

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Βιολογική επεξεργασία (μέθοδος ενεργού ιλύος με ΔΤΚ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2.4	Βιολογική επεξεργασία (μέθοδος ενεργού ιλύος με ΔΤΚ).....	1
2.4.1	Γενικά	1
2.4.2	Επιλογέας μικροοργανισμών	1
2.4.3	Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου	1
2.4.4	Βιολογικός αντιδραστήρας	2
2.4.4.1	Οξειδωτική τάφος.....	2
2.4.4.2	Δεξαμενές νιτροποίησης – απονιτροποίησης	3
2.4.4.3	Σύστημα αερισμού	3
2.4.5	Δεξαμενή τελικής καθίζησης	5
2.4.5.1	Απομάκρυνση ιλύος.....	6
2.4.5.2	Απομάκρυνση επιπλεόντων	7
2.4.6	Ανακυκλοφορία ιλύος.....	8
2.4.7	Αντλίες περίσσειας ιλύος	9

2.4 Βιολογική επεξεργασία (μέθοδος ενεργού ιλύος με ΔΤΚ)

2.4.1 Γενικά

Με την βιολογική επεξεργασία επιτυγχάνεται η βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου, η νιτροποίηση και απονιτροποίηση, καθώς επίσης και η αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου. Για την βιολογική επεξεργασία θα εφαρμοστεί η μέθοδος της ενεργού ιλύος με δεξαμενές τελικής καθίζησης για τον διαχωρισμό υγρών – στερεών. Οι βιολογικοί αντιδραστήρες, οι δεξαμενές τελικής καθίζησης και η ανακυκλοφορία ιλύος αποτελούν μία ενιαία διεργασία, ο βαθμός απόδοσης της οποίας εξαρτάται από τον συνδυασμένο σχεδιασμό των επιμέρους μονάδων.

Ειδικότερα η βιολογική επεξεργασία θα περιλαμβάνει¹:

- Επιλογή μικροοργανισμών
- Αναερόβια ζώνη για την βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου
- Ανοξική ζώνη για την απονιτροποίηση
- Αερόβια ζώνη για την νιτροποίηση και την οξείδωση του οργανικού φορτίου
- Δεξαμενή τελικής καθίζησης
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος

Η διαστασιολόγηση και ο σχεδιασμός των επιμέρους τμημάτων της βιολογικής επεξεργασίας πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψη την εποχιακή διακύμανση των φορτίων (χειμώνας – καλοκαίρι).

Οι επιμέρους δεξαμενές / ζώνες των βιολογικών αντιδραστήρων μπορεί να είναι διακριτές δομικές κατασκευές με κατάλληλη υδραυλική διασύνδεση, ή τμήματα μίας ή περισσότερων δομικών κατασκευών με πρόβλεψη αποτελεσματικού διαχωρισμού τους.

2.4.2 Επιλογές μικροοργανισμών

Για την δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών ώστε να αναπτυχθούν βακτηρίδια, που έχουν την τάση να μορφώνουν βιοκροκίδες και να αποκλείουν την δημιουργία νηματοειδών βακτηριδίων, που είναι υπεύθυνα για την διόγκωση της ιλύος, θα κατασκευαστεί δεξαμενή βιοεπιλογής (selector tank), στην οποία θα αναμιγνύεται η ανακυκλοφορούσα ιλύς με τα ανεπεξέργαστα λύματα. Ο σχεδιασμός της δεξαμενής θα γίνει για την ικανοποίηση των παρακάτω απαιτήσεων:

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	
Χρόνος παραμονής ²	[min]	10,0

Στη δεξαμενή θα εγκατασταθεί αποτελεσματικό σύστημα ανάμιξης του ανάμικτου υγρού. Ο αριθμός, η θέση και τα χαρακτηριστικά των αναδευτήρων (τύπος, ισχύς, στροφές, διάμετρος πτερωτής κτλ.) θα επιλεγούν από κατασκευαστή – προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία της δεξαμενής, την συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού κτλ. Για τον σκοπό αυτό η τεχνική προσφορά θα συνοδεύεται από σχετικό φύλλο υπολογισμού, με το οποίο θα τεκμηριώνεται η επιλογή και ο σχεδιασμός του συστήματος ανάμιξης από τον προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού.

2.4.3 Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου

Για την βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου θα κατασκευαστεί αναερόβια δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης, για την ικανοποίηση των παρακάτω απαιτήσεων:

1 επιλέγεται κατά περίπτωση

2 για το σύνολο της παροχής (παροχή σχεδιασμού και παροχή ανακυκλοφορίας)

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	
Χρόνος παραμονής ³	[h]	≥ 1,0
Ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου ⁴	[%]	≤ 80%

Στη δεξαμενή θα εγκατασταθεί αποτελεσματικό σύστημα ανάμιξης του ανάμικτου υγρού. Ο αριθμός, η θέση και τα χαρακτηριστικά των αναδευτήρων (τύπος, ισχύς, στροφές, διάμετρος πτερωτής κτλ.) θα επιλεγούν από κατασκευαστή – προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία της δεξαμενής, την συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού κτλ. Για τον σκοπό αυτό η τεχνική προσφορά θα συνοδεύεται από σχετικό φύλλο υπολογισμού, με το οποίο θα τεκμηριώνεται η επιλογή και ο σχεδιασμός του συστήματος ανάμιξης από τον προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού.

Με την βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου, το ποσοστό απομάκρυνσης του φωσφόρου δεν θα ληφθεί μεγαλύτερο από⁵ 80% του φορτίου στην είσοδο της βιολογικής βαθμίδας. Στη περίπτωση που με την βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου δεν μπορεί να ικανοποιηθούν τα όρια εκροής, θα πρέπει να προβλεφθεί μονάδα χημικής κατακρήμνισης του φωσφόρου για την απομάκρυνση του πρόσθετου φορτίου, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στη παρ.2.6 του παρόντος τεύχους.

2.4.4 Βιολογικός αντιδραστήρας .

Η νιτροποίηση και απονιτροποίηση των λυμάτων θα γίνεται σε βιολογικούς αντιδραστήρες, που θα διαθέτουν επάλληλες αερόβιες και ανοξικές ζώνες. Λόγω του ότι ο απαιτούμενος αερόβιος και ανοξικός όγκος μεταβάλλεται σημαντικά από την διακύμανση της θερμοκρασίας, θα πρέπει η ανοξική και η αερόβια ζώνη να μπορούν να μεταβάλλονται ανάλογα με τις απαιτήσεις. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει:

- τμήμα της μονάδας (σε κάθε γραμμή) να μπορεί να λειτουργεί είτε σαν αερόβιος ή σαν ανοξικός όγκος με την πρόβλεψη επαμφοτερίζοντων διαμερισμάτων ή
- σε περίπτωση υιοθέτησης οξειδωτικών τάφρων να μπορεί να ρυθμιστεί ο ανοξικός και ο αερόβιος όγκος, με την ρύθμιση του προσδιδόμενου οξυγόνου.

Ο σχεδιασμός της μονάδας θα γίνει, σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	
Ογκομετρική φόρτιση	[kg BOD ₅ /m ³ .d]	≤ 0,50
Φόρτιση στερεών (F/M)	[kg BOD ₅ /kg MLSS .d]	≤ 0,10
Συγκέντρωση αναμίκτου υγρού (MLSS)	[mg/l]	≤ 5.000
Ηλικία ιλύος (SRT) ⁶	[d]	≥ 18

Στους βιολογικούς αντιδραστήρες θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να μην εγκλωβίζεται επιπλέον ιλύς και θα πρέπει να προβλεφθούν διατάξεις για την απομάκρυνσή της από την γραμμή επεξεργασίας.

2.4.4.1 Οξειδωτική τάφος

Η διαστασιολόγηση και ο ακριβής σχεδιασμός θα πρέπει να γίνει με κριτήριο την ορθή λειτουργία του συστήματος αερισμού σε σχέση με την δημιουργία επάλληλων αερόβιων και ανοξικών ζωνών.

3 για το σύνολο της παροχής (παροχή σχεδιασμού και παροχή ανακυκλοφορίας)

4 ποσοστό [%] του μέσου ημερήσιου φορτίου στην είσοδο της βιολογικής βαθμίδας

5 προσδιορίζεται το μέγιστο ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου

6 Για τον υπολογισμό της ηλικίας ιλύος λαμβάνεται υπόψη η συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού (MLSS) και ο όγκος της ανοξικής και αερόβιας ζώνης.

Ο σχεδιασμός των οξειδωτικών τάφρων (πλάτος, βάθος υγρού⁷, θέση αεριστήρων), καθώς επίσης και της έδρασης των αεριστήρων θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή των αεριστήρων. Για τον σκοπό αυτό, η τεχνική προσφορά θα συνοδεύεται από σχετική δήλωση ή/και έντυπο του κατασκευαστή του αεριστήρα, στο οποίο θα επιβεβαιώνεται ότι ο σχεδιασμός της οξειδωτικής τάφρου, καθώς και της έδρασης του αεριστήρα έχει γίνει σύμφωνα με τις υποδείξεις του.

Σε κάθε δεξαμενή θα εγκατασταθεί ικανός αριθμός αναδευτήρων οριζοντίου άξονα, τύπου προωθητήρα ροής, ώστε να εξασφαλίζεται ελάχιστη ταχύτητα 15cm/sec, σε ύψος 20cm από τον πυθμένα της δεξαμενής και ταχύτητα περιστροφής μικρότερη από 100 rpm. Ο αριθμός, η θέση και τα χαρακτηριστικά των αναδευτήρων (τύπος, ισχύς, στροφές, διάμετρος πτερωτής κτλ.) θα επιλεγούν από κατασκευαστή – προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία της δεξαμενής, την συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού κτλ. Για τον σκοπό αυτό η τεχνική προσφορά θα συνοδεύεται από σχετικό φύλλο υπολογισμού, με το οποίο θα τεκμηριώνεται η επιλογή και ο σχεδιασμός του συστήματος ανάμιξης από τον προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού.

2.4.4.2 Δεξαμενές νιτροποίησης – απονιτροποίησης

Θα προβλεφθούν επάλληλα ανοξικά, επαμφοτερίζοντα και αερόβια διαμερίσματα για την νιτροποίηση και απονιτροποίηση των λυμάτων για όλο το εύρος των φορτίων σχεδιασμού και της θερμοκρασίας.

Τα λύματα θα εισέρχονται στην ανοξική ζώνη, στη συνέχεια στα επαμφοτερίζοντα διαμερίσματα και τέλος θα διέρχονται από τα αερόβια διαμερίσματα κάθε βιολογικού αντιδραστήρα. Στην είσοδο της ανοξικής ζώνης θα οδηγείται και το ανάμικτο υγρό, που θα ανακυκλοφορεί από το κατάντη άκρο της αερόβιας ζώνης κάθε βιολογικού αντιδραστήρα. Η λειτουργία των αντλιών ανακυκλοφορίας θα μπορεί να ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα από το ΚΕΛ της εγκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη την μέτρηση της παροχής των λυμάτων και τον επιθυμητό ρυθμό ανακυκλοφορίας νιτρικών.

Σε κάθε ανοξική και επαμφοτερίζουσα ζώνη θα εγκατασταθεί αποτελεσματικό σύστημα ανάμιξης του ανάμικτου υγρού. Ο αριθμός, η θέση και τα χαρακτηριστικά των αναδευτήρων (τύπος, ισχύς, στροφές, διάμετρος πτερωτής κτλ.) θα επιλεγούν από κατασκευαστή – προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία της δεξαμενής, την συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού κτλ. Για τον σκοπό αυτό η τεχνική προσφορά θα συνοδεύεται από σχετικό φύλλο υπολογισμού, με το οποίο θα τεκμηριώνεται η επιλογή και ο σχεδιασμός του συστήματος ανάμιξης από τον προμηθευτή του σχετικού εξοπλισμού.

Στα επαμφοτερίζοντα και στα αερόβια διαμερίσματα κάθε βιολογικού αντιδραστήρα θα εγκατασταθεί σύστημα αερισμού για την κάλυψη των αναγκών σε οξυγόνο.

2.4.4.3 Σύστημα αερισμού

2.4.4.3.1 Επιφανειακοί αεριστήρες

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, για τον αερισμό του ανάμικτου υγρού στους βιολογικούς αντιδραστήρες θα χρησιμοποιούνται βραδύστροφοι επιφανειακοί αεριστήρες οριζόντιου ή κατακόρυφου άξονα (ταχύτητα περιστροφής μέχρι 80 rpm).

Κάθε αεριστήρας θα παρέχεται πλήρης με ηλεκτροκινητήρα, σύστημα μετάδοσης κίνησης, πτερωτή, στιβαρή βάση στήριξης καθώς και όλα τα μικροϋλικά τα απαραίτητα για τη στήριξή του, πρέπει να είναι τυποποιημένο εργοστασιακό προϊόν κατασκευαστή, που διαθέτει ISO 9001 ή ισοδύναμο για τον σχεδιασμό και την κατασκευή τέτοιου εξοπλισμού, με εμπειρία, η οποία πρέπει να αποδεικνύεται με κατάλογο έργων στα οποία εγκαταστάθηκε παρόμοιος εξοπλισμός. Απαγορεύεται η συναρμολόγηση από τον Ανάδοχο από εξαρτήματα (πτερωτή, ηλεκτροκινητήρας, μειωτήρας, βάση, άξονας, σύνδεσμος) διαφόρων κατασκευαστών.

Το σύστημα αερισμού θα είναι επαρκώς διαστασιολογημένο ώστε να μην δημιουργούνται περιοχές ανεπαρκούς οξυγόνωσης. Ο αριθμός, η θέση και η δυναμικότητα των αεριστήρων θα πρέπει να

⁷ ως βάθος υγρού ορίζεται το βάθος από την στάθμη υπερχειλίσσης μέχρι τον πυθμένα της δεξαμενής

προσδιοριστούν λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις του βιολογικού αντιδραστήρα και την εξασφάλιση ικανοποιητικής οξυγόνωσης και ανάδευσης του ανάμικτου υγρού. Για τον σκοπό αυτό, μαζί με την τεχνική προσφορά θα πρέπει να υποβληθούν:

- ⇒ Κατάλογο έργων, στα οποία εγκαταστάθηκε παρόμοιος εξοπλισμός
- ⇒ Καμπύλες οξυγονωτικής ικανότητας σε τυπικές συνθήκες ($\text{kgO}_2 / \text{kWh}$)
- ⇒ Οδηγίες ή σχέδια λεπτομερειών για την εγκατάσταση των αεριστήρων

Εάν δεν προδιαγράφεται ειδικά, άξονας και πτερωτή του αεριστήρα θα είναι κατασκευασμένα είτε από χάλυβα με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία (π.χ. εποξειδική βαφή συνολικού πάχους τουλάχιστον 350 μm) ή από ανοξείδωτο χάλυβα. Επιτρέπεται επίσης κατασκευή της πτερωτής από GRP κατά την τυποποίηση του κατασκευαστή. Ο κινητήρας θα έχει προστασία IP55 και η ονομαστική ισχύς πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη απορροφούμενη στον άξονα της πτερωτής στο μέγιστο φορτίο. Ο συντελεστής χρήσης (service factor) του ηλεκτρομειωτήρα θα λαμβάνεται ίσος με 2,00, ενώ τα έδρανα θα σχεδιαστούν για συνεχή λειτουργία τουλάχιστον 50.000 ωρών.

Εάν προβλέπεται στους περιβαλλοντικούς όρους, για κάθε αεριστήρα θα πρέπει να τοποθετηθούν ειδικά καλύμματα για περιορισμό έκλυσης σταγονιδίων και μείωση του θορύβου. Τα καλύμματα θα είναι από κατάλληλο αντιδιαβρωτικό υλικό και θα είναι σχεδιασμένα από τον κατασκευαστή των αεριστήρων, ο οποίος θα πρέπει να εγγυάται την απόδοση του συστήματος αεριστήρα - καλύμματος. Στην περίπτωση που απαιτείται από τους περιβαλλοντικούς όρους, ο κινητήρας των αεριστήρων θα διαθέτει ηχομονωτικό κάλυμμα, ώστε να τηρούνται τα προδιαγεγραμμένα όρια (βλ. Κεφάλαιο Α του παρόντος). Στη περίπτωση αυτή θα πρέπει να εξασφαλιστεί επαρκής εξαερισμός για την αποφυγή υπερθέρμανσης του κινητήρα.

2.4.4.3.2 Αερισμός με διάχυση αέρα

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, για τον αερισμό των λυμάτων θα χρησιμοποιούνται διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας (μέση διάμετρος φυσαλίδας 1,5mm - 2,0mm), τύπου ελαστικής μεμβράνης από EPDM με μεγάλη μηχανική αντοχή και ανθεκτικότητα σε χημική αλλοίωση. Οι διαχυτήρες θα είναι εφοδιασμένοι με βαλβίδα αντεπιστροφής, που θα εμποδίζει την είσοδο λυμάτων, σε περίπτωση διακοπής της παροχής αέρα. Η βαλβίδα αντεπιστροφής μπορεί να αποτελεί τμήμα της μεμβράνης κατάλληλα διαμορφωμένο, που να φράσσει τη διέλευση του υγρού στις σωληνώσεις αέρα ή ανεξάρτητο ειδικό τεμάχιο κατασκευασμένο από πλαστικό υλικό.

Η διάταξη των διαχυτήρων θα καλύπτει ομοιόμορφα τον πυθμένα της ζώνης αερισμού για την αποφυγή ασύμμετρων καταστάσεων παροχής οξυγόνου και ανάδευσης. Η μέγιστη παροχή αέρα ανά μονάδα ενεργού επιφάνειας μεμβράνης διάχυσης κατά την λειτουργία δεν θα ξεπερνά τα 85 $\text{Nm}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$, ενώ για την εξασφάλιση επαρκούς ανάμιξης στην αερόβια ζώνη η ελάχιστη παροχή αέρα πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,0 Nm^3/h ανά m^2 επιφάνειας δεξαμενής.

Ο αριθμός των διαχυτήρων κάθε συστοιχίας και κάθε δεξαμενής συνολικά θα πρέπει να προσδιοριστούν από τον προμηθευτή λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις του βιολογικού αντιδραστήρα και των επιμέρους ζωνών, καθώς επίσης και την εξασφάλιση ικανοποιητικής οξυγόνωσης και ανάδευσης του ανάμικτου υγρού. Για τον σκοπό αυτό, η διάταξη των διαχυτήρων στη δεξαμενή αερισμού, που θα υποβληθεί κατά την προσφορά, πρέπει να έχει προκύψει αποδεδειγμένα σε συνεργασία και με την επικύρωση του προμηθευτή ή του κατασκευαστή των διαχυτών. Οι διαχυτήρες πρέπει να είναι βιομηχανικό προϊόν κατασκευαστή, που διαθέτει ISO 9001, ή ισοδύναμο για τον σχεδιασμό και την κατασκευή παρόμοιου εξοπλισμού, και εμπειρία, η οποία πρέπει να αποδεικνύεται με κατάλογο έργων στα οποία εγκαταστάθηκε παρόμοιος εξοπλισμός του κατασκευαστή.

Κάθε συστοιχία διάχυσης θα τροφοδοτείται με ξεχωριστό αγωγό τροφοδότησης, που θα απομονώνεται από τον αγωγό μεταφοράς με δικλείδα απομόνωσης και ρύθμισης της παροχής αέρα, τύπου πεταλούδας ή ισοδύναμου. Επίσης θα πρέπει να προβλεφθούν παγίδες συμπυκνωμάτων και κρουνοί αποστράγγισης για κάθε συστοιχία. Οι αγωγοί διανομής αέρα που θα φέρουν τους διαχυτές θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής σε ειδικά στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα ή GRP, ρυθμίσιμα καθ' ύψος ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτηση των διαχυτών στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο..

Η διάμετρος των σωληνώσεων αέρα θα υπολογιστούν, ώστε η ταχύτητα αέρα να μην ξεπερνά τα 15m/sec, ενώ στο δίκτυο αέρα πρέπει να προβλεφθούν κατάλληλα εξαρτήματα σύνδεσης των σωληνώσεων, ικανά να παραλαμβάνουν τις διαμήκεις παραμορφώσεις τους, λόγω συστολοδιαστολών,

Οι σωληνώσεις αέρα, που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του νερού πρέπει να είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα ή από πλαστικό (πχ. PVC, PP κτλ.) επαρκούς αντοχής στη θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα.

Ο απαιτούμενος αέρας θα παρέχεται από φυσητήρες, που θα είναι εγκατεστημένοι σε αίθουσα με κατάλληλη ηχομόνωση και εξαερισμό. Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, όταν θα λειτουργούν όλοι οι φυσητήρες στο ονομαστικό τους φορτίο θα πρέπει:

- ⇒ η στάθμη θορύβου σε απόσταση 1,0m από τον τοίχο του κτιρίου να είναι μικρότερη από 65dBA,
- ⇒ η αύξηση θερμοκρασίας μέσα στην αίθουσα να είναι μικρότερη από 5°C.

2.4.4.3.3 Έλεγχος λειτουργίας - ρύθμιση παροχής οξυγόνου

Η λειτουργία του συστήματος αερισμού θα ρυθμίζεται αυτόματα, λαμβάνοντας υπόψη την μέτρηση διαλυμένου οξυγόνου, που θα γίνεται στις αερόβιες ζώνες. Για τον σκοπό αυτό σε κάθε βιολογικό αντιδραστήρα θα εγκατασταθεί ένα τουλάχιστον όργανο μέτρησης DO, με βάση τις μετρήσεις του οποίου θα ρυθμίζεται η παροχή οξυγόνου σε κάθε δεξαμενή χωριστά.

Η ρύθμιση της παροχής οξυγόνου μπορεί να γίνει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Επιφανειακοί αεριστήρες:
 - ⇒ Διακοπτόμενη λειτουργία αεριστήρων. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να διασφαλίζεται η ανάμιξη με πρόσθετους αναδευτήρες
 - ⇒ Αλλαγή στροφών περιστροφής της πτερωτής είτε βαθμιδωτά (π.χ. κινητήρας δύο ταχυτήτων) ή συνεχώς μέσω ρυθμιστή στροφών
 - ⇒ Μεταβολή της βύθισης της πτερωτής, μέσω ρυθμιζόμενου υπερχειλιστή στην έξοδο της δεξαμενής
- Αερισμός με διάχυση:
 - ⇒ Διακοπτόμενη λειτουργία φυσητήρων αέρα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να διασφαλίζεται η ανάμιξη με πρόσθετους αναδευτήρες
 - ⇒ Αλλαγή στροφών περιστροφής των φυσητήρων είτε βαθμιδωτά (πχ. κινητήρας δύο ταχυτήτων) ή συνεχώς μέσω ρυθμιστή στροφών
 - ⇒ Ρύθμιση των οδηγητικών πτερυγίων εισόδου ή/και εξόδου των φυγοκεντρικών συμπιεστών (turbo compressors)
 - ⇒ Ρύθμιση των δικλίδων προσαγωγής αέρα σε κάθε βιολογικού αντιδραστήρα σε συνδυασμό με την αυξομείωση της παροχής αέρα από τους φυσητήρες, ανάλογα με την πίεση στον συλλέκτη εξόδου των φυσητήρων

Στη τεχνική προσφορά πρέπει να γίνεται εμπεριστατωμένη περιγραφή του συστήματος ελέγχου και ρύθμισης του συστήματος αερισμού.

2.4.5 Δεξαμενή τελικής καθίζησης

Ο σχεδιασμός των δεξαμενών τελικής καθίζησης θα γίνει για την ικανοποίηση των παρακάτω απαιτήσεων:

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	
Επιφανειακή φόρτιση (για την παροχή σχεδιασμού)	[m ³ /m ² .d]	≤ 12,00
Επιφανειακή φόρτιση (για την μέγιστη παροχή)	[m ³ /m ² .d]	≤ 36,00

Φόρτιση στερεών για την παροχή σχεδιασμού	[kg/m ² .d]	≤ 120,00
Υδραυλική φόρτιση υπερχειλίσσης (για την παροχή αιχμής)	[m ³ /m.h]	≤ 12,00
Πλευρικό βάθος υγρών ⁸	[m]	≥ 3,0m

Οι κυκλικές δεξαμενές καθίζησης θα έχουν κεντρικό κώνο ιλύος με ελάχιστη κλίση ως προς την οριζόντια 50⁰. Ο πυθμένας της δεξαμενής θα έχει κλίση προς τον κεντρικό κώνο συλλογής ιλύος της τάξης του 1:15, και το freeboard θα είναι τουλάχιστον 0,30m.

Στις ορθογωνικές δεξαμενές καθίζησης θα πρέπει ο λόγος μήκος/πλάτος να είναι >3:1. Ο πυθμένας κατασκευάζεται με μικρή κλίση προς τον κώνο ιλύος και το freeboard θα είναι τουλάχιστον 0,30m.

Η είσοδος των λυμάτων στην δεξαμενή θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να μειώνεται η κινητική ενέργεια και να γίνεται άμεση ανάπτυξη της φλέβας σε όλο το πλάτος της δεξαμενής. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να προβλεφθούν κατάλληλες διατάξεις και διαφράγματα στην είσοδο των λυμάτων της δεξαμενής καθίζησης.

Η απομάκρυνση του διαυγασμένου υγρού μπορεί να γίνει είτε μέσω υπερχειλιστή ή δια μέσου βυθισμένων διάτρητων σωλήνων. Οι διατάξεις υπερχειλίσσης θα πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να μην προκαλείται μεγάλη διακύμανση της στάθμης υγρού στις δεξαμενές καθίζησης για όλες τις υδραυλικές φορτίσεις.

Ο υπερχειλιστής πρέπει να είναι σχήματος V ή τραπεζοειδής κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα και να διαθέτει φράγμα ηρεμίας, ώστε να εμποδίζεται η εκροή επιπλεόντων. Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα κατακόρυφης ρύθμισης του υπερχειλιστή, ώστε να εξασφαλίζεται η οριζόντια τοποθέτησή του. Στη περίπτωση που η απομάκρυνση του διαυγασμένου υγρού από την δεξαμενή γίνεται με υποβρύχιο διάτρητο σωλήνα θα πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω απαιτήσεις:

- ⇒ διάμετρος υποβρυχίων οπών: 25mm - 45mm
- ⇒ μέγιστη ταχύτητα στον σωλήνα: 0,60m/s
- ⇒ ταχύτητα στις υποβρύχιες οπές: 0,60m/s – 1,00m/s

Οι υποβρύχιες οπές θα πρέπει να βρίσκονται 30 cm χαμηλότερα από την ανώτατη στάθμη του υγρού στην δεξαμενή, ώστε να αποφεύγεται η διαφυγή επιπλεόντων μαζί με το διαυγασμένο υγρό.

2.4.5.1 Απομάκρυνση ιλύος

Οι δεξαμενές καθίζησης θα πρέπει να διαθέτουν κατάλληλες διατάξεις για την απομάκρυνση της ιλύος και των επιπλεόντων. Η απομάκρυνση της ιλύος μπορεί να πραγματοποιηθεί:

1. από σαρωτή ιλύος σε ορθογωνικές ή κυκλικές δεξαμενές
2. από σαρωτές με αλυσίδα σε ορθογωνικές δεξαμενές ή
3. με αναρρόφηση της ιλύος

Η συλλογή της ιλύος από τον πυθμένα κυκλικών δεξαμενών καθίζησης προς τον κώνο ιλύος θα γίνεται από σαρωτή, ο οποίος θα φέρεται από περιστρεφόμενη γέφυρα μέσω αρθρωτών συνδέσμων και θα κυλά στον πυθμένα της δεξαμενής πάνω σε τροχούς από teflon ή άλλο κατάλληλο υλικό, ώστε να παρακολουθεί τις μικρές ανωμαλίες του πυθμένα της δεξαμενής. Οι λεπίδες, ελάχιστου ύψους 300 mm, θα είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 και θα πρέπει να διαθέτουν λωρίδα από ελαστικό ύψους τουλάχιστον 100 mm, εύκολα ρυθμιζόμενη και αντικαταστάσιμη.

Οι δεξαμενές καθίζησης διαμέτρου μέχρι και 20m θα έχουν ακτινικό σαρωτή, οι δεξαμενές διαμέτρου μέχρι και 40m θα έχουν ακτινικό σαρωτή που θα εκτείνεται περίπου κατά το 1/5 και πέραν του

8 ως πλευρικό βάθος υγρών ορίζεται το βάθος από την στάθμη υπερχειλίσσης μέχρι την στάθμη της βάσης του κυλινδρικού τμήματος της δεξαμενής

κέντρου της δεξαμενής, ενώ για μεγαλύτερες δεξαμενές καθίζησης ο σαρωτής πρέπει να είναι διαμετρικός.

Η γέφυρα πρέπει να έχει διάδρομο από εσχαρωτό δάπεδο, ελάχιστου πλάτους 0,60m με κιγκλιδώματα και παραπέτο ύψους περί τα 100mm. Η γέφυρα στηρίζεται στην κεντρική κολώνα μέσω εδράνου και στην στέψη της δεξαμενής στο φορείο κίνησης.

Οι σαρωτές με αναρρόφηση θα φέρονται είτε από παλινδρομική ή από περιστρεφόμενη γέφυρα, σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές. Θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι η ιλύς απομακρύνεται από όλη την επιφάνεια του πυθμένα της δεξαμενής, ενώ θα πρέπει να προβλεφθεί κατάλληλο σύστημα για την ρύθμιση της παροχής που απομακρύνεται. Η ταχύτητα διακίνησης της ιλύος στους σωλήνες αναρρόφησης δεν πρέπει να μικρότερη από 0,4 m/s ή μεγαλύτερη από 1,0 m/s. Όλες οι σωληνώσεις αναρρόφησης θα πρέπει να είναι προσβάσιμες και να έχουν δυνατότητα καθαρισμού από το δίκτυο βιομηχανικού νερού της εγκατάστασης.

Ο σαρωτής με αλυσίδα θα διαθέτει λεπίδες σάρωσης σε απόσταση μεταξύ τους μικρότερη από έξι μέτρα, που θα εκτείνονται σε όλο το πλάτος της δεξαμενής. Οι λεπίδες σάρωσης ολισθαίνουν στον πυθμένα της δεξαμενής κατά την κίνηση συλλογής της ιλύος και πάνω σε ράγες κατά την ανάστροφη κίνηση για την συλλογή του αφρού.

2.4.5.2 Απομάκρυνση επιπλεόντων

Θα πρέπει να προβλεφθεί κατάλληλο σύστημα για την συλλογή των επιπλεόντων από την επιφάνεια των δεξαμενών καθίζησης και την απομάκρυνσή τους εκτός αυτής σε κατάλληλα διαμορφωμένα φρεάτια. Ο τρόπος συλλογής και απομάκρυνσης των επιπλεόντων πρέπει να διασφαλίζει ότι τα επιπλέοντα δεν θα ανακυκλοφορούν στην γραμμή επεξεργασίας.

Οι παλινδρομικές και τις περιστρεφόμενες γέφυρες των δεξαμενών καθίζησης θα διαθέτουν ξέστρο επιπλεόντων, ανηρτημένο από γέφυρα, κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, για την σάρωση των επιπλεόντων, τα οποία μέσω κατάλληλων διατάξεων απομακρύνονται από την δεξαμενή και καταλήγουν σε παράπλευρα φρεάτια συλλογής. Τα φρεάτια πρέπει να διαθέτουν κατάλληλη διάταξη συγκράτησης των επιπλεόντων και σύνδεση με το δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης για την απομάκρυνση των υγρών. Τα επιπλέοντα απάγονται περιοδικά με βυτιοφόρο

Οι διατάξεις συλλογής των επιπλεόντων και τα φρεάτια συλλογής πρέπει να διαθέτουν σύστημα πλύσης με βιομηχανικό νερό (πχ. καταιονιστήρες, δικλείδες έκπλυσης κτλ.), ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη απομάκρυνση επιπλεόντων από την δεξαμενή.

Η συλλογή των επιπλεόντων στις ορθογωνικές δεξαμενές καθίζησης μπορεί να γίνει σε:

- (1) σταθερό κανάλι
- (2) συλλεκτήρα επιπλεόντων,
- (3) κοχλία συνεχούς συλλογής επιπλεόντων

Η συλλογή επιπλεόντων σε κυκλικές δεξαμενές καθίζησης μπορεί να γίνει:

- (1) χοάνη επιπλεόντων,
- (2) κινούμενη διώρυγα επιπλεόντων ή
- (3) περιστρεφόμενο κοχλία συνεχούς συλλογής επιπλεόντων

Το σταθερό κανάλι διαμορφώνεται με γλίστρα, με κλίση 15⁰ περίπου ως προς την οριζόντια, η οποία πρέπει να καταλήγει τουλάχιστον 10 cm πάνω από την Ανωτάτη Στάθμη Υγρού (ΑΣΥ). Το αρθρωτό ξέστρο επιπλεόντων ωθεί τα επιπλέοντα μέσω της γλίστρας στην διώρυγα συλλογής, από όπου στη συνέχεια απομακρύνονται εκτός της δεξαμενής.

Ο συλλεκτήρας επιπλεόντων θα είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα και θα εξέχει περί τα 10 cm από την ΑΣΥ. Ο συλλεκτήρας θα πρέπει να συνοδεύεται με actuator για την περιστροφική του κίνηση, ώστε, μετά από ένα κύκλο σάρωσης ή σε τακτά χρονικά διαστήματα, να βυθίζεται το

ανάντη χείλος του και τα επιπλέοντα να υπερχειλίζουν στον συλλεκτήρα και με την βαρύτητα να οδηγούνται εκτός της δεξαμενής.

Μία ή περισσότερες χοάνες συλλογής επιπλεόντων εγκαθίστανται σε κυκλικές δεξαμενές καθίζησης για την παραλαβή των επιπλεόντων από το περιστρεφόμενο ξέστρο σάρωσης. Η χοάνη επιπλεόντων είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετείται στην περιφέρεια της δεξαμενής και διαθέτει γλίστρα επαρκούς μήκους, μέσω της οποίας τα επιπλέοντα ωθούνται από το αρθρωτό τμήμα του επιφανειακού ξέστρου καταλήγουν στην χοάνη, απ' όπου απομακρύνονται εκτός της δεξαμενής.

Η κινούμενη διώρυγα επιπλεόντων ή ο κοχλίας συλλογής επιπλεόντων αναρτάται από την περιστρεφόμενη γέφυρα και τα συλλεγόμενα επιπλέοντα απομακρύνονται μέσω αντλίας εκτός της δεξαμενής. Για την συλλογή των επιπλεόντων θα πρέπει να προβλεφθεί κατάλληλη διάταξη μηχανισμός βύθισης του χείλους της διώρυγας (πχ. ολισθητήρας, actuator κτλ.), ώστε όλα τα επιπλέοντα να οδηγούνται σε αυτήν. Μέσω διάταξης μέτρησης της στάθμης, το ξέστρο επιπλεόντων και οι διατάξεις βύθισης της διώρυγας παρακολουθούν την διακύμανση της στάθμης στην δεξαμενή, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν απομακρύνονται και διαυγασμένα λύματα μαζί με τα επιπλέοντα.

Η περιστρεφόμενη ακτινική γέφυρα της δεξαμενής καθίζησης φέρει ανηρτημένο κατά το μήκος της ένα οριζόντιο στεγανό κοχλιομεταφορέα ο οποίος επιπλέει στη στάθμη των λυμάτων της δεξαμενής και ακολουθεί τη γέφυρα κατά την κίνηση της. Ο κοχλιομεταφορέας περιστρέφεται με ανεξάρτητο σύστημα κίνησης και οδηγεί τα επιπλέοντα στο ένα άκρο του, σε ρυθμιζόμενη καθ' ύψος χοάνη συλλογής, στην οποία εγκαθίσταται υποβρύχια αντλία η οποία προωθεί τα συλλεχθέντα επιπλέοντα εκτός της δεξαμενής.

2.4.6 Ανακυκλοφορία ιλύος

Η ιλύς από τους κώνους των πυθμένων των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης θα οδηγείται σε φρεάτιο ιλύος⁹ από το οποίο ανακυκλοφορεί στη κεφαλή των βιολογικών αντιδραστήρων. Στην έξοδο των αγωγών ιλύος από τις ΔΤΚ πρέπει να προβλεφθούν διατάξεις απομόνωσης των καθιζήσεων.

Με τον σχεδιασμό των διατάξεων ανακυκλοφορίας θα πρέπει να εξασφαλίζεται:

- ομοιόμορφη απαγωγή ιλύος από όλες τις δεξαμενές τελικής καθίζησης (πχ. με την βοήθεια κωδωνοειδών δικλείδων)
- ρύθμιση της παροχής ανακυκλοφορίας, χωρίς απότομες διακυμάνσεις (πχ. με την πρόβλεψη ρυθμιστών στροφών στις αντλίες ανακυκλοφορίας)

Η ανακυκλοφορία θα μπορεί να γίνεται είτε μέσω αντλιών ή με την βαρύτητα. Στη περίπτωση που η ανακυκλοφορία οδηγείται στην αναερόβια ή την ανοξική ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα, θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα για τον περιορισμό του φυσικού αερισμού της ανακυκλοφορίας

Το σύστημα ανακυκλοφορίας θα πρέπει να έχει δυναμικότητα μεγαλύτερη από το 150% της παροχής σχεδιασμού. Η παροχή ανακυκλοφορίας πρέπει να ρυθμίζεται αυτόματα λαμβάνοντας υπόψη την παροχή των λυμάτων και τον επιθυμητό ρυθμό ανακυκλοφορίας, ο οποίος θα καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη την συγκέντρωση στερεών στο βιολογικό αντιδραστήρα και την ανακυκλοφορούσα ιλύ. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να εγκατασταθούν μετρητές στερεών στους βιολογικούς αντιδραστήρες, καθώς επίσης και στο φρεάτιο (ή τα φρεάτια) ιλύος, οι ενδείξεις των οποίων θα μεταφέρεται στο Κέντρο Ελέγχου (ΚΕΛ) της εγκατάστασης. Εξάλλου θα πρέπει να μετράται η παροχή ανακυκλοφορίας.

Οι αντλίες ανακυκλοφορίας μπορεί να είναι φυγοκεντρικές ή αξονικής ροής (ξηρού ή υποβρύχιου τύπου), ή κοχλιωτές αντλίες (έλικες του Αρχιμήδη), σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές.

9 επιλέγεται κατά περίπτωση: κοινό για όλες τις δεξαμενές καθίζησης ή ένα για κάθε δεξαμενή καθίζησης

2.4.7 Αντλίες περίσσειας ιλύος

Οι περίσσεια ιλύς θα απομακρύνεται από το φρεάτιο (ή τα φρεάτια) ιλύος με αντλίες προς την γραμμή επεξεργασίας της ιλύος. Οι αντλίες περίσσειας ιλύος μπορεί να είναι φυγοκεντρικές (ξηρού ή υποβρύχιου τύπου), ή αντλίες θετικής εκτόπισης, σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές

Οι αντλίες θα λειτουργούν με χρονοπρόγραμμα, ώστε να εξασφαλίζεται καθημερινή απομάκρυνση ιλύος, λαμβάνοντας υπόψη και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της μονάδας επεξεργασίας ιλύος.