οι εξής:

Φ110 από compact βοθρολυμάτων,
Φ250 από δεξαμενή βοθρολυμάτων,
Φ160 από χώρο container στο κτίριο νέας προεπεξεργασίας,
2 x Φ315 από κτίριο νέας προεπεξεργασίας,
Φ250 από δεξαμενή εξισορρόπησης λυμάτων,
Φ250 από υφιστάμενο κτίριο επεξεργασίας ιλύος,
Φ160 από χώρο αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος.
Φ630 ο κεντρικός συλλέκτης.

Τον ανεμιστήρα για την συγκέντρωση και προώθηση των οσμαερίων. Η συγκέντρωση και προώθηση των οσμαερίων γίνεται με ανεμιστήρα παροχής $16.600 \text{ m}^3/\text{h}$ σε 479,3 mm στήλης νερού. Ο ανεμιστήρας είναι πλαστικός, φυγοκεντρικός αξονικής ροής, αντιοξειδωτικού και αντιεκρηκτικού τύπου και έχει ονομαστική ισχύ 22 kW. Ο ανεμιστήρας τοποθετείται μέσα σε ηχομονωτικό κλωβό για τον δραστικό περιορισμό του εκπεμπόμενου θορύβου. Στις εισόδους του συστήματος τοποθετούνται όπως αναφέρθηκε και παραπάνω πλαστικά damper για την ακριβή ρύθμιση της παροχής του.

Την πλυντηρίδα εφύγρανσης από την οποία διέρχεται ο αέρας με τα οσμάεiria πριν από το βιόφιλτρο. Η πλυντηρίδα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα με τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη ρύθμιση της υγρασίας του δύσοσμου αέρα. Στην πλυντηρίδα γίνεται προσθήκη οξειδωτικών ώστε η συγκέντρωση H_2S και NH_3 να είναι μικρότερη από 5 ppm. Προβλέπονται δύο κυλινδρικά δοχεία αποθήκευσης χημικών με διάμετρο 1,30 m και ύψος 0,90 m έκαστο καθώς και δύο δοσομετρικές αντλίες χημικών με παροχή 110 lt/h.

Το βιόφιλτρο, το οποίο είναι τοποθετημένο σε κατασκευή (κλίνη) από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το βιόφιλτρο περιβάλλεται από τοίχια, επιτυγχάνοντας την καθαριότητα της γύρω περιοχής χωρίς διασκορπισμό υλικών αλλά κυρίως την ομοιογένεια του πάχους του πληρωτικού υλικού εντός της κλίνης. Ο προς απόσμηση υγραμένος αέρας εισέρχεται στο κάτω μέρος της κλίνης και μέσω συστήματος διάτρητων σωληνώσεων, κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη διατομή της κλίνης. Οι διάτρητες σωληνώσεις Φ315 από HDPE δομημένου τοιχώματος και είναι 7 αγωγοί τον αριθμό κατά μήκος

της κλίνης, οι οποίοι μέσω κοινού συλλέκτη καταλήγουν στον πύργο εφύγρανσης. Πάνω από τις διάτρητες σωληνώσεις τοποθετούνται:

- υπόστρωμα φίλτρανης μέγιστου πάχους 60 cm από αδρανές κοκκώδες υλικό (χαλίκι) με διάμετρο κόκκων 1-2 cm.
- υλικό φίλτρανης πάχους 80 cm, αποτελούμενο από: χοντροκομμένο πριονίδι μεγέθους 20-60 mm σε ποσοστό 30%, χοντροκομμένο πριονίδι μεγέθους 10-20 mm σε ποσοστό 30%, ώριμο compost από οργανικό υλικό απορριμμάτων σε ποσοστό 40% (ή φυτόχωμα τύπου τύρφης), λεπτόκοκκο ανθρακικό ασβέστιο 75 kg/m³.

Το σύστημα λειτουργεί είτε τοπικά είτε με χρονοπρόγραμμα που εκτελείται από το ΚΕΛ με βάση τις παραμέτρους λειτουργίας των μονάδων που είναι προς απόσμηση.

ΒΙΟΦΙΛΤΡΟ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

Διαστάσεις βιοφίλτρου	16,80 x 10,0m
Επιφάνεια	168m ²
Ύψος κλίνης	1,80m
Πάχος πληρωτικού υλικού	0,80m
Πάχος στρώσης στράγγισης	0,60m
Διάμετρος μονάδας εφύγρανσης	1,50m
Ύψος μονάδας εφύγρανσης	1,30m
Παροχή ανεμιστήρα	16.600m ³ /h

Για τη διασφάλιση της παροχής νερού διαβροχής προς τον πύργο εφύγρανσης προβλέπεται δεξαμενή τροφοδοτούμενη από το δίκτυο βιομηχανικού νερού και από την εσωτερική ανακυκλοφορία των στραγγιδίων.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ

Διαστάσεις επιφάνειας	3,0 x 2,50m
Ωφέλιμο βάθος υγρού	2,0m
Μόνιμο βάθος υγρού	0,60m
Ωφέλιμος όγκος	15m ³

Τα στραγγίδια που προέρχονται από τον πύργο εφύγρανσης, καθώς και τυχόν στραγγίδια που συλλέγονται κατά μήκος των αγωγών και εντός του βιόφιλτρου, επιστρέφονται μέσω αγωγών διαμέτρου Φ250 από HDPE-10 και Φ355 από PVC-6, αντίστοιχα, σε δεξαμενή συλλογής και τροφοδοσίας. Το διαθέσιμο νερό στην εν λόγω δεξαμενή ανανεώνεται αναλόγως της ποσότητας που μειώνεται λόγω εξάτμισης μέσω του βιόφιλτρου και

άλλων απωλειών.

Δεδομένου ότι

το υλικό πλήρωσης του βιόφιλτρου χάνει την αποδοτικότητά του όταν ξηραίνεται, προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος διαβροχής. Για την παροχή της απαραίτητης ποσότητας νερού διαβροχής, στη δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική), η καθεμία με ικανότητα $91 \text{ m}^3/\text{h}$ και μανομετρικό ύψος 7,4 m. Κάθε αντλία διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ κινητήρα 3,7 kW και απορροφά ισχύ 3 kW στο σημείο λειτουργίας.

Οι αντλίες τροφοδοτούν με νερό τον πύργο εφύγρανσης μέσω αγωγού DN200 από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304, ο οποίος στη συνέχεια συνεχίζει με αγωγό Φ200 από HDPE-10. Το αντλιοστάσιο τροφοδοτείται είτε από τα στραγγίδια της μονάδας απόσμησης, όπως προαναφέρθηκε, είτε από το δίκτυο βιομηχανικού νερού.

Η λειτουργία των αντλιών είναι συγχρονισμένη με αυτήν του ανεμιστήρα της μονάδας απόσμησης. Η έναρξη και η παύση λειτουργίας των αντλιών ελέγχονται μέσω διακοπών στάθμης εγκατεστημένων στο αντλιοστάσιο καθώς και μέσω προγραμματισμένου χρονοδιακόπτη.

10. ΣΤΑΔΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

10.1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Για την λειτουργία των μεμβρανών με σταθερή κατά το δυνατόν παροχή και για τον καλύτερο έλεγχο του συστήματός τους έχει επιλεχθεί ο σχεδιασμός με εξισορρόπηση της μέγιστης ημερήσιας παροχής.

Τα

προεπεξεργασμένα λύματα οδηγούνται βαρυτικά στην δεξαμενή

εξισορρόπησης με αγωγό Φ355 από PVC-6 atm. Η δεξαμενή έχει διαστασιολογηθεί με κριτήρια:

μια ορθολογική κατανομή των παροχών κατά τη διάρκεια της ημέρας,

την παροχή των επιλεγμένων αντλιών εξισορρόπησης,

τη δυνατότητα αποθήκευσης κατά τη χειμερινή περίοδο.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Διαστάσεις επιφάνειας	15,0 x 10,0m
Βάθος υγρού μέγιστο/ωφέλιμο	4,15 x 4,0m
Διαστάσεις χώρου αντλιών	3,40 x 1,50 x 0,55m
Συνολικό βάθος	5,05m
Ωφέλιμος όγκος	600m ³
Μέγιστος όγκος	611m ³

Η δεξαμενή είναι κλειστού τύπου, υπόγεια κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ειδική προστασία κατάλληλη για το διαβρωτικό περιβάλλον των λυμάτων. Διαθέτει σύστημα εξαερισμού, το οποίο συνδέεται με την κεντρική κοινή μονάδα απόσμησης. Στην πλάκα οροφής έχουν διαμορφωθεί επαρκή ανοίγματα, καλυμμένα με στεγανά καλύμματα, που επιτρέπουν την πρόσβαση για επιθεώρηση, εγκατάσταση και απομάκρυνση του εξοπλισμού.

Στη δεξαμενή έχει προβλεφθεί υπερχειλίση υψηλής στάθμης, μέσω της οποίας η υπερχειλίζουσα παροχή διοχετεύεται στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα μέσω αγωγού Φ355 από PVC-6

atm. Τα λύματα εντός της δεξαμενής διατηρούνται σε αιώρηση και υπόκεινται σε προ-αερισμό. Για τον σκοπό αυτό, έχει εγκατασταθεί σύστημα αερισμού και ανάμιξης, αποτελούμενο από δύο αντλίες-υποβρύχιους αεριστήρες τύπου flow jet, με ικανότητα αερισμού 323 Nm³/h η κάθε μία και αντίστοιχη ικανότητα οξυγόνωσης 19,25 kg O₂/h σε βάθος βύθισης 4 μέτρων. Κάθε αντλία-υποβρύχιος αεριστήρας διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ 15 kW. Επιπλέον, έχει προβλεφθεί η προμήθεια μίας επιπλέον αντλίας ως εφεδρικής.

Στη

δεξαμενή εγκαθίσταται όργανο συνεχούς μέτρησης στάθμης τύπου υπερήχων, του οποίου η ένδειξη μεταφέρεται στο κέντρο ελέγχου, επιτρέποντας τον αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των αντλιών εξισορρόπησης. Επιπρόσθετα, έχουν τοποθετηθεί τέσσερις διακόπτες στάθμης: ένας υψηλής στάθμης (high), που ενημερώνει το κέντρο ελέγχου της ΕΕΛ για την ενεργοποίηση της υπερχειλίσης, ένας χαμηλής στάθμης (low), ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία των αντλιών εξισορρόπησης προστατεύοντάς τες από ξηρά λειτουργία, και δύο διακόπτες εκκίνησης (start), ένας για κάθε κύρια αντλία.

10.2. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Το αντλιοστάσιο εξισορρόπησης είναι κατασκευασμένο σε φρεάτιο, το οποίο βρίσκεται σε επαφή με τη δεξαμενή και έχει πυθμένα τοποθετημένο 0,55 m χαμηλότερα από αυτήν, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης εκκένωση της δεξαμενής. Το αντλιοστάσιο εξοπλίζεται με τρεις αντλίες (δύο κύριες και μία εφεδρική), οι οποίες διαθέτουν συνολική δυναμικότητα ίση με την επιλεγμένη παροχή σχεδιασμού των γραμμών MBR, δηλαδή 355 m³/h σε μανομετρικό ύψος 8,4 m. Κάθε αντλία φέρει εγκατεστημένη ισχύ 8,4 kW, ενώ η συνολική απορρόφηση ισχύος στο σημείο λειτουργίας ανέρχεται σε 10,8 kW.

Όλες οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με ρυθμιστές στροφών (inverters) ισχύος εξόδου 11 kW έκαστος, οι οποίοι ελέγχονται από το σύστημα αυτοματισμού και κεντρικού ελέγχου. Η κατασκευή των μετατροπών επιτρέπει τη λειτουργία των κινητήρων με μεταβλητό φορτίο σε όλο το επιθυμητό εύρος στροφών, βελτιστοποιώντας την απόδοση του αντλητικού συγκροτήματος και επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας.

Κάθε αντλία τροφοδοτεί ανεξάρτητο καταθλιπτικό αγωγό DN200 από ανοξείδωτο χάλυβα, ο οποίος συνδέεται σε κοινό συλλέκτη αγωγό DN350. Ο κοινός αγωγός οδηγεί την παροχή στην είσοδο της βιολογικής επεξεργασίας μέσω αγωγού Φ355 από HDPE-10 atm. Η παροχή των αντλιών ελέγχεται μέσω ηλεκτρομαγνητικού παροχόμετρου DN250, εγκατεστημένου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού, με ρύθμιση στο σχεδιαστικό μέγεθος των 355 m³/h ή σε άλλη τιμή που ορίζει ο χειριστής, ανάλογα με τις συνθήκες της εποχιακής λειτουργίας.

Προ της συμβολής κάθε αντλίας με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό, στον αγωγό εξόδου φέρει συρτοδικλείδα και δικλείδα αντεπιστροφής, οι οποίες είναι τοποθετημένες σε προσβάσιμο, παράπλευρο, ξηρό φρεάτιο δικλείδων. Το φρεάτιο αυτό, το οποίο βρίσκεται στην έξοδο των λυμάτων, περιλαμβάνει δικλείδες απομόνωσης, δικλείδες αντεπιστροφής, συλλέκτες και λοιπά υδραυλικά εξαρτήματα. Είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρει στην πλάκα οροφής οπή με κάλυμμα από γαλβανισμένη εν θερμώ λαμαρίνα. Επί του συλλεκτήρα (κολλεκτέρ) υπάρχει διάταξη εκκένωσης με αγωγό DN50, ο οποίος ελέγχεται με δικλείδα.

Το όργανο συνεχούς μέτρησης στάθμης που έχει εγκατασταθεί στη δεξαμενή εξισορρόπησης επιτρέπει τον έλεγχο της λειτουργίας και της παύσης των αντλιών μέσω διακεκριμένων σταθμών, καθώς και τη μέτρηση της παροχής εισόδου στη δεξαμενή.

Οι αντλίες ελέγχονται επίσης με φλοτεροδιακόπτες κατάλληλους για λύματα. Η εκκίνηση και η παύση τους πραγματοποιούνται ανάλογα με

την αύξηση ή μείωση της στάθμης, μέσω των σημάτων που παρέχουν οι διακόπτες. Η λειτουργία των αντλιών υλοποιείται σε κυκλική εναλλαγή, ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φθορά και ίσος χρόνος λειτουργίας μεταξύ των τριών αντλιών (κυκλική λειτουργία με ενεργητική εφεδρεία).

Το αντλιοστάσιο διαθέτει βάση για την εγκατάσταση φορητού ανυψωτικού μηχανισμού και προβλέπεται φρεάτιο για την τοποθέτηση φορητής αντλίας αποστράγγισης σε περίπτωση τυχόν διαρροών.

10.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΚΑΙ MBR-ΓΕΝΙΚΑ

Στο πλαίσιο της αναβάθμισης της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), προβλέπεται η κατασκευή νέας γραμμής βιολογικής επεξεργασίας, η οποία θα περιλαμβάνει ανοξικές και αεριζόμενες ζώνες, ακολουθούμενες από δεξαμενές βύθισης μεμβρανών. Λόγω της σημαντικής μεταβολής του απαιτούμενου αερόβιου και ανοξικού όγκου σε συνάρτηση με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, η ανοξική και η αερόβια ζώνη θα πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Για τον λόγο αυτό, προβλέπεται η υλοποίηση επαμφοτερίζουσας ζώνης με εναλλακτικές

λειτουργίες.

Η

μέθοδος των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών (Membrane Bioreactors - MBR) βασίζεται στις αρχές του συστήματος ενεργού ιλύος, με τη βασική διαφοροποίηση να έγκειται στον τρόπο διαχωρισμού του ανάμικτου υγρού από τη βιομάζα. Στα συστήματα μεμβρανών, η διεργασία αυτή επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης μεμβρανών, οι οποίες λειτουργούν ως φυσικό φράγμα στη ροή των αιωρούμενων στερεών, επιτρέποντας την έξοδο καθαρού νερού.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

η αύξηση της αποδοτικότητας συνδυαστικά με την μείωση του απαιτούμενου ωφέλιμου όγκου και κατά συνέπεια και έκτασης.

όλα τα είδη που αναπτύσσονται στον βιοαντιδραστήρα έχουν τον ίδιο χρόνο παραμονής (ισούται με την ηλικία ιλύος) ακόμη και τα κολλοειδή και οι μακρομοριακές ενώσεις, οι οποίες διατηρούνται στο σύστημα αφού δεν διαπερνούν τους πόρους των μεμβρανών.

υπάρχει πολύ μεγαλύτερος πληθυσμός και ποικιλία ενεργών μικροοργανισμών στο σύστημα και οι δύσκολα βιοαποδομούμενες ενώσεις παραμένουν πολύ περισσότερο στο σύστημα και τελικά αποδομούνται.

Το σύστημα MBR υλοποιείται ως παράπλευρο σύστημα μεμβρανών, τοποθετημένο κατάντη των βιολογικών δεξαμενών. Το εν λόγω σύστημα αποτελείται από μεμβράνες που είναι βυθισμένες σε αεριζόμενες δεξαμενές. Από πλευράς κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, οι μεμβράνες που επιλέγονται είναι συστοιχίες επίπεδων μεμβρανών (flat membranes). Η εφαρμογή αυτού του συστήματος επιτυγχάνει βαθμό απομάκρυνσης ρυπαντικού φορτίου και αιωρούμενων στερεών αντίστοιχο με εκείνον της τριτοβάθμιας

επεξεργασίας.

Η προεπεξεργασία των λυμάτων πριν την είσοδό τους στο σύστημα MBR είναι κρίσιμης σημασίας.

Τα modules των μεμβρανών πρέπει να προστατεύονται από τις διαβρωτικές επιδράσεις της άμμου, καθώς και από την παρουσία λιπών και ελαίων. Η επιλεγμένη προεπεξεργασία, η οποία περιλαμβάνει εσχάρωση, εξάμμωση, απολίπανση και λεπτοκοσκίνιση, διασφαλίζει την πλήρη απομάκρυνση σωματιδίων μεγέθους άνω των 2 mm, καθώς και της άμμου και των λιπών.

Το σύστημα διαθέτει ξεχωριστή ζώνη φίλτρανσης για την ενεργό ιλύ. Οι συστοιχίες μεμβρανών έρχονται σε άμεση επαφή με το αεριζόμενο ανάμικτο υγρό, ωστόσο αποφεύγεται η εγκατάστασή τους εντός του βιολογικού αντιδραστήρα. Συγκεκριμένα,

προβλέπεται η τροφοδοσία του αεριζόμενου ανάμικτου υγρού από τη δεξαμενή βιολογικής οξείδωσης, καθώς και η ανακυκλοφορία της αεριζόμενης ενεργού ιλύος προς την αρχή του βιολογικού αντιδραστήρα μέσω άντλησης.

Ο ρυθμός παροχής του ανάμικτου υγρού ή της ενεργού ιλύος προς τις δεξαμενές μεμβρανών πρέπει να υπερβαίνει τον ρυθμό παροχής του καθαρού νερού (permeate), προκειμένου να ελέγχονται τα περιεχόμενα αιωρούμενα στερεά στις δεξαμενές μεμβρανών και να αποφεύγεται η έμφραξη των μεμβρανών. Για το λόγο αυτό, έχει επιλεγεί ο μέγιστος ρυθμός παροχής στις δεξαμενές μεμβρανών να είναι τετραπλάσιος του καθαρού ρυθμού παροχής των παραγόμενων επεξεργασμένων υγρών.

Το σύστημα ανακυκλοφορίας της ιλύος εξυπηρετεί δύο βασικούς σκοπούς: αφενός την αποφυγή υπερσυγκέντρωσης ιλύος γύρω από τις μεμβράνες και αφετέρου την επιστροφή μέρους των απαιτούμενων νιτρικών ιόντων που είναι απαραίτητα για τη διεργασία της απονιτροποίησης.

Συνοπτικά, ο ρυθμός εισροής των λυμάτων καθορίζει τον ρυθμό εκροής του καθαρού νερού (permeate), ο οποίος με τη σειρά του καθορίζει τον στιγμιαίο ρυθμό παροχής του ανάμικτου υγρού ή της ιλύος που πρέπει να διοχετευθεί στις δεξαμενές μεμβρανών, ώστε να αποφευχθεί η υπερσυγκέντρωση ιλύος και η συνακόλουθη έμφραξη των μεμβρανών.

Διαμόρφωση βιοαντιδραστήρα

Η προτεινόμενη βιολογική επεξεργασία αναπτύσσεται υπό συνθήκες ροής τύπου εμβολοειδούς (plug flow). Η διαμόρφωση των βιολογικών αντιδραστήρων και των μονάδων μεμβρανών φίλτρανσης υλοποιείται ως ενιαίες κατασκευές, οι οποίες ενσωματώνουν όλες τις επιμέρους διεργασίες επεξεργασίας, διαχωρισμένες με κατάλληλα διαχωριστικά τοιχώματα. Οι ακριβείς διαστάσεις των δεξαμενών, ο τρόπος και η θέση εισόδου των λυμάτων, καθώς και η διασύνδεση μεταξύ των δεξαμενών, εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και ομαλή ροή των λυμάτων, αποτρέποντας τη δημιουργία νεκρών ζωνών.

Η ανακυκλοφορία της ιλύος, σε συνδυασμό με τα εισερχόμενα λύματα από το αντλιοστάσιο εξισορρόπησης, κατευθύνεται προς τη δεξαμενή απονιτροποίησης, όπου πραγματοποιείται η απομείωση των νιτρικών ιόντων. Η διεργασία αυτή στηρίζεται στην παρουσία οργανικού υποστρώματος, προερχόμενου από το μίγμα των εισερχόμενων λυμάτων και των ανακυκλοφοριών ιλύος και ανάμικτου υγρού, το οποίο διατηρείται σε αιώρηση και αναμιγνύεται ομοιόμορφα.

Η επόμενη βαθμίδα επεξεργασίας είναι η νιτροποίηση, κατά την οποία συντελείται ταυτόχρονα η οξειδωση του οργανικού υποστρώματος και η μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά. Η ζώνη νιτροποίησης εξοπλίζεται με σύστημα διανομής αέρα, το οποίο παράγει λεπτές φυσαλίδες, εξυπηρετώντας διττό σκοπό: τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στον αντιδραστήρα και την ομοιόμορφη ανάμιξη του περιεχομένου. Η βιολογική διεργασία καθίσταται ευέλικτη μέσω της χρήσης μετατροπένων συχνότητας στους φυσητήρες αερισμού, με την παροχή αέρα να προσαρμόζεται δυναμικά βάσει των μετρήσεων διαλυμένου οξυγόνου.

Μεταξύ των βαθμίδων απονιτροποίησης και νιτροποίησης ενσωματώνεται επαμφοτερίζουσα ζώνη, η οποία λειτουργεί εναλλακτικά ως ανοξική ή αερόβια, ανάλογα με την εποχιακή περίοδο και τις μεταβαλλόμενες συνθήκες παροχών και φορτίων.

Όσον αφορά τις μεμβράνες, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, η παροχή που εισέρχεται αντιστοιχεί στην εκροή καθαρών υγρών (permeate), ενώ το υπόλοιπο υγρό (retentate) ανακυκλώνεται προς τον βιολογικό αντιδραστήρα.

Κρίσιμη προϋπόθεση για την εγκατάσταση MBR, πέραν των βιολογικών αντιδραστήρων και των μεμβρανών, αποτελεί η ύπαρξη μεγάλου ρεύματος κυκλοφορίας υγρών, το οποίο διατηρεί το ισοζύγιο στερεών εντός και γύρω από τις μεμβράνες. Το ρεύμα αυτό αποτρέπει την αφυδάτωση της ιλύος στις δεξαμενές φίλτρανσης και μειώνει την έμφραξη των μεμβρανών, περιορίζοντας τη φόρτιση στερεών στην επιφάνειά τους. Σκοπός είναι η διατήρηση της συγκέντρωσης βιομάζας εντός του επιθυμητού εύρους, αποφεύγοντας

τόσο την υπέρβαση του ανώτατου ορίου όσο και την υπερσυγκέντρωση στη δεξαμενή μεμβρανών. Οι αντλίες ανακυκλοφορίας από τις δεξαμενές μεμβρανών διαθέτουν συνολική ικανότητα παροχής 540 m³/h και είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς συχνότητας (inverters), επιτρέποντας την προσαρμογή της τροφοδοτούμενης ιλύος στις μεμβράνες ανάλογα με τις συνθήκες μέσης ή μειωμένης παροχής. Το ρεύμα ανακυκλοφορίας χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (2,5–5,0 mg O₂/l) και, εφόσον επιστρέφει στη ζώνη νιτροποίησης, συμβάλλει στην παροχή του απαιτούμενου οξυγόνου. Παράλληλα, παρέχεται η δυνατότητα επιστροφής της ανακυκλοφορίας ιλύος απευθείας στη δεξαμενή αερισμού, βελτιώνοντας τη λειτουργία και της απονιτροποίησης ανάντη. Σε αυτήν την περίπτωση, το εσωτερικό ρεύμα ανακυκλοφορίας πρέπει να είναι επαρκές ώστε να καλύπτει τις ανάγκες σε νιτρικά για τη διαδικασία της απονιτροποίησης.

10.4. ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ

Η διεργασία της απονιτροποίησης πραγματοποιείται σε διακριτή δεξαμενή, η οποία είναι κατασκευασμένη ανάντη της αντίστοιχης δεξαμενής αερισμού. Η μονάδα αυτή σχεδιάζεται ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις ανοξικού όγκου για πλήρη απονιτροποίηση, είτε αυτόνομα μέσω της ανοξικής ζώνης, είτε σε συνδυασμό με την κατάντη επαμφοτερίζουσα ζώνη.

Στην ανοξική δεξαμενή εισέρχονται τρία ρεύματα: τα εισερχόμενα λύματα μέσω αγωγού διαμέτρου Φ355 από HDPE-10 atm, η ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από το πέρας των δεξαμενών αερισμού μέσω καταθλιπτικού αγωγού DN350 από ανοξείδωτο χάλυβα, και η ανακυκλοφορία ιλύος από τις μεμβράνες μέσω καταθλιπτικού αγωγού Φ355 από HDPE-10 atm.

Στα σημεία σύνδεσης του πυθμένα της δεξαμενής με τα πλευρικά τοιχώματα διαμορφώνεται γωνία 135° (φάλτσο), προκειμένου να αποφεύγονται οι αποθέσεις στερεών υλικών.

ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Αριθμός δεξαμενών	1
Διαστάσεις επιφάνειας	9,50 x 7,0m
Βάθος υγρού ελάχιστο/μέγιστο	6,0 x 6,09m

Συνολικό βάθος	6,60m
Ωφέλιμος ανοξικός όγκος	399m ³

Η δεξαμενή απονιτροποίησης είναι εξοπλισμένη με κατάλληλο υποβρύχιο αναδευτήρα οριζόντιου άξονα, ο οποίος αποτρέπει τη δημιουργία ανομοιογενών ζωνών και τη συσσώρευση στερεών στον πυθμένα. Ο αναδευτήρας διαθέτει τρία πτερύγια, με διάμετρο πτερωτής 0,45 m, μέγιστη ισχύ εισόδου 6,1 kW και ονομαστική ισχύ 4,5 kW, εξασφαλίζοντας τη συνεχή ανάδευση του ανάμικτου υγρού. Η διαστασιολόγηση και η ακριβής θέση εγκατάστασης του αναδευτήρα καθορίζονται βάσει μοντέλου ανάδευσης που παρέχεται από τον κατασκευαστικό οίκο.

Η λειτουργία του αναδευτήρα ελέγχεται μέσω προγραμματιζόμενου χρονοδιαγράμματος (PLC) και πραγματοποιείται σε συνεχή βάση. Παρέχεται επίσης δυνατότητα αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας μέσω τοπικού επιλογικού διακόπτη. Η πρόσβαση και η εποπτεία της δεξαμενής διευκολύνονται από διαδρόμους κατασκευασμένους από σκυρόδεμα, τοποθετημένους στο επίπεδο της στέψης της δεξαμενής.

Ο υποβρύχιος αναδευτήρας οριζόντιου άξονα είναι στερεωμένος στον πυθμένα της δεξαμενής και συνδέεται με κατακόρυφο μεταλλικό στύλο ανέλκυσης και καθέλκυσης, ο οποίος υποστηρίζεται από τη γέφυρα προσπέλασης προς τον αναδευτήρα. Παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης της θέσης του αναδευτήρα κατά το ύψος, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη τοποθέτηση επιτόπου. Επιπλέον, είναι δυνατή η ανέλκυση και καθέλκυση του αναδευτήρα με χρήση κατάλληλου ανυψωτικού μηχανισμού για σκοπούς απομάκρυνσης και συντήρησης.

Στο τέλος της διαδρομής των λυμάτων εντός της δεξαμενής, τα λύματα οδηγούνται μέσω βυθισμένης οπής διαστάσεων 1,0 x 1,0 m στην επαμφοτερίζουσα δεξαμενή.

10.5. ΕΠΑΜΦΟΤΕΡΙΖΟΥΣΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ

Η επαμφοτερίζουσα ζώνη λειτουργεί εναλλακτικά, καλύπτοντας είτε τις πρόσθετες απαιτήσεις σε ανοξικό όγκο για την πλήρη απονιτροποίηση κατά τη χειμερινή περίοδο, είτε τις πρόσθετες ανάγκες σε αερόβιο όγκο για την πλήρη νιτροποίηση και βιοαποικοδόμηση του οργανικού φορτίου κατά τη θερινή περίοδο. Η τροφοδοσία της επαμφοτερίζουσας δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω οπής διαστάσεων 1,0 x 1,0 m, η οποία συνδέεται με την αντίστοιχη ανοξική δεξαμενή.

ΕΠΑΜΦΟΤΕΡΙΖΟΥΣΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ/ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Αριθμός δεξαμενών	1
Διαστάσεις επιφανείας	10,70 x 7,0m
Βάθος υγρού ελάχιστο/μέγιστο	6,0 x /6,08m
Συνολικό βάθος	6,60m
Ωφέλιμος ανοξικός/αερόβιος όγκος	449,4m ³
Συνολικά διαθέσιμος ανοξικός όγκος	848,4m ³

Στα εσωτερικά σημεία σύνδεσης του πυθμένα της δεξαμενής με τα πλευρικά τοιχώματα διαμορφώνεται γωνία 135° (φάλτσο), προκειμένου να αποφεύγονται οι αποθέσεις στερεών υλικών.

Η επαμφοτερίζουσα δεξαμενή εξοπλίζεται με κατάλληλο υποβρύχιο αναδευτήρα οριζόντιου άξονα, ο οποίος αποτρέπει τη δημιουργία ανομοιογενών ζωνών και τη συσσώρευση στερεών στον πυθμένα κατά τη λειτουργία σε ανοξικές συνθήκες. Ο αναδευτήρας διαθέτει τρία πτερύγια, με διάμετρο προπέλας 0,45 m, μέγιστη ισχύ εισόδου 6,1 kW και ονομαστική ισχύ 4,5 kW, εξασφαλίζοντας τη συνεχή ανάδευση του ανάμικτου υγρού. Η διαστασιολόγηση και η ακριβής θέση εγκατάστασης του αναδευτήρα καθορίζονται βάσει μοντέλου ανάδευσης που παρέχεται από τον κατασκευαστικό οίκο.

Η λειτουργία του αναδευτήρα ελέγχεται μέσω προγραμματιζόμενου χρονοδιαγράμματος (PLC) και υλοποιείται σε συνεχή βάση. Παρέχεται επίσης δυνατότητα αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας μέσω τοπικού επιλογικού διακόπτη.

Η πρόσβαση και η εποπτεία της δεξαμενής διευκολύνονται από

διαδρόμους κατασκευασμένους από σκυρόδεμα, τοποθετημένους στο επίπεδο της στέψης της δεξαμενής.

Ο υποβρύχιος αναδευτήρας οριζόντιου άξονα είναι στερεωμένος στον πυθμένα της δεξαμενής και συνδέεται με κατακόρυφο μεταλλικό στύλο ανέλκυσης και καθέλκυσης, ο οποίος υποστηρίζεται από τη γέφυρα προσπέλασης προς τον αναδευτήρα. Παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης της θέσης του αναδευτήρα κατά το ύψος, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη τοποθέτηση επιτόπου. Επιπλέον, είναι δυνατή η ανέλκυση και καθέλκυση του αναδευτήρα με χρήση κατάλληλου ανυψωτικού μηχανισμού για σκοπούς απομάκρυνσης και συντήρησης. Κατά την περίοδο λειτουργίας της αερόβιας ζώνης, η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με

σύστημα διάχυσης λεπτής φυσαλίδας, το οποίο εξασφαλίζει την απαιτούμενη παροχή αέρα και ομοιόμορφο αερισμό.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ

Αριθμός διαχυτών επαμφοτερίζουσας ζώνης	264
Βάθος βύθισης (σχεδιασμού)	5,75m
Προσφορά οξυγόνωσης	162,4 kgO ₂ /h
Απόδοση μεταφοράς οξυγόνου	38,2%
Παροχή ανά διαχυτή	5,40Nm ³ /h
Ενεργή επιφάνεια	0,064m ²

Η διάταξη των διαχυτών έχει σχεδιαστεί ώστε να καλύπτει ομοιόμορφα το σύνολο της επιφάνειας του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού, προκειμένου να αποτραπούν ασύμμετρες καταστάσεις στην παροχή οξυγόνου και στην ανάδευση. Συγκεκριμένα, η δεξαμενή διαθέτει τρεις κλάδους, καθένας από τους οποίους φέρει 88 διαχυτές. Η επιλογή της ολικής διάταξης του συστήματος διάχυσης βασίζεται στα χαρακτηριστικά των προς επεξεργασία λυμάτων και στη γεωμετρία των δεξαμενών αερισμού, με στόχο την αποφυγή νεκρών ζωνών όπου δεν επιτυγχάνεται πλήρης ανάδευση. Η λεπτομερής διάταξη εντός της δεξαμενής αερισμού έχει διαμορφωθεί σε συνεργασία και με την επικύρωση του προμηθευτή των διαχυτών.

Κάθε κλάδος τροφοδοτείται μέσω ανεξάρτητου αγωγού κατασκευασμένου από ανοξείδωτο χάλυβα. Η δεξαμενή αερισμού τροφοδοτείται από κεντρικό αεραγωγό διαμέτρου DN350. Στην είσοδο κάθε κλάδου τροφοδοσίας αέρα και διανομής προς τις

συστοιχίες διαχυτών εντός της δεξαμενής αερισμού, έχει εγκατασταθεί δικλείδα απομόνωσης και ρύθμισης παροχής αέρα τύπου πεταλούδας, διαμέτρου DN100. Ο κεντρικός αγωγός τοποθετείται επάνω στον διάδρομο και διαθέτει σταδιακά μειούμενη διάμετρο, από DN350 έως DN300, ενώ στον ακραίο κλάδο του βιοαντιδραστήρα η διάμετρος περιορίζεται σε DN80. Η διατομή των σωληνώσεων παροχής και διανομής αέρα προς τους διαχυτές έχει υπολογιστεί ώστε, υπό τις οριακές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης λειτουργίας, η μέγιστη ταχύτητα του αέρα να μην υπερβαίνει τα 15 m/s. Οι αγωγοί μετά τις δικλείδες (κατεβασίες) είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα και έχουν διάμετρο DN100. Στην διάταξη διανομής του πυθμένα, οι αγωγοί είναι τετραγωνικής διατομής 100 x 100 mm, επίσης κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Κάθε συστοιχία διαχυτών φέρει διάταξη ανάρτησης, η οποία επιτρέπει την ανέλκυση και επισκευή των διαχυτών κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της δεξαμενής αερισμού. Το σύστημα ανύψωσης είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και προσφέρει βέλτιστο βαθμό ευελιξίας, ώστε να παραμένει σε λειτουργία ο μέγιστος δυνατός αριθμός διαχυτών κατά την ανέλκυση μιας συστοιχίας.

Κάθε διάταξη διαθέτει επίσης σύστημα καθαρισμού για την απομάκρυνση συμπυκνωμάτων από τους σωλήνες. Το χειροκίνητο σύστημα καθαρισμού, κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετείται σε θέση υψηλότερη από τη στάθμη του υγρού.

Στο τέλος της διαδρομής των λυμάτων εντός της δεξαμενής, τα λύματα οδηγούνται μέσω βυθισμένης οπής διαστάσεων 1,0 m x 1,0 m στη δεξαμενή αερισμού.

10.6. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Από την επαμφοτερίζουσα δεξαμενή το ανάμικτο υγρό οδηγείται μέσω υποβρύχιας οπής διαστάσεων 1,0 x 1,0 m στη δεξαμενή νιτροποίησης - αερισμού, όπου συντελούνται οι διεργασίες της νιτροποίησης, της οξείδωσης του οργανικού φορτίου και της πλήρους σταθεροποίησης της βιολογικής ιλύος.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Δεξαμενή επιφανείας 1 ^{ου} τμήματος	9,50 x 7,0m
Διαστάσεις επιφανείας 2 ^{ου} τμήματος	30,30 x 7,0m

Βάθος υγρού	6,0m
Μέγιστο βάθος υγρού (αιχμή)	6,07m
Συνολικό βάθος	6,60m
Ωφέλιμος αερόβιος όγκος	1.671,6m ³
Συνολικά διαθέσιμος αερόβιος όγκος	2.120m ³

Η στέψη των δεξαμενών υπερβαίνει κατά 0,60 m τη στάθμη ηρεμίας των υγρών. Για την εξασφάλιση ομαλής κυκλοφορίας σε όλη την επιφάνεια της δεξαμενής, καθώς και για την όδευση των αγωγών αέρα, προβλέπονται δύο πλευρικές πεζογέφυρες πλάτους 0,80 m και μία κεντρική πεζογέφυρα πλάτους 1,20 m.

Στα σημεία σύνδεσης του πυθμένα της κάθε δεξαμενής αερισμού με τα πλευρικά τοιχώματα διαμορφώνεται γωνία 135° (φάλτσο) σε ύψος 30 cm, ώστε να αποφεύγονται οι αποθέσεις στερεών υλικών.

Η εκροή των λυμάτων πραγματοποιείται μέσω σταθερού υπερχειλιστή μήκους 7,0 m, ο οποίος οδηγεί τα λύματα στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών μεμβρανών. Επιπλέον, στον βιολογικό αντιδραστήρα λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή εγκλωβισμού επιπλέουσας ιλύος. Συγκεκριμένα, προβλέπεται η εγκατάσταση χειροκίνητου σωληνωτού εξαφριστή μήκους 7,0 m, τοποθετημένου στη μέση της διαδρομής προς τον υπερχειλιστή εξόδου, για την απομάκρυνση της επιπλέουσας ιλύος από τη γραμμή επεξεργασίας.

Σύστημα διάχυσης

Το σύστημα του αερισμού αποτελείται από διαχυτές τροφοδοτούμενους από φυσητήρες. Η διάχυση του αέρα πραγματοποιείται με λεπτές φυσαλίδες έτσι ώστε η απόδοση του συστήματος αερισμού να είναι υψηλά επίπεδα.

Ο αριθμός και η διάταξη των διαχυτών στη ζώνη αερισμού καθορίζονται βάσει των συμβατικών παραμέτρων σχεδιασμού, της διαστασιολόγησης της μελέτης και των υποδείξεων του κατασκευαστή τους.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ

Αριθμός διαχυτών 1 ^{ου} τμήματος δεξαμενής αερισμού	120
Αριθμός διαχυτών 2 ^{ου} τμήματος δεξαμενής αερισμού	384
Συνολικός αριθμός διαχυτών δεξαμενής	504

αερισμού	
Συνολικός αριθμός διαχυτών βιολογικής επεξεργασίας	768
Βάθος βύθισης (σχεδιασμού)	5,75m
Βάθος βύθισης (μέγιστο)	5,82m
Προσφορά οξυγόνωσης	290,0kgO ₂ /h
Απόδοση μεταφοράς οξυγόνου (SOTE)	36,3% (τυπικές συνθήκες)
Παροχή ανά διαχυτή	5,33-5,40Nm ³ /h
Ενεργή επιφάνεια	0,064m ²

Οι επιλεγόμενοι διαχυτές παρέχουν μέγιστη λειτουργική ευελιξία και υψηλή ικανότητα αερισμού. Η τεχνολογική τους εξέλιξη έχει οδηγήσει σε εξαιρετικά υψηλή απόδοση, γεγονός που συνεπάγεται μείωση του αριθμού των απαιτούμενων τεμαχίων ανά δεξαμενή και, κατά συνέπεια, σε χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση. Πρόκειται για διαχυτές λεπτής φυσαλίδας (μέση διάμετρος 1,2–2 mm), τύπου δίσκου, κατασκευασμένους από ελαστική μεμβράνη EPDM, η οποία διατηρεί τις ελαστικές της ιδιότητες ακόμη και μετά από πολυετή εντατική λειτουργία. Οι οπές της μεμβράνης κλείνουν κατά τη διακοπή λειτουργίας, αποτρέποντας τη διείσδυση νερού ή ακαθαρσιών στο εσωτερικό του διαχυτή. Κατά την επανεκκίνηση, οι οπές ανοίγουν και απομακρύνονται άμεσα τυχόν στερεά που έχουν επικαθίσει στην επιφάνειά τους. Η διάταξη των διαχυτών εξασφαλίζει ομοιόμορφη κάλυψη της επιφάνειας του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού, αποφεύγοντας ασύμμετρες κατανομές παροχής οξυγόνου και νεκρές ζώνες όπου δεν επιτυγχάνεται επαρκής ανάδευση. Συγκεκριμένα, στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής λειτουργούν δύο κλάδοι, έκαστος με 60 διαχυτές, ενώ στο δεύτερο τμήμα λειτουργούν οκτώ κλάδοι, έκαστος με 48 διαχυτές. Η λεπτομερής διάταξη εντός της δεξαμενής αερισμού έχει διαμορφωθεί σε συνεργασία με τον προμηθευτή των διαχυτών και έχει επικυρωθεί από αυτόν. Κάθε κλάδος τροφοδοτείται μέσω ανεξάρτητου αγωγού από ανοξείδωτο χάλυβα. Η δεξαμενή αερισμού τροφοδοτείται από κεντρικό αεραγωγό διαμέτρου DN350, ο οποίος ξεκινά με διάμετρο DN250 στο τμήμα αερισμού και μειώνεται σταδιακά έως DN80 κατά μήκος της δεξαμενής. Στην είσοδο κάθε κλάδου τροφοδοσίας αέρα και διανομής προς τις συστοιχίες διαχυτών, έχει εγκατασταθεί δικλείδα τύπου πεταλούδας DN80 για απομόνωση και ρύθμιση της παροχής αέρα. Η διατομή των σωληνώσεων παροχής και διανομής αέρα έχει υπολογιστεί ώστε, υπό τις οριακές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης λειτουργίας, η μέγιστη ταχύτητα του αέρα να μην υπερβαίνει τα 15 m/s. Οι αγωγοί μετά τις δικλείδες (κατεβασιές) είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα και έχουν διάμετρο DN80. Στη διάταξη διανομής του πυθμένα, οι αγωγοί είναι τετραγωνικής διατομής 80 x 80 mm, επίσης κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Για κάθε

συστοιχία έχουν προβλεφθεί παγίδες συμπυκνωμάτων και κρουνοί αποστράγγισης. Το δίκτυο περιλαμβάνει κατάλληλα εξαρτήματα σύνδεσης των σωληνώσεων, ικανά να απορροφούν τις διαμήκεις παραμορφώσεις που προκύπτουν από συστολές και διαστολές. Τα στηρίγματα των διαχυτών διαθέτουν δυνατότητα ρύθμισης έως 50 mm, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ακριβής ευθυγράμμιση των διαχυτών στο οριζόντιο επίπεδο. Όλα τα στηρίγματα σωληνώσεων και διαχυτών που βρίσκονται εντός των λυμάτων είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα. Κάθε συστοιχία διαχυτών φέρει διάταξη ανάρτησης, η οποία επιτρέπει την ανέλκυση και επισκευή των διαχυτών κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της δεξαμενής αερισμού. Ο βαθμός ευελιξίας που επιτυγχάνεται είναι βέλτιστος, ώστε να παραμένει σε λειτουργία ο μέγιστος δυνατός αριθμός διαχυτών κατά την ανέλκυση μιας συστοιχίας.

Οι φυσητήρες αερισμού εγκαθίστανται στο παράπλευρο κτίριο φυσητήρων και περιλαμβάνουν τρεις μονάδες (δύο κύριες και μία εφεδρική), εκάστης ικανότητας 2176 Nm³/h σε πίεση 700 mbar. Η ρύθμιση της παροχής αέρα πραγματοποιείται αναλογικά μέσω ειδικών ρυθμιστών συχνότητας (inverters), που εξοπλίζουν όλους τους φυσητήρες, επιτρέποντας εύρος ρύθμισης από 40% έως 100% της ονομαστικής δυναμικότητας. Εκτιμάται ότι το κατώτερο όριο 40% αντιστοιχεί στο όριο υπερθέρμανσης των μηχανημάτων.

Εξασφαλίζεται πλήρης πρόσβαση στον εξοπλισμό και δυνατότητα εποπτείας της μονάδας μέσω μεταλλικών κλιμάκων. Όπου κρίθηκε απαραίτητο, έχουν τοποθετηθεί κιγκλιδώματα για την τήρηση των προβλεπόμενων κανόνων ασφαλείας, προστατεύοντας το προσωπικό κατά τις εργασίες ελέγχου και συντήρησης, καθώς και τους επισκέπτες κατά την προσέγγισή τους στις δεξαμενές. Όλες οι μεταλλικές κατασκευές, όπως εσχαρωτά καλύμματα και κιγκλιδώματα, είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένο εν θερμώ χάλυβα.

Έλεγχος λειτουργίας - Ρύθμιση παροχής οξυγόνου

Για λόγους βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης, η λειτουργία του συστήματος αερισμού ρυθμίζεται βάσει των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου (D.O.) εντός των δεξαμενών αερισμού. Η προσαρμογή της παροχής οξυγόνου πραγματοποιείται μέσω βαθμιαίας μεταβολής της ταχύτητας περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα κάθε φυσητήρα, μέσω αναλογικού μετατροπέα συχνότητας (inverter), και ελέγχεται αυτόματα από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης λειτουργίας του έργου, ανάλογα με τις τρέχουσες ανάγκες οξυγόνωσης.

Σε κατάλληλα σημεία των δεξαμενών αερισμού έχουν εγκατασταθεί δύο αυτόματοι μετρητές διαλυμένου οξυγόνου, οι οποίοι ρυθμίζουν αυτόματα την οξυγόνωση, καθώς και την παύση ή την προοδευτική εκκίνηση των συστημάτων αερισμού. Κάθε όργανο φέρει ειδικό σύστημα στερέωσης και δυνατότητα ρύθμισης του βάθους τοποθέτησης του ηλεκτροδίου μέτρησης, καθώς και σύστημα αυτόματου καθαρισμού. Βάσει των μετρήσεων D.O., μέσω του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC), προσαρμόζεται αναλογικά η ταχύτητα περιστροφής του κύριου φυσητήρα μέσω του inverter, με συνέπεια την αντίστοιχη ρύθμιση της παροχής αέρα και οξυγόνου στη δεξαμενή.

Επιπλέον, στα ίδια όργανα μετράται και η θερμοκρασία των λυμάτων, παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία της μονάδας.

Εκτός των ανωτέρω, σε κατάλληλες θέσεις των δεξαμενών έχουν τοποθετηθεί δύο όργανα μέτρησης αιωρούμενων στερεών, τα οποία διαθέτουν επίσης σύστημα αυτόματου καθαρισμού. Ο ενισχυτής των οργάνων είναι πολυκάναλος και κοινός για τα αισθητήρια διαλυμένου οξυγόνου και συγκέντρωσης στερεών σε κάθε δεξαμενή.

10.7. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

Στο τελευταίο τμήμα της δεξαμενής αερισμού και σε άμεση επαφή με αυτήν, έχει εγκατασταθεί αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού. Το αντλιοστάσιο τοποθετείται εκτός της δεξαμενής, πλησίον της υπερχείλισης και επικοινωνεί με αυτήν μέσω οπής διαστάσεων 3,0 x 0,50 m, η οποία βρίσκεται στον πυθμένα, με σκοπό την αποφυγή μεταφοράς φυσαλίδων προς την ανοξική ζώνη. Το ανάμικτο υγρό αντλείται και καταθλίβεται στην είσοδο της ανοξικής δεξαμενής, σε θέση και με τρόπο που διασφαλίζουν την άμεση και ομοιόμορφη ανάμιξή του με τα εισερχόμενα λύματα.

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

Διαστάσεις επιφανείας	3,0 x 2,50m
Ύψος υγρού	6,0m
Συνολικό ύψος	6,60m

Στο αντλιοστάσιο έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας, εκ των οποίων δύο λειτουργούν ως κύριες και μία ως ενεργητική εφεδρεία, με συνολική παροχή 760 m³/h και μανομετρικό ύψος 3,0 m. Κάθε αντλία διαθέτει ονομαστική ισχύ 7,5 kW και απορροφά ισχύ 9,6 kW από το δίκτυο, ενώ η συνολική απορρόφηση ισχύος στο αντλιοστάσιο ανέρχεται σε 10,3 kW.

Η συνολική ικανότητα ανακυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού, πλούσιου σε νιτρικά, από τη δεξαμενή αερισμού ανέρχεται περίπου στο 1000% της μέσης σχεδιαστικής παροχής. Σε συνδυασμό με την ανακυκλοφορία της ιλύος, εξασφαλίζεται η επαρκής παροχή νιτρικών στην ανοξική ζώνη υπό οποιεσδήποτε συνθήκες σχεδιασμού. Η δυναμικότητα του αντλιοστασίου καλύπτει πλήρως και τις απαιτήσεις που προκύπτουν από σενάρια αυξημένων παροχών και φορτίων, όπως αυτά αναλύονται στη μελέτη διεργασιών.

Οι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιών έχουν διάμετρο DN250, ενώ η ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού επιστρέφει μέσω κοινού αγωγού DN350.

Στο αντλιοστάσιο έχουν εγκατασταθεί τέσσερις διακόπτες στάθμης, οι οποίοι παρακολουθούν τις εξής στάθμες: πολύ υψηλή (high-high), υψηλή (high), χαμηλή (low) και πολύ χαμηλή (low-

low). Επιπλέον, στον αγωγό ανακυκλοφορίας έχει τοποθετηθεί ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN250. Η παροχή της ανακυκλοφορίας νιτρικών ρυθμίζεται μέσω χρονοπρογράμματος από το Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ) της εγκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη τη μέτρηση της παροχής των λυμάτων και τον επιθυμητό ρυθμό ανακυκλοφορίας νιτρικών. Η ορθή εφαρμογή της ρύθμισης επιβεβαιώνεται συνεχώς μέσω των μετρητών παροχής των ανακυκλοφοριών ανάμικτου υγρού και ιλύος.

10.8. ΚΤΙΡΙΟ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι φυσητήρες της δεξαμενής αερισμού βρίσκονται σε κτίριο δίπλα από τους των βιολογικούς αντιδραστήρες. Οι φυσητήρες είναι εγκατεστημένοι σε επαρκή απόσταση μεταξύ τους, με σκοπό να επιτρέπεται η εύκολη πρόσβαση για τη συντήρηση του εξοπλισμού.

ΚΤΙΡΙΟ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συνολικές διαστάσεις επιφανείας	21,50 x 6,10m
Διαστάσεις επιφανείας χώρου φυσητήρων	9,45 x 3,85m
Ύψος συνολικό	4,50m

Το κτίριο έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές που αφορούν τα βιομηχανικά κτίρια της εγκατάστασης. Ο σχεδιασμός του κτιρίου βασίστηκε στις απαιτήσεις χώρου του στεγαζόμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, με ιδιαίτερη έμφαση στην ορθή χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ασφαλής και εύκολη έξοδος καθώς και η απομάκρυνση του εξοπλισμού για σκοπούς επισκευής.

Εντός του κτιρίου έχει εγκατασταθεί ανυψωτικός μηχανισμός με βαρούλκο αλυσίδας, αναρτημένος σε μονοράγα, με μέγιστη ικανότητα ανύψωσης 1,5 τόνου. Το μήκος της γερανοδοκού ανέρχεται σε 9,0 μέτρα ενώ το ύψος ανύψωσης φθάνει τα 4,0 μέτρα.

Φυσητήρες αερισμού

Για την τροφοδότηση του συστήματος διάχυσης λεπτής φυσαλίδας στον αερισμό, έχουν εγκατασταθεί τρεις φυσητήρες, εκ των οποίων δύο λειτουργούν ως κύριοι και ένας ως εφεδρικός. Κάθε φυσητήρας διαθέτει

ικανότητα παροχής $2.176 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (ή $2.443 \text{ m}^3/\text{h}$) σε μανομετρικό ύψος 700 mbar. Η εγκατεστημένη ισχύς του κινητήρα κάθε φυσητήρα ανέρχεται σε 75 kW, ενώ η απορροφώμενη ισχύς στο σημείο λειτουργίας είναι 62,2 kW. Ο αγωγός αέρα εξόδου από κάθε φυσητήρα έχει διάμετρο DN150 και τροφοδοτεί συλλέκτη διαμέτρου DN350.

Όλοι οι φυσητήρες είναι εξοπλισμένοι με ηχομονωτικούς κλωβούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν κατάλληλες ηχοπαγίδες στα σημεία εισόδου και εξόδου αέρα, καθώς και ανεμιστήρα αερισμού. Κάθε λοβοειδής φυσητήρας αποτελεί πλήρη μονάδα, ενσωματώνοντας ηλεκτροκινητήρα, σιγαστήρα/ φίλτρο αναρρόφησης, σιγαστήρα κατάθλιψης, βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης, βαλβίδα αντεπιστροφής, ελαστικά αντικραδασμικά στοιχεία, μανόμετρο ελέγχου υπερπίεσης λειτουργίας, και λοιπά συναφή εξαρτήματα.

Η λειτουργία των φυσητήρων αερισμού της βιολογικής βαθμίδας εναλλάσσεται αυτόματα, προκειμένου να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη φθορά μεταξύ τους. Όλοι οι φυσητήρες, συμπεριλαμβανομένων των εφεδρικών, διαθέτουν κινητήρες μεταβαλλόμενων στροφών, οι οποίοι λειτουργούν εντός πλήρους εύρους από την ελάχιστη έως τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ. Η ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής κάθε φυσητήρα πραγματοποιείται μέσω ρυθμιστή στροφών (inverter) ισχύος εξόδου 75 kW, ο οποίος ελέγχεται βάσει των ενδείξεων των οξυγονομέτρων τοποθετημένων στις δεξαμενές αερισμού. Επιπλέον, τα όργανα αυτά παρέχουν τη δυνατότητα μέτρησης της θερμοκρασίας των υγρών, επιτρέποντας ακριβή έλεγχο και αυτορύθμιση της λειτουργίας του συστήματος.

Προστασία από θερμότητα και θόρυβο

Κατά τη λειτουργία όλων των φυσητήρων στο ονομαστικό τους φορτίο, η αύξηση της θερμοκρασίας εντός της αίθουσας παραμένει κάτω από 5°C . Το κτίριο στέγασης των φυσητήρων έχει σχεδιαστεί με επαρκή σύστημα εξαερισμού, το οποίο εξασφαλίζει την αποτελεσματική απαγωγή της θερμότητας που παράγεται από τα συγκροτήματα των φυσητήρων, διατηρώντας έτσι τις συνθήκες ψύξης εντός των προβλεπόμενων ορίων. Για τον σκοπό αυτό, έχει εγκατασταθεί αξονικός ανεμιστήρας με παροχή $9.200 \text{ m}^3/\text{h}$. Επιπλέον, για την παροχή νωπού αέρα και τη διασφάλιση ομαλής λειτουργίας των φυσητήρων, έχουν τοποθετηθεί περσίδες αερισμού κατάλληλων διαστάσεων στις θύρες του κτιρίου.

Για τη μείωση του θορύβου που μεταδίδεται εκτός του κτιρίου των φυσητήρων (< 65 dB(A) στο 1 m από το κτίριο) λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα:

τα ανοίγματα του κτιρίου σε συνθήκες λειτουργίας παραμένουν κλειστά.

το κέλυφος του κτιρίου καλύπτει τις απαιτήσεις του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού από άποψη ηχομόνωσης.

ο αερόφερτος θόρυβος που παράγεται εντός του κτιρίου των φυσητήρων, απορροφάτε από τα ηχομονωτικά καλύμματα των φυσητήρων.

10.9. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

Το ανάμικτο υγρό μεταφέρεται στη συνέχεια προς τις δεξαμενές της εγκατάστασης μεμβρανών μέσω βαρύτητας, διαμέσου φρεατίου μερισμού. Κάθε μονάδα τροφοδοτείται μέσω υπερχειλιστή μήκους 5,0 m και οπής διαμέτρου Φ0,50 m, η οποία φράσσεται από ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα αντίστοιχων διαστάσεων (κωδικοί P&I: 05-PEN-01, 05-PEN-02, 05-PEN-03). Τα θυροφράγματα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 και φέρουν ηλεκτροκινητήρες ισχύος 0,37 kW έκαστο.

Οι δεξαμενές κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρουν κατάλληλη εσωτερική προστασία για την αντοχή τους έναντι των χρησιμοποιούμενων χημικών καθαρισμού. Οι μεμβράνες είναι επίπεδες υπερδιηθητικές, ενώ το πλαίσιο στήριξης των συστοιχιών είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, κατάλληλο για το διαβρωτικό

περιβάλλον των λυμάτων.

0

πυθμένας κάθε δεξαμενής διαθέτει ειδικό φρεάτιο συλλογής, από το οποίο είναι δυνατή η πλήρης εκκένωση της δεξαμενής με χρήση φορητής αντλίας.

Η διαύγαση του ανάμικτου υγρού πραγματοποιείται σε τρεις διακριτές δεξαμενές, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με σύστημα βυθιζόμενων μεμβρανών. Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου αριθμού μονάδων μεμβρανών έχει ληφθεί υπόψη η μέγιστη εισερχόμενη παροχή ανά μονάδα, η οποία ανέρχεται σε 118,33 m³/h, με συνολική παροχή 355 m³/h.

Εντός κάθε δεξαμενής έχουν εγκατασταθεί τα απαραίτητα στοιχεία με τις αντίστοιχες συνδέσεις για την εκροή του διηθημένου υγρού και την παροχή αέρα καθαρισμού. Προβλέπεται η εγκατάσταση τριών συστημάτων επίπεδων μεμβρανών στις αντίστοιχες δεξαμενές.

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ-ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

Αριθμός δεξαμενών MBR	3
Διαστάσεις επιφανείας δεξαμενής	5,0 x 8,0m
Ελάχιστο/μέγιστο βάθος υγρού	4,80 / 4,90m
Συνολικό βάθος δεξαμενής	6,10m
Όγκος μοναδιαίος (ωφέλιμος)	192m ³
Συνολικός όγκος	576m ³
Αριθμός μονάδων (modules) ανά δεξαμενή MBR	12
Σύνολο μονάδων (modules) MBR	36
Αριθμός στοιχείων μεμβράνης ανά μονάδα	200
Σύνολο στοιχείων μεμβράνης	7.200
Ενεργή επιφάνεια/μονάδα	280m ²

Συνολική επιφάνεια μεμβρανών	10.080 m ²
Τύπος μεμβράνης	Επίπεδες
Μέγεθος πόρου	μέσο 0,08
Δυναμικότητα (συνολική)	355 m ³ /h
Λειτουργία φίλτρανσης	9 min φίλτρανση 1 min ανάπαυση
Μέγιστη παροχή διήθησης ανά δεξαμενή	132 rrWh
Μέγιστη υδραυλική φόρτιση (θερινή αιχμή)	39,1 l/m ² .h

Μέγιστη παροχή αέρα καθαρισμού ανά δεξαμενή	1440 Nm ³ /h
Μέγιστη παροχή ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού / ιλύος	3 x Q
Διαλυμένο οξυγόνο στη δεξαμενή μεμβρανών	4-6 mg/l

Οι επιλεγμένες μεμβράνες αποτελούνται από συστοιχίες επίπεδων μεμβρανών (flat membranes), επιτυγχάνοντας τη μέγιστη δυνατή συμβατότητα με άλλες παρόμοιου τύπου μεμβράνες, ώστε να διευκολύνεται η αντικατάστασή τους σε περίπτωση ανάγκης.

Οι μονάδες μεμβρανών είναι βυθισμένες στην ενεργό ιλύ ενώ η κατασκευή κάθε συστοιχίας εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας των μεμβρανών εντός αυτής, προκειμένου να διασφαλίζεται η αποτελεσματική διάχυση της συμπυκνωμένης βιομάζας μεταξύ των μεμβρανών και να αποτρέπεται η συσσώρευση βιομάζας σε συγκεκριμένα σημεία, η οποία θα δημιουργούσε «νεκρές ζώνες». Η συμμετρική διάταξη των μεμβρανών στο πλαίσιο κάθε μονάδας διασφαλίζει τη σωστή διαχείριση της ιλύος, ενσωματώνοντας παράλληλα σύστημα διάχυσης αέρα για τον καθαρισμό των μεμβρανών.

Το σύστημα παροχής αέρα δημιουργεί ροή φυσαλίδων που προκαλεί ταχύτητα του υγρού μεταξύ των μεμβρανών, η οποία αποτρέπει την εναπόθεση στερεών επί των επιφανειών τους και, κατά συνέπεια, την έμφραξη των πόρων της μεμβράνης.

Το ανάμικτο υγρό τροφοδοτείται στις δεξαμενές μεμβρανών και έρχεται σε άμεση επαφή με αυτές. Μέσω των μεμβρανών πραγματοποιείται η υπερδιήθηση του υγρού, επιτρέποντας τη διέλευση μόνο των επεξεργασμένων λυμάτων, ενώ τα αιωρούμενα στερεά παραμένουν εξωτερικά των μεμβρανών εντός των δεξαμενών.

Η διάταξη και η θέση των συστοιχιών μεμβρανών στη δεξαμενή λειτουργούν ως «αγωγός» υγρού, κατευθύνοντας τη ροή από το εξωτερικό προς το εσωτερικό των μεμβρανών. Το υλικό της μεμβράνης συγκρατεί όλα τα στερεά, συμπεριλαμβανομένων μικροοργανισμών και μικροβίων. Το διηθημένο υγρό συλλέγεται και οδηγείται μέσω συλλέκτη στην έξοδο του συστήματος.

Η λειτουργία των μεμβρανών είναι διακοπτόμενη, με κύκλους διήθησης και ηρεμίας διάρκειας 9 και 1 λεπτού αντίστοιχα. Η ανακυκλοφορία της ιλύος πραγματοποιείται μέσω αντλιοστασίου ιλύος, ενώ η εκροή των διηθημένων υγρών επιτυγχάνεται με αντλίες. Ο έλεγχος της παροχής των διηθημάτων γίνεται μέσω των αντλιών, καθιστώντας δυνατή την αυτόματη λειτουργία του συστήματος MBR.

Καθαρισμός μεμβρανών

Για τον αποτελεσματικό καθαρισμό των μεμβρανών και την απομάκρυνση των προσκολλημένων ευμεγεθών στερεών που δύνανται να προκαλέσουν φράξιμο των πόρων τους, εφαρμόζεται εμφύσηση αέρα εντός της δεξαμενής μεμβρανών. Ο αέρας αυτός τροφοδοτείται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της διήθησης από ειδικούς φυσητήρες καθαρισμού. Επιπλέον, για την απομάκρυνση της λάσπης που ενδέχεται να προκαλέσει έμφραξη των διαχυτών και άνιση κατανομή αέρα προς τις μεμβράνες, πραγματοποιείται αυτόματος καθαρισμός με παροχή αέρα μία φορά ημερησίως, μέσω κατάλληλου χειρισμού

ηλεκτροβανών.

Το πλαίσιο

στήριξης των διαχυτών εξασφαλίζει ότι οι φυσαλίδες αέρα διέρχονται υποχρεωτικά πάνω από όλα τα στοιχεία της μεμβράνης προτού διαφύγουν στο ανάμικτο υγρό. Ο αερισμός με χονδρή φυσαλίδα έχει ως σκοπό την παροχή φυσικού ελέγχου της έμφραξης μέσω διασταυρούμενης ροής αέρα (air scouring) σε ολόκληρη την επιφάνεια της μεμβράνης, καθώς και τη βελτίωση της ανάμιξης και ανακυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού εντός του βιοαντιδραστήρα. Οι διαχυτές δύνανται να καθαριστούν περαιτέρω με τη μέθοδο του ξεπλύματος (flushing), κατά την οποία διοχετεύεται μίγμα αέρα και ανάμικτου υγρού μέσω όλων των σωλήνων αέρα, απομακρύνοντας τις αιτίες έμφραξης από το εσωτερικό των σωλήνων.

Η τροφοδοσία των διαχυτών κάθε δεξαμενής μεμβρανών πραγματοποιείται μέσω αγωγού DN200, ο οποίος είναι εξοπλισμένος με μετρητή παροχής αέρα. Κάθε κλάδος διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους αγωγούς διαμέτρου DN150. Στον κλειστό βρόγχο των αγωγών κάθε δεξαμενής έχουν εγκατασταθεί ηλεκτροβάννες τύπου πεταλούδας. Κάθε module συνδέεται με τους αγωγούς DN150 μέσω σωλήνων διαμέτρου 1,5 ίντσας.

Χημικός καθαρισμός μονάδων μεμβρανών

Ο βασικός καθαρισμός των στοιχείων μεμβράνης πραγματοποιείται σε εξαμηνιαία βάση ή όταν η διαφορική πίεση (TMP) στη συγκεκριμένη δεξαμενή υπερβεί τα 50 kPa. Τα χρησιμοποιούμενα χημικά καθαρισμού είναι το υποχλωριώδες νάτριο και το κιτρικό οξύ. Κατά τη διαδικασία χημικού καθαρισμού μέσω του συστήματος αυτοματισμού, διακόπτεται η λειτουργία των φυσητήρων καθαρισμού των μεμβρανών και των αντλιών αναρρόφησης των διαυγασμένων υγρών ενώ κλείνει η βάνα του σωλήνα αναρρόφησης που συνδέεται με την αντλία προκειμένου να αποτραπεί πιθανός σιφωνισμός. Ταυτόχρονα, ξεκινά η τροφοδοσία του χημικού διαλύματος.

Η έγχυση του χημικού διαλύματος πραγματοποιείται με βαρύτητα,

εξασφαλίζοντας τον επιτόπιο χημικό καθαρισμό των μεμβρανών. Η επιλογή της βαρύτητας αντί της αντλίας είναι κρίσιμη, καθώς η χρήση αντλίας θα μπορούσε να προκαλέσει απότομη αύξηση της πίεσης εντός της μονάδας μεμβράνης, ενδεχομένως επιφέροντας βλάβες στις μεμβράνες. Το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) διοχετεύεται σε συγκέντρωση 1000–2000 ppm και η μεμβράνη μουλιάζει για χρονικό διάστημα 1–3 ωρών. Μετά τη λήξη του χρόνου αυτού, ανοίγει η ηλεκτροβάνα του δικτύου διηθημένων υγρών και επαναλαμβάνονται οι διαδικασίες αερισμού και φίλτρανης.

Σε περίπτωση που η διαπερατότητα των μεμβρανών δεν αποκατασταθεί, η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

Τα νερά που παράγονται κατά τους δύο πρώτους κύκλους επανεκκίνησης της φίλτρανης, τα οποία περιέχουν μικρή συγκέντρωση χλωριόντων (καθώς περίπου το 70% του χλωρίου καταναλώνεται κατά την πλύση), συλλέγονται σε μικρό φρεάτιο και επιστρέφουν στα στραγγίδια για περαιτέρω ανάμιξη και διάλυση. Ο εντατικός καθαρισμός ακολουθεί την ίδια διαδικασία με τον βασικό καθαρισμό, με τη διαφορά ότι ο χρόνος μουλιάσματος των μεμβρανών αυξάνεται σε 6–24 ώρες. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις αστοχίας της ΕΕΛ, όπως όταν η διαπερατότητα υπολείπεται του 50% και η διαφορική πίεση (TMP) υπερβαίνει το όριο του μέγιστου flux (>50%), στην ίδια δεξαμενή όπου είναι εγκατεστημένη η συστοιχία μεμβρανών. Κατά τη διαδικασία, η δεξαμενή εκκενώνεται από την λάσπη μέσω των αντλιών ανακυκλοφορίας ιλύος και φορητής αντλίας εκκένωσης. Μετά τον καθαρισμό των μεμβρανών με νερό, η δεξαμενή γεμίζει με κατάλληλο χημικό διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) σε συγκέντρωση 500–1000 ppm, το οποίο διοχετεύεται με βαρύτητα και η μεμβράνη μουλιάζει για 6–24 ώρες. Το στάδιο με υποχλωριώδες νάτριο αποτελεί την πιο συνήθη πρακτική και δεν ακολουθείται απαραίτητα από το στάδιο με κιτρικό οξύ, το οποίο εφαρμόζεται κυρίως όταν απαιτείται απομάκρυνση ανόργανων επικαθίσεων, όπως άλατα υψηλής συγκέντρωσης που περιέχονται στα λύματα.

Για τον καθαρισμό έναντι οργανικών ουσιών χρησιμοποιείται υποχλωριώδες νάτριο εμπορικής καθαρότητας (14% συγκέντρωση), το οποίο αραιώνεται με νερό δικτύου στην προδιαγραφόμενη συγκέντρωση. Η αντλία μετάγγισης αντλεί το διάλυμα από δεξαμενή αποθήκευσης και το μεταφέρει σε μικρότερη δεξαμενή όγκου 1,2 m³, η οποία είναι τοποθετημένη σε ανυψωμένη θέση, διαθέτει αεραγωγό και λειτουργεί ως παθητικός πιεζοθραύστης. Μέσω σωλήνα τροφοδοσίας και βάνας έγχυσης, το διάλυμα τροφοδοτείται βαρυτικά στη μονάδα μεμβρανών, με χρόνο έγχυσης περίπου 30 λεπτά. Η υπερβάλλουσα ποσότητα επιστρέφει

μέσω υπερχειρίσεως στη δεξαμενή χημικού.

Για τον καθαρισμό έναντι ανόργανων ουσιών, η διαδικασία και οι απαιτούμενοι όγκοι διαλύματος είναι παρόμοιοι, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται διάλυμα κιτρικού οξέος (με την απαιτούμενη αραιωμένη συγκέντρωση) και ο χρόνος παραμονής του διαλύματος περιορίζεται σε περίπου μισή ώρα. Η ίδια δεξαμενή χρησιμοποιείται και για το διάλυμα κιτρικού οξέος μετά από σχολαστικό και προσεκτικό ξέπλυμα για την αποφυγή ανάμειξης των χημικών.

Αυτοματισμός

Για την πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία των μεμβρανών σε συνδυασμό με το σύστημα αερισμού τους και για την δυνατότητα πλήρους τηλε-επίβλεψης (on line monitoring) έχουν τοποθετηθεί τα εξής όργανα:

μετρητής πίεσης που μπορεί να μετρά την πίεση και την υποπίεση. Τοποθετείται στην αναρρόφηση της αντλίας στον αγωγό εξόδου καθαρών και μετρά την διαμεμβρανική πίεση (TMP). Η διαμεμβρανική πίεση TMP είναι η διαφορά πίεσης μεταξύ της τιμής του οργάνου όταν δεν λειτουργεί η αντλία διηθημένων και της τιμής όταν αυτή λειτουργεί. Είναι κρίσιμη παράμετρος στη λειτουργία των μεμβρανών γιατί με βάση αυτήν πραγματοποιείται ο χημικός καθαρισμός.

μετρητής παροχής εκροής επεξεργασμένου υγρού, ηλεκτρομαγνητικού τύπου, DN150, που μετρά την παροχή σε κάθε συλλέκτη εκροής. Είναι κρίσιμη παράμετρος στη λειτουργία των μεμβρανών γιατί με βάση αυτήν παρακολουθείται η υδραυλική φόρτιση των μεμβρανών και ρυθμίζεται μέσω του ρυθμιστή στροφών η παροχή της αντλίας διηθημένων ώστε να βρίσκεται εντός των προδιαγεγραμμένων ορίων του κατασκευαστή των μεμβρανών.

μετρητής στάθμης δεξαμενής μεμβρανών που παρακολουθεί τη στάθμη του υγρού. Τοποθετείται όταν η στάθμη στην εν λόγω

δεξαμενή είναι μεταβλητή και ρυθμίζεται η παροχή των αντλιών διηθημένων ώστε η στάθμη της δεξαμενής να παραμένει σταθερή στη διάρκεια του χρόνου. Λόγω πιθανού αφρισμού στη δεξαμενή μεμβρανών το αισθητήριο είναι υποβρύχιο, υδροστατικού τύπου.

μετρητής παροχής αέρα στον κάθε συλλέκτη αέρα που τροφοδοτεί το σύστημα διαχυτών των μεμβρανών. Το όργανο παρακολουθεί τα επίπεδα της παροχής αέρα σε κάθε συλλέκτη αέρα για τον καθαρισμό των μεμβρανών (air scouring) και ο σκοπός είναι να διατηρείται η παροχή μέσα στα επιθυμητά επίπεδα.

μετρητής θολότητας στον κάθε συλλέκτη εκροής. Με αυτό το όργανο παρακολουθείται η ποιότητα εκροής σε ότι αφορά τα αιωρούμενα στερεά καθώς και η πιθανή βλάβη στις μεμβράνες ή στις σωληνώσεις εντός της δεξαμενής ώστε να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες και να μην επιβαρύνεται η εκροή του βιολογικού.

μετρητής συγκέντρωσης MLSS σε κάθε δεξαμενή μεμβρανών. Με αυτό το όργανο παρακολουθείται η συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού και ρυθμίζεται η λειτουργία των αντλιών περίσσειας ιλύος ενώ γνωρίζει ο χειριστής την ακριβή συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού (κρίσιμη παράμετρος στη λειτουργία των μεμβρανών).

φλοτεροδιακόπτης στάθμης ασφαλείας που τοποθετείται σε κάθε δεξαμενή μεμβρανών, σε σημείο 500 mm πάνω από το ανώτερο σημείο των μεμβρανών. Εάν η στάθμη -για λόγους βλάβης ή αστοχίας υλικού - κατέβει σε αυτό το επίπεδο, σταματά η λειτουργία των αντλιών διηθημένων και σημαίνει συναγερμός. Σκοπός είναι να μην αποκαλυφθούν οι μεμβράνες σε καμία περίπτωση γιατί οι επιλεγόμενες επίπεδες μεμβράνες είναι υδρόφιλες και εάν στεγνώσουν γίνονται υδρόφοβες με αποτέλεσμα να έχουν χαμηλή διαπερατότητα. Στην περίπτωση που δεν αποφευχθεί αυτό, οι μεμβράνες βεβαίως δεν καταστρέφονται αλλά θα πρέπει να καθαριστούν χειρωνακτικά με υδροφιλικό μέσο για να επανέλθουν.

Απομάκρυνση διηθημάτων

Για την απομάκρυνση των διηθημάτων προβλέπεται η άντλησή τους με αυτοδύναμο τρόπο για κάθε δεξαμενή ξεχωριστά. Οι αντλίες κάθε δεξαμενής καταθλίζουν το διήθημα μέσω ανεξάρτητου αγωγού διαμέτρου DN200. Επί του συγκεκριμένου αγωγού εγκαθίστανται κατά σειρά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, όργανα μέτρησης πίεσης, θολότητας και παροχής των διηθημένων.

Ο αγωγός αναρρόφησης, επίσης διαμέτρου DN200, είναι μοναδικός για κάθε δεξαμενή μεμβρανών και συγκεντρώνει τις επιμέρους σωληνώσεις εξόδου κάθε συστοιχίας

μεμβρανών, οι οποίες έχουν διάμετρο DN50. Στον αγωγό αναρρόφησης τοποθετείται μετρητής πίεσης, του οποίου η ένδειξη συνδυάζεται με τη μέτρηση της στάθμης εντός των δεξαμενών, η οποία πραγματοποιείται με πιεζοηλεκτρικό (υδροστατικό) αισθητήριο.

Αφαίρεση ιλύος

Από το χαμηλότερο σημείο των δεξαμενών μεμβρανών εκκινούν αγωγοί αναρρόφησης διαμέτρου DN80, κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα, οι οποίοι τροφοδοτούν τις αντλίες περίσσειας. Οι αντλίες αυτές εξυπηρετούν την ελεγχόμενη απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος από τις αντίστοιχες δεξαμενές. Η αφαίρεση της ιλύος πραγματοποιείται με βάση τις ενδείξεις του εγκατεστημένου παροχόμετρου στον αγωγό περίσσειας ενώ παράλληλα παρέχεται και η δυνατότητα χειροκίνητου ελέγχου της διαδικασίας.

10.10. ΚΤΙΡΙΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

Για την εξυπηρέτηση του συστήματος MBR είναι κατασκευασμένο τριώροφο κτίριο δίπλα από το συγκρότημα των δεξαμενών βιολογικών αντιδραστήρων -μεμβρανών και σε επαφή με αυτό.

ΚΤΙΡΙΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ MBR

Όροφοι	3
Συνολικές διαστάσεις επιφανείας	15,90 x 6,0m
Ύψος ορόφου	2,50m
Ύψος ισογείου	2,90
Ύψος υπογείου	2,60m

Στον πρώτο όροφο του κτιρίου εγκαθίστανται ορισμένοι εξοπλισμοί χημικών καθώς και οι αντλίες διηθημένων υγρών. Στο ισόγειο βρίσκονται οι φυσητήρες καθαρισμού των μεμβρανών καθώς και ο τοπικός πίνακας ελέγχου της βιολογικής βαθμίδας MBR. Στο υπόγειο τοποθετούνται οι υπόλοιποι εξοπλισμοί χημικών και οι αντλίες ιλύος, τόσο για ανακυκλοφορία όσο και για περίσσεια. Η

κατασκευή του κτιρίου έχει πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές που αφορούν τα βιομηχανικά κτίρια της εγκατάστασης. Ο σχεδιασμός του κτιρίου βασίστηκε στις απαιτήσεις χώρου του στεγαζόμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, με ιδιαίτερη μέριμνα για την ορθή χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής και εύκολη έξοδος και απομάκρυνση του εξοπλισμού για σκοπούς επισκευής. Εντός του κτιρίου

έχουν εγκατασταθεί ανυψωτικοί μηχανισμοί για την ανύψωση του εξοπλισμού όπου απαιτείται. Συγκεκριμένα, πρόκειται για μονοράγες με χειροκίνητα βαρούλκα, έκαστο με ικανότητα ανύψωσης 1,5 τόνου. Στο υπόγειο υπάρχει μονοράγα μήκους 14,30 m και ύψους ανύψωσης 2,50 m. Στο ισόγειο έχει τοποθετηθεί χειροκίνητος παλάγκος αλυσίδας, αναρτημένος από την οροφή, με ύψος ανύψωσης 5,70 m. Τέλος, στον πρώτο όροφο βρίσκεται μονοράγα μήκους 14,20 m και ύψους ανύψωσης 5,60 m. Τα βαρούλκα έχουν τοποθετηθεί σε γερανοδοκούς τύπου ΙΡΕ. Επιπλέον, στον υπόγειο χώρο του κτιρίου προβλέπεται φρεάτιο για τη χρήση φορητής αντλίας αποστράγγισης.

Φυσητήρες μεμβρανών

Οι φυσητήρες καθαρισμού παρέχουν αέρα στις μεμβράνες για τον καθαρισμό τους. Το σύστημα αποτελείται από πέντε φυσητήρες, εκ των οποίων ένας λειτουργεί ως κύριος ανά δεξαμενή και δύο ως κοινοί εφεδρικοί. Κάθε φυσητήρας διαθέτει παροχή $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (ή $1.684 \text{ m}^3/\text{h}$) σε μανομετρικό ύψος 550 mbar. Η εγκατεστημένη ισχύς του κινητήρα κάθε φυσητήρα ανέρχεται σε 45 kW, με αντίστοιχη απορροφώμενη ισχύ $35,2 \text{ kW}$ και αριθμό στροφών 2.960 rpm. Η κανονική λειτουργία των φυσητήρων πραγματοποιείται σε παροχή $1.080 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Ο αγωγός τροφοδοσίας αέρα από κάθε φυσητήρα έχει διάμετρο DN150, ενώ οι αγωγοί συγκεντρώνονται σε κολλεκτέρ διαμέτρου DN200. Από το κολλεκτέρ αυτό προκύπτει αγωγός DN200 που οδηγεί αερόφερτο αέρα σε κάθε δεξαμενή. Η διασύνδεση των φυσητήρων πραγματοποιείται μέσω αντίστοιχων βανών, οι οποίες εξασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα εφεδρείας ανά πάσα στιγμή.

Η λειτουργία των φυσητήρων για τον καθαρισμό των μεμβρανών εναλλάσσεται σύμφωνα με πρόγραμμα του κεντρικού συστήματος αυτοματισμού, με εναλλαγή ανά δύο μονάδες, προκειμένου να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φθορά. Όλοι οι φυσητήρες, συμπεριλαμβανομένου του εφεδρικού, είναι εξοπλισμένοι με κινητήρες μεταβαλλόμενων στροφών, οι οποίοι ελέγχονται μέσω inverters ισχύος εξόδου 45 kW, καλύπτοντας πλήρες εύρος λειτουργίας από την ελάχιστη έως τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ.

Οι φυσητήρες φέρουν ηχομονωτικούς κλωβούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν κατάλληλες ηχοπαγίδες στα σημεία εισόδου και εξόδου αέρα, καθώς και ανεμιστήρα αερισμού. Κάθε λοβοειδής φυσητήρας αποτελεί πλήρη μονάδα, ενσωματώνοντας ηλεκτροκινητήρα, σιγαστήρα/φίλτρο αναρρόφησης, σιγαστήρα κατάθλιψης, βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης, βαλβίδα αντεπιστροφής, ελαστικά αντικραδασμικά στοιχεία, μανόμετρο ελέγχου υπερπίεσης λειτουργίας και άλλα συναφή εξαρτήματα. Ο έλεγχος εκκίνησης και παύσης των φυσητήρων καθαρισμού

πραγματοποιείται βάσει προκαθορισμένου χρονοπρογράμματος. Στην έξοδο κάθε φυσητήρα, επί του αγωγού, έχει εγκατασταθεί μετρητής παροχής, ο οποίος παρέχει σήμα για την αναλογική ρύθμιση της ταχύτητας του φυσητήρα. Σε περίπτωση βλάβης ή έκτακτης ανάγκης, ενεργοποιείται ο εφεδρικός φυσητήρας για τη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας του συστήματος.

Προστασία από θερμότητα και θόρυβο

Οι φυσητήρες καθαρισμού των μεμβρανών εγκαθίστανται στο ισόγειο του κτιρίου εξυπηρέτησης μεμβρανών, το οποίο είναι εξοπλισμένο με κατάλληλα μέσα ηχομόνωσης και εξαερισμού.

Κατά τη λειτουργία όλων των φυσητήρων στο ονομαστικό τους φορτίο, η αύξηση της θερμοκρασίας εντός της αίθουσας δεν υπερβαίνει τους 5°C. Το κτίριο στέγασης των φυσητήρων διαθέτει επαρκές σύστημα εξαερισμού, το οποίο εξασφαλίζει την αποτελεσματική απομάκρυνση της θερμότητας που παράγεται από τα συγκροτήματα των φυσητήρων, διατηρώντας τις συνθήκες ψύξης εντός των προβλεπόμενων ορίων. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, έχει εγκατασταθεί αξονικός ανεμιστήρας με παροχή 9.200 m³/h. Επιπλέον, για την παροχή νωπού αέρα και τη διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας των φυσητήρων, έχουν τοποθετηθεί περσίδες αερισμού κατάλληλων διαστάσεων στις θύρες του κτιρίου.

Για τη μείωση του θορύβου που μεταδίδεται εκτός του κτιρίου (< 65 dB(A) στο 1 m από το κτίριο) λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα στο χώρο:

- τα ανοίγματα του κτιρίου σε συνθήκες λειτουργίας παραμένουν κλειστά.

- το κέλυφος του κτιρίου καλύπτει τις απαιτήσεις του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού από άποψη ηχομόνωσης.

- ο αερόφερτος θόρυβος που παράγεται εντός του κτιρίου των φυσητήρων απορροφάτε τα ηχομονωτικά καλύμματα των φυσητήρων.

Αντλίες ανακυκλοφορίας ιλύος MBR

Οι αντλίες ανακυκλοφορίας επιστρέφουν το ανάμικτο υγρό (ιλύ) από τις δεξαμενές μεμβρανών στην αρχή του βιολογικού αντιδραστήρα, προκειμένου να διατηρείται ικανοποιητική συγκέντρωση ανάμικτου υγρού. Το σύστημα αποτελείται από έξι αντλίες, εκ των οποίων η κάθε δεξαμενή MBR διαθέτει μία κύρια και μία εφεδρική αντλία, εξασφαλίζοντας πλήρη (100%) εφεδρεία. Όλες οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς συχνότητας (inverters).

Το

επιλεγμένο σημείο λειτουργίας αντιστοιχεί σε συνολική παροχή 540 m³/h, δηλαδή τριπλάσια της παροχής εισόδου (3 x Q), με μανομετρικό ύψος 4,5 m και γεωδαιτικό ύψος 1,8 m. Η ισχύς κινητήρα κάθε αντλίας ανέρχεται σε 4,9 kW, ενώ η συνολική απορρόφηση ισχύος του συστήματος είναι 10,2 kW. Ο αριθμός στροφών λειτουργίας είναι 1.460 rpm, και η ισχύς εξόδου κάθε inverter ανέρχεται σε 5,5 kW.

Οι αγωγοί αναρρόφησης από κάθε δεξαμενή είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα και έχουν διάμετρο DN200, όπως και ο συλλεκτήριος αγωγός DN200. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιών ανακυκλοφορίας έχουν διάμετρο DN150. Η ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού κατευθύνεται είτε προς την ανοξική δεξαμενή είτε προς τη δεξαμενή αερισμού μέσω συλλεκτήριου αγωγού DN350, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε σωλήνα Φ355 από HDPE με πίεση λειτουργίας 10 atm. Έχει προβλεφθεί κατάλληλη διασύνδεση, η οποία επιτρέπει την επιστροφή της λάσπης απευθείας στη δεξαμενή αερισμού. Με τον τρόπο αυτό αξιοποιείται το διαλυμένο οξυγόνο, με το οποίο είναι εμπλουτισμένη η επιστρεφόμενη λάσπη από τον αερισμό των μεμβρανών, αποφεύγοντας την επιστροφή οξυγονωμένου μίγματος, γεγονός που ενισχύει την ασφάλεια της απονιτροποίησης όταν αυτή είναι απαραίτητη.

Για τον έλεγχο της παροχής της ανακυκλοφορίας ιλύος, έχει εγκατασταθεί ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN250 στον αγωγό ανακυκλοφορίας. Η ροή έχει οριστεί σε τριπλάσια της παροχής εισόδου (3 x Q) κατά τις περιόδους υψηλής φόρτισης ενώ παρέχεται η δυνατότητα τροποποίησης αυτής της τιμής από εξουσιοδοτημένο χρήστη, εφόσον απαιτείται για τη βελτιστοποίηση της απονιτροποίησης ή για τον έλεγχο της διαφοράς συγκέντρωσης MLSS μεταξύ της δεξαμενής μεμβρανών και του βιολογικού αντιδραστήρα.

Ο ρυθμός ανακυκλοφορίας καθορίζεται βάσει των αντίστοιχων μετρήσεων και η παροχή ρυθμίζεται αυτόματα, λαμβάνοντας υπόψη την παροχή των λυμάτων και τον επιθυμητό ρυθμό ανακυκλοφορίας.

Η αντλία ανακυκλοφορίας διακόπτει αυτόματα τη λειτουργία της όταν η στάθμη του υγρού στη δεξαμενή μεμβρανών υποχωρήσει κάτω από προκαθορισμένη τιμή, η οποία βρίσκεται πάνω από την άνω επιφάνεια των μεμβρανών, προκειμένου να προστατευτεί ο εξοπλισμός.

Αντλίες διηθημένων (καθαρών)

Οι αντλίες αναρροφούν τα διηθημένα υγρά από τις δεξαμενές μεμβρανών και τα μεταφέρουν προς τη μονάδα απολύμανσης. Πρόκειται για αντλίες περιστρεφόμενων λοβών (rotary lobe) θετικής εκτόπισης, αυτόματης αναρρόφησης, με ρότορες τριών λοβών. Στην περίπτωση εφαρμογής

αντίστροφης πλύσης των μεμβρανών, οι αντλίες διαθέτουν τη δυνατότητα αναστροφής της ροής, επιτρέποντας με την ίδια αντλία την αυτόματη πλύση των μεμβρανών με καθαρό νερό. Η εναλλαγή της εισόδου και εξόδου της αντλίας πραγματοποιείται άμεσα μέσω της απλής αντιστροφής της φοράς περιστροφής του κινητήριου άξονα. Συνολικά εγκαθίστανται έξι λοβοειδείς αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική ανά γραμμή), εξασφαλίζοντας πλήρη (100%) εφεδρεία. Όλες οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς συχνότητας (inverters). Η μέγιστη παροχή ανά αντλία ανέρχεται σε 160 m³/h, ενώ το επιλεγμένο σημείο λειτουργίας είναι 132 m³/h, με 455 rpm και συχνότητα 54 Hz. Ο ηλεκτροκινητήρας κάθε αντλίας έχει ονομαστική ισχύ 11 kW, ενώ η απαιτούμενη ισχύς για κατάθλιψη 1 bar φτάνει τα 9,7 kW. Η ισχύς εξόδου κάθε inverter αντιστοιχεί σε 11 kW. Οι προδιαγραφές, ο τρόπος λειτουργίας, η ρύθμιση της παροχής και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά των αντλιών διηθημένων είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του συστήματος μεμβρανών.

Τα διαυγασμένα λύματα μεταφέρονται μέσω τριών αγωγών διαμέτρου Φ200, κατασκευασμένων από HDPE με πίεση λειτουργίας 10 atm, στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας απολύμανσης υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η πλήρης αυτονομία των εκροών από τις αντίστοιχες δεξαμενές μεμβρανών.

Συστήματα αποθήκευσης και δοσομέτρησης χημικών

Υπάρχει χώρος στο κτίριο εξυπηρέτησης MBR για την τοποθέτηση παλετοδεξαμενών 1 m³ (1200 kg) για τα δύο χρησιμοποιούμενα χημικά (υποχλωριώδες νάτριο και κιτρικό οξύ). Ο χώρος διαθέτει λεκάνες προστασίας διαρροών για τις παλετοδεξαμενές.

Με την χρήση βαρελαντλίας στη συνέχεια τροφοδοτείται το αντίστοιχο εγκατεστημένο δοχείο για την μεταδιάλυση με νερό και την ετοιμασία του διαλύματος κατάλληλης περιεκτικότητας. Η τροφοδότηση των αραιωμένων διαλυμάτων γίνεται μέσω μόνιμα εγκατεστημένων αντλιών σε δοχείο 1200 lt σε θέση στον όροφο του κτιρίου, από το οποίο με βαρύτητα εγχύεται το εκάστοτε χημικό ελεγχόμενα στις δεξαμενές μεμβρανών. Συνολικά υπάρχουν:

3 βαρελαντλίες (1 ανά παλετοδεξαμενή + 1 εφεδρική) παροχής 5 m³/h σε μανομετρικό 5 m ή 3 m³/h στα 10 m αντίστοιχα.

2 φυγοκεντρικές πλαστικές αντλίες (1 + 1 εφεδρική) παροχής 24 m³/h για τη μετάγγιση από τις μεγάλες δεξαμενές στη μικρή. Κάθε αντλία έχει ηλεκτροκινητήρα 3 kW.

2 δοχεία χωρητικότητας 6,2 m³ (συνδεδεμένα σε σειρά) για την μετάγγιση και 1 δοχείο όγκου 1200 lt για την βαρυτική

τροφοδότηση.

Επίσης, στον όροφο προβλέπεται ανεμιστήρας εξαερισμού με ικανότητα $2350 \text{ m}^3/\text{h}$.

Αντλίες περίσσειας ιλύος

Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος πραγματοποιείται μέσω δύο αντλιών, εκ των οποίων η μία λειτουργεί ως κύρια και η άλλη ως εφεδρική. Οι αντλίες, θετικής εκτόπισης, είναι εγκατεστημένες στο κτίριο εξυπηρέτησης του συστήματος μεμβρανών. Η παροχή τους ανέρχεται σε $18 \text{ m}^3/\text{h}$, με ταχύτητα περιστροφής 357 rpm και πίεση λειτουργίας 2 bar, ενώ η μέγιστη δυνατή παροχή φθάνει τα $35 \text{ m}^3/\text{h}$. Η εγκατεστημένη ισχύς του κινητήρα κάθε αντλίας είναι 4 kW, με την απαιτούμενη ισχύ για τη συγκεκριμένη παροχή να ανέρχεται σε 2,92 kW. Επιπλέον, οι αντλίες διαθέτουν σύστημα προστασίας έναντι ξηρής λειτουργίας.

Η λειτουργία των αντλιών ρυθμίζεται βάσει προκαθορισμένου χρονοπρογράμματος, εξασφαλίζοντας την καθημερινή απομάκρυνση της ιλύος. Κατά τη ρύθμιση της λειτουργίας λαμβάνονται υπόψη οι μετρήσεις στάθμης της δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος, καθώς και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά που ορίζονται από τον χειριστή της μονάδας επεξεργασίας ιλύος.

Οι αντλίες καταθλίβουν το υγρό στη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος μέσω κοινού καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου DN80, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε σωλήνα Φ90 κατασκευασμένο από HDPE με πίεση λειτουργίας 10 atm. Στον αγωγό DN80 έχει εγκατασταθεί μετρητής παροχής διαμέτρου DN50 για την παρακολούθηση της παροχής περίσσειας ιλύος.

11. ΣΤΑΔΙΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

11.1. ΜΟΝΑΔΑ UV

Τα διαυγασμένα λύματα που προέρχονται από τον βιοαντιδραστήρα μεμβρανών της νέας μονάδας μεταφέρονται μέσω τριών αγωγών διαμέτρου Φ200, κατασκευασμένων από HDPE με πίεση λειτουργίας 10 atm, προς τη μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Συγκεκριμένα, τα λύματα οδηγούνται σε κεντρικό φρεάτιο, από το οποίο τροφοδοτούνται δύο κανάλια ανοιχτού τύπου, εκ των οποίων το ένα λειτουργεί ως κύριο και το άλλο ως εφεδρικό. Η τροφοδοσία κάθε καναλιού απομονώνεται μέσω ηλεκτροκίνητου θυρόφραγματος

διαστάσεων 1,0 x 0,25 m, το οποίο φέρει ηλεκτροκινητήρα ισχύος 0,37 kW. Επιπλέον, προβλέπεται παράκαμψη της μονάδας απολύμανσης μέσω θυρόφραγματος πυθμένα με οπή διαστάσεων 0,80 x 0,60 m. Για την υποστήριξη μελλοντικών επεκτάσεων της εγκατάστασης, έχουν επίσης προβλεφθεί αναμονές αγωγών διαμέτρου Φ500 από PVC τύπου 6, οι οποίοι προορίζονται για σύνδεση με πιθανό μελλοντικό κανάλι, στο πλαίσιο αναβάθμισης της υφιστάμενης μονάδας.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ UV

Αριθμός καναλιών	2
Αριθμός τραπεζών	2
Αριθμός συστοιχιών/τράπεζα	2
Αριθμός λυχνιών/συστοιχία	6
Συνολικός αριθμός συστοιχιών	4
Συνολικός αριθμός λυχνιών	24
Μήκος καναλιού	9,0m
Πλάτος καναλιού	0,203m
Βάθος υγρού	0,64m
Βάθος καναλιού	1,372m
Ωριαία ικανότητα απολύμανσης	360m ³ /h
Υδραυλική στιγμιαία ικανότητα συστήματος	396m ³ /h
Συγκέντρωση στερεών εισόδου	<10mg/l
Μέγεθος αιωρούμενων στερεών	<30mm
Διαπεροτητα λυμάτων σε UV	70%/cm
Δόση σχεδιασμού	64mWsec/cm ²
Μέση καταναλισκόμενη ισχύς	6kW

Κάθε σύστημα ανοιχτού τύπου αποτελείται από ομάδες λυχνιών οργανωμένες σε συστοιχίες (UV modules). Τα κανάλια φέρουν κατάλληλα ανοιγόμενα καλύμματα, τα οποία παρέχουν προστασία στις συστοιχίες έναντι εξωγενών παραγόντων. Το σύστημα περιλαμβάνει τις συστοιχίες λυχνιών με ηλεκτρονικά τροφοδοτικά μεταβλητής ισχύος (ballasts), πλαίσια ανάρτησης (racks), κέντρο διανομής ισχύος, κέντρο ελέγχου καθώς και αυτόματο σύστημα χημικού και μηχανικού καθαρισμού των χιτωνίων των λυχνιών. Επιπλέον, διαθέτει κέντρο υδραυλικού

συστήματος, αισθητήρα χαμηλής στάθμης νερού και αυτόματο σύστημα ελέγχου στάθμης με αντίβαρο.

Η στάθμη του υγρού στα κανάλια διατηρείται με υψηλή ακρίβεια στο κατάλληλο ύψος, εξασφαλίζοντας ικανοποιητική απολύμανση. Η ρύθμιση της στάθμης επιτυγχάνεται μέσω αυτόματης υπερχειλιστικής διάταξης στην έξοδο κάθε καναλιού, κατάντη των συστοιχιών, ώστε οι λυχνίες να παραμένουν πάντα βυθισμένες κάτω από την επιφάνεια του νερού. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ανοξείδωτο διάφραγμα που ταλαντεύεται ανάλογα με τη ροή, ελέγχεται μέσω αντίβαρων και διατηρεί σταθερή τη στάθμη υγρών ανεξαρτήτως της

παροχής. Η υπεριώδης ακτινοβολία παράγεται από λυχνίες αμαλάματος υδραργύρου χαμηλής πίεσης, οι οποίες εκπέμπουν μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος 254 nm, το οποίο αντιστοιχεί στη βέλτιστη περιοχή για την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών. Οι συστοιχίες τοποθετούνται παράλληλα προς τη ροή του υγρού εντός κάθε καναλιού, εξασφαλίζοντας βέλτιστη υδραυλική απόδοση, ευκολία στη συντήρηση και αποτελεσματική αντιμετώπιση δυσλειτουργιών. Η διάρκεια ζωής των λυχνιών προβλέπεται να είναι τουλάχιστον 12.000 ώρες λειτουργίας.

Για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας της μονάδας, εγκαθίστανται αισθητήρες μέτρησης της έντασης της ακτινοβολίας σε κάθε συστοιχία λαμπτήρων (συνολικά τέσσερις) και ανιχνευτές στάθμης στα κανάλια απολύμανσης.

Προς μείωση του λειτουργικού κόστους, το σύστημα UV διαθέτει αυτόματη ρύθμιση της έντασης της ακτινοβολίας, προσαρμοζόμενη στην εισερχόμενη παροχή. Το σήμα του μετρητή παροχής, σε συνδυασμό με το αναλογικό σήμα από τους αισθητήρες έντασης ακτινοβολίας, επιτρέπει στο PLC της μονάδας τον υπολογισμό της απαιτούμενης δόσης ακτινοβολίας και την αντίστοιχη ρύθμιση της έντασης των λυχνιών.

Το αυτόματο σύστημα καθαρισμού της μονάδας περιλαμβάνει χημικό και μηχανικό καθαριστήρα για τα χιτώνια των λυχνιών. Λειτουργεί χωρίς την ανάγκη αφαίρεσης των λυχνιών από το κανάλι και αποτελείται από κινούμενο, στεγανό φορείο που περιβάλλει κάθε λυχνία χωριστά. Το φορείο φέρει ειδικό ξέστρο για την απομάκρυνση επικαθίσεων και διαθέτει δοχείο με χημικό υγρό καθαρισμού.

Το χημικό υγρό διαλύει τις ανόργανες επικαθίσεις που συσσωρεύονται στα χιτώνια των λυχνιών. Η κίνηση του συστήματος καθαρισμού ενεργοποιείται μέσω υδραυλικού μηχανισμού, με ξεχωριστή σωλήνωση για κάθε συστοιχία.

11.2. ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα επεξεργασμένα και απολυμασμένα μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) λύματα της νέας μονάδας, μετά την έξοδό τους από τα κανάλια απολύμανσης, κατευθύνονται στη δεξαμενή βιομηχανικού νερού, όπου διατηρείται τμήμα αυτών για σκοπούς επαναχρησιμοποίησης. Το υπόλοιπο υγρό υπερχειλίζει και διοχετεύεται είτε στην υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης, στην οποία καταλήγουν και τα βιολογικά επεξεργασμένα λύματα της υφιστάμενης μονάδας είτε στη νέα δεξαμενή μεταερισμού.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Διαστάσεις επιφανείας	<u>2,50 x 2,91m</u>
Βάθος υγρού ελάχιστο	<u>2,65m</u>
Βάθος υγρού μέγιστο	<u>2,74m</u>
Όγκος ωφέλιμος ελάχιστος	<u>19,3m³</u>

Το νέο πιεστικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού τροφοδοτείται από τη δεξαμενή βιομηχανικού νερού και εξυπηρετεί το αντίστοιχο νέο δίκτυο διανομής. Το συγκρότημα αποτελείται από δύο πολυβάθμιες αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική) με παροχή 15,2 m³/h και μανομετρικό ύψος 71,7 m. Επιπλέον, περιλαμβάνει κάθετο πιεστικό δοχείο μη εναλλάξιμης μεμβράνης χωρητικότητας 100 λίτρων και πίεσης λειτουργίας 10 bar καθώς και ηλεκτρικό πίνακα ισχύος και αυτοματισμού. Η εγκατεστημένη ισχύς του συγκροτήματος ανέρχεται σε 5,5 kW, ενώ η απορροφώμενη ισχύς είναι 4,2 kW. Για κάθε αντλία έχει προβλεφθεί η τοποθέτηση κατάλληλης μονάδας ελέγχου (inverter).

Το πιεστικό συγκρότημα εγκαθίσταται σε υπόγειο χώρο, ο οποίος καλύπτεται με μεταλλικό στέγαστρο και έχει διαστάσεις 2,60 x 1,50 m και ύψος 2,80 m.

Το δίκτυο βιομηχανικού νερού ξεκινά με αγωγό διαμέτρου Φ90 από HDPE τύπου 10 atm και εξυπηρετεί τις ανάγκες πλήσης επιμέρους μηχανημάτων όπως ο φυγοκεντρικός διαχωριστής καθώς και τις παροχές άρδευσης εντός του χώρου της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ). Το βιομηχανικό νερό, έχοντας υποβληθεί σε επεξεργασία μέσω μονάδων μεμβρανών και σύστημα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία, πληροί όλες τις προδιαγραφές της ισχύουσας νομοθεσίας και είναι απόλυτα κατάλληλο για τις προαναφερόμενες χρήσεις.

11.3. ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Η μέθοδος απολύμανσης που εφαρμόζεται στην υφιστάμενη εγκατάσταση βασίζεται στη χλωρίωση με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) περιεκτικότητας έως 14% σε ενεργό χλώριο. Η προσθήκη του NaOCl πραγματοποιείται σε φρεάτιο ανάμιξης, τοποθετημένο στην είσοδο της δεξαμενής επαφής.

Η υφιστάμενη δεξαμενή επαφής αποτελείται από οκτώ λωρίδες συνολικού πλάτους 1,60 m και μήκους 8,10 m ή 7,60 m, με μέγιστο βάθος υγρών 2,0 m, παρέχοντας διαθέσιμο όγκο χλωρίωσης 199 m³.

Στη δεξαμενή επαφής καταλήγουν πλέον τόσο η εκροή από την υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα, μέσω αγωγού διαμέτρου Φ500, όσο και η εκροή από τη νέα μονάδα, μέσω αγωγού Φ630 από PVC τύπου 6 atm, προερχόμενη από τα κανάλια υπεριώδους ακτινοβολίας (UV), εφόσον κριθεί απαραίτητη η συμπληρωματική χλωρίωση της τελευταίας. Η διέλευση των λυμάτων της νέας μονάδας μέσω της χλωρίωσης ή η παράκαμψή τους προς απευθείας διοχέτευση στη δεξαμενή μεταερισμού ελέγχεται με τη λειτουργία δύο θυροφραγμάτων για αγωγούς Φ630. Έχει πραγματοποιηθεί τοπική προσαρμογή του τοίχου αντιστήριξης που περιβάλλει τη δεξαμενή χλωρίωσης, παρέχοντας προστασία έναντι εξωτερικών πλημμυρικών απορροών.

Στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής χλωρίωσης έχουν εγκατασταθεί μετρητές υπολειμματικού χλωρίου και θολότητας, οι οποίοι συνδέονται σε κοινό τετρακάναλο ενισχυτή.

Για την εφαρμογή της χλωρίωσης έχει εγκατασταθεί νέος εξοπλισμός που καλύπτει το σύνολο των παροχών της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), ο οποίος περιλαμβάνει δοσομετρικές αντλίες NaOCl με τα απαιτούμενα εξαρτήματα καθώς και δοχείο αποθήκευσης μεγάλης χρονικής επάρκειας.

Το συγκρότημα χλωρίωσης αποτελείται από δύο δοσομετρικές αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική) με παροχή 75 λίτρα/ώρα, 120 εμβολισμούς ανά λεπτό σε

συχνότητα 50 Hz και μέγιστη παροχή 90 λίτρα/ώρα. Οι αντλίες είναι διαφραγματικές, αυτόματης πλήρωσης, εξοπλισμένες με inverters και δέχονται απευθείας αναλογικό σήμα 4-20 mA.

Στο υδραυλικό δίκτυο των δοσομετρικών αντλιών περιλαμβάνονται δικλείδες ανακούφισης στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη, βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης, δοχείο απορρόφησης κραδασμών και βαλβίδα τεχνητής αντίθλιψης. Το υλικό κατασκευής όλων των αγωγών διαμέτρου Φ25 και των υδραυλικών εξαρτημάτων είναι HDPE πίεσης 16 atm.

Το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου είναι διαυγές, πρασινοκίτρινου χρώματος, οπτικά ελεύθερο από αιωρούμενα σωματίδια και ιζήματα. Οι προδιαγραφές του διαλύματος συμμορφώνονται με τα ισχύοντα πρότυπα, διασφαλίζοντας την καταλληλότητά του για τη συγκεκριμένη επεξεργασία. Κατά την παραλαβή, το διάλυμα διατηρεί σταθερή περιεκτικότητα σε ενεργό χλώριο, σύμφωνα με την προσφορά του προμηθευτή.

Το δοχείο αποθήκευσης NaOCl έχει χωρητικότητα 5.000 λίτρα (διάμετρος 1,81 m και ύψος 2,35 m), εξασφαλίζοντας συνολικό χρόνο αποθήκευσης σημαντικά μεγαλύτερο των 20 ημερών. Πρόκειται για κυλινδρικό, κατακόρυφο δοχείο κατασκευασμένο από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας.

Το δοχείο είναι εξοπλισμένο με διακόπτες υψηλής και χαμηλής στάθμης, φέρει θυρίδα ελέγχου και τα παρακάτω στόμια σύνδεσης:

- της αναρρόφησης των αντλιών δοσομέτρησης διαλύματος χαμηλά στην πλευρική επιφάνεια του δοχείου,

- του αγωγού εκκένωσης του δοχείου, χαμηλά στην πλευρική επιφάνεια του δοχείου και σε στάθμη χαμηλότερη από τη στάθμη σύνδεσης της αναρρόφησης των αντλιών,

- του αγωγού υπερχείλισης, στο ανώτερο τμήμα της πλευρικής επιφάνειας του δοχείου,

- του αγωγού πλήρωσης στην οροφή του δοχείου (με κατάλληλη αναμονή για την τροφοδοσία από το βυτιοφόρο) ώστε η διαδικασία να είναι ασφαλής χωρίς την παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα.

Οι αγωγοί αναρρόφησης των αντλιών και εκκένωσης του δοχείου είναι εξοπλισμένοι με δικλείδες απομόνωσης.

Το δοχείο είναι τοποθετημένο εντός ειδικά διαμορφωμένης λεκάνης συγκράτησης, η οποία έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση πιθανών διαρροών, την ελαχιστοποίηση των κινδύνων που σχετίζονται με τυχόν καταστροφή της δεξαμενής, καθώς και για τη συλλογή και συγκέντρωση

οποιοδήποτε διαφυγόντος διαλύματος. Επιπλέον, η λεκάνη διευκολύνει την εύκολη και αποτελεσματική έκπλυση του χώρου. Η δεξαμενή διαθέτει κατάλληλες διαστάσεις και ύψος πλευρικών τοιχίων και είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ η εσωτερική της επιφάνεια προστατεύεται με ειδικά οξύμαχα πλακίδια για την αντοχή σε χημικές επιδράσεις. Εντός της λεκάνης έχει διαμορφωθεί κανάλι στραγγισμάτων, το οποίο καταλήγει σε τελικό φρεάτιο. Από το φρεάτιο αυτό πραγματοποιείται η απομάκρυνση του συγκεντρωθέντος διαλύματος χλωρίου με τη χρήση φορητής αντλίας. Επιπρόσθετα, έχει εγκατασταθεί ηλεκτρόδιο στάθμης για την ανίχνευση τυχόν διαρροών.

Όλες οι ανωτέρω εγκαταστάσεις βρίσκονται εντός του νέου οικίσκου απολύμανσης, ο οποίος αποτελείται από δύο διακριτούς χώρους, προσαρμοσμένους στις διαφορετικές λειτουργικές ανάγκες της εγκατάστασης. Στον πρώτο χώρο τοποθετούνται το δοχείο αποθήκευσης διαλύματος NaOCl και οι αντίστοιχες δοσομετρικές αντλίες ενώ στον δεύτερο χώρο στεγάζονται οι ηλεκτρικοί πίνακες ελέγχου.

ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Συνολικές διαστάσεις επιφάνειας	6,80 x 2,60m
Χώρος δοχείων και δοσομετρικών NaOCl	3,90 x 2,60m
Χώρος ηλεκτρικών πινάκων	2,80 x 2,60m
Ύψος συνολικό	3,0m

Οι χώροι φέρουν μηχανικό εξαερισμό (2 αξονικοί ανεμιστήρες παροχής 1220 m³/h έκαστος, με 10 εναλλαγές αέρα την ώρα).

11.4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΦΡΕΑΤΙΟ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Το σύνολο της παροχής της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), μέσω αγωγών διαμέτρου Φ630 από PVC τύπου 6, προέρχεται τόσο από την υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης όσο και από την έξοδο της δεξαμενής βιομηχανικού νερού, στην περίπτωση που έχει παρακαμφθεί η χλωρίωση για τις εκροές της νέας μονάδας. Η συνολική αυτή παροχή κατευθύνεται στη νέα δεξαμενή μεταερισμού. Η εν λόγω δεξαμενή έχει σχεδιαστεί με σκοπό την επίτευξη του ορίου εκροής για το διαλυμένο οξυγόνο, το οποίο ορίζεται στα 5 mg/l σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους λειτουργίας της εγκατάστασης. Η δεξαμενή και ο συνοδευτικός εξοπλισμός έχουν διαστασιολογηθεί ώστε να ανταποκρίνονται στο σύνολο της εισερχόμενης παροχής της ΕΕΛ.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΥ

Διαστάσεις επιφανείας	9,0 x 4,80m
-----------------------	-------------

Ελάχιστο βάθος υγρού	2,08m
Μέγιστο βάθος υγρού	2,58m
Συνολικό βάθος	4,0m
Όγκος ωφέλιμος (μέγιστος/μέσος)	111,5/100,7m ³

Για τον εμπλουτισμό των επεξεργασμένων λυμάτων σε διαλυμένο οξυγόνο, στη δεξαμενή μεταερισμού έχει εγκατασταθεί αντλία έγχυσης αέρα τύπου flow jet, με παροχή 128 Nm³/h και ικανότητα οξυγόνωσης 6,56 kgO₂/h σε βάθος βύθισης 2,58 m. Η αντλία διαθέτει ισχύ 5,5 kW.

Τα επεξεργασμένα λύματα από τη δεξαμενή μεταερισμού της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) οδηγούνται μέσω βυθισμένου υπερχειλιστή στο νέο φρεάτιο φόρτισης του αγωγού διάθεσης.

Η ανάγκη μετατόπισης του υφιστάμενου φρεατίου φόρτισης προέκυψε λόγω της μελλοντικής κατασκευής έργων διευθέτησης του παρακείμενου ρέματος. Σημειώνεται ότι έχει πραγματοποιηθεί αντικατάσταση του δίδυμου αγωγού μεταφοράς, έως κατάλληλη θέση του υφιστάμενου αγωγού διάθεσης, με νέο δίδυμο αγωγό διαμέτρου Φ450 από PVC τύπου 6 atm. Η αντικατάσταση αυτή αποσκοπεί στην ασφαλή διέλευση του νέου αγωγού, ο οποίος πλέον διέρχεται εγκιβωτισμένος κάτωθεν της διευθετημένης κοίτης του ρέματος.

ΦΡΕΑΤΙΟ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Διαστάσεις επιφάνειας θαλάμου	4,0 x 2,0m
Βάθος υγρού ελάχιστο	2,78m
Βάθος υγρού μέγιστο	3,28m
Όγκος οφέλιμος	4,0m³

Το νέο φρεάτιο έχει μεγαλύτερη επιφάνεια από το υφιστάμενο (8,0 m² έναντι 6,3 m²), ενώ διατηρεί την υφιστάμενη διακύμανση στάθμης του 0,50 m.

12. ΣΤΑΔΙΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

12.1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Για την τροφοδοσία της μονάδας αφυδάτωσης και ειδικότερα για την εξασφάλιση επαρκούς όγκου αποθήκευσης σε κάθε περίπτωση, έχει προβλεφθεί δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης της περίσσειας βιολογικής ιλύος, η οποία τροφοδοτείται από τις αντλίες περίσσειας

μέσω αγωγού διαμέτρου Φ90, κατασκευασμένου από HDPE τύπου 10 atm. Η εν λόγω διαδρομή αποτελεί την κύρια προτεινόμενη επιλογή για τη διαχείριση της παραγόμενης λάσπης. Παράλληλα, ο ίδιος αγωγός διακλαδίζεται προς τον υφιστάμενο παχυντή βαρύτητας, παρέχοντας εναλλακτική δυνατότητα διαχείρισης της περίσσειας ιλύος της νέας μονάδας βιολογικής επεξεργασίας.

Η δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα και διαθέτει επαρκή όγκο για την αποθήκευση της παραγόμενης περίσσειας ιλύος για χρονικό διάστημα που κρίνεται επαρκές.

Από τον πυθμένα της δεξαμενής, η ιλύς οδηγείται προς το σύστημα μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης μέσω του αντλιοστασίου τροφοδοσίας. Επιπλέον, έχει προβλεφθεί υπερχειλίση ασφαλείας, η οποία συνδέεται με το δίκτυο στραγγιδίων, εξασφαλίζοντας την αποφυγή υπερχειλίσεων.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Διαστάσεις επιφανείας	5,0 x 5,0m
Βάθος υγρού ωφέλιμου	3,20m
Συνολικό βάθος	3,80m
Ωφέλιμος όγκος δεξαμενής	80m ³

Στη δεξαμενή έχει εγκατασταθεί όργανο μέτρησης στάθμης, του οποίου οι ενδείξεις μεταφέρονται στο Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ) για συνεχή παρακολούθηση. Μέσω αυτού του οργάνου ελέγχεται η λειτουργία των αντλιών τροφοδοσίας ιλύος προς τη μονάδα αφυδάτωσης. Επιπλέον, η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με δύο διακόπτες στάθμης: έναν διακόπτη χαμηλής στάθμης (low), ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία των αντλιών ιλύος προκειμένου να αποτραπεί η ξηρά λειτουργία τους και έναν διακόπτη υψηλής στάθμης (υπερχειλίσης, high), ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία των αντλιών τροφοδοσίας, ενεργοποιεί συναγερμό στο κέντρο ελέγχου και ειδοποιεί για την ενεργοποίηση της διάταξης υπερχειλίσης.

Ο έλεγχος εκκίνησης και παύσης του εξοπλισμού της δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω προκαθορισμένου χρονοπρογράμματος σε συνδυασμό με τους ανωτέρω διακόπτες στάθμης, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για λειτουργία σε περιβάλλον υψηλής συγκέντρωσης στερεών.

Για την ανάδευση της ιλύος και την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών καθώς και για την ανανέωση της ενεργού ιλύος, έχει εγκατασταθεί αντλία έγχυσης αέρα τύπου flow jet. Η αντλία διαθέτει παροχή 94 Nm³/h σε βάθος βύθισης 3 m, ικανότητα οξυγόνωσης 6,57 kgO₂/h και ισχύ 5,5 kW.

12.2. ΑΝΤΛΗΣΗ ΙΛΥΟΣ - ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΧΥΝΣΗ / ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Η περίσσεια ιλύος της νέας μονάδας συμπυκνώνεται και αφυδατώνεται με τη χρήση φυγοκεντρικού διαχωριστή, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο κτίριο επεξεργασίας ιλύος, πλησίον του υφιστάμενου αντίστοιχου μηχανήματος. Η εγκατάσταση μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης διαθέτει τη δυνατότητα επεξεργασίας του συνόλου της παραγόμενης περίσσειας ιλύος, λειτουργώντας πενήνθερα με ημερήσιο ωράριο πέντε ωρών.

Η λειτουργία των μηχανημάτων εξασφαλίζει ότι η περιεκτικότητα της ιλύος εξόδου σε στερεά είναι τουλάχιστον 20% κατά βάρος.

Τα επιμέρους τμήματα της νέας μονάδας επεξεργασίας ιλύος είναι:

αντλίες ιλύος θετικής εκτόπισης,

φυγοκεντρικός διαχωριστής (περιλαμβάνει και πίνακα με ρυθμιστές στροφών και PLC από τον κατασκευαστή),

αντλίες διαλύματος πολυηλεκτρολύτη θετικής εκτόπισης,

συγκρότημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη,

κοχλίας μεταφοράς ιλύος.

Όλα τα επιμέρους τμήματα του συστήματος διαθέτουν εναρμονισμένη δυναμικότητα μεταξύ τους, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής, ώστε να διασφαλίζεται η επίτευξη των προδιαγεγραμμένων αποδόσεων.

Στην κύρια επιλογή διαχείρισης της ιλύος της νέας μονάδας, οι αντλίες τροφοδοσίας του συγκροτήματος μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης αναρροφούν από τη δεξαμενή αποθήκευσης. Εναλλακτικά, παρέχεται η δυνατότητα τροφοδοσίας των νέων αντλιών, και κατά συνέπεια του νέου φυγοκεντρικού διαχωριστή, μέσω διασύνδεσης με τον υφιστάμενο αγωγό παχυμένης ιλύος. Με τον τρόπο αυτό, το νέο συγκρότημα δύναται να παραλαμβάνει και παχυμένη ιλύ, αυξάνοντας την απόδοσή του.

Επιπλέον, βάσει των προβλεπόμενων διασυνδέσεων, υφίσταται η δυνατότητα διαχείρισης της περίσσειας ιλύος της νέας μονάδας από τον υφιστάμενο παχυντή βαρύτητας και τον υφιστάμενο φυγοκεντρητή, μέσω της υφιστάμενης διασύνδεσης με το αντλιοστάσιο παχυμένης ιλύος.

Κατά συνέπεια, παρέχεται ευχέρεια λειτουργίας ακόμη και σε χιαστί σενάρια, όπως η συνδυασμένη λειτουργία του νέου βιοαντιδραστήρα μεμβρανών με την υφιστάμενη μονάδα πάχυνσης-αφυδάτωσης, καθώς και του υφιστάμενου βιοαντιδραστήρα με τη νέα μονάδα αποθήκευσης-αφυδάτωσης.

Ωστόσο, η προτεινόμενη επιλογή παραμένει η διακριτή λειτουργία των υφιστάμενων και νέων μονάδων. Το σενάριο αυτό υποστηρίζεται από την ύπαρξη της

δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος και την εγκατάσταση φυγοκεντρικού διαχωριστή μεγάλης δυναμικότητας.

Οι αντλίες είναι δύο (μία κύρια και μία εφεδρική) θετικής εκτόπισης, με δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης της παροχής μέσω ρυθμιστή στροφών (inverter) ισχύος εξόδου 7,5 kW ανά αντλία. Κάθε αντλία αποτελείται από ελικοειδή ρότορα που περιστρέφεται εντός ελικοειδούς στάτορα. Η δυναμικότητα κάθε αντλίας ανέρχεται σε 26 m³/h με ταχύτητα 292 rpm και κατάθλιψη 2 bar. Η εγκατεστημένη ισχύς κάθε αντλίας είναι 7,5 kW ενώ η απαιτούμενη ισχύς για την προαναφερθείσα παροχή ανέρχεται σε 4,07

kW.

Οι

αντλίες διαθέτουν σύστημα προστασίας έναντι ξηράς λειτουργίας και φέρουν συρτοδικλείδες στους αγωγούς τροφοδοσίας και εξόδου.

Οι αγωγοί διακίνησης της ιλύος έχουν διάμετρο Φ110 mm και είναι κατασκευασμένοι από HDPE τύπου 10 atm.

Η λειτουργία των αντλιών μπορεί να πραγματοποιείται είτε τοπικά είτε με βάση την ένδειξη στάθμης της δεξαμενής συγκέντρωσης ιλύος. Οι αντλίες διαθέτουν αυτοματισμό εναλλαγής, ενώ παρέχεται και δυνατότητα χειροκίνητου χειρισμού.

Για τη μέτρηση της ιλύος που προωθείται προς αφυδάτωση, έχει εγκατασταθεί παροχόμετρο διαμέτρου DN65 στη γραμμή εισόδου.

Φυγοκεντρικός διαχωριστής

Η μονάδα πάχυνσης-αφυδάτωσης έχει σχεδιαστική δυναμικότητα 26 m³/h όσον αφορά τον όγκο λάσπης. Οι συγκεντρώσεις της εισερχόμενης λάσπης κυμαίνονται μεταξύ 0,8% και 1,3% σε ξηρά ουσία (DS) ανάλογα με το σενάριο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών και την απουσία ενδιάμεσης πάχυνσης.

Ο οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστής αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο τύμπανο και έναν κοχλία που περιστρέφεται εντός του τυμπάνου. Ο διαχωριστής έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ώστε να λειτουργεί με ταχύτητα περιστροφής τυμπάνου έως 4.200 rpm. Όλα τα μέρη του διαχωριστή που έρχονται σε επαφή με τη λάσπη είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Το μήκος του τυμπάνου ανέρχεται σε 1,51 m, εκ των οποίων το κυλινδρικό τμήμα έχει μήκος 1,25 m ενώ η διάμετρος του τυμπάνου είναι 0,36 m. Οι ηλεκτροκινητήρες που κινούν το τύμπανο και τον κοχλία διαθέτουν οδήγηση μεταβλητής συχνότητας υψηλής απόδοσης, με ισχύ 30 kW και 5,5 kW αντίστοιχα. Το εύρος της διαφορικής ταχύτητας μεταξύ τυμπάνου και κοχλία κυμαίνεται από 0 έως 23 rpm.

Σε ειδικό τεμάχιο, τοποθετημένο στο άκρο του σωλήνα τροφοδοσίας, πραγματοποιείται η ανάμιξη της λάσπης με κατάλληλο διάλυμα πολυηλεκτρολύτη. Στη συνέχεια, από τη ζώνη τροφοδοσίας του κοχλία, η λάσπη οδηγείται στο κυλινδρικό τμήμα του

τυμπάνου, όπου η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη επιταχύνει τη διαδικασία διαχωρισμού, εκμεταλλευόμενη τη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ της υγρής φάσης και των στερεών.

Τα στερεά συσσωρεύονται στην περιφέρεια του τυμπάνου ενώ ο κοχλίας, ο οποίος περιστρέφεται με ταχύτητα μικρότερη από αυτήν του τυμπάνου, μεταφέρει τα στερεά προς το κωνικό τμήμα, από όπου και εξωθούνται μέσω των οπών απόρριψης στερεών.

Τα υγρά απομακρύνονται από το αντίθετο άκρο του τυμπάνου, ενώ η στάθμη του υγρού ρυθμίζεται μέσω ειδικών διαφραγμάτων.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν την απόδοση του φυγοκεντρικού διαχωριστή (δηλαδή αυξάνουν την περιεκτικότητα της απορριπτόμενης πίττας σε στερεά σε συνδυασμό με την δυναμικότητα του συστήματος και την περιεκτικότητα του απορριπτόμενου υγρού σε στερεά) κατά σειρά σημαντικότητας είναι:

- η αναπτυσσόμενη φυγοκεντρική δύναμη (ανάλογη της ταχύτητας περιστροφής του τυμπάνου),

- η ροπή που μπορεί να αναπτύξει ο κοχλίας και το σύστημα κίνησής του,

- η διαφορική ταχύτητα κοχλίας-τυμπάνου,

- η στάθμη υγρού,

- η σχεδίαση και διάταξη του κοχλίας,

- η χρήση πολυηλεκτρολύτη.

Για τη λειτουργία του φυγοκεντρικού διαχωριστή έχει εγκατασταθεί σύστημα πλύσης του τυμπάνου και του κοχλίας, το οποίο ενεργοποιείται κατά τη διακοπή της τροφοδοσίας με ιλύ και την έναρξη του κύκλου σταματήματος της λειτουργίας. Το βιομηχανικό νερό πλύσης διοχετεύεται με παροχή περίπου $10 \text{ m}^3/\text{h}$ για διάρκεια 15 λεπτών πριν από την επιβράδυνση του συστήματος. Η απαιτούμενη πίεση νερού πλύσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3 bar.

Τα νερά έκπλυσης και τα στραγγίδια συλλέγονται μέσω υποδαπέδιου δικτύου αποχέτευσης και κατευθύνονται στο νέο αντλιοστάσιο στραγγιδίων για περαιτέρω

διαχείριση.

Το συγκρότημα του φυγοκεντρικού διαχωριστή συνοδεύεται από ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου και ρύθμισης, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το θάλαμο ελέγχου. Το σύστημα μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος λειτουργεί πλήρως αυτοματοποιημένα, με δυνατότητα χειροκίνητης παρέμβασης όταν απαιτείται.

12.3. ΜΟΝΑΔΑ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

Στον εξοπλισμό της μονάδας μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης έχει ενσωματωθεί νέο αυτόματο σύστημα προετοιμασίας και τροφοδοσίας διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, το οποίο λειτουργεί συνεχώς. Η διαστασιολόγηση της μονάδας πολυηλεκτρολύτη βασίζεται σε δόση χημικών ύψους 10 g/kg στερεών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του φυγοκεντρικού διαχωριστή. Η συγκέντρωση του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη κατά την ανάμιξή του με την ιλύ ανέρχεται σε 0,5% κ.β. Ο πολυηλεκτρολύτης έχει επιλεγεί μετά από εκτενείς δοκιμές και χαρακτηρίζεται από μέτριο έως υψηλό κατιονικό φορτίο και υψηλό μοριακό βάρος. Το συγκρότημα αποτελεί βιομηχανικό προϊόν κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, με αυτόματη και συνεχή λειτουργία, δυναμικότητας 1000 lit/h. Αποτελείται από τα εξής επιμέρους στοιχεία: αυτόματο τροφοδότη σκόνης πολυηλεκτρολύτη ισχύος 0,18 kW, σύστημα in-line διάλυσης σκόνης με χωνί διάχυσης ισχύος 0,24 kW, τρεις δεξαμενές ωρίμανσης διαλύματος εξοπλισμένες με κατακόρυφους αναδευτήρες

ισχύος 0,18 kW έκαστος καθώς και ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου.

Η γραμμή τροφοδοσίας νερού προς το συγκρότημα περιλαμβάνει δικλείδα απομόνωσης, μανόμετρο ελέγχου πίεσης, ηλεκτροβάνα αυτόματου ελέγχου τροφοδοσίας, δικλείδα ρύθμισης πίεσης, παροχόμετρο νερού και πρεσοστάτη.

Ο πολυηλεκτρολύτης εισάγεται στη διάταξη σε στερεά μορφή σκόνης. Από χοάνη όγκου 100 λίτρων, με τη βοήθεια κοχλία μεταβλητής ταχύτητας, η σκόνη μεταφέρεται στο χωνί διάλυσης. Το νερό, προερχόμενο από το δίκτυο πόσιμου νερού της εγκατάστασης, διέρχεται από σειρά οργάνων, όπως μανόμετρο, πιεσοστάτη, μειωτή πίεσης, ηλεκτροβαλβίδα και ροόμετρο, πριν καταλήξει στο χωνί διάλυσης. Το παραγόμενο διάλυμα μεταφέρεται στην πρώτη δεξαμενή και στη συνέχεια στις επόμενες, όπου κατά τη διάρκεια της μεταφοράς ωριμάζει. Τα διαμερίσματα της μονάδας επιτρέπουν την πλήρη διαλυτοποίηση του στερεού πολυηλεκτρολύτη, την ωρίμανση και την αποθήκευση του διαλύματος. Σε κάθε διαμέρισμα λειτουργεί κατακόρυφος αναδευτήρας, ο οποίος διατηρεί το διάλυμα σε

πλήρη ανάμιξη. Τα αισθητήρια στην τελευταία δεξαμενή καθορίζουν τη λειτουργία του αυτοματισμού του συστήματος. Κάθε διαμέρισμα διαθέτει υπερχειλίση υψηλής στάθμης και κρουνό αποχέτευσης συνδεδεμένο με το νέο δίκτυο στραγγιδίων, επιτρέποντας την πλήρη εκκένωση και των τριών διαμερισμάτων.

Παράλληλα, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα τροφοδοσίας με υγρό πολυηλεκτρολύτη (γαλάκτωμα), μέσω ειδικής διάταξης που περιλαμβάνει αντλία γαλακτώματος παροχής 6,5 lt/h και διακόπτη επιλογής δύο θέσεων.

Το σύνολο του συγκροτήματος τροφοδοσίας, ανάμιξης και προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη είναι εγκατεστημένο σε δάπεδο, με τις τυχόν υπερχειλίσεις να οδηγούνται μέσω αγωγού στο φρεάτιο στραγγιδίων του νέου φυγοκεντρικού διαχωριστή. Ο έλεγχος του συγκροτήματος πραγματοποιείται από υποπίνακα ελέγχου, ο οποίος βρίσκεται στο κτίριο επεξεργασίας ιλύος.

Οι αντλίες αναρροφούν το διάλυμα πολυηλεκτρολύτη από το συγκρότημα προετοιμασίας και το τροφοδοτούν στη διάταξη μίξης ανάντη του φυγοκεντρικού διαχωριστή. Υπάρχουν δύο δοσομετρικές αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική), οι οποίες είναι κοχλιωτές θετικής εκτόπισης, με ρυθμιζόμενη παροχή. Η παροχή λειτουργίας κάθε αντλίας ανέρχεται σε 800 lt/h στις 431 rpm, με πίεση λειτουργίας 2 bar. Η εγκατεστημένη ισχύς της κάθε αντλίας είναι 0,37 kW, ενώ η απαιτούμενη ισχύς για την παροχή αυτή είναι 0,14 kW. Η ρύθμιση της παροχής πραγματοποιείται αυτόματα μέσω ρυθμιστή στροφών (inverter) ισχύος εξόδου 0,37 kW. Επιπλέον, οι αντλίες διαθέτουν σύστημα προστασίας από ξηρά λειτουργία.

Κάθε αντλία φέρει στον αγωγό αναρρόφησης δικλείδα απομόνωσης, ενώ στον αγωγό κατάθλιψης φέρει δικλείδα απομόνωσης και βαλβίδα αντεπιστροφής. Οι αγωγοί διαμέτρου Φ40 είναι κατασκευασμένοι από PVC ονομαστικής πίεσης 10 atm.

Για τη μέτρηση της παροχής πολυηλεκτρολύτη έχει εγκατασταθεί παροχόμετρο διαμέτρου DN50.

Συνδυασμένη λειτουργία

Η λειτουργία της μονάδας αφυδάτωσης απαιτεί συντονισμένη και ταυτόχρονη λειτουργία των επιμέρους εξοπλισμών. Για την έναρξη της διαδικασίας αφυδάτωσης, είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί η εκκίνηση της προετοιμασίας του πολυηλεκτρολύτη, ακολουθούμενη από την εκκίνηση του φυγοκεντρικού διαχωριστή. Παράλληλα, τίθενται σε λειτουργία οι αντλίες τροφοδοσίας ιλύος και οι δοσομετρικές αντλίες

τροφοδοσίας

πολυηλεκτρολύτη.

Μετά την

ολοκλήρωση της αφυδάτωσης, η διαδικασία διακόπτεται αυτόματα είτε μέσω του διακόπτη χαμηλής στάθμης που είναι εγκατεστημένος στη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος, είτε μέσω προγραμματισμένου χρονοδιαγράμματος από το PLC του συστήματος. Κατά τη διάρκεια της μηχανικής αφυδάτωσης, παράλληλα λειτουργεί ο κοχλίας μεταφοράς της αφυδατωμένης ιλύος προς απόρριψη.

Ο τερματισμός της

λειτουργίας ακολουθεί αντίστροφη διαδικασία, συμπεριλαμβανομένης και χρονοκαθυστερήσης, με τελικό στάδιο τη διακοπή της πλύσης του φυγοκεντρικού διαχωριστή με καθαρό νερό.

Σε περίπτωση εκδήλωσης

οποιοδήποτε προβλήματος σε κάποιο από τα μηχανήματα που συμμετέχουν στην παραπάνω αλυσιδωτή διαδικασία, η λειτουργία όλων των εξοπλισμών διακόπτεται αυτόματα, δεδομένου ότι η λειτουργία τους είναι αλληλοεξαρτώμενη και απαιτεί την ταυτόχρονη ενεργοποίησή τους.

12.4. ΚΤΙΡΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Ο συνολικός εξοπλισμός της νέας μονάδας επεξεργασίας ιλύος έχει εγκατασταθεί εντός του υφιστάμενου κτιρίου, με ιδιαίτερη μέριμνα στην ορθή χωροθέτηση, ώστε να εξασφαλίζεται η δυνατότητα εύκολης εξόδου και απομάκρυνσης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για σκοπούς συντήρησης και επισκευής. Η χωροθέτηση των μηχανημάτων έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διατίθεται επαρκής χώρος περιμετρικά του νέου συγκροτήματος πάχυνσης και αφυδάτωσης, διευκολύνοντας έτσι τις εργασίες συντήρησης και λειτουργικής πρόσβασης.

Ο υφιστάμενος μεταφορικός κοχλίας έχει υποστεί τροποποιήσεις. Η αφυδατωμένη ιλύς, μετά την έξοδό της από τον νέο φυγοκεντρικό διαχωριστή, καθώς και από τον υφιστάμενο, παραλαμβάνεται από νέα διάταξη μεταφοράς, η οποία αποτελείται από χοάνη και ελικοειδή μεταφορέα χωρίς άξονα. Η λεκάνη του μεταφορέα είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα με εσωτερική επένδυση από HDPE πάχους 10 mm. Η μεταφορά της λάσπης πραγματοποιείται μέσω συνδυασμού κεκλιμένων κοχλιών μήκους 3,45 m (για τον αρχικό φυγοκεντρικό διαχωριστή) και 4,80 m (για τον νέο φυγοκεντρικό διαχωριστή), με ονομαστική διάμετρο κοχλίας 200 mm και εγκατεστημένη ισχύ 1,5 kW.

Ο

κεκλιμένος κοχλίας ανυψώνει την ιλύ εντός του κτιρίου, με την απόληξή του τοποθετημένη σε κατάλληλο ύψος 2,15 m, επιτρέποντας την εκκένωση της λάσπης σε διπλανό χώρο και σε container. Οι κάδοι μεταφέρονται με φορτηγό εξοπλισμένο με υδραυλικούς βραχίονες, που επιτρέπουν την άφηση, συλλογή και εκκένωση των κάδων. Παρέχονται

τρεις κάδοι μονής φόρτωσης, έκαστος με χωρητικότητα 10 m^3 . Η αποθήκευση της αφυδατωμένης ιλύος πραγματοποιείται προσωρινά σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο πλησίον του κτιρίου. Ο χώρος αυτός απομονώνεται με ειδικό ρολό, είναι πλήρως στεγασμένος και συνδεδεμένος με το κεντρικό σύστημα απόσμησης. Επιπλέον, στον χώρο προβλέπεται κρουνός πλύσης, συνδεδεμένος με το δίκτυο βιομηχανικού νερού. Στο δάπεδο έχουν διαμορφωθεί κατάλληλα κανάλια για τη συγκέντρωση στραγγιδίων και νερών πλύσης, τα οποία οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης. Στον ίδιο στεγασμένο χώρο υπάρχει επίσης πρόβλεψη για την αποθήκευση στερεού πολυηλεκτρολύτη, ο οποίος φυλάσσεται σε σάκους.

Στο κτίριο αφυδάτωσης έχει εγκατασταθεί γερανοδοκός ικανότητας $1,5$ τόνου, αντιστοιχώντας στο βάρος του τυμπάνου του φυγοκεντρικού διαχωριστή. Ο γερανός διαθέτει μονοράγα και χειροκίνητο βαρούλκο, με μήκος διαδρομής $7,0 \text{ m}$ και ύψος ανύψωσης $3,0 \text{ m}$.

Επιπλέον, στο κτίριο έχει εγκατασταθεί αξονικός ανεμιστήρας παροχής $3.120 \text{ m}^3/\text{h}$, ο οποίος εξασφαλίζει τον εξαερισμό του χώρου με πέντε εναλλαγές αέρα ανά ώρα, παρέχοντας δυνατότητα άμεσου εξαερισμού ανεξαρτήτως της λειτουργίας του συστήματος απόσμησης.

Για την ανίχνευση πιθανών διαρροών υδρόθειου, στο κτίριο έχει τοποθετηθεί κατάλληλος μετρητής συγκέντρωσης

H_2S . Στο δάπεδο του κτιρίου επεξεργασίας ιλύος έχουν κατασκευαστεί ειδικά φρεάτια συλλογής στραγγιδίων, τα οποία συνδέονται με το δίκτυο αποχέτευσης της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ).

13. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

Τα στραγγίδια που προέρχονται από τις διάφορες μονάδες της εγκατάστασης (προεπεξεργασία, επεξεργασία ιλύος, χημικοί καθαρισμοί μεμβρανών, υπερχειλίσες ασφαλείας και εκκενώσεις) συλλέγονται και οδηγούνται μέσω νέου δικτύου, καθώς και επέκτασης του υφιστάμενου, σε αγωγούς διαμέτρου Φ200 κατασκευασμένους από PVC τύπου SDR 41. Οι αγωγοί αυτοί καταλήγουν στο χώρο του υφιστάμενου αντλιοστασίου στραγγιδίων όπου επίσης καταλήγει και ο υφιστάμενος ή τροποποιούμενος αγωγός διαμέτρου Φ160 από PVC SDR 41, προερχόμενος από το κτίριο διοίκησης.

Στον ίδιο χώρο, σε επαφή με το υφιστάμενο αντλιοστάσιο και μέσω διάνοιξης οπής διαμέτρου Φ0,45 m, κατασκευάζεται νέο αντλιοστάσιο, το οποίο προορίζεται για τη διαχείριση των νέων παροχών ή μέρους των συνολικών παροχών, αναλογικά με τη σχέση παροχών μεταξύ της νέας και της υφιστάμενης εγκατάστασης.

Οι σωλήνες PVC SDR 41 που χρησιμοποιούνται πληρούν τις σχετικές προδιαγραφές και εξασφαλίζουν την ανθεκτικότητα και τη στεγανότητα του δικτύου αποχέτευσης στραγγιδίων, σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.

ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

Διαστάσεις επιφανείας θαλάμου	2,0 x 1,50m
Βάθος υγρού ωφέλιμο/συνολικό	0,50 x 1,30m
Ολικό βάθος	3,75m
Όγκος ωφέλιμος	1,5m ³

Η επικοινωνία μεταξύ των δύο θαλάμων πραγματοποιείται μέσω της προαναφερθείσας οπής διαμέτρου Φ0,45 m, στην οποία τοποθετείται τμήμα αγωγού Φ450 από PVC τύπου 6 atm, προκειμένου να διασφαλιστεί η στεγανότητα της σύνδεσης. Με τον τρόπο αυτό, το σύνολο των δύο θαλάμων λειτουργεί ως ενιαίος ωφέλιμος όγκος αναρρόφησης για τις

νέες αντλίες.

Το νέο αντλιοστάσιο είναι εξοπλισμένο με αφαιρούμενο κάλυμμα, το οποίο επιτρέπει εύκολη πρόσβαση, εποπτεία και καθαρισμό του εσωτερικού χώρου.

Εντός του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική), με παροχή 39,4 m³/h στο επιλεγμένο σημείο λειτουργίας και μανομετρικό ύψος 11,9 m. Η ισχύς τροφοδοσίας από το δίκτυο ανέρχεται σε 2,9 kW, ενώ η ονομαστική ισχύς των αντλιών είναι 2,2 kW και η απορροφώμενη ισχύς στο συγκεκριμένο σημείο λειτουργίας 1,84 kW. Οι αντλίες μεταφέρουν τα στραγγίδια μέσω αγωγού διαμέτρου Φ110 από HDPE τύπου 10 atm προς το φρεάτιο μερισμού Ι, το οποίο βρίσκεται ανάντη της μονάδας προεπεξεργασίας.

Η λειτουργία των αντλιών εναλλάσσεται με κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού, προκειμένου να επιτυγχάνεται ομαλή φθορά και ισόρροπη χρήση τους. Η παρακολούθηση της λειτουργίας τους πραγματοποιείται από την κεντρική μονάδα ελέγχου. Η εκκίνηση και η παύση των αντλιών ελέγχονται αυτόματα μέσω τριών διακοπών στάθμης (για ξηρά λειτουργία, εκκίνηση και υπερχείλιση), οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου στραγγιδίων.

Σημειώνεται επίσης η ύπαρξη προσωρινής αντλίας, τοποθετημένης στην αποθήκη, η οποία χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της κατασκευαστικής φάσης. Η αντλία αυτή διαθέτει παροχή 300 m³/h σε μανομετρικό ύψος 10 m, με ισχύ τροφοδοσίας από το δίκτυο 13 kW, ονομαστική ισχύ 11 kW και απορροφώμενη ισχύ 10,17 kW στο σημείο λειτουργίας.

Γ' ΜΕΡΟΣ

14. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Σε αυτό το μέρος γίνεται αναφορά στις μετρήσεις (μηνιαίες), οι οποίες πραγματοποιούνται στους παραμέτρους παρακολούθησης των υγρών αποβλήτων κατά την είσοδο τους αλλά και κατά την έξοδο τους από την μονάδα επεξεργασίας, συνοδευόμενες από τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις. Πραγματοποιείται μία ανασκόπηση σε βάθος πενταετίας (2019-2023), με σκοπό να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα του ίδιου έτους αλλά και αν μπορούμε φυσικά να γίνει μια αναφορά σε τυχόν διαφοροποιήσεις από έτος σε έτος.

14.1. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2019

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)
16/01/2019	390	590	-	-	240
12/02/2019	420	750	-	-	-
28/03/2019	290	804	48,8	9,08	413
19/04/2019	470	855	87	8,7	280
10/05/2019	980	2.105	126	11	769
20/06/2019	600	834	97	11,1	318
11/07/2019	580	816	105	12	357
22/08/2019	540	846	89	14	582
12/09/2019	700	1.125	116	13,8	586

23/10/2019	560	1.334	128	15,6	450
15/11/2019	560	466	103	13,6	304
12/12/2019	380	643	108	11,2	174

Πίνακας 6

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2019

Γράφημα 1

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2019

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
16/01/2019	19	80	8,6	5,1	16	5	1,6
12/02/2019	19	72	9,5	-	15	5,3	2,2
28/03/2019	4	30	-	5,7	4	-	-
19/04/2019	2	21	13	5,7	36	10,9	0,09
10/05/2019	2	23	11,2	6,2	2	9,2	0,02
20/06/2019	5	18,7	4,5	2,3	1	2,52	0,022
11/07/2019	7	17	6,3	3,9	1	4,28	0,016

22/08/2019	6	15	11,4	2,6	1	9,35	0,037
12/09/2019	7	18,7	2	10	4,1	7,98	0,015
23/10/2019	5	18	7	0,5	2	4,96	0,017
15/11/2019	3	45	5,2	0,5	2	3,19	0,015
12/12/2019	2	10	5,6	5,8	4	3,54	0,05

Πίνακας 7

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2019

Γράφημα 2

14.2. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2020

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)
15/01/2020	380	608	77	8,1	243
13/02/2020	460	797	138	11,5	320
12/03/2020	420	724	93,7	11,9	340
08/04/2020	360	450	58,2	7,3	240
13/05/2020	130	255	73,5	7,6	57
10/06/2020	520	733	96,5	11,3	152

15/07/2020	280	528	97,1	10,1	190
19/08/2020	200	484	78,6	8,8	168
16/09/2020	480	868	127	13,3	431
14/10/2020	300	741	113	11,5	356
11/11/2020	160	279	72,5	5,5	120
16/12/2020	240	414	72,8	7,5	196

Πίνακας 8

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2020

Γράφημα 3

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2020

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
15/01/2020	3	15	19,2	2,2	1	17,2	0,015
13/02/2020	1	16	5,4	2,6	1	3,4	0,015
12/03/2020	1	15	5,4	0,8	1	3,36	0,075
08/04/2020	1	15	5,3	0,7	1	3,3	0,015
13/05/2020	4	15	6,9	6,1	2	4,91	0,015
10/06/2020	4	15	4,1	6,1	2	2,06	0,015

15/07/2020	9	15	7,4	5,3	3	5,34	0,101
19/08/2020	8	16	5,6	5,3	7	3,63	0,015
16/09/2020	9	16	15,3	5,6	3	13,3	0,031
14/10/2020	7	17	29,1	5,1	4	27	0,082
11/11/2020	1	16	4	2,9	1	1,99	0,017
16/12/2020	1	15	11	2,9	15	8,99	0,015

Πίνακας 9

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2020

Γράφημα 4

14.3. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2021

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)
07/01/2021	460	871	112	12,2	-
17/02/2021	340	514	73,2	7,1	20
17/03/2021	180	575	61,2	6,8	172
21/04/2021	460	557	66,7	-	230
19/05/2021	340	908	121	12,2	384

16/06/2021	420	709	98	10,1	284
14/07/2021	440	793	100	10,9	-
11/08/2021	-	-	78,5	9,2	-
15/09/2021	340	731	75,2	8,7	272
13/10/2021	420	625	61,5	8,4	309
17/11/2021	340	563	71,8	7,1	268
15/12/2021	260	780	70,5	9,2	430

Πίνακας 10

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2021

Γράφημα 5

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2021

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
07/01/2021	7	15	4	3,4	1	1,97	0,015
17/02/2021	1	27	6	5,4	19	3,95	0,015
17/03/2021	2	15	5,5	6,3	2	3,52	0,017
21/04/2021	1	15	7		1	4,93	0,033

19/05/2021	3	15	6,2	6,4	2	4,17	0,015
16/06/2021	5	16	21,9	6,4	1	19,9	0,015
14/07/2021	1	23	8,2	5	1	6,15	0,015
11/08/2021	13	15	4,8	5,6	1	2,79	0,015
15/09/2021	5	17	5,2	4,5	1	3,22	0,015
13/10/2021	6	16	5,4	3,7	6	3,37	0,015
17/11/2021	2	15	3	4,1	1	1,03	0,015
15/12/2021	1	15	3,3	2,6	3	1,3	0,015

Πίνακας 11

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2021

Γράφημα 6

14.4. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΤΟΥΣ 2022

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)
19/01/2022	220	455	52,9	6,2	232
23/02/2022	342	711	67	7,9	385
16/03/2022	144	340	39,3	7,2	158
15/04/2022	260	507	34,9	7	195

19/05/2022	266	723	76,7	9,1	535
16/06/2022	352	654	55,7	7,3	355
19/07/2022	312	975	98	13,9	453
18/08/2022	395	901	81,3	13	453
14/09/2022	296	728	66,4	8,9	305
19/10/2022	222	605	60,3	7,6	287
17/11/2022	278	5712	72,7	11,9	378
14/12/2022	399	1.234	98,3	18,9	1.145

Πίνακας 12

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022

Γράφημα 6

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
19/01/2022	1	15	4,3	3,5	2	2,28	0,015
16/02/2022	1	15	5,6	3,36	4	3,59	0,015

16/03/2022	1	15	4,5	3,6	1	2,44	0,015
15/04/2022	5	16	4,9	4,5	1	2,89	0,015
19/05/2022	1	15	5,2	3,28	1	3,14	0,015
16/06/2022	5	13	2,2	2,8	5	0,1	0,1
13/07/2022	3	8	13,1	4,8	5	9,5	1,6
18/08/2022	7	15	8,6	2,1	5	6,4	0,2
14/09/2022	4	13,7	13,7	3,8	5	11,4	0,3
19/10/2022	5	14,2	21,3	3,7	5	19,3	0,02
17/11/2022	4	13	5	2,2	5	3	0,03
14/12/2022	6	20	10,3	5,4	5	8,1	0,21

Πίνακας 13

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022

Γράφημα 7

14.5. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΤΟΥΣ 2023

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)
16/01/2023	123	419	59,7	8,3	176

15/02/2023	438	1.134	125	18,1	647
15/03/2023	257	877	75,7	14,8	550
12/04/2023	311	822	84,2	12,4	420
17/05/2023	312	824	83,2	13	487
14/06/2023	362	875	77,3	13,9	467
12/07/2023	520	1.139	108	17,4	660
30/08/2023	489	-	108	26,9	1.040
20/09/2023	347	956	90,2	18,7	615
11/10/2023	485	1.342	105	18,4	746
15/11/2023	256	516	63,9	10,5	245
13/12/2023	385	1.427	113	25,1	1.100

Πίνακας 14

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023

Γράφημα 8

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TSS (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)

18/01/2023	6	20	7,91	6,2	5	5,7	0,21
15/02/2023	5	15	9,6	4,1	5	7,5	0,16
15/03/2023	5	17	7,93	4,9	5	5,6	0,33
12/04/2023	7	18	10,58	5	5	8,4	0,18
17/05/2023	3	15	6,2	6,4	2	4,17	0,015
14/06/2023	5	16	21,9	6,4	1	19,9	0,015
12/07/2023	1	23	8,2	5	1	6,15	0,015
23/08/2023	13	15	4,8	5,6	1	2,79	0,015
13/09/2023	5	17	5,2	4,5	1	3,22	0,015
18/10/2023	6	16	5,4	3,7	6	3,37	0,015
15/11/2023	2	15	3	4,1	1	1,03	0,015
13/12/2023	1	15	3,3	2,6	3	1,3	0,015

Πίνακας 15

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023

Γράφημα 9

15. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στους πίνακες που προηγήθηκαν, γίνεται καταγραφή των παραμέτρων κατά την είσοδο και την έξοδο της μονάδας επεξεργασίας υγρών

αποβλήτων του Δήμου Αγίου Νικολάου. Γίνεται αναφορά σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, συγκεκριμένα 5 ετών (2019-2023), καταγράφοντας τις μηνιαίες μετρήσεις, συνοδευόμενες από τα ανάλογα γραφήματα με σκοπό τον εντοπισμό των όποιων διακυμάνσεων.

ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Συγκεκριμένα, στην είσοδο της μονάδας επεξεργασίας, γίνεται μέτρηση των εξής παραμέτρων:

Του βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου (BOD), το οποίο είναι και η σημαντικότερη παράμετρος της ισχύος της οργανικής ρύπανσης. Το BOD σε μια μονάδα επεξεργασίας είναι ένα από τα βασικότερα κριτήρια για να διαπιστωθεί η απόδοση και η σωστή λειτουργία της επεξεργασίας. Παρατηρούμε ότι το BOD παρουσιάζει αρκετές αυξομειώσεις κατά την διάρκεια του έτους και κυμαίνεται σε ένα εύρος από 123 mg/L (Ιανουάριος 2023) έως 980 mg/L (Μάϊος 2019).

Το COD, το οποίο είναι και μεγαλύτερο ως επί τω πλείστων από το BOD γιατί οξειδώνονται όλες οι οργανικές ενώσεις. Το COD κυμαίνεται από 255 mg/L (Μάϊος 2020) έως 2.105 mg/L (Μάϊος 2019).

Το ολικό άζωτο (T-N), το οποίο κυμαίνεται από 39,3 mg/L (Μάρτιος 2022) έως 138 mg/L (Φεβρουάριος 2020).

Ο ολικός φώσφορος (T-P), το οποίο το εύρος είναι από 5,5 mg/L (Νοέμβριος 2020) έως 980 mg/L (Αύγουστος 2023).

Τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), τα οποία κατά την είσοδο τους στην μονάδα επεξεργασίας κυμαίνονται από 20 mg/L (Φεβρουάριος 2021) έως 1.040 mg/L (Αύγουστος 2023).

ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στην έξοδο πραγματοποιείται πάλι μέτρηση των παραμέτρων, με σκοπό τον έλεγχο της απόδοσης και της σωστής λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας. Συγκεκριμένα, έχουμε:

Το BOD εμφανίζει μικρές αυξομειώσεις, κυμαίνεται περίπου σε ένα επίπεδο 4-6 mg/L, με μικρότερη τιμή το 1 mg/L (αρκετοί μήνες μέσα στην πενταετία) έως και 19 mg/L (Ιανουάριο-Φεβρουάριος 2019).

Το COD, του οποίου οι μετρήσεις κατά την έξοδο κυμαίνονται από 5,5 mg/L (Νοέμβριος 2020) έως 980 mg/L (Αύγουστος 2023).

Το T-N, του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 2 mg/L (Σεπτέμβριος 2019) έως 980 mg/L (Οκτώβριος 2020).

Το T-P, του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 0,5 mg/L (Οκτώβριος-Νοέμβριος 2019) έως 6,4 mg/L (Μάϊο-Ιούνιο 2021 και Μάϊο-Ιούνιο 2023).

Τα TSS, των οποίων οι τιμές κυμαίνονται από 0,015 mg/L (αρκετοί

μήνες μέσα στην πενταετία) έως 2,2 mg/L (Φεβρουάριος 2019).

Ακολουθεί πίνακας με τις απαιτήσεις όσον αφορά τις απορρίψεις από τους σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων, συμφωνά με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ.

(Εφαρμόζεται η τιμή συγκέντρωσης ή το ποσοστό μείωσης).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
Βιοχημικές ανάγκες σε οξυγόνο (BOD ₅ στους 20° C) χωρίς νιτροποίηση ⁽¹⁾	25mg/l O ₂	70-90	Ομογενοποιημένο, αδιήθητο, ακατακάθιστο δείγμα, προσδιορισμός του διαλελυμένου οξυγόνου πριν και μετά πενθήμερης επώασης στο 20° C ± 1° C, σε απόλυτο σκότος. Προσθήκη παρεμποδιστή της νιτροποίησης
Χημικές ανάγκες σε οξυγόνο (COD) ⁽²⁾	125mg/l O ₂	75	Ομογενοποιημένο, αδιήθητο, ακατακάθιστο δείγμα. Διχρωμικό κάλιο
Ολικά αιωρούμενα στερεά	35mg/l O ₂ ⁽³⁾	90 ⁽³⁾	-Διήθηση αντιπροσωπευτικού δείγματος μέσω φίλτρου μεμβράνης των 0,45 μm. Ξήρανση σε θερμοκρασία 105° C και ζύγιση.

			-Φυγοκέντρωση αντιπροσωπευτικού δείγματος (επί 5 τουλάχιστον λεπτά, με μέση επιτάχυνση 2.800-3.200 g). Ξήρανση σε θερμοκρασία 105 °C και ζύγιση.
--	--	--	--

Πίνακας 15

Σημείωση 1: η παράμετρος αυτή μπορεί να αντικατασταθεί από άλλη: ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) ή ολικές ανάγκες σε οξυγόνο (TOD) εάν μπορεί να υπάρξει σχέση ανάμεσα στο BOD5 και της υποκατάστατης παραμέτρου.

Σημείωση 2: Τα κράτη μέλη μετρούν τις χημικές ανάγκες σε οξυγόνο (TOC) ή τον ολικό άνθρακα.

Σημείωση 3: Η απαίτηση είναι προαιρετική.

Ακολουθεί πίνακας με τις απαιτήσεις όσον αφορά τις απορρίψεις από τους σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων, σε ευαίσθητες περιοχές όπου παρουσιάζεται ευτροφισμός. Ανάλογα από τις τοπικές συνθήκες μπορεί να εφαρμόζεται η μία ή και οι δύο παράμετροι. (Εφαρμόζεται η τιμή συγκέντρωσης ή το ποσοστό μείωσης).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ (¹)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
Ολικός φώσφορος	2 mg/l P (10.000-100.000 ι.π) 1 mg/l P (άνω των 100.000 ι.π)	80	Φασματομετρία μοριακής απορρόφησης
Ολικό άζωτο (²)	15 mg/l N (10.000-100.000 ι.π) 10 mg/l N (άνω των 100.000 ι.π) (³)	70-80	Φασματομετρία μοριακής απορρόφησης

Πίνακας 16

Σημείωση 1: Μείωση ανάλογα με το φορτίο των εισρεόντων λυμάτων.

Σημείωση 2: Ολικό άζωτο σημαίνει το άθροισμα του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (οργανικό άζωτο και NH₃) του αζώτου των νιτρικών ιόντων (NO₃) και του αζώτου των νιτρωδών ιόντων (NO₂).

Σημείωση 3: Εναλλακτικά, ο ημερήσιος μέσος όρος δεν πρέπει να

υπερβαίνει τα 20 mg/l N. Η απαίτηση αυτή αναφέρεται σε θερμοκρασία ύδατος τουλάχιστον 120°C κατά την λειτουργία του βιοαντιδραστήρα της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων. Αντί για την προϋπόθεση της θερμοκρασίας, μπορεί να εφαρμοστεί ένας περιορισμένος χρόνος λειτουργίας αναλόγως με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.

15.1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2019 ΕΩΣ 2023

ΕΤΟΣ	BOD ₅	COD	TN	TP
2019	✓	✓	✓	-
2020	✓	✓	✓	-
2021	✓	✓	✓	-
2022	✓	✓	✓	-
2023	✓	✓	✓	-

Πίνακας 17

Σύμφωνα και με τον παραπάνω πίνακα, διαπιστώνουμε ότι η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Αγίου Νικολάου λειτουργεί σωστά και ικανοποιούνται τα απαιτούμενα όρια όπως ορίζει η οδηγία 91/271/ΕΟΚ.

16. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το νερό αποτελεί αγαθό υψίστης ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο και την υγεία του αλλά χρησιμοποιείται καθημερινά και σε διάφορους κλάδους όπως τον τουρισμό, την γεωργία αλλά και σε διάφορες βιομηχανίες. Δυστυχώς όμως η μόλυνση του περιβάλλοντος και οι κλιματικές αλλαγές οδηγούν ήδη σε μείωση των αποθεμάτων. Υδάτινοι πόροι έχουν επηρεαστεί λόγω της ανεξέλεγκτης εκμετάλλευσης, με άμεσο αποτέλεσμα την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων. Βρισκόμαστε πλέον σε ένα χρονικό σημείο που θα πρέπει να ληφθούν περαιτέρω μέτρα προστασίας και να δημιουργηθεί ένα κοινό νομικό πλαίσιο μεταξύ των χωρών με άμεση και από κοινού εφαρμογή. Για να επιτευχθεί όμως αυτό, πέρα από τα απαραίτητα οικονομικά προγράμματα στήριξης, απαιτείται και πολιτική βούληση καθώς και η εκπαίδευση και ενημέρωση της κοινωνίας και των πολιτών γενικότερα, με σκοπό να γνωρίζουν τις διάφορες χρήσεις του ανακτημένου νερού. Ακολουθώντας τέτοιες πρακτικές μόνο θετικό αντίκτυπο μπορούμε να έχουμε, με μοναδικό απώτερο στόχο και σκοπό και την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Γνωρίζουμε ότι ενώ το νερό καλύπτει το 72% της συνολικής επιφάνειας της Γης, μόνο το 3% μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ύδρευση και άρδευση. Στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, υπάρχει ένα ποσοστό της τάξης του

20%, το οποίο ζει σε συνθήκες σταθερής έλλειψης νερού ενώ την καλοκαιρινή περίοδο το ποσοστό του πληθυσμού που επηρεάζεται μπορεί να φτάσει μέχρι και το 50% του συνολικού. Μελέτες δείχνουν ότι το 2030, ο μισός πληθυσμός της Ευρώπης θα έχει επηρεαστεί από την λειψυδρία, με τους τομείς της γεωργίας, της βιομηχανίας και του τουρισμού να επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό.

Σύμφωνα με μελέτες, έχει διαπιστωθεί ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση από τα 40.000 εκατομμύρια m^3 που οδηγούνται προς επεξεργασία σε ετήσια βάση, επιστρέφουν για επαναχρησιμοποιηθούν μόνο τα 964 εκατομμύρια m^3 .

Όμως, μία πιο γενικευμένη χρήση ανακτημένων υδάτων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας, θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της χρήσης του γλυκού νερού από πηγές και υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

Ειδικά στην Ευρώπη, οι εφαρμογές χρήσης ανακτημένου νερού στον γεωργικό τομέα, καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό, βοηθώντας σε σημαντικό βαθμό αποφυγής φαινομένων λειψυδρίας. Δυστυχώς και μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στα κράτη-μέλη όσον αφορά τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης.

Για την επίτευξη όμως μίας βιώσιμης κατάστασης, θα πρέπει να ληφθούν και να ακολουθηθούν ολοκληρωμένα μέτρα με μία καθολική εφαρμογή. Τέτοια μέτρα είναι: - η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και συγκεκριμένα η μείωση της ρύπανσης των υδάτινων πόρων,

- η μείωση του όγκου των αποβλήτων με διάφορες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης,

- η τροποποίηση των ήδη υφιστάμενων διαδικασιών παραγωγής και των παραγόμενων προϊόντων.

Η παγκόσμια αγορά νερού αυξάνεται περίπου κατά 20% κάθε χρόνο, με τις ανάγκες να κυμαίνονται περίπου ή και να ξεπερνούν ήδη το 1 τρισεκατομμύριο οπότε η επαναχρησιμοποίηση των αστικών λυμάτων και η χρήση αυτών σε κλάδους όπως η βιομηχανία, η γεωργία και ο τουρισμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών με την δημιουργία νέων και καινοτόμων προϊόντων. Μόνο στην Ευρωπαϊκή ένωση, στον τομέα των υδάτων, υπάρχουν περίπου 500.000 θέσεις εργασίας οπότε είναι πολύ εύκολο να καταλάβουμε ότι ο σχεδιασμός και η δημιουργία νέων και πιο εποικοδομητικών εφαρμογών χρήσης των ανακτημένων νερών πέρα από τα οφέλη ως προς την υγεία του ανθρώπου και την προστασία του περιβάλλοντος, θα δημιουργήσει και αρκετές νέες θέσεις εργασίας.

Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν, συμπεραίνουμε ότι μόνο με την δέσμευση από όλα τα κράτη και

τους εμπλεκόμενους φορείς για την καθολική εφαρμογή αυτών των μέτρων και ορθών πολιτικών, μπορούμε να έχουμε αποτελέσματα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Α. Κούγκολος, 2005, « Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική», ISBN 9789604180776, Εκδόσεις Τζίολα.
2. Ε. Νταρακάς, 2014, «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και Διεργασίες επεξεργασίας του νερού», «Διεργασίες Υγρών Αποβλήτων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
3. Γ. Μαρκαντωνάτος, 1990, «Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων»,

4. Metcalf & Eddy, Inc., 2006, «Μηχανική υγρών αποβλήτων, Επεξεργασία & Επαναχρησιμοποίηση», 4η έκδοση, ISBN 9604181084, Εκδόσεις Τζιόλα.
5. Αγγελάκης Α.Ν., Τσαγκαράκης, Κ.Π., Κοτσελίδου, Ο.Ν., Βαρδάκου, Ε. (2000) Ανάγκη θέσπισης ελληνικών προδιαγραφών ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης εκροών επεξεργασμένων αστικών υγρών αποβλήτων: Μια προκαταρκτική προσέγγιση, Τεχνική Έκθεση για το ΥΠΕΧΩΔΕ, ΕΔΕΥΑ, Λάρισα.
6. Περιγραφή και λειτουργία μονάδας επεξεργασίας λυμάτων Ιωαννίνων, Άλκηστης Θεοδώρα Λέκκα (2013), Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανολογίας, Τεχνολογικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο.
7. Μελέτη: «αναβάθμιση – επέκταση της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων Αγίου Νικολάου», **«κ/ξ σμιλη ατε - τεχνοκυκλαδικη ατε»**
8. Οδηγία 96/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21/5/91 για την Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων.
9. Bixio, D., Thoeye, C., De Koning, J., Joksimovic, D., Savic, D., Wintgens, T., & Melin, T. (2006), Wastewater reuse in Europe, Desalination
10. www.astikalymata.ypeka.gr
11. www.anatoliki.com