

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΠΕΛΛΑΣ

ΧΗΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
Ε.Ε.Λ. ΤΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
Τ.Κ. ΑΘΥΡΩΝ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ :

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΝΕΦΤΕΤΖΙΔΗΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΦΑΚΕΛΟΣ ΧΗΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
Ε.Ε.Λ. ΤΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
Τ.Κ. ΑΘΥΡΩΝ

ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ	ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 16/10/2014 Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ	ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ / /2014 Η ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ	ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ / /2014 Η ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ Τ.Υ.
ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΝΕΦΤΕΤΖΙΔΗΣ Χημικός Μηχανικός	ΖΩΗ ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ Πολιτικός Μηχανικός	ΛΟΥΤΣΙΑ ΣΑΝΤΙΝΙ-ΑΔΑΜΙΔΟΥ Πολιτικός Μηχανικός

**ΧΗΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Ε.Ε.Λ.
ΤΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ Τ.Κ. ΑΘΥΡΩΝ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΕΛ.....	3
1.1. Εισαγωγή.....	3
1.2. Δημογραφικά στοιχεία	4
1.3. Παράμετροι σχεδιασμού ΕΕΛ.....	6
1.3.1. Ρυπαντικά και Υδραυλικά φορτία	6
1.3.2. Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
2.1. Διαθέσιμες Τεχνολογίες	8
2.2. Επιλογή μεθόδου.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ε.Ε.Λ.	14
3.1. Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων.....	16
3.2. Γραμμή επεξεργασίας λάσπης	24
3.3. Λοιπά έργα – Έργα υποδομής	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	30
4.1. Φρεάτιο άφιξης – Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης	30
4.2. Μονάδα προεπεξεργασίας λυμάτων	32
4.3. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας	34
4.3.1. Απομάκρυνση φωσφόρου.....	34
4.3.2. Δεξαμενές απονιτροποίησης – αερισμού	37
4.3.3. Αερισμός λυμάτων.....	48
4.3.4. Ανακυκλοφορία μικτού υγρού.....	53
4.3.5. Τελική καθίζηση.....	55
4.3.6. Ανακυκλοφορία και απόρριψη περίσσειας ιλύος.....	57
4.4. Μονάδα απολύμανσης – Έργα διάθεσης	61
4.4.1. Μετρητής παροχής εξόδου.....	61
4.4.2. Χλωρίωση.....	62
4.4.3. Αποχλωρίωση	65
4.4.4. Φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας & Αγωγός διάθεσης	67
4.5. Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος	68
4.6. Μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος	70
4.6.1. Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ιλύος	70
4.6.2. Μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση ιλύος	71
4.6.3. Διαχείριση στραγγιδίων	73
4.7. Κλίνη ξήρανσης	75
4.8. Διατάξεις εξαερισμού χώρων.....	77
4.9. Παρακαμπτήριες διατάξεις.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	79
ΣΧΕΔΙΑ	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΕΛ

1.1. Εισαγωγή

Το προτεινόμενο έργο περιλαμβάνει την κατασκευή Εγκατάστασης Επεξεργασίας των αστικών Λυμάτων (ΕΕΛ) της Τ.Κ. Αθύρων που αποτελεί έργο στρατηγικής σημασίας για την περιβαλλοντική προστασία και αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής, ενώ με τη λειτουργία του αναμένεται να έχει άμεση και σημαντική συμβολή στην ποιοτική προστασία του υδροσυστήματος αλλά και του γενικότερου φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιοχής.

Η προτεινόμενη θέση κατασκευής της ΕΕΛ βρίσκεται επί οδού που οδηγεί στον Αξιό ποταμό, ανατολικά – βορειοανατολικά του οικισμού σε απόσταση περίπου 800m από αυτόν, σε γήπεδο έκτασης 8.282,07m² με μέσο υψόμετρο της τάξης των 18,5m

Η προσαγωγή των λυμάτων στο γήπεδο της ΕΕΛ θα γίνεται με φυσική ροή μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού των λυμάτων του οικισμού. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται μέσω κλειστού αγωγού σε παρακείμενη τάφρο που καταλήγει στον Αξιό ποταμό, ο οποίος είναι ο τελικός αποδέκτης.

Όσον αφορά στη σκοπιμότητα του έργου, αυτή είναι προφανής. Η δρομολόγηση, η κατασκευή και η σωστή λειτουργία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων του οικισμού συνδέεται καθοριστικά με την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα του υπόγειου υδροφορέα και των γειτονικών ρεμάτων από ενδεχόμενη ρύπανση, π.χ. λόγω διάθεσης λυμάτων σε απορροφητικούς βόθρους.

Ειδικότερα, οι στόχοι του προτεινόμενου έργου μπορούν να συνοψισθούν ως κάτωθι :

α) αποτελεσματικός καθαρισμός των λυμάτων με απομάκρυνση, στον επιθυμητό βαθμό, όλων των κύριων και δευτερευόντων ρυπαντικών συστατικών των λυμάτων της περιοχής, (όπως των αιωρούμενων στερεών, οργανικού φορτίου και ενώσεων αζώτου, ίχνη ανόργανων και οργανικών στοιχείων και ουσιών, μικροοργανισμών και άλλων ρυπαντικών συστατικών) και

β) κατασκευή και λειτουργία μιας σύγχρονης Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) που **κατασκευάζεται εξ' αρχής για τις ανάγκες της 40ετίας**, καθότι οι διαφορές μεταξύ των χρονικών φάσεων (σήμερα, 20ετία, 40ετία) είναι μικρές, έτσι ώστε να λειτουργεί οικονομικά, απλά, αποδοτικά, με την ελάχιστη δυνατή εποπτεία, με ελαστικότητα στις φορτίσεις και στις ενδεχόμενες εποχιακές διακυμάνσεις.

Για το σχεδιασμό της εγκατάστασης λαμβάνονται υπόψη οι κανόνες της Επιστήμης και της Τέχνης και η διεθνής εμπειρία και πρακτική για τη βέλτιστη κατασκευή και λειτουργία παρομοίων συστημάτων και εγκαταστάσεων, ιδιαίτερα όσον αφορά σε ζητήματα περιβαλλοντικής προστασίας και αισθητικής αναβάθμισης της περιοχής, ενώ επιπλέον λαμβάνονται υπόψη θεσπισμένες Τεχνικές Προδιαγραφές, ήτοι τα **Τυποποιημένα Τεύχη Δημοπράτησης του ΥΠΕΚΑ** (εγκύκλιος με Α.Π. 1553/27.10.2011, ΑΔΑ : 45Β30-9ΣΕ) [17]

1.2. Δημογραφικά στοιχεία

Για τις ανάγκες της μελέτης ελήφθησαν υπόψη οι πληθυσμιακές μεταβολές του οικισμού των Αθύρων, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ :

Διαχρονική εξέλιξη πληθυσμού Τ.Κ. Αθύρων

ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ						ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ (%)				
1961	1971	1981	1991	2001	2011	1961-71	1971-81	1981-91	1991-01	2001-11
1.742	1.749	1.681	1.613	1.678	1.524	+0,04%	-0,38%	-0,43%	+0,40%	-0,96%

Σύμφωνα με εκτιμήσεις των τοπικών αρχών, δεν υπάρχει κάποια αξιόλογη εποχιακή μεταβολή πληθυσμού (π.χ. θερινός πληθυσμός). Τα ανωτέρω προφανώς οφείλονται στο μέγεθος του οικισμού και τον σχεδόν αμιγώς αγροτικό χαρακτήρα του.

Για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης του πληθυσμού, χρησιμοποιείται η μέθοδος του ανατοκισμού κατά την οποία λαμβάνεται σταθερός ρυθμός αύξησης, ο οποίος προκύπτει από την ανάλυση των παλαιότερων μεταβολών και τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Έτσι ο πληθυσμός K_n μετά από n έτη, δίνεται από την εξίσωση :

$$K_n = K_o \times (1 + a\%)^n, \text{ όπου } K_n = \text{ο ζητούμενος μελλοντικός πληθυσμός μετά από } n \text{ έτη}$$

K_o = ο σημερινός πληθυσμός

$a\%$ = εκατοστιαία αύξηση πληθυσμού ετησίως

n = αριθμός ετών

Βάσει της 17405/3-3-70 εγκυκλίου του Υπ. Εσωτερικών για τις μελέτες έργων αποχέτευσης λαμβάνεται μελλοντικός χρόνος εκτίμησης $n=40$ έτη (που αντιστοιχεί στον χρόνο ωφέλιμης οικονομικής ζωής του έργου). Το ίδιο επιβάλλεται και από το αρθ. 209 του Π.Δ. 696/74. Με βάση την ίδια εγκύκλιο λαμβάνεται μέσος συντελεστής αύξησης $a=2\%$ (εκτός των ορεινών και άγονων οικισμών, όπου είναι δυνατόν να ληφθεί μικρότερος). Σύμφωνα με την ελληνική βιβλιογραφία, μπορεί να ληφθεί συντελεστής a , ως εξής:

- Για μικρές πόλεις 1,00%
- Για κωμοπόλεις και χωριά 0,20 - 1,00%

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ : Ο συντελεστής a δεν εκφράζει μόνο την αριθμητική αύξηση του πληθυσμού, αλλά και την ποιοτική αύξηση του βιοτικού επιπέδου, δηλαδή με το ρυθμό αυτό υπερκαλύπτεται και η αύξηση των απαιτήσεων σε νερό από πληθυσμό που δεν θα αυξηθεί τόσο όσο περιγράφεται από τον συντελεστή. Επισημαίνεται ότι για λόγους ασφαλείας δεν χρησιμοποιούνται αρνητικοί συντελεστές στους υπολογισμούς.

Όσον αφορά στα συμπεράσματα που εξάγονται από τα δημογραφικά στοιχεία του οικισμού, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Ο σημερινός πληθυσμός του συνόλου της Δημοτικής Ενότητας είναι σήμερα ο μικρότερος διαχρονικά (από το 1961), παρουσιάζοντας ρυθμό μείωσης 0,13% σε σχέση με το 1961 και 0,51% σε σχέση με το 2001.
- Ο οικισμός Αθύρων παρουσίαζε συνεχή ελαφρά πτώση του πληθυσμού (με ρυθμό 0,40% ανά δεκαετία) από το 1971 έως το 1991. Το 2001 παρατηρείται ελαφρά ανάκαμψη (επίσης 0,40%) για να ακολουθήσει νέα πτώση (πιο σημαντική της τάξης του 0,96%) μεταξύ 2001-2011. Το γεγονός μπορεί να εξηγηθεί μερικώς από την τρέχουσα οικονομική συγκυρία, αλλά και από την πιθανή απομάκρυνση ετεροδημοτών και αλλοδαπών που διέμεναν στον οικισμό (το 2001 ήταν 69 άτομα σύμφωνα με την απογραφή).

- Η συνολική τάση μεταβολής του πληθυσμού, παρά τις επιμέρους διακυμάνσεις, παρουσιάζει αξιοσημείωτη σταθερότητα και τείνει σε σχεδόν μηδενικές μεταβολές.

Τα παραπάνω συντείνουν στο συμπέρασμα ότι η οποιαδήποτε μελλοντική πρόβλεψη δεν μπορεί να θεωρήσει ότι θα υπάρξει σημαντική αύξηση του πληθυσμού του οικισμού.

Από τα παραπάνω, θεωρείται ότι ο πληθυσμός των Αθύρων θα παρουσιάσει ρυθμό αύξησης περίπου 0,60% για την επόμενη 40ετία.

Σε πρώτο στάδιο γίνεται εκτίμηση του σημερινού πληθυσμού (2014) σε σχέση με τον πληθυσμό της τελευταίας απογραφής (2011) και στη συνέχεια γίνεται εκτίμηση του πληθυσμού τόσο για την 20ετία (2034, n=20), όσο και για το έτος στόχο 2054 (n=40 έτη). Συνεπώς προκύπτει:

1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΗΜΕΡΙΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (2014)

Οικισμός	Σημερινός Πληθυσμός (απογραφή 2011)	Ρυθμός μεταβολής	Σημερινός Πληθυσμός 2014
Άθυρα	1.524	0,60%	1.552

2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (2034)

Οικισμός	Πληθυσμός 2014	Ρυθμός μεταβολής	Μελλοντικός Πληθυσμός 2034
Άθυρα	1.552	0,60%	1.749

3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (2054)

Οικισμός	Πληθυσμός 2014	Ρυθμός μεταβολής	Μελλοντικός Πληθυσμός 2054
Άθυρα	1.552	0,60%	1.971

Στον παραπάνω υπολογισμό εκτιμάται μόνο ο πληθυσμός που αφορά σε μόνιμους κατοίκους στον οικισμό και αφορά κατοικίες.

Σε ότι αφορά χώρους συγκέντρωσης κοινού, ο πληθυσμός τους υπολογίζεται προσθετικά στον μόνιμο πληθυσμό. Ειδικότερα σε ότι αφορά σχολεία, που αποτελούν και την πλέον ειδική μορφή τέτοιων χώρων, θεωρείται ότι ο πληθυσμός που συνεισφέρει στην αποχέτευση ισούται με το 20% της δυναμικότητας του σχολείου. Έτσι, για τα Άθυρα θεωρείται ότι το σχολείο συμμετέχει με ισοδύναμο πληθυσμό 20 ατόμων (δυναμικότητα 100 ατόμων x 20%) και αντίστοιχα προσθετικά υπολογίζεται ο χώρος του Ο.Τ. της εκκλησίας (ισοδύναμος πληθυσμός 5 ατόμων, που περιλαμβάνει και το σπíti του ιερέα) κι επομένως, ο εξυπηρετούμενος – ισοδύναμος πληθυσμός ανά φάση σχεδιασμού της ΕΕΛ εκτιμάται ως κάτωθι :

Παράμετρος	Μ.Μ.	Σήμερα	20ετία	40ετία
Πληθυσμός οικισμού	[κάτοικοι]	1.552	1.749	1.941
(Ισοδύναμος) Πληθυσμός σχολείου	[κάτοικοι]	20	20	20
(Ισοδύναμος) Πληθυσμός Ο.Τ. εκκλησίας	[κάτοικοι]	5	5	5
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός ΕΕΛ	[κάτοικοι]	1.577	1.774	1.966

1.3. Παράμετροι σχεδιασμού ΕΕΛ

1.3.1. Ρυπαντικά και Υδραυλικά φορτία

Στην «Υδραυλική Μελέτη του Εσωτερικού Αποχετευτικού Δικτύου και Αγωγών Προσαγωγής της Τ.Κ. Αθύρων» εκτιμάται μέγιστη ειδική κατανάλωση νερού της τάξης των 250lt/ατ ημ με το 80% αυτής της κατανάλωσης να καταλήγει στην αποχέτευση, δηλαδή εκτιμάται ειδική παραγωγή λυμάτων της τάξης των 200lt/ατ ημ. Επιπλέον, θεωρείται ότι οι παροχές των λυμάτων στους αποχετευτικούς αγωγούς αυξάνονται με την εισροή υπόγειων και επιφανειακών νερών στα δίκτυα και λαμβάνεται συντελεστής επιβάρυνσης λόγω εισροών της τάξης του 10% επί της παροχής αιχμής των ακαθάρτων. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, τα υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία σχεδιασμού της ΕΕΛ εκτιμώνται ως κάτωθι :

Παράμετρος	Μ.Μ.	Σήμερα	20ετία	40ετία
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	[κάτοικοι]	1.577	1.774	1.966
Υδραυλικά φορτία				
Μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων	[m ³ /d]	315,4	354,8	399,2
Ημερήσια παροχή εισροών (10%)	[m ³ /d]	31,5	35,5	39,9
Ημερήσια παροχή (σχεδιασμού)	[m³/d]	346,9	390,3	439,1
	[m ³ /hr]	14,46	16,26	18,30
Παροχή αιχμής (σχεδιασμού)	[m³/hr]	43,38	48,78	54,15
	[l/s]	12,05	13,55	15,04
Ρυπαντικά φορτία				
Οργανικό Φορτίο, BOD ₅	[kg/d]	94,6	106,4	119,8
	[mg/l]	272,7	272,7	272,7
Φορτίο αιωρούμενων στερεών, SS	[kg/d]	110,4	124,2	139,7
	[mg/l]	318,2	318,2	318,2
Φορτίο ολικού αζώτου, TN	[kg/d]	18,9	21,3	24,0
	[mg/l]	54,5	54,5	54,5
Φορτίο ολικού αζώτου, TP	[kg/d]	4,7	5,3	6,0
	[mg/l]	13,6	13,6	13,6

Παραδοχές

Φορτίο BOD₅ : 60gr/κατ d

Φορτίο SS : 70gr/κατ d

Φορτίο TN : 12gr/κατ d

Φορτίο TP : 3gr/κατ d

Θερμοκρασία λυμάτων Χειμώνας : 12 °C

Καλοκαίρι : 20 °C

Ποσοστό πτητικών στερεών (VSS) : 70% των αιωρούμενων στερεών (SS)

Συγκέντρωση κολοβακτηριδίων εισόδου : 100 x 10⁶ FC/100ml

Δεδομένου ότι οι διαφορές μεταξύ των χρονικών φάσεων (20ετία – 40αετία) είναι μικρές, προτείνεται η κατασκευή ΕΕΛ **εξ' αρχής για τις ανάγκες της 40ετίας.**

1.3.2. Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων

Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται μέσω κλειστού αγωγού σε παρακείμενη τάφρο που καταλήγει στον Αξιό ποταμό, ο οποίος είναι ο τελικός αποδέκτης.

Ως εκ τούτου, λαμβάνοντας υπόψη

- την Οδηγία 91/171/ΕΟΚ όπως αυτή εφαρμόζεται στην Ελλάδα με την ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΦΕΚ 192Β/14.03.1997) όπως αυτή τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 19661/1982/1999 (ΦΕΚ 1811Β/29.09.1999) και,

- την υπ' αριθμ 30/οικ. 2885/2010 (ΦΕΚ 1079Β/15.07.2010) απόφασης Νομάρχης Θεσσαλονίκης περί «Καθορισμού χρήσεων επιφανειακών υδάτων και ειδικών όρων για τη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων σε κάθε αποδέκτη του Ν. Θεσσαλονίκης» (Παράγραφος Β.4 : Αξιός ποταμός, παραπόταμος Βαρδάρωσης και ρέμα Κουφαλίων, Πίνακας 4)

τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά εκροής για το 95% των σύνθετων ημερήσιων δειγμάτων ορίζονται ως κάτωθι :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΟΡΙΟ
BOD ₅	[mg/l]	≤ 25
Ολικό COD	[mg/l]	≤ 125
Αιωρούμενα στερεά (SS)	[mg/l]	≤ 35
Ολικό άζωτο (TN)	[mg/l]	≥ 75% ⁽¹⁾
Ολικός φώσφορος (TP)	[mg/l]	≥ 80% ⁽¹⁾
Λίπη – Έλαια (φυτικά – ζωικά)	[mg/l]	≤ 7
Επιπλέοντα στερεά (διαμέτρου μεγαλύτερης των 0,5cm)	[mg/l]	0
Ολικά Κολοβακτηριδοειδή	[K/100ml]	≤ 20
E. Coli	[K/100ml]	0
Υπολειμματικό χλώριο	[mg/l]	≤ 0,5
pH	–	6,0 – 8,5
Θερμοκρασία	[°C]	≤ 30

⁽¹⁾ ελάχιστη εκατοστιαία μείωση επί του εισερχόμενου φορτίου

Τα παραπροϊόντα της ΕΕΛ, δηλαδή τα εσχαρίσματα, η άμμος της μονάδας εξάμμωσης, τα παραγόμενα εξαφρίσματα, η σταθεροποιημένη αφυδατωμένη ιλύς (με μέση ημερήσια συγκέντρωση στερεών ≥18%) και λοιπά στερεά απορρίμματα θα απομακρύνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα προς απόρριψη σε ελεγχόμενο χώρο διάθεσης (π.χ. ΧΥΤΑ) που θα ορισθεί από τις αρμόδιες Υπηρεσίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1. Διαθέσιμες Τεχνολογίες

Η αυξανόμενη σημασία που αποδίδεται στην προστασία και διαφύλαξη των υδατικών πόρων, αλλά και γενικότερα του περιβάλλοντος, οδήγησαν στην εξέλιξη και εφαρμογή συστημάτων επεξεργασίας των αστικών λυμάτων, η ανεξέλεγκτη διάθεση των οποίων αποτελεί μια από τις κυριότερες αιτίες υποβάθμισης των υδατικών πόρων.

Οι ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή (θερμοκρασία, κλίμα), η φύση των προς επεξεργασία λυμάτων (ισχυρά, ασθενή, με ή χωρίς τοξικές ουσίες) και τα προβλήματα που ανέκυψαν κατά την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων οδήγησαν στην εξέλιξη ποικίλων συστημάτων επεξεργασίας.

Κατά κανόνα η επεξεργασία των τυπικών αστικών λυμάτων είναι βιολογική. Τα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων κατατάσσονται στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες :

- **Συστήματα προσκολλημένης βιομάζας** (Attached Growth Systems)
- **Συστήματα αιωρούμενης βιομάζας** (Suspended Growth Systems). Στα συστήματα αυτά η βιομάζα διατηρείται σε αιώρηση.
- **Υβριδικά συστήματα** τα οποία συνδυάζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των προαναφερόμενων δύο κατηγοριών.

Τα συστήματα επεξεργασίας αστικών λυμάτων διακρίνονται επίσης σε δύο (2) μεγάλες κατηγορίες :

- **Συμβατικά ή μηχανικά συστήματα επεξεργασίας** (αναφερόμενα συχνά και ως εντατικά συστήματα)
- **Φυσικά συστήματα επεξεργασίας** (αναφερόμενα συχνά και ως εκτατικά συστήματα)

Και στις δύο κατηγορίες οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μεγάλο ποσοστό είναι παρόμοιες. Η κύρια διαφοροποίηση έγκειται στο γεγονός ότι οι διεργασίες στα φυσικά συστήματα πραγματοποιούνται με φυσικό τρόπο, ήτοι με χαμηλές ταχύτητες, ενώ στα συμβατικά συστήματα οι διεργασίες πραγματοποιούνται με αυξημένη ταχύτητα, εξαιτίας των επιβαλλόμενων τεχνητών συνθηκών.

Τα βασικότερα συστήματα επεξεργασίας αστικών λυμάτων είναι:

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ – ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. Συστήματα Ενεργού Ιλύος ή παραλλαγές τους

- i. Συμβατικό σύστημα
- ii. Σύστημα παρατεταμένου αερισμού
- iii. Αντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης (ή αιωρούμενης βιομάζας)
- iv. Αντιδραστήρας εναλλασσόμενων λειτουργιών (SBR)
- v. Σύστημα συνδυασμού αιωρούμενης και προσκολλημένης βιομάζας (Moving Bed Bio-Reactor, MBBR)

2. Συστήματα προχωρημένης επεξεργασίας

- i. Σύστημα Βιομεμβρανών (MBR)
- ii. Σύστημα συνδυασμού αιωρούμενης και προσκολλημένης βιομάζας και διαχωρισμό ανάμικτου υγρού σε μεμβράνες υπεριοδήθησης (Moving Bed Membrane Reactor, MBMR)
- iii. Συνδυασμός συστημάτων επεξεργασίας με τριτοβάθμια επεξεργασία

3. Βιολογικά Φίλτρα

- i. Τυπικά βιολογικά φίλτρα : Βραδύφιλτρα (Χαλικόφιλτρα – αμμόφιλτρα) / Ταχύφιλτρα (Χαλικόφιλτρα – αμμόφιλτρα). Αυτά μπορούν να καταταγούν και στην κατηγορία των φυσικών εκτατικών συστημάτων.
- ii. Φίλτρα σύνθετων μέσων : Πλαστικά φίλτρα, Φίλτρα υφάσματος (textile filters)
- iii. Αναερόβια φίλτρα

4. Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι

ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. Συστήματα Διήθησης

- i. Βραδείας Εφαρμογής
- ii. Συστήματα Ταχείας Διήθησης
- iii. Συστήματα Επιφανειακής Ροής

2. Συστήματα Τεχνητών Υγροβιότοπων

- i. Τεχνητοί Υγροβιότοποι επιφανειακής ροής (FWS)
- ii. Τεχνητοί Υγροβιότοποι υποεπιφανειακής ροής (SFS)
 - Οριζόντιας ροής (HF)
 - Κατακόρυφης ροής (VF)

3. Συστήματα Επιπλεόντων Υδροχαρών Φυτών

4. Τεχνητές Λίμνες

- i. Επαμφοτερίζουσες λίμνες
- ii. Αερόβιες τεχνητές λίμνες
- iii. Αναερόβιες τεχνητές λίμνες
- iv. Αεριζόμενες τεχνητές λίμνες

Στην πράξη, η εφαρμογή των διαφόρων συνδυασμών των διαδικασιών καθαρισμού των αστικών λυμάτων, ανέδειξε τρία (3) βασικά στάδια επεξεργασίας, που εκφράζουν ποιοτικά το βαθμό καθαρότητας της τελικής απορροής.

Πρωτοβάθμιος καθαρισμός

Συνήθως περιλαμβάνει εσχарισμό, αφαίρεση άμμου και κατά περίπτωση λιποσυλλογή και έχει σαν βασική επεξεργασία την καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα τη συνεχή απομάκρυνση και επεξεργασία (π.χ. χώνευση αναερόβια ή αερόβια κλπ) της λάσπης που καθιζάνει. Η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου που επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο κατά μέσο όρο, σε οργανικά στερεά και μικρόβια κυμαίνεται από 5 – 30%.

Δευτεροβάθμιος βιολογικός καθαρισμός

Είναι η διαδικασία καθαρισμού που αφορά, κατά κύριο λόγο, στην απομάκρυνση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των αστικών λυμάτων με τη βοήθεια μικροοργανισμών και στη συνέχεια απομάκρυνση των σχηματιζόμενων αιωρημάτων με δευτεροβάθμια καθίζηση. Ο δευτεροβάθμιος βιολογικός καθαρισμός αποτελεί συνήθως το τελικό στάδιο επεξεργασίας των αστικών λυμάτων και συνήθως συμπληρώνεται με διεργασία απολύμανσης. Η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου κατά το δευτεροβάθμιο καθαρισμό, είναι κατά μέσο όρο 85 – 95% (BOD_5 , αιωρούμενα στερεά, κολοβακτηρίδια) και θεωρείται κατά κανόνα ικανοποιητική, εκτός από ειδικές περιπτώσεις, όπου εφαρμόζεται και τριτοβάθμιος καθαρισμός.

Τριτοβάθμιος καθαρισμός

Εφαρμόζεται σε ειδικές περιπτώσεις. Στην περίπτωση των αστικών λυμάτων συνίσταται κυρίως στην απομάκρυνση του αζώτου (με τη μορφή αμμωνίας NH_3 ή νιτρικών NO_3) και του φωσφόρου (με τη μορφή PO_4) κυρίως για την αντιμετώπιση του φαινομένου του ευτροφισμού του τελικού αποδέκτη ή για να γίνει δυνατή η επαναχρησιμοποίηση του νερού για δευτερεύουσες χρήσεις (βιομηχανία) ή ακόμη και για ύδρευση, μετά από επεξεργασία με ενεργό άνθρακα, απολύμανση κλπ. Στον τριτοβάθμιο καθαρισμό οι εφαρμοσμένες διαδικασίες μπορεί να είναι φυσικές, χημικές ή βιολογικές. Συνήθως μετά το τελικό στάδιο καθαρισμού εφαρμόζεται απολύμανση της τελικής απορροής.

Επεξεργασία ιλύος

Για την ιλύ που παράγεται (α' βάρθμια και περίσσεια β' βάρθμια) υπάρχουν οι εξής δυνατότητες επεξεργασίας :

- Πάχυνση της ιλύος με συμπύκνωση έως 4-5%

• Σταθεροποίηση της ιλύος (χώνευση) κυρίως για τον περιορισμό των οσμών και τη βελτίωση των χαρακτηριστικών της για αφυδάτωση. Η χώνευση γίνεται, είτε αναερόβια σε κλειστές δεξαμενές με παράλληλη παραγωγή βιοαερίου, είτε αερόβια σε ανοικτές δεξαμενές με επιφανειακούς αεριστήρες.

- Μεταπάχυνση, δηλαδή πάχυνση της ιλύος μετά τη χώνευση σε διάταξη καθίζησης.

- Αφυδάτωση της ιλύος που μπορεί να γίνεται :

α) σε κλίνες ξήρανσης, δηλαδή υπαίθριους χώρους όπου πάνω σε διαβαθμισμένο υλικό (αμμοχάλικο) στραγγίζει και ξηραίνεται ιλύς σε περιεκτικότητα στερεών έως και 40-45% (μείωση όγκου 8-10 φορές).

β) με μηχανικά μέσα (περιστρεφόμενα τύμπανα, ειδικοί σάκοι συμπίεσης/στράγγισης) που επιτυγχάνουν μείωση όγκου της τάξης του 25 – 40% ή πιο σύνθετα μηχανικά μέσα όπως :

- ταινιοφιλτρόπρεσες με τελικά στερεά 18-20%
- φυγοκεντριστές ή/και κοχλιόπρεσες με αποδόσεις της τάξης του 18 – 25% σε στερεά
- φιλτρόπρεσες με πλάκες με απόδοση έως και 40% σε στερεά

2.2. Επιλογή μεθόδου

Ο προτεινόμενος σχεδιασμός μιας ΕΕΛ απαιτείται να προσβλέπει στην αποδοτική, ευέλικτη, οικονομική, απλή και εργονομική λειτουργία της. Τα βασικά κριτήρια επιλογής του πλέον κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας λυμάτων, δεδομένων των χαρακτηριστικών μιας περιοχής μελέτης, είναι :

- Η πληρότητα και αρτιότητα του προσφερομένου συστήματος, η εναρμόνιση με την εξέλιξη της διεθνούς τεχνολογίας, η αξιοπιστία του συνολικού σχεδιασμού, η εξασφάλιση των ορίων της διάθεσης και η αντιμετώπιση των διακυμάνσεων του φορτίου χωρίς προβλήματα μέσω της απαραίτητης ευελιξίας της εγκατάστασης για την αποτελεσματική λειτουργία της τόσο κατά τη θέση σε λειτουργία όσο και με το πέρασ της 20ετίας ή/και της 40ετίας
- Η ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους, που συνίσταται κυρίως σε ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης και κατανάλωσης χημικών
- Η απλότητα στη λειτουργία και η ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης και (εξειδικευμένου) προσωπικού
- Η περιβαλλοντική προστασία, δηλαδή η αισθητική ανάδειξη του χώρου, η ένταξη στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον και η ελαχιστοποίηση έκλυσης οσμών, σταγονιδίων και εκπεμπόμενου θορύβου.
- Τα τοπικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής (π.χ. μορφολογία εδάφους, επιφάνεια εγκατάστασης, κλιματολογικές συνθήκες)
- Η ελαχιστοποίηση του χρόνου εγκατάστασης
- Η ελαχιστοποίηση της καταλαμβανόμενης έκτασης σε συνδυασμό με την λειτουργικότητα των μονάδων και την άνετη πρόσβαση για συντήρηση

Από τις διαθέσιμες τεχνολογίες για την επεξεργασία αστικών λυμάτων, στην Ελλάδα τυγχάνει ευρείας αποδοχής η μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού που ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στις απαιτήσεις της ποιοτικής κατάστασης των επεξεργασμένων λυμάτων. Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι υπό την επίβλεψη της Δ.Ε.Υ.Α. Πέλλας υπάρχουν παρόμοιες εγκαταστάσεις, είτε σε λειτουργία (π.χ. ΕΕΛ Γιαννιτσών), είτε υπό κατασκευή (π.χ. ΕΕΛ Μεγ Αλέξανδρου, ΕΕΛ Κύρρου) και ως εκ τούτου, ο Φορέας διαθέτει εμπειρία τόσο για την κατασκευή, όσο και για τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

Όσον αφορά στα συστήματα προχωρημένης επεξεργασίας, τα τελευταία χρόνια υπάρχει ενδιαφέρον για συστήματα μεμβρανών (MBR) ή/και παραλλαγές τους (MBMR), ωστόσο το μεγάλο κόστος αρχικής επένδυσης και η σχετική έλλειψη εμπειρίας στη λειτουργία τους αποτελούν προς το παρόν τροχοπέδη για την ευρύτερη εφαρμογή τους, κυρίως σε μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις.

Τέλος, σημειώνεται ότι τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ειδικότερα η μέθοδος των Τεχνητών Υγροβιότοπων (constructed wetlands) αποτελούν μεν ικανοποιητική λύση για το μέγεθος του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, ωστόσο η απαίτηση χώρου αποτρέπει αυτήν την επιλογή για την περιοχή μελέτης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, γίνονται οι κάτωθι βασικές επιλογές :

1) Για τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων εφαρμόζεται η **μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού** (extended aeration) με ανακυκλοφορία ενεργού ιλύος (activated sludge) και βιολογική απομάκρυνση αζώτου, πλέον γνωστή ως **Α/Ο (Anoxic/Oxic)** που αποτελεί μια ευρέως διαδεδομένη παραλλαγή της μεθόδου της ενεργού ιλύος.

Η βασική φιλοσοφία της μεθόδου είναι η τοποθέτηση μπροστά από τις δεξαμενές αερισμού, μίας ανοξικής ζώνης όπου ανακυκλοφορεί νιτροποιημένη απορροή λυμάτων από την έξοδο της οξικής ζώνης.

Στη δεξαμενή αερισμού λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση του αζώτου. Στην ανοξική δεξαμενή, κάτω από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (αναγωγή σε αέριο άζωτο και διαφυγή στην ατμόσφαιρα).

Περαιτέρω, με την κατασκευή αναερόβιων δεξαμενών ανάντη των δεξαμενών νιτροποίησης – απονιτροποίησης όπου έρχονται σε επαφή τα ανεπεξέργαστα λύματα με την ανακυκλοφορούσα ενεργό λάσπη, κάτω επίσης από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου και το σύνολο της διεργασίας εξελίσσεται σε **A²/O (Anaerobic / Anoxic / Oxid)**.

Για το μέγεθος του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, η μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού είναι ασφαλής και αξιόπιστη λύση, από άποψη λειτουργίας και αποτελέσματος. Τα βασικότερα **πλεονεκτήματα** της μεθόδου είναι :

- Παρουσιάζει ευελιξία λειτουργίας και έχει σχετικά μεγάλη ικανότητα να απορροφά φορτία και παροχές που μεταβάλλονται, χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία και η απόδοση του συστήματος.
- Δεν απαιτείται πρωτοβάθμια καθίζηση
- Οι όγκοι της παραγόμενης βιολογικής λάσπης είναι μειωμένοι λόγω λειτουργίας στην ενδογενή φάση.
- Δεν απαιτεί προσεκτικές ρυθμίσεις και λειτουργεί με περισσότερα περιθώρια ασφαλείας απ' ότι οι άλλες μέθοδοι ενεργού ιλύος.
- Δεν δημιουργούνται προβλήματα οσμών

Τα **πλεονεκτήματα** της εξάλειψης θρεπτικών είναι :

- Αποφυγή της δημιουργίας του φαινομένου του ευτροφισμού στον αποδέκτη, λόγω μικρής συγκέντρωσης θρεπτικών στα εκρέοντα λύματα.
- Πλήρη εξάλειψη του προβλήματος ανύψωσης της λάσπης στις δεξαμενές καθίζησης (rising sludge) εξαιτίας της απονιτροποίησης που θα μπορούσε να συμβεί εκεί.
- Εξάλειψη του προβλήματος της συσσωμάτωσης λάσπης (sludge bulking) και σημαντική βελτίωση της ποιότητας και της καθιζησιμότητας της λάσπης (ελάττωση του SVI).
- Οικονομία στην κατανάλωση οξυγόνου και συνεπώς ενέργειας

Η λειτουργία της εγκατάστασης σε κάθε Φάση, είναι απλή διότι η μέθοδος βασίζεται κυρίως στη λειτουργία των φυσητήρων και των αντλιών ανακυκλοφορίας ιλύος και νιτρικών

2) Με βάση τα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις εκροής, κρίνεται ότι δεν θα απαιτηθεί επιπλέον πρόβλεψη για τη διεργασία αποφωσφόρωσης (π.χ. χημική κατακρήμνιση) προκειμένου να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές για τη συγκέντρωση του TP στην απορροή της ΕΕΛ.

Για την περίπτωση που στο μέλλον επαναπροσδιοριστούν τα όρια της συγκέντρωσης TP στην απορροή, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί έτοιμο διάλυμα FeClSO₄. Στην περίπτωση αυτή, η προσθήκη των χημικών για την περαιτέρω απομάκρυνση του φωσφόρου προτείνεται να γίνει σε κατάλληλο σημείο της ροής επεξεργασίας των λυμάτων μετά το βιοαντιδραστήρα, έτσι ώστε αφενός να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και αφετέρου να αποφευχθεί η κατακρήμνιση του φωσφόρου μέσα στη δεξαμενή αερισμού, γεγονός που δημιουργεί συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου και μείωση του βαθμού απόδοσης του βιολογικού καθαρισμού.

3) Οι επιμέρους μονάδες διαστασιολογούνται λαμβάνοντας υπόψη την επανατροπή των στραγγιδίων που παράγονται κατά τη λειτουργία της ΕΕΛ, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη τα πραγματικά ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία.

4) Ο σχεδιασμός της μονάδας γίνεται συνολικά με στόχο την εύρυθμη λειτουργία του συνόλου της Εγκατάστασης και την οριοθέτηση του απαιτούμενου χώρου για την κατασκευή της.

Η γενική διάταξη που προτείνεται ικανοποιεί τα παρακάτω κριτήρια :

1. Ελαχιστοποίηση της έκτασης του απαιτούμενου οικοπέδου
2. Βέλτιστη χωροταξική διάταξη για την καλύτερη δυνατή λειτουργία και συντήρηση των μονάδων
3. Η αλληλουχία διάταξης των μονάδων ακολουθεί την φυσική ροή (κατά το δυνατόν) των υγρών και της ιλύος
4. Το κτίριο Εξυπηρέτησης τοποθετείται έτσι, ώστε να μπορεί να εποπτεύει το σύνολο της εγκατάστασης.
5. Η τελική διαμόρφωση της εγκατάστασης του οικοπέδου και οι κλίσεις των δρόμων της εγκατάστασης έχουν μελετηθεί κατά τρόπο που να διευκολύνεται η επιφανειακή απορροή των ομβρίων.
6. Για την ευχερή πρόσβαση στις επιμέρους μονάδες, στον χώρο των εγκαταστάσεων κατασκευάζεται πλήρες εσωτερικό οδικό δίκτυο δρόμων, ενώ περιμετρικά εγκαταστάσεων θα γίνει περίφραξη με δικτυωτό συρματόπλεγμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ε.Ε.Λ.

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων, που **κατασκευάζεται εξ' αρχής για τις ανάγκες της 40ετίας** καθότι οι διαφορές μεταξύ των χρονικών φάσεων είναι μικρές, προβλέπεται να περιλαμβάνει τα κάτωθι επιμέρους τμήματα :

1. Φρεάτιο άφιξης – Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης
2. Μονάδα Προεπεξεργασίας λυμάτων που περιλαμβάνει
 - προκατασκευασμένη (compact) μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής
3. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας που περιλαμβάνει
 - δεξαμενή αποφωσφόρωσης
 - δεξαμενή απονιτροποίησης
 - δεξαμενή νιτροποίησης – αερισμού
 - αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού
 - δεξαμενή τελικής καθίζησης
 - αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – απόρριψης ιλύος
4. Μονάδα απολύμανσης που περιλαμβάνει
 - μετρητή παροχής εξόδου
 - δεξαμενή χλωρίωσης
 - φρεάτιο αποχλωρίωσης
 - φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας & αγωγό διάθεσης
5. Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος
6. Μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος που περιλαμβάνει
 - αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ιλύος (προς μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση)
 - μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος
 - κλίνη ξήρανσης (εφεδρεία)
7. Κτιριακά έργα που περιλαμβάνουν
 - Κτίριο Εξυπηρέτησης
 - Κτίριο Μηχανικής Πάχυνσης – Αφυδάτωσης
8. Σύστημα αυτοματισμών και ελέγχου της μονάδας
9. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής, ήτοι
 - Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου (δενδροφύτευση, περίφραξη κλπ)
 - Εσωτερικό δίκτυο οδοποιίας - αποχέτευση ομβρίων

- Βοηθητικά έργα & δίκτυα υποδομής (αποχέτευσης, ύδρευσης, βιομηχανικού νερού, στραγγιδίων, πυρόσβεσης)
- Δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Τηλεφωνικό δίκτυο
- Δίκτυο εξωτερικού φωτισμού
- Αλεξικέραυνα – Θεμελιακή γείωση

3.1. Γραμμή επεξεργασίας λυμάτων

Φρεάτιο άφιξης – Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης

Τα λύματα του οικισμού των Αθύρων θα οδεύουν μέχρι το γήπεδο της Εγκατάστασης μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού βαρύτητας για να καταλήξουν σε φρεάτιο άφιξης και στη συνέχεια σε αντλιοστάσιο ανύψωσης απ' όπου θα καταθλίβονται προς περαιτέρω επεξεργασία. Στο φρεάτιο άφιξης θα καταλήγουν διά της βαρύτητας και τα παραγόμενα στραγγίδια από τις διάφορες φάσεις λειτουργίας της ΕΕΛ.

Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου με διαστάσεις υγρού θαλάμου 2,50x2,50x0,50m (διαφορά ανώτατης – κατώτατης στάθμης), δηλαδή, ο συνολικός όγκος του υγρού θαλάμου θα είναι της τάξης των 3,1m³

Το αντλιοστάσιο θα είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλάκα επικάλυψης, η οποία κατά μήκος των αντλιών θα έχει οπή κατάλληλων διαστάσεων με κάλυμμα από γαλβανισμένο χάλυβα, ώστε να είναι δυνατή η ανέλκυση των αντλιών για έλεγχο και επισκευή.

Θα τοποθετηθούν στο αντλιοστάσιο δύο (2) υποβρύχιες αντλίες (1 εφεδρεία) που θα καταθλίβουν σε κοινό συλλεκτήριο για την παροχέτευση των λυμάτων στην κατάντη μονάδα προεπεξεργασίας. Με κατάλληλη χρήση δικλείδων επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού θα είναι δυνατόν να παρακαμφθούν οι κατάντη μονάδες προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ

Η εγκατάσταση κάθε συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν του αντλιοστασίου, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό. Εντός του αντλιοστασίου, κάθε αντλία διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό.

Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον θα προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

Ως προαναφέρεται, τα λύματα από το δίκτυο αποχέτευσης του οικισμού και τα στραγγίδια της εγκατάστασης θα καταλήγουν σε φρεάτιο άφιξης απ' όπου θα οδεύουν στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου αρχικής ανύψωσης. Στο σημείο εισόδου των λυμάτων στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου θα τοποθετηθεί χειρωνακτικά καθαριζόμενη **χονδροεσχάρα** από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου καλαθιού με **διάκενα 50mm** για τη συγκράτηση μεγάλων φερτών υλικών (π.χ. ξύλα, πατσαβούρια, πλαστικά κλπ) που παροχετεύονται μαζί με τα λύματα. Η απομάκρυνση των εσχαρισμάτων που συγκρατούνται στην εσχάρα θα γίνεται χειρωνακτικά με ανύψωσή της εκτός της μονάδας με κατάλληλους ολισθητήρες – οδηγούς ανύψωσης/καθόδου κατασκευασμένους από ανοξείδωτο χάλυβα προκειμένου να απορριφθούν τα εσχαρίσματα σε κάδο συλλογής.

Στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου προβλέπεται να τοποθετηθεί **υποβρύχιος αναμίκτης** οριζοντίου άξονα για την ανάδευση των λυμάτων και την αιώρηση των στερεών που έχουν καθιζήσει στον πυθμένα του αντλιοστασίου και την παρεμπόδιση δημιουργίας «επίπαγου» (κρούστας).

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο στερεωμένο στον πυθμένα του αντλιοστασίου με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

Μονάδα Προεπεξεργασίας Λυμάτων

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης θα καταθλίβονται σε μία (1) **προκατασκευασμένη (compact)** διάταξη εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής που θα (υπερ)καλύπτει εξ αρχής τις ανάγκες της Β' Φάσης (40ετία). Η προκατασκευασμένη (compact) μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής, θα είναι συμπαγές κλειστό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής, κατάλληλο για υπαίθρια εγκατάσταση, με μεγάλη εφαρμογή διεθνώς αλλά και στις Ελληνικές συνθήκες και θα λειτουργεί με αυτοματισμό του κατασκευαστή, με τους επιμέρους εξοπλισμούς σε μανδάλωση μεταξύ τους. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης της διεργασίας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια :

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	1
Ελάχιστη δυναμικότητα συστήματος	[l/s]	17
Διάκενο (αυτόματης) εσχάρας	[mm]	≤ 6
Απομάκρυνση κόκκων $> 0,20\text{mm}$ για την παροχή σχεδιασμού	[%]	$\geq 95,0$

Το συγκρότημα θα αποτελείται από δεξαμενή κατασκευασμένη από **ανοξείδωτο χάλυβα**, στην οποία θα είναι εγκατεστημένος ο εξοπλισμός εσχάρωσης, αεριζόμενης εξάμμωσης και απολίπανσης. Στην είσοδο του συγκροτήματος θα τοποθετηθεί χειροκίνητη δικλείδα απομόνωσης, ενώ στην έξοδο θα προβλεφθεί διάταξη παράκαμψης, επίσης με χειρισμό δικλείδων, των κατάντη έργων (βιολογική επεξεργασία) προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ.

Η εσχάρωση των λυμάτων θα γίνεται σε αυτόματη κυλινδρική εσχάρα τύπου περιστρεφόμενου τύμπανου με **διάκενα $\leq 6\text{mm}$** , ενώ θα προβλέπεται διάταξη υπερχειλίσης ανάντη της αυτόματης εσχάρας που θα οδηγεί τα λύματα σε ενσωματωμένη χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με **διάκενα 20mm** , κατασκευασμένη επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα.

Τα λύματα θα διαρρέουν την κυλινδρική εσχάρα από μέσα προς τα έξω και τα συγκρατούμενα στερεά θα απομακρύνονται με κατάλληλη διάταξη σε χοάνη υποδοχή και στη συνέχεια σε κοχλία μεταφοράς. Για τον καλύτερο καθαρισμό της επιφάνειας εσχάρωσης θα προβλέπεται σύστημα έκπλυσης με βιομηχανικό νερό. Από τη χοάνη, τα εσχαρίσματα θα μεταφέρονται, συμπιέζονται και αφυδατώνονται με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου κοχλία – συμπιεστή και θα απορρίπτονται σε κάδο απορριμμάτων, ο οποίος βρίσκεται παράπλευρα του συγκροτήματος. Ο καθαρισμός της εσχάρας θα γίνεται αυτόματα με βάση τη διαφορική στάθμη (ανάντη – κατάντη) της εσχάρας, καθώς και με χρονοπρόγραμμα που θα ρυθμίζεται από τον πίνακα του συστήματος και θα αποτελεί τμήμα του κατασκευαστή του συγκροτήματος.

Μετά την εσχάρωση, τα λύματα θα οδηγούνται στη μονάδα εξάμμωσης που είναι μέρος του συγκροτήματος εσχάρωσης – εξάμμωσης. Η αποκομιδή της άμμου θα γίνεται με δύο κοχλίες : ένας κοχλίας τοποθετημένος στον πυθμένα κατά μήκος της δεξαμενής και ένας δεύτερος, κεκλιμένος, που παραλαμβάνει την άμμο και, μετά τη σταδιακή αφυδάτωσή της, την διαθέτει μέσω κατάλληλης διάταξης κλειστού τύπου για την αποφυγή οσμών, σε κάδο. Και οι δύο κοχλίες λειτουργούν ταυτόχρονα ανά τακτικά διαστήματα μέσω του ηλεκτρικού πίνακα του συστήματος.

Στο συγκρότημα θα προβλέπεται και η διεργασία απολίπανσης των λυμάτων. Για το λόγο αυτό, κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής εξάμμωσης και κατά μήκος αυτής θα προβλέπεται παροχέτευση αέρα, ώστε να δημιουργείται στροβιλισμός κατά μήκος της δεξαμενής. Ο αερισμός θα επιτυγχάνεται από αεροσυμπιεστή κατάλληλης δυναμικότητας που θα ελέγχεται από τον ηλεκτρικό πίνακα του συστήματος. Κατά μήκος της δεξαμενής εξάμμωσης, θα είναι διαμορφωμένο κανάλι ηρεμίας για το διαχωρισμό των επιπλεόντων, τα οποία στη συνέχεια θα απομακρύνονται με διάταξη σάρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα, προς θάλαμο συγκέντρωσης, απ' όπου μέσω αντλίας θα οδηγούνται στη ζώνη συμπίεσης του κοχλία εσχαρισμάτων για τη διάθεσή τους μαζί με τα εσχαρίσματα. Στο κατώτερο σημείο της δεξαμενής θα υπάρχει χειροκίνητη βάνα για εκκένωση και καθαρισμό της διάταξης. Η εκκένωση της διάταξης θα γίνεται προς το δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ.

Μονάδα Βιολογικής επεξεργασίας

Η νιτροποίηση και απονιτροποίηση των λυμάτων θα γίνεται σε βιολογικό αντιδραστήρα με επάλληλες αερόβιες και ανοξικές ζώνες. Η μέθοδος που προτείνεται είναι αυτή της ενεργού ιλύος (**activated sludge**) με βιολογική απομάκρυνση αζώτου, πλέον γνωστή ως **A/O (Anoxic/Oxic)** που αποτελεί μια ευρέως διαδεδομένη παραλλαγή της μεθόδου της ενεργού ιλύος.

Η βασική φιλοσοφία της μεθόδου είναι η τοποθέτηση μπροστά από τις δεξαμενές αερισμού, μίας ανοξικής ζώνης όπου ανακυκλοφορεί νιτροποιημένη απορροή λυμάτων από την έξοδο της οξικής ζώνης. Στη δεξαμενή αερισμού λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση του αζώτου. Στην ανοξική δεξαμενή, κάτω από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (αναγωγή σε αέριο άζωτο και διαφυγή στην ατμόσφαιρα).

Περαιτέρω, με την κατασκευή αναερόβιας ζώνης, ανάντη της ζώνης νιτροποίησης – απονιτροποίησης, όπου έρχονται σε επαφή τα ανεπεξεργαστα λύματα με την ανακυκλοφορούσα ενεργό λάσπη, κάτω επίσης από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου και το σύνολο της διεργασίας εξελίσσεται σε **A²/O (Anaerobic / Anoxic / Oxic)**.

Για την κατασκευή της αναερόβιας ζώνης λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια :

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	1
Χρόνος παραμονής για το σύνολο της παροχής (παροχή σχεδιασμού + παροχή ανακυκλοφορίας)	[hr]	≥ 1,0

Επιλέγεται να κατασκευαστεί μία (1) δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα ορθογωνικής κάτοψης, διαστάσεων 8,00x4,00x3,00m ($H_{ωφ}$) και χωρητικότητας 96,0m³. Η δεξαμενή εφοδιάζεται με έναν (1) **υποβρύχιο αναδευτήρα** οριζοντίου άξονα έτσι, ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να εξασφαλίζεται, σε συνδυασμό με τη γεωμετρία της δεξαμενής, εμβολοειδής ροή (plug flow). Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί μόνιμου εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

Με βάση τα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις εκροής, κρίνεται ότι δεν απαιτείται επιπλέον πρόβλεψη για τη διεργασία αποφωσφόρωσης (π.χ. χημική κατακρήμνιση) προκειμένου να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές για τη συγκέντρωση του TP στην απορροή της ΕΕΛ (≥ 80% επί του εισερχόμενου φορτίου).

Για την περίπτωση που στο μέλλον επαναπροσδιοριστούν τα όρια της συγκέντρωσης TP στην απορροή, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί έτοιμο διάλυμα FeClSO₄. Στην περίπτωση αυτή, η προσθήκη των χημικών για την περαιτέρω απομάκρυνση του φωσφόρου προτείνεται να γίνει σε κατάλληλο σημείο της ροής επεξεργασίας των λυμάτων μετά το βιοαντιδραστήρα, έτσι ώστε αφενός να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και αφετέρου να αποφευχθεί η κατακρήμνιση του φωσφόρου μέσα στη δεξαμενή αερισμού, γεγονός που δημιουργεί συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου και μείωση του βαθμού απόδοσης του βιολογικού καθαρισμού.

Από το κατάντη άκρο της δεξαμενής τα λύματα θα οδηγούνται μέσω υποβρύχιας οπής στην κατάντη ζώνη απονιτροποίησης – αερισμού προς περαιτέρω επεξεργασία. Για το σχεδιασμό της διεργασίας λαμβάνονται υπόψη τα κάτωθι δεδομένα :

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	1
Ογκομετρική φόρτιση	[kg BOD ₅ /m ³ d]	≤ 0,30
Φόρτιση στερεών (F/M)	[kgBOD ₅ /kg MLSS d]	≤ 0,10
Συγκέντρωση ανάμικτου υγρού, MLSS	[mg/lit]	≤ 5000
Ηλικία λάσπης (SRT)	[d]	≥ 20

Ο αερισμός θα γίνεται μέσω διαχυτών τύπου επίπεδου κυκλικού δίσκου λεπτής φυσαλίδας από **μεμβράνη EPDM**. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού. Το δίκτυο διανομής αέρα της δεξαμενής θα αποτελείται από

- Κεντρικό αγωγό μεταφοράς αέρα με όλα τα αναγκαία στηρίγματα για εγκατάσταση στην στέψη της δεξαμενής και με όλες τις αναγκαίες εξόδους προς τα επιμέρους δίκτυα αερισμού.

- Συνδέσμους αγωγών από ανοξείδωτο χάλυβα
- δικλείδες απομόνωσης των αγωγών πτώσης των επιμέρους δικτύων αερισμού
- επιδαπέδιους αγωγούς

Οι επιδαπέδιοι αγωγοί θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής με στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα που θα εξασφαλίζουν τη σταθερότητά τους κατά το κατακόρυφο επίπεδο αλλά και τη σχετικά χαλαρή στερέωσή τους κατά το οριζόντιο, έτσι ώστε να εξυπηρετούνται οι επιμηκύνσεις των αγωγών λόγω θέρμανσης κατά τη λειτουργία, ενώ θα προβλέπεται να τοποθετηθούν **συλλέκτες συμπυκνωμάτων** στα χαμηλά σημεία του δικτύου και δικλείδες εκκένωσης αυτών.

Προ της εισόδου των αγωγών πτώσης μέσα στις δεξαμενές αερισμού και τη σύνδεσή τους με τον αγωγό τροφοδοσίας κάθε επιδαπέδιου δικτύου, θα υπάρχουν **δικλείδες** για την απομόνωση ή και την ρύθμιση της παροχής αέρα σε όποιον από τους κλάδους και ανοξείδωτα εξαρμωτικά για να διευκολύνεται η αποσύνδεση του κλάδου προς συντήρηση και επισκευή.

Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις οξυγόνωσης στη μονάδα επιλέγονται δύο (2) **φουσητήρες τριών περιστρεφόμενων λοβών** (1 ενεργός εφεδρεία) με κινητήρες μεταβλητών στροφών μέσω μετατροπών συχνότητας (**inverters**) για την τροφοδοσία με αέρα του δικτύου διάχυσης, προσδίδοντας ταυτόχρονα και την απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης στο μικτό υγρό.

Οι φουσητήρες εγκαθίστανται σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης με επαρκή αερισμό και κατάλληλη ηχομόνωση. Κάθε φουσητήρας με τον κινητήρα του και όλα τα εξαρτήματά του θα τοποθετηθεί εντός κατάλληλης **ηχοπαγίδας** (noise hood) – καμπίνας ηχομόνωσης, ώστε ο εκπεμπόμενος θόρυβος κατά την διάρκεια λειτουργίας τα 50dBA στα όρια του οικοπέδου της ΕΕΛ.

Η ρύθμιση παροχής του αέρα στην οξική ζώνη θα γίνεται μεταβάλλοντας τις στροφές του ηλεκτροκινητήρα έκαστου φουσητήρα σε όλο το εύρος μεταξύ της ελάχιστης και μέγιστης αποδομένης ισχύος. Η ρύθμιση αυτή θα γίνεται από το σύστημα ελέγχου μέσω των ενδείξεων οξυγονομέτρου έτσι, ώστε η συγκέντρωση οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό να κυμαίνεται από 1,5-2,0 mg/lit κατά το δυνατόν στο σύνολο της αεριζόμενης περιοχής και ιδιαίτερα στο κατάντη τμήμα αυτής.

Προβλέπεται να εγκατασταθεί ένας (1) **μετρητής διαλυμένου οξυγόνου** στη δεξαμενή αερισμού που θα ελέγχει τη στάθμη του διαλυμένου οξυγόνου στα υγρά της δεξαμενής με ταυτόχρονη ψηφιακή ένδειξη του διαλυμένου οξυγόνου και της **θερμοκρασίας**, ενώ για τον περαιτέρω έλεγχο της λειτουργίας της βιολογικής επεξεργασίας θα εγκατασταθεί στη δεξαμενή αερισμού διάταξη **μέτρησης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (MLSS)** στο ανάμικτο υγρό έτσι ώστε να βελτιστοποιείται ο ρυθμός ανακυκλοφορίας λάσπης.

Τελική καθίζηση

Μετά τον αερισμό, τα λύματα θα οδηγούνται σε δεξαμενή καθίζησης για την τελική τους διαύγαση. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης της μονάδας, η διαστασιολόγηση γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια :

Επιφανειακή φόρτιση (για την παροχή σχεδιασμού)	[m ³ /m ² d]	≤ 10,00
Φόρτιση στερεών για την παροχή σχεδιασμού (πλέον της ανακυκλοφορίας λάσπης)	[kg/m ² d]	≤ 100,00
Υδραυλική φόρτιση υπερχειλίσης (για την παροχή αιχμής)	[m ³ /m hr]	≤ 10,00
Χρόνος παραμονής (για την παροχή αιχμής)	[hr]	≥ 1,5
Πλευρικό βάθος υγρών	[m]	≥ 3,0

Επιλέγεται η κατασκευή μιας (1) κυκλικής δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα διαμέτρου 8,0m με βάθος στο σημείο υπερχειλίσης 3,0m

Η **καθιζάνουσα ιλύς** θα συλλέγεται κεντρικά του πυθμένα με την βοήθεια μονοακτινικού ξέστρου και από εκεί θα απομακρύνεται προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – απόρριψης ιλύος.

Τα **υπερκείμενα** υγρά θα συλλέγονται σε περιμετρικό κανάλι που θα καταλήγει σε φρεάτιο εξόδου για να οδεύσουν στην κατάντη μονάδα (μετρητής παροχής). Σε μηδενικές παροχές θα προβλέπεται πλήρης αποστράγγιση του καναλιού στο φρεάτιο.

Τα **επιπλέοντα** στερεά, αφροί κλπ από τη δεξαμενή καθίζησης θα οδεύουν με τη βοήθεια επιφανειακού ξέστρου σε χοάνη συλλογής επιπλεόντων αναρτημένη επί του περιφερειακού τοιχίου απ' όπου θα οδηγούνται με βαρύτητα σε παράπλευρο φρεάτιο συλλογής αφρών. Στο φρεάτιο, τα υγρά που θα καταφθάνουν μαζί με τα επιπλέοντα θα διαχωρίζονται μέσω κατάλληλης διάταξης και θα απομακρύνονται προς το δίκτυο στραγγιδίων με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η συχνότητα εκκένωσης των αφρών, οι οποίοι θα συλλέγονται περιοδικά προς απόρριψη από βυτιοφόρο όχημα.

Ανακυκλοφορία – απόρριψη λάσπης

Η ιλύς από τον πυθμένα της δεξαμενής τελικής καθίζησης με την βοήθεια αντλητικών συγκροτημάτων θα επιστρέφει στο φρεάτιο εισόδου της βιολογικής βαθμίδας, ενώ η περίσσεια ιλύος θα οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία (αποθήκευση – πάχυνση – αφυδάτωση).

Για λόγους απλότητας κατασκευής και λειτουργίας θα προβλεφθεί κοινό αντλιοστάσιο ιλύος, όπου θα τοποθετηθούν τρεις (3) **υποβρύχιες αντλίες**. Εξ αυτών, η μία θα καλύπτει τις ανάγκες ανακυκλοφορίας λάσπης, η δεύτερη τις ανάγκες απόρριψης περίσσειας λάσπης και η τρίτη θα αποτελεί (κοινή) **εφεδρεία**. Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου που περιλαμβάνει υγρό θάλαμο αντλιών με διαστάσεις 2,80x1,20x4,10m (H_{ωφ}), δηλαδή ο (μέγιστος) ωφέλιμος όγκος του είναι της τάξης των 13,8m³

Η εγκατάσταση κάθε συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από **ανοξείδωτο χάλυβα**. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν του αντλιοστασίου, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό.

Εντός του αντλιοστασίου κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από **ανοξείδωτο χάλυβα** που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό. Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

Μετρητής παροχής εξόδου

Τα λύματα μετά την έξοδο τους από τη διεργασία καθίζησης θα διέρχονται από διάταξη μέτρησης της παροχής εξόδου σε **στένωση τύπου Parshall** με χρήση αισθητηρίου υπερήχων, ανάντη της μονάδας απολύμανσης. Το κανάλι μέτρησης σχεδιάζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης αποστράγγιση του σε συνθήκες μηδενικής παροχής και θα φέρει στη στέψη του αφαιρετά καλύμματα από μπακλαβαδωτή λαμαρίνα ώστε να είναι προσπελάσιμο.

Μονάδα απολύμανσης

Μετά την μέτρηση της παροχής, τα λύματα θα οδεύουν προς απολύμανση μέσω διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου σε **δεξαμενή χλωρίωσης**. Προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής μαιανδρικής ροής τεσσάρων (4) καναλιών εκ των οποίων τα πρώτα τρία (3) θα είναι διαστάσεων 9,00x0,80x1,20m ($H_{ωφ}$) και ωφέλιμου όγκου της τάξης των 8,64m³ έκαστο και το τελευταίο θα είναι διαστάσεων 7,25x0,80x1,20m ($H_{ωφ}$) και ωφέλιμου όγκου 6,96m³. Ο λόγος μήκος / πλάτος διαδρομής θα ανέρχεται σε $(3 \times 9,00 + 7,25) / 0,80 = 42,8$ (>40 / 1, Διεθνείς Προδιαγραφές).

Κατάντη του τελευταίου καναλιού της δεξαμενής χλωρίωσης, κατασκευάζεται τμήμα διαστάσεων 1,50x0,80x1,20m ($H_{ωφ}$) και ωφέλιμου όγκου 1,44m³ που θα χρησιμοποιηθεί για την αποχλωρίωση της επεξεργασμένης απορροής.

Βάση Διεθνών Προδιαγραφών πρέπει να αποκλείεται η χλωρίωση ανεπεξέργαστων ή ημιεπεξεργασμένων λυμάτων. Για το λόγο αυτό ολόκληρη η μονάδα απολύμανσης θα δύναται, με κατάλληλο **χειρισμό θυροφραγμάτων**, να παρακαμφθεί προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ.

Η προσθήκη του δ/τος NaOCl θα γίνεται στην είσοδο της δεξαμενής. Για τη δοσομέτρηση του απολυμαντικού μέσου θα χρησιμοποιηθεί ζεύγος δοσομετρικών αντλιών (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται οι ανάγκες της εγκατάστασης για όλες τις φάσεις λειτουργίας του έργου.

Το υποχλωριώδες νάτριο θα μεταφέρεται σε διάλυμα περίπου 14% και θα αποθηκεύεται σε **δεξαμενή αποθήκευσης** από κατάλληλο υλικό (γραμμικό πολυαιθυλένιο). Η δεξαμενή θα φέρει στόμιο πλήρωσης, στόμιο και δικλείδα εκκένωσης, κάλυμμα ασφαλείας και **διακόπτες στάθμης** για την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών και την αναγγελία παραγγελίας διαλύματος.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης και το συγκρότημα αποθήκευσης διαλύματος θα εγκατασταθούν σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης που θα διαθέτει επαρκή μηχανικό εξαερισμό για 5 αλλαγές / ώρα. Στους χώρους παρασκευής διαλυμάτων και κοντά στις δεξαμενές θα υπάρχουν παροχές καθαρού νερού για άμεση πλήυση σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής.

Επειδή υπάρχει η περίπτωση με τη χρήση χλωρίου να δημιουργηθούν προβλήματα στον υδάτινο αποδέκτη, είτε άμεσα στις διάφορες μορφές ζωής, είτε έμμεσα με το σχηματισμό οργανοχλωριούχων ενώσεων, επιβάλλεται να ακολουθεί η αποχλωρίωση των χλωριωμένων λυμάτων πριν τη διάθεσή τους στον αποδέκτη. Η ποσότητα του αποχλωριωτικού μέσου θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε η ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου στα επεξεργασμένα λύματα να είναι της τάξης των $\leq 0,5\text{mg/l}$.

Ως αναφέρεται ανωτέρω, κατάντη του τελευταίου καναλιού της δεξαμενής χλωρίωσης, κατασκευάζεται τμήμα διαστάσεων 1,50x0,80x1,20m ($H_{ωφ}$) και ωφέλιμου όγκου 1,44m³ που θα χρησιμοποιηθεί για την **αποχλωρίωση** της επεξεργασμένης απορροής. Τα λύματα θα εξέρχονται από τη δεξαμενή χλωρίωσης προς τη μονάδα αποχλωρίωσης μέσω υποβρύχιας οπής.

Με γνώμονα την ευκολία και την απλότητα λειτουργίας, χειρισμών και ρύθμισης της διαδικασίας καθώς και τη μείωση των λειτουργικών δαπανών του έργου επιλέγεται για την αποχλωρίωση των χλωριωμένων λυμάτων η χρησιμοποίηση υδατικού διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου (**μετα-bisulfite**) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

Για τη δοσομέτρηση του αποχλωριωτικού διαλύματος θα χρησιμοποιηθεί ζεύγος δοσομετρικών αντλιών (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται οι ανάγκες της εγκατάστασης για όλες τις φάσεις λειτουργίας του έργου.

Το αποχλωριωτικό θα μεταφέρεται σε υδατικό διάλυμα περίπου 40% και θα αποθηκεύεται σε δεξαμενή αποθήκευσης ωφέλιμου όγκου 200lt από κατάλληλο υλικό (γραμμικό πολυαιθυλένιο). Η δεξαμενή φέρει στόμιο πλήρωσης, στόμιο και δικλείδα εκκένωσης, κάλυμμα ασφαλείας και **διακόπτες στάθμης** για την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών και την αναγγελία παραγγελίας διαλύματος.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης και το συγκρότημα αποθήκευσης διαλύματος θα εγκατασταθούν σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης που θα διαθέτει επαρκή μηχανικό εξαερισμό για 5 αλλαγές / ώρα. Στους χώρους παρασκευής διαλυμάτων και κοντά στις δεξαμενές θα υπάρχουν παροχές καθαρού νερού για άμεση πλήυση σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής.

Το διάλυμα θα εγχέεται σε τέτοια θέση ώστε η ανάμιξη του αποχλωριωτικού μέσου με τα επεξεργασμένα λύματα να είναι ακαριαία και πλήρης. Για την υποβοήθηση της ανάμιξης, θα τοποθετηθεί εντός του φρεατίου ένας (1) **αναδευτήρας κατακόρυφου άξονα** ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη δύναμη ώθησης για την ανάμιξη του υγρού.

Φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας & Αγωγός διάθεσης

Από τη δεξαμενή αποχλωρίωσης, τα επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας της ΕΕΛ, όπου καταλήγει και το δίκτυο by pass, για να διατεθούν στη συνέχεια στον αποδέκτη μέσω κλειστού αγωγού PVC Φ200 6atm.

3.2. Γραμμή επεξεργασίας λάσπης

Δεξαμενή αποθήκευσης λάσπης

Η περίσσεια λάσπη θα οδηγείται μέσω των αντλιών περίσσειας προς **δεξαμενή αποθήκευσης** απ' όπου θα αντλείται περιοδικά προς μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση για περαιτέρω συμπύκνωση και μείωση του όγκου της μέχρι και την τελική της διάθεση. Επιλέγεται η κατασκευή δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα, ορθογωνικής κάτοψης με πλάκα οροφής και ανθρωποθυρίδες επίσκεψης με διαστάσεις :

Μήκος	: 5,00m
Πλάτος	: 2,50m
Ωφέλιμο βάθος υγρών	: 3,00m (ανώτατη – κατώτατη στάθμη αναρρόφησης αντλιών)
Βάθος υγρών (ολικό)	: 3,50m

δηλαδή, η συνολική χωρητικότητα του υγρού θαλάμου θα είναι της τάξης των $43,8\text{m}^3$ και ο λειτουργικός (ρυθμιστικός) όγκος της τάξης των $37,5\text{m}^3$ έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για όλες τις φάσεις λειτουργίας του έργου. Η δεξαμενή θα φέρει υπερχειλίση υψηλής στάθμης που θα συνδέεται με το δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ.

Προκειμένου να αποφευχθεί η επαναδιαλυτοποίηση του φωσφόρου στη δεξαμενή (προσωρινής) αποθήκευσης λάσπης κρίνεται σκόπιμο να προβλεφθεί (εκτός από ανάμιξη) και ο αερισμός της δεξαμενής, ώστε να μην επιστρέφει ο φώσφορος στην ΕΕΛ μέσω του δικτύου στραγγιδίων. Επιπλέον, ο αερισμός κρίνεται σκόπιμος ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία σηπτικών συνθηκών και φαινόμενα κατακάθισης λόγω του μεγάλου χρόνου παραμονής της ιλύος στη δεξαμενή.

Προβλέπεται να τοποθετηθεί εντός της δεξαμενής ένας (1) **υποβρύχιος οξυγονωτής** (jet aerator) έτσι, ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις αερισμού και ανάδευσης των υγρών στη δεξαμενή. Ο οξυγονωτής θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν της δεξαμενής, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτήν.

Προκειμένου να εξασφαλίζεται **εφεδρεία** στο σύστημα οξυγόνωσης (π.χ. σε περίπτωση βλάβης της αντλίας) προβλέπεται να παραδοθεί μια όμοια αντλία στην αποθήκη.

Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ιλύος

Θεωρείται **4ημερη εβδομαδιαία** και **6ωρη ημερήσια** λειτουργία της γραμμής επεξεργασίας λάσπης (μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση), ήτοι **24ωρη εβδομαδιαία** λειτουργία για όλες τις φάσεις του έργου, η τροφοδότηση της οποίας θα γίνεται μέσω αντλιών από τη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος. Η τροφοδότηση θα πραγματοποιείται από δύο (2) αντλίες ελικοειδούς ρότορα (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου.

Θα προβλέπεται η τοποθέτηση οργάνου ένδειξης πίεσης και προστασίας έναντι της υπερπίεσης στην κατάθλιψη και διακόπτη προστασίας από την εν ξηρώ λειτουργία στην αναρρόφηση, ενώ για κάθε αντλία θα προβλέπονται δικλείδες απομόνωσης στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη.

Οι αντλίες τροφοδοσίας της μονάδας μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης θα είναι λειτουργικά μανδλωμένες με τα υπόλοιπα μηχανήματα της γραμμής λάσπης, έτσι ώστε η εκκίνησή τους να γίνεται αφού έχουν ξεκινήσει όλα τα μηχανήματα κατάντη αυτών.

Μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης

Λαμβάνοντας υπόψη το φορτίο λάσπης προς επεξεργασία, επιλέγεται ένας (1) **φυγοκεντρικός διαχωριστής** με δυναμικότητα επεξεργασίας που (υπερ)επαρκεί εξ' αρχής για τις ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου. Οι παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας καθορίζονται ως κάτωθι :

Συγκέντρωση ιλύος προς επεξεργασία	[%]	$\approx 1,0$
Συγκέντρωση αφυδατωμένης ιλύος	[%]	$\geq 18,0$
Συγκράτηση στερεών (με χημική υποβοήθηση)	[%]	$\geq 95,0\%$
Κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη	[gr/kg DS]	$\leq 10,00$

Για την εύρυθμη λειτουργία της μονάδας θα απαιτηθεί η προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Επιλέγονται δύο (2) **αντλίες ελικοειδούς ρότορα** (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου. Θα προβλέπεται η τοποθέτηση οργάνου ένδειξης πίεσης και προστασίας έναντι της υπερπίεσης στην κατάθλιψη και διακόπτη προστασίας από την εν ξηρώ λειτουργία στην αναρρόφηση, ενώ για κάθε αντλία θα προβλέπονται δικλείδες απομόνωσης στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη.

Για την παρασκευή του διαλύματος θα εγκατασταθεί **μονάδα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη**. Θα προβλεφθεί ένα συγκρότημα παρασκευής – αποθήκευσης πολυηλεκτρολύτη, με χοάνη αποθήκευσης από ανοξείδωτο χάλυβα με τρία (3) εν σειρά διαμερίσματα συνολικής που θα παρέχουν επαρκή χρόνο παραμονής για την ωρίμανση του διαλύματος. Η μονάδα θα διαθέτει αυτόνομο ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου, ο οποίος παρέχει τον αναγκαίο αυτοματισμό για την λειτουργία του συγκροτήματος. Θα διαθέτει κεντρικό διακόπτη, φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας-βλάβης όλων των λειτουργιών του συγκροτήματος, επαφές για την διακοπή λειτουργίας των αντλιών δοσομέτρησης όπως και για την μετάδοση σήματος βλάβης στον κεντρικό πίνακα ελέγχου.

Ανάντη του συγκροτήματος αφυδάτωσης, θα προβλέπεται **ειδική διάταξη** ανάμειξης της τροφοδοτούμενης ιλύος με το διάλυμα πολυηλεκτρολύτη στην είσοδο του φυγοκεντρητή.

Η διακίνηση της αφυδατωμένης πύας θα είναι αυτοματοποιημένη με τη χρήση **κοχλιομεταφορέα**. Το σύστημα θα είναι ηλεκτρικά μανδαλωμένο με τη διάταξη αφυδάτωσης, με χρονική υστέρηση παύσης σε σχέση με αυτήν. Η λειτουργία του θα ρυθμίζεται από το PLC. Επιπλέον θα υπάρχει η δυνατότητα τοπικού χειρισμού μέσω επιλογικού διακόπτη, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας. Ο κοχλίας θα απορρίπτει την πύα παραπλεύρως του κτιρίου αφυδάτωσης σε **κλειστό εξαεριζόμενο χώρο αποθήκευσης** και σε ικανό ύψος, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απευθείας φόρτωση σε ειδικά δοχεία.

Τα παραγόμενα **στραγγίδια**, που προέρχονται κυρίως από τη διεργασία πάχυνσης – αφυδάτωσης της ιλύος, θα επανατρέπονται διά της βαρύτητας στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης προς επανεπεξεργασία στην ΕΕΛ.

Κλίνη ξήρανσης

Για την περίπτωση π.χ. συντήρησης ή βλάβης της μονάδας μηχανικής πάχυνσης–αφυδάτωσης, θα προβλεφθεί η κατασκευή κλίνης ξήρανσης ως **εφεδρεία** για την αφυδάτωση της ιλύος. Προτείνεται η κατασκευή μιας (1) **συμβατικής αμμοκλίνης** διαστάσεων 16,0 x 12,0m, επιφανείας 192,0m² που πληρώνεται από στρώμα κροκάλλας 30 – 40cm, χαλικιού 20cm και άμμου 10cm

Η κλίνη θα τροφοδοτείται (σε περιπτώσεις συντήρησης ή βλάβης της μονάδας μηχανικής πάχυνσης–αφυδάτωσης) με απόφαση του χειριστή και κατάλληλο χειρισμό δικλείδων, από τις αντλίες απαγωγής ιλύος που αναρροφούν από τη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος.

Για την περαιτέρω ξήρανση της λάσπης που θα εξέρχεται από τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης –αφυδάτωσης (εφόσον απαιτηθεί), η πίδα θα αποτίθεται στις κλίνες με μηχανικά μέσα.

Στο στρώμα του χαλικιού θα τοποθετηθούν στραγγιστήριои διάτρητοι αγωγοί PVC Φ160 για την αποστράγγιση των διηθημάτων που θα συλλέγονται σε παράπλευρο φρεάτιο και θα οδηγούνται δια της βαρύτητας μέσω του δικτύου στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία.

Η διάταξη και η κατασκευή των κλινών θα είναι τέτοια που θα επιτρέπει την απομάκρυνση της αφυδατωμένης λάσπης με μηχανικά μέσα (π.χ. JCB).

3.3. Λοιπά έργα – Έργα υποδομής

Διατάξεις εξαερισμού

Οι ενοχλητικές οσμές είναι αποτέλεσμα σήψης των λυμάτων και οφείλονται σε ορισμένα αέρια, κυρίως υδρόθειο (H_2S) και μεθάνιο (CH_4) αλλά και άλλα παρόμοιας φύσεως. Εκτός από την ενόχληση που προκαλούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι και επιβλαβή στην υγεία του εργαζόμενου. Κύρια πηγή δυσοσμίας σε μια ΕΕΛ αποτελούν τα έργα προεπεξεργασίας. Ωστόσο, για την υπό μελέτη ΕΕΛ, προβλέπεται προκατασκευασμένη (compact) μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής, η οποία θα είναι συμπαγές κλειστό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής, κατάλληλο για υπαίθρια εγκατάσταση. Ως εκ τούτου, κρίνεται ότι δεν απαιτείται όποια περαιτέρω πρόβλεψη για τον περιορισμό τυχόν εκλυόμενων οσμών.

Στο χώρο εγκατάστασης των φυσητήρων αερισμού θα εγκατασταθεί αξονικός ανεμιστήρας έτσι, ώστε η αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου, όταν οι φυσητήρες λειτουργούν στην ονομαστική τους παροχή, να μην υπερβαίνει τους $5^{\circ}C$.

Σε όλους τους λοιπούς χώρους όπου απαιτείται εξαερισμός (π.χ. χώρος αφυδάτωσης – αποθήκευσης λάσπης, χώροι διακίνησης χημικών, χώρος ηλεκτρικών πινάκων – ενέργειας κλπ) προβλέπεται να εγκατασταθούν αξονικοί ανεμιστήρες, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα άμεσου εξαερισμού με ικανότητα εναλλαγής του αέρα τουλάχιστον 5 φορές / ώρα. Ο κάθε ανεμιστήρας θα εκκινεί με απόφαση του χειριστή.

Παρακαμπτήριες διατάξεις

Για την παράκαμψη επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης π.χ. για λόγους βλάβης, συντήρησης κλπ προβλέπεται :

- **γενική παράκαμψη** της ΕΕΛ ανάντη των έργων προεπεξεργασίας (εσχάρωση – εξάμμωση – λιποσυλλογή) με κατάλληλη χρήση δικλίδων επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών αρχικής ανύψωσης προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ
- παράκαμψη της μηχανοκίνητης εσχάρας των λυμάτων προς την μονάδα εξάμμωσης μέσω διάταξης χειροκαθαριζόμενης εσχάρας, με κατάλληλη διάταξη υπερχειλίσσης ενσωματωμένης στο προκατασκευασμένο συγκρότημα.
- παράκαμψη της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ με κατάλληλη χρήση δικλίδων επί του κοινού αγωγού απαγωγής των λυμάτων από την έξοδο των έργων προεπεξεργασίας (εσχάρωση – εξάμμωση – λιποσυλλογή) προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ
- παράκαμψη της μονάδας απολύμανσης με κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ

Κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΛ

Για τη στέγαση των ηλεκτρικών πινάκων, του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, των φυσητήρων, των συστημάτων αποθήκευσης και δοσομέτρησης των χημικών της μονάδας απολύμανσης και του πιεστικού συγκροτήματος βιομηχανικού νερού, θα κατασκευαστεί κτίριο βιομηχανικής ποιότητας κατασκευής.

Σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου θα εγκατασταθεί Εφεδρική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος πετρελαίου) για την κάλυψη των αναγκών της μονάδας σε περίπτωση διακοπής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Κτίριο Μηχανικής Πάχυνσης και Αφυδάτωσης Ιλύος

Το κτίριο, βιομηχανικής ποιότητας κατασκευής, θα περιλαμβάνει

- Χώρο ηλεκτρικών πινάκων,
- Χώρο αφυδάτωσης – συγκροτήματος πολυηλεκτρολύτη,
- Χώρο αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος.

Σύστημα αυτοματισμών και ελέγχου της μονάδας

Με το σύστημα ελέγχου θα επιτυγχάνεται η πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία της εγκατάστασης μέσω Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης έλεγχος και η σωστή λειτουργία της ΕΕΛ, ενώ θα προβλέπεται σύστημα ειδοποίησης για σφάλματα σε κινητά τηλέφωνα του/των συντηρητή/των. Σε περίπτωση βλάβης του PLC, η λειτουργία της ΕΕΛ δεν θα διακόπτεται καθώς όλη η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα συνεχίζει να δουλεύει κανονικά.

Το σύστημα μετρήσεων και τηλε-ελέγχου / τηλεχειρισμού πρέπει :

α. να παρέχει στον χειριστή της μονάδας επαρκείς, έγκυρες και έγκαιρες πληροφορίες για την λειτουργική κατάσταση της μονάδας,

β. να επιτρέπει την αυτόματη λειτουργία της μονάδας υπό κανονικές συνθήκες,

γ. να επιτρέπει στον χειριστή την παρέμβαση στην λειτουργία της μονάδας αν αυτός το κρίνει απαραίτητο,

δ. να επιτρέπει τη λειτουργία της μονάδας από το πεδίο αν υπάρχει απώλεια του κεντρικού συστήματος ελέγχου ή αν κρίνεται απαραίτητο,

ε. να πληροφορείται ο χειριστής άμεσα την όποια βλάβη 24 ώρες το 24ωρο, για όλο το χρόνο χωρίς να βρίσκεται παρών στο έργο.

Σημειώνεται ότι όλες οι κρίσιμες μετρήσεις λειτουργίας θα έχουν και τοπική ένδειξη.

Με το σύστημα θα επιτυγχάνεται η αυτοματοποίηση των κυριότερων λειτουργιών, καθώς και η ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας της ΕΕΛ. Ειδικότερα οι γενικές δυνατότητες του συστήματος αυτομάτου ελέγχου και λειτουργίας των εγκαταστάσεων θα είναι οι παρακάτω :

▪ Όπου απαιτούνται χειρισμοί, που θα γίνονται σε αραιά χρονικά διαστήματα, κυρίως για λόγους συντήρησης (απομόνωση μονάδων, by pass, κλπ), τότε θα γίνονται τοπικά.

▪ Όλα τα τηλεχειριζόμενα όργανα και εξοπλισμός θα ενεργοποιούνται και με τοπικό χειρισμό που θα έχει προτεραιότητα έναντι των άλλων.

▪ Θα χρησιμοποιούνται και αυτοματισμοί τοπικής σημασίας.

▪ Όλοι οι χρόνοι λειτουργίας (χρονοπρογραμματισμός) θα ρυθμίζονται μέσω PLC.

▪ Όπου υπάρχει αυτοματισμός, αφ' ενός μεν θα παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης του αυτόματου συστήματος και αφ' ετέρου θα είναι δυνατός ο τοπικός χειρισμός ή και ο τηλεχειρισμός.

Για τη βέλτιστη εποπτεία της Εγκατάστασης, από πλευράς τοπικών ενδείξεων και χειρισμών και την ασφαλή και απρόσκοπτη καλωδίωση προς τις επιμέρους μονάδες της Εγκατάστασης, προτείνεται να εγκατασταθεί ένας (1) Τοπικός Σταθμός (PLC) στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΛ.

Λοιπά έργα και Έργα υποδομής

Το έργο ολοκληρώνεται με τα υπόλοιπα έργα υποδομής, ήτοι :

- **Εξοπλισμός και δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας**, με τον γενικό πίνακα χαμηλής τάσης, το δίκτυο διανομής κλπ. Η ηλεκτροδότηση της εγκατάστασης θα γίνεται από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στις αλλαγές διεύθυνσης της όδευσης καλωδίων θα προβλέπεται η κατασκευή ηλεκτρολογικών φρεατίων.

- **Έργα οδοποιίας**. Για την πρόσβαση στις επιμέρους μονάδες θα προβλέπεται εσωτερικό δίκτυο οδοποιίας με δρόμους πλάτους 4 μ και χώρο στάθμευσης (parking) τριών (3) αυτοκινήτων.

- **Σύστημα αποχέτευσης ομβρίων**. Για την αποστράγγιση του εσωτερικού χώρου της εγκατάστασης, το δίκτυο οδοποιίας και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου θα έχουν κατάλληλες κλίσεις ώστε να επιτρέπουν την επιφανειακή απορροή και των ομβρίων υδάτων και την απόρριψή τους στην παρακείμενη τάφρο.

- **Έργα διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου**. Θα γίνει κατάλληλη διαμόρφωση για την εξασφάλιση των υψομετρικών επιπέδων της μονάδας και θα γίνει φύτευση δένδρων στο χώρο εσωτερικά της περιφράξης των εγκαταστάσεων.

- **Έργα περίφραξης** που θα πραγματοποιηθούν στην περίμετρο της ΕΕΛ

- **Δίκτυο ύδρευσης**, το οποίο θα καλύπτει τις ανάγκες για πλύσεις των διάφορων χώρων ή/και εξοπλισμού (βιομηχανικό νερό) εντός της ΕΕΛ και τις ανάγκες για άρδευση της περιμετρικής δενδροφύτευσης.

- **Δίκτυο εξωτερικού φωτισμού**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

4.1. Φρεάτιο άφιξης – Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης

Τα λύματα του οικισμού των Αθύρων θα οδεύουν μέχρι το γήπεδο της Εγκατάστασης μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού βαρύτητας για να καταλήξουν σε φρεάτιο άφιξης και στη συνέχεια σε αντλιοστάσιο ανύψωσης απ' όπου θα καταθλίβονται προς περαιτέρω επεξεργασία. Στο φρεάτιο άφιξης θα καταλήγουν διά της βαρύτητας και τα παραγόμενα στραγγίδια από τις διάφορες φάσεις λειτουργίας της ΕΕΛ.

Ο ελάχιστος ενεργός όγκος ενός αντλιοστασίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = \sum_i \frac{0,9 \times Q_i}{z}$$

όπου i : 1 έως n

n : ο αριθμός των ενεργών αντλιών του αντλιοστασίου

V : ο ελάχιστος ενεργός όγκος σε m^3

Q_i : η παροχή της i αντλίας σε l/s

z : ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα ($\leq 10/hr$, Διεθνείς Προδιαγραφές)

Προβλέπεται η τοποθέτηση δύο (2) αντλιών εκ των οποίων η μία εφεδρική. Με ελάχιστη παροχή έκαστης αντλίας της τάξης των $Q_i=15,04l/s$ ($54,15m^3/hr$, παροχή αιχμής 40ετίας) προκύπτει ότι ο ελάχιστος απαιτούμενος ωφέλιμος (λειτουργικός) όγκος του υγρού θαλάμου πρέπει να είναι της τάξης των $1,4m^3$:

Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου με διαστάσεις υγρού θαλάμου :

Μήκος : 2,50m

Πλάτος : 2,50m

Ωφέλιμο βάθος υγρών : 0,50m (διαφορά ανώτατης – κατώτατης στάθμης)

δηλαδή, ο συνολικός όγκος του υγρού θαλάμου είναι $\approx 3,1m^3$

Το αντλιοστάσιο θα είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλάκα επικάλυψης, η οποία κατά μήκος των αντλιών θα έχει οπή κατάλληλων διαστάσεων με κάλυμμα από γαλβανισμένο χάλυβα, ώστε να είναι δυνατή η ανέλκυση των αντλιών για έλεγχο και επισκευή.

Θα τοποθετηθούν στο αντλιοστάσιο δύο (2) υποβρύχιες αντλίες παροχής της τάξης των $60m^3/hr$ σε κατάλληλο μανομετρικό έκαστη (1 εφεδρεία) που θα καταθλίβουν σε κοινό συλλεκτήριο για την παροχέτευση των λυμάτων στην κατάντη μονάδα προεπεξεργασίας. Με κατάλληλη χρήση δικλείδων επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού θα είναι δυνατόν να παρακαμφθούν οι κατάντη μονάδες προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ.

Η εγκατάσταση κάθε συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν του αντλιοστασίου, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό.

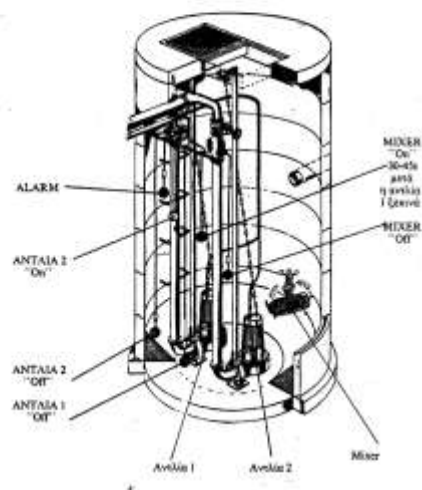
Εντός του αντλιοστασίου, κάθε αντλία διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό.

Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον θα προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

Ως προαναφέρεται, τα λύματα από το δίκτυο αποχέτευσης του οικισμού και τα στραγγίδια της εγκατάστασης θα καταλήγουν σε φρεάτιο άφιξης απ' όπου θα οδεύουν στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου αρχικής ανύψωσης. Στο σημείο εισόδου των λυμάτων στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου θα τοποθετηθεί χειρωνακτικά καθαριζόμενη **χονδροεσχάρα** από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου καλαθιού με **διάκενα 50mm** για τη συγκράτηση μεγάλων φερτών υλικών (π.χ. ξύλα, πατσαβούρια, πλαστικά κλπ) που παροχετεύονται μαζί με τα λύματα. Η απομάκρυνση των εσχαρισμάτων που συγκρατούνται στην εσχάρα θα γίνεται χειρωνακτικά με ανύψωσή της εκτός της μονάδας με κατάλληλους ολισθητήρες – οδηγούς ανύψωσης/καθόδου κατασκευασμένους από ανοξείδωτο χάλυβα προκειμένου να απορριφθούν τα εσχαρίσματα σε κάδο συλλογής.

Στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου προβλέπεται να τοποθετηθεί **υποβρύχιος αναμίκτης** οριζοντίου άξονα ισχύος της τάξης των 1,5kW για την ανάδευση των λυμάτων και την αιώρηση των στερεών που έχουν καθιζήσει στον πυθμένα του αντλιοστασίου και την παρεμπόδιση δημιουργίας «επίπαγου» (κρούστας).

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο στερεωμένο στον πυθμένα του αντλιοστασίου με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.



4.2. Μονάδα προεπεξεργασίας λυμάτων

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης θα καταθλίβονται σε μία (1) **προκατασκευασμένη (compact)** διάταξη εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής που θα (υπερ)καλύπτει εξ αρχής τις ανάγκες της Β' Φάσης (40ετία). Η προκατασκευασμένη (compact) μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής, θα είναι συμπαγές κλειστό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής, κατάλληλο για υπαίθρια εγκατάσταση, με μεγάλη εφαρμογή διεθνώς αλλά και στις Ελληνικές συνθήκες και θα λειτουργεί με αυτοματισμό του κατασκευαστή, με τους επιμέρους εξοπλισμούς σε μανδάλωση μεταξύ τους. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης της διεργασίας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια :

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	1
Ελάχιστη δυναμικότητα συστήματος	[l/s]	17
Διάκενο (αυτόματης) εσχάρας	[mm]	≤ 6
Απομάκρυνση κόκκων > 0,20mm για την παροχή σχεδιασμού	[%]	≥ 95,0

Το συγκρότημα θα αποτελείται από δεξαμενή κατασκευασμένη από **ανοξείδωτο χάλυβα**, στην οποία θα είναι εγκατεστημένος ο εξοπλισμός εσχάρωσης, αεριζόμενης εξάμμωσης και απολίπανσης. Στην είσοδο του συγκροτήματος θα τοποθετηθεί χειροκίνητη δικλείδα απομόνωσης, ενώ στην έξοδο θα προβλεφθεί διάταξη παράκαμψης, επίσης με χειρισμό δικλείδων, των κατάντη έργων (βιολογική επεξεργασία) προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ.

Η εσχάρωση των λυμάτων θα γίνεται σε αυτόματη κυλινδρική εσχάρα τύπου περιστρεφόμενου τύμπανου με **διάκενα ≤ 6mm**, ενώ θα προβλέπεται διάταξη υπερχειλίσσης ανάντη της αυτόματης εσχάρας που θα οδηγεί τα λύματα σε ενσωματωμένη χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με **διάκενα 20mm**, κατασκευασμένη επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα.

Τα λύματα θα διαρρέουν την κυλινδρική εσχάρα από μέσα προς τα έξω και τα συγκρατούμενα στερεά θα απομακρύνονται με κατάλληλη διάταξη σε χοάνη υποδοχή και στη συνέχεια σε κοχλία μεταφοράς. Για τον καλύτερο καθαρισμό της επιφάνειας εσχάρωσης θα προβλέπεται σύστημα έκπλυσης με βιομηχανικό νερό. Από τη χοάνη, τα εσχαρίσματα θα μεταφέρονται, συμπιέζονται και αφυδατώνονται με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου κοχλία – συμπιεστή και θα απορρίπτονται σε κάδο απορριμμάτων, ο οποίος βρίσκεται παράπλευρα του συγκροτήματος. Ο καθαρισμός της εσχάρας θα γίνεται αυτόματα με βάση τη διαφορική στάθμη (ανάντη – κατάντη) της εσχάρας, καθώς και με χρονοπρόγραμμα που θα ρυθμίζεται από τον πίνακα του συστήματος και θα αποτελεί τμήμα του κατασκευαστή του συγκροτήματος.

Μετά την εσχάρωση, τα λύματα θα οδηγούνται στη μονάδα εξάμμωσης που είναι μέρος του συγκροτήματος εσχάρωσης – εξάμμωσης. Η αποκομιδή της άμμου θα γίνεται με δύο κοχλίες : ένας κοχλίας τοποθετημένος στον πυθμένα κατά μήκος της δεξαμενής και ένας δεύτερος, κεκλιμένος, που παραλαμβάνει την άμμο και, μετά τη σταδιακή αφυδάτωσή της, την διαθέτει μέσω κατάλληλης διάταξης κλειστού τύπου για την αποφυγή οσμών, σε κάδο. Και οι δύο κοχλίες λειτουργούν ταυτόχρονα ανά τακτικά διαστήματα μέσω του ηλεκτρικού πίνακα του συστήματος.

Στο συγκρότημα θα προβλέπεται και η διεργασία απολίπανσης των λυμάτων. Για το λόγο αυτό, κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής εξάμμωσης και κατά μήκος αυτής θα προβλέπεται παροχέτευση αέρα, ώστε να δημιουργείται στροβιλισμός κατά μήκος της δεξαμενής. Ο αερισμός θα επιτυγχάνεται από αεροσυμπιεστή κατάλληλης δυναμικότητας που θα ελέγχεται από τον ηλεκτρικό πίνακα του συστήματος. Κατά μήκος της δεξαμενής εξάμμωσης, θα είναι διαμορφωμένο κανάλι ηρεμίας για το διαχωρισμό των επιπλεόντων, τα οποία στη συνέχεια θα απομακρύνονται με διάταξη σάρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα, προς θάλαμο συγκέντρωσης, απ' όπου μέσω αντλίας θα οδηγούνται στη ζώνη συμπίεσης του κοχλία εσχαρισμάτων για τη διάθεσή τους μαζί με τα εσχαρίσματα. Στο κατώτερο σημείο της δεξαμενής θα υπάρχει χειροκίνητη βάνα για εκκένωση και καθαρισμό της διάταξης. Η εκκένωση της διάταξης θα γίνεται προς το δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ.

Εσχαρίσματα

Η ποσότητα των εσχαρισμάτων εκτιμάται τουλάχιστον σε 50lt/1000m³ λυμάτων [3] κι επομένως για την 40ετία (Β' Φάση) υπολογίζεται περίπου σε 22lt/d

Συλλεγόμενη άμμος

Η συλλεγόμενη άμμος εκτιμάται σε 5-15lt/ατ γρ [2], συνεπώς για μια μέση τιμή της τάξης των 8lt/ατ γρ εκτιμάται ημερήσια συλλογή άμμου για την 40ετία (Β' Φάση) της τάξης των 43,7lt/d:

Συλλεγόμενα λίπη

Η παραγωγή λιπών ανέρχεται σε 0,1-5,0 lt/p.e. γρ [2]. Θεωρώντας παραγωγή 3 lt/p.e. γρ εκτιμάται παραγωγή λιπών για την 40ετία (Β' Φάση) της τάξης των 16,4lt/d

Αντίστοιχα, γίνονται οι υπολογισμοί για κάθε χρονική φάση σχεδιασμού της ΕΕΛ :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	Σήμερα	20ετία	40ετία
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ				
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.774	1.996
Ημερήσια Παροχή σχεδιασμού	m ³ /d	346,9	390,3	439,1
ΕΣΧΑΡΙΣΜΑΤΑ - ΛΙΠΗ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ				
Ημερήσια παραγωγή εσχαρισμάτων	lt/d	17,3	19,5	22,0
Ημερήσια παραγωγή λιπών	lt/d	13,0	14,6	16,4
Όγκος δοχείου συλλογής	lt	1100	1100	1100
Χρόνος αποθήκευσης στην παροχή σχεδιασμού	d	36,3	32,3	28,7
ΑΜΜΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ				
Ημερήσια παραγωγή άμμου	lt/d	34,6	38,9	43,7
Όγκος δοχείου συλλογής	lt	1100	1100	1100
Χρόνος αποθήκευσης στην παροχή σχεδιασμού	d	31,8	28,3	25,1

4.3. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

4.3.1. Απομάκρυνση φωσφόρου

Ο φώσφορος εμφανίζεται στα λύματα με την μορφή κυρίως ορθοφωσφορικών (PO_4^{3-}), πολυφωσφορικών (P_2O_7) και οργανικών ενώσεων. Αποτελεί βασικό συστατικό για την σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών και για την μεταφορά ενέργειας.

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται από ειδικά βακτήρια (*Acinetobacter*) τα οποία όταν βρεθούν σε συνθήκες stress (έλλειψη οξυγόνου), αποθηκεύουν στα κύτταρα τους περισσότερη ποσότητα φωσφόρου από αυτή που χρειάζονται για τις πραγματικές ανάγκες μεταβολισμού των.

Τα βακτήρια (*Acinetobacter*) είναι αερόβια, όμως σε συνθήκες αναερόβιες υδrolύουν τα αποθηκευμένα πολυφωσφορικά παράγοντας έτσι ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούν για πρόσληψη και αποθήκευση εντός των κυττάρων οργανικής ουσίας (άνθρακα), ενώ τα φωσφορικά με την υδρόλυση τους εξέρχονται από το κύτταρο και διαλύονται στα λύματα.

Η έλλειψη διαλυμένου (DO) αλλά και δεσμευμένου οξυγόνου ($\text{NO}_3\text{-N}$) είναι απαραίτητη, έτσι ώστε άλλοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί να μην έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης οργανικού άνθρακα, λόγω έλλειψης πηγής ενέργειας.

Κατά την διέλευση του ανάμικτου υγρού από την ανοξική και στην συνέχεια αερόβια δεξαμενή, ο αποθηκευμένος οργανικός άνθρακας χρησιμοποιείται από τα βακτήρια αυτά ως τροφή. Η ενέργεια που παράγεται κατά την οξείδωση του άνθρακα της οργανικής ουσίας χρησιμοποιείται για την πρόσληψη των φωσφορικών που έχουν προηγουμένως υδrolηθεί βρίσκονται στο υγρό και την σύνθεση τους εντός του κυττάρου σε πολυφωσφορικά.

Το αποτέλεσμα είναι ότι η ποσότητα των πολυφωσφορικών που αποθηκεύονται στα κύτταρα των βακτηριδίων είναι μεγαλύτερη από αυτήν που αποθηκεύουν τα ίδια βακτήρια σε κανονικές συνθήκες (αερόβιες - όχι stress).

Η ποσότητα αυτή, που σε κανονικές συνθήκες (ήτοι χρήση φωσφόρου από τα κύτταρα μόνο για την σύνθεση πρωτοπλάσματος) είναι 1,5-2% σε ξηρά στερεά, στην περίπτωση παρουσίας αναερόβιου αντιδραστήρα ανέρχεται σε 5—6% [δηλ. από 20-25% σε 70-80%] λόγω της πρόσληψης και αποθήκευσης των πολυφωσφορικών στην βιομάζα.

Η θεώρηση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επεξεργασία της ιλύος στην πάχυνση και αφυδάτωση, όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, θα έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση των πολυφωσφορικών μέσω υδρόλυσης και διοχέτευση τους στα στραγγίδια από όπου, πριν την ανακυκλοφορία τους στην είσοδο της εγκατάστασης, θα πρέπει ο φώσφορος να απομακρύνεται με χημική κατακρήμνιση. Ωστόσο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι μεγάλο μέρος του φωσφόρου της ιλύος (περίπου 60-70%) βρίσκεται σε δεσμευμένη μορφή καθώς αντιδρά με το σίδηρο και το ασβέστιο που βρίσκονται στα λύματα.

Η παρουσία νιτρικών στην αναερόβια ζώνη εμποδίζει τον μηχανισμό της απομάκρυνσης του φωσφόρου εξ' αιτίας του ανταγωνισμού των βακτηριδίων της απονιτροποίησης. Πράγματι αυτά χρησιμοποιούν μέρος της οργανικής ουσίας μειώνοντας έτσι την σχέση BOD_5/P που υπάρχει για τα *Acinetobacter*.

Οι συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (stress) δημιουργούνται συνήθως με την προσθήκη μιας **αναερόβιας δεξαμενής**, πριν την ανοξική και αερόβια δεξαμενή, που δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για :

- την παραγωγή πτητικών οξέων από αναερόβια ζύμωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων, και
- κατανάλωση των πτητικών οξέων από πολυφωσφορικά βακτήρια και παράλληλη έκλυση φωσφόρου.

Ο αναερόβιος χρόνος παραμονής πρέπει να είναι αρκετός ώστε να μεγιστοποιείται η απομάκρυνση οργανικού φορτίου από πολυφωσφορικά βακτήρια. Ιδιαίτερα υψηλοί χρόνοι παραμονής μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στην βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου καθώς έχουν σαν αποτέλεσμα την έκλυση φωσφόρου για την παραγωγή ενέργειας για απλή συντήρηση του κυττάρου που δεν συνοδεύεται από απόληψη οργανικών ενώσεων (Barnard 1984). Για αυτό το λόγο δεν συνηθίζεται ο σχεδιασμός της αναερόβιας ζώνης με χρόνους παραμονής μεγαλύτερους από 2,5hr, ενώ χρόνοι παραμονής από 0,25hr έως 1,5hr της παροχής πλέον της ανακυκλοφορίας λάσπης θεωρείται ότι είναι αρκετοί.

Για την εν λόγω ΕΕΛ, προβλέπεται η κατασκευή αναερόβιας ζώνης ανάντη των δεξαμενών απονιτροποίησης – αερισμού για τη **βιολογική απομάκρυνση** του φωσφόρου. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης της διεργασίας, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια [17] :

Αριθμός παράλληλων μονάδων	[#]	1
Χρόνος παραμονής για το σύνολο της παροχής (παροχή σχεδιασμού + παροχή ανακυκλοφορίας)	[hr]	$\geq 1,0$

Ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος δίνεται από τη σχέση

$$V_{bi} = t_{bi} \times (Q + Q_R)$$

όπου, t_{bi} = ο χρόνος παραμονής (min)

Q = η παροχή σχεδιασμού (m^3/hr)

Q_R = η ανακυκλοφορία ιλύος (m^3/hr)

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, για την πραγματική ωριαία παροχή των $60m^3/hr$ (παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης) και την (μέγιστη) παροχευετικότητα του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας λάσπης ($30m^3/hr$) προκύπτει απαιτούμενος όγκος, θεωρώντας ελάχιστο χρόνο παραμονής $t_{DP} = 60min$, της τάξης των $90,0m^3$

Επιλέγεται να κατασκευαστεί μία (1) δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα ορθογωνικής κάτοψης, διαστάσεων $8,00 \times 4,00 \times 3,00m$ ($H_{\omega\phi}$) και χωρητικότητας $96,0m^3$ κι επομένως θα εξασφαλίζεται χρόνος παραμονής για το σύνολο της παροχής (παροχή σχεδιασμού + παροχή ανακυκλοφορίας) της τάξης των **64min**. Από το κατάντη άκρο της δεξαμενής τα λύματα θα οδηγούνται μέσω υποβρύχιας οπής στην κατάντη δεξαμενή απονιτροποίησης προς περαιτέρω επεξεργασία.

Η δεξαμενή εφοδιάζεται με διάταξη μηχανικής ανάδευσης, ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη (φρέσκα λύματα και ανακυκλοφορία λάσπης). Η προσδιδόμενη ισχύς πρέπει να εξασφαλίζει ειδική παροχή ανάδευσης $\geq 8w/m^3$ (Διεθνείς Προδιαγραφές). Συνεπώς, η προσδιδόμενη ισχύς στη δεξαμενή πρέπει να είναι τουλάχιστον $0,8kW$

Επιλέγεται να τοποθετηθεί ένας (1) **υποβρύχιος αναδευτήρας** οριζοντίου άξονα ισχύος τουλάχιστον $1,5kW$ ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να εξασφαλίζεται, σε συνδυασμό με τη γεωμετρία της δεξαμενής, εμβολοειδής ροή (plug flow).

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί μόνιμου εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

Απομάκρυνση φωσφόρου

Ο απομακρυνόμενος φώσφορος βρίσκεται στην περίσσεια λάσπη και ακολουθεί την επεξεργασία της. Η ποσότητα του φωσφόρου που δεσμεύεται στην παραγόμενη ολική λάσπη αποτελεί περίπου ένα ποσοστό 3,0% αυτής όταν δεν γίνεται απομάκρυνση του φωσφόρου σε αναερόβια δεξαμενή και δύναται να φτάσει το 9% όταν γίνεται [4]. Εναλλακτικά, δύναται να ληφθεί ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου του μέσου ημερήσιου φορτίου στην είσοδο της βιολογικής βαθμίδας της τάξης του 80% [17]

Η καταλληλότητα της διεργασίας ελέγχεται για όλες τις φάσεις του έργου προκειμένου να διαπιστωθεί η απαίτηση για περαιτέρω επεξεργασία, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται τα απαιτούμενα όρια εκροής :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	p.e.	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Φορτίο φωσφόρου Ρ εισόδου ⁽¹⁾	KgP/d	5,1	5,1	5,7	5,7	6,4	6,4
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
2. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΦΩΣΦΟΡΟΥ							
Ποσότητα περίσσειας βιολογικής ιλύος, ΔΧλ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Απομάκρυνση Φωσφόρου με την περίσσεια ιλύ	kg/d	4,15	4,15	4,66	4,67	5,25	5,25
Φώσφορος στην έξοδο της Δεξ. Καθίζησης	kg/d	0,95	0,95	1,07	1,06	1,20	1,20
Ποσοστό δέσμευσης Ρ επί της παραγόμενης λάσπης	%	6,7%	7,1%	6,5%	6,9%	6,3%	6,7%
Ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου (επί του εισερχόμενου στην ΕΕΛ)	%	80,2%	80,2%	80,1%	80,2%	80,1%	80,2%
Ποσοστά Αποδεκτά;		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Απαιτείται Χημ. Αποφωσφόρωση;		ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

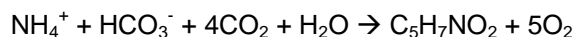
Με βάση τα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις εκροής, κρίνεται ότι δεν απαιτείται επιπλέον πρόβλεψη για τη διεργασία αποφωσφόρωσης (π.χ. χημική κατακρήμνιση) προκειμένου να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές για τη συγκέντρωση του TP στην απορροή της ΕΕΛ ($\geq 80\%$ επί του εισερχόμενου φορτίου).

Για την περίπτωση που στο μέλλον επαναπροσδιοριστούν τα όρια της συγκέντρωσης TP στην απορροή, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί έτοιμο διάλυμα FeClSO_4 . Στην περίπτωση αυτή, η προσθήκη των χημικών για την περαιτέρω απομάκρυνση του φωσφόρου προτείνεται να γίνει σε κατάλληλο σημείο της ροής επεξεργασίας των λυμάτων μετά το βιοαντιδραστήρα, έτσι ώστε αφενός να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και αφετέρου να αποφευχθεί η κατακρήμνιση του φωσφόρου μέσα στη δεξαμενή αερισμού, γεγονός που δημιουργεί συνθήκες τροφοπενίας φωσφόρου και μείωση του βαθμού απόδοσης του βιολογικού καθαρισμού.

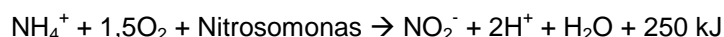
ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Είναι η βιολογική οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά από μία ομάδα αερόβιων μικροοργανισμών που λέγονται νιτροποιητές. Τα αερόβια αυτοτροφικά βακτηριδία *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* που βρίσκονται στα απόβλητα αναπτύσσονται στην ΔΑ:

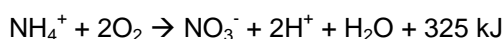
(α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα το CO_2 (που βρίσκεται στα απόβλητα από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων άνθρακα) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ($\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$) σύμφωνα με την αντίδραση:



(β) Λαμβάνοντας ενέργεια από την οξείδωση των αμμωνιακών (NH_4^+) σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:

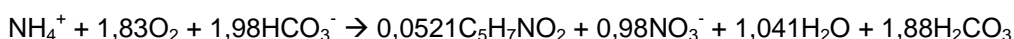


και συνολικά:



Αγνοώντας την ποσότητα του αζώτου που χρησιμοποιείται στη σύνθεση νέων κυττάρων (2-5% των $\text{NH}_4\text{-N}$) η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται είναι 4,57 g O_2 /g νιτροποιούμενου $\text{NH}_4\text{-N}$.

Μία συνολική αντίδραση που λαμβάνει υπόψιν της τη σύνθεση νέων κυττάρων είναι η ακόλουθη:



Από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξείδωση 1g $\text{NH}_4\text{-N}$ απαιτούνται 4,2 g O_2 και καταστρέφονται 8,6g αλκαλικότητας ως HCO_3^- , ενώ παράγονται 0,17g κυττάρων βιομάζας.

Ταχύτητα νιτροποίησης

Η ταχύτητα νιτροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και το pH.

Γενικά με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ταχύτητα νιτροποίησης (9-10% ανά $^{\circ}\text{C}$). Η βέλτιστη περιοχή pH για τη διαδικασία της νιτροποίησης είναι 7,5-8,5 ενώ σε μικρές και μεγάλες τιμές pH η διαδικασία μπορεί να σταματήσει. Στα αστικά απόβλητα δεν αναμένεται να υπάρχει επίδραση του pH. Όσο αφορά τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO), αυτή συνίσταται να έχει μία ελάχιστη τιμή του 1-2mg/l.

Ο ρυθμός νιτροποίησης μ_N μπορεί να εκφραστεί από μία εξίσωση κινητικής Monod 2^{ης} τάξεως [4] :

$$\mu_N = \mu_{\max, N} \frac{AM}{K_N + AM} \frac{DO}{K_{DO} + DO}$$

όπου μ_N : Ο ρυθμός νιτροποίησης (d^{-1})

$\mu_{\max, N}$: Ο μέγιστος ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών (αυτοτροφικών) βακτηριδίων (d^{-1})

AM : Η συγκέντρωση αμμωνίας στην εκροή (mg/l)

K_N : Συντελεστής (συνήθως 0,50mg/l).

DO : Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην εκροή (mg/l)

K_{DO} : Συντελεστής (συνήθως 1,0-1,3 mg/l)

Ο μέγιστος ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων ($\mu_{\max,N}$) δύναται να εκφραστεί ως συνάρτηση της θερμοκρασίας από την εξίσωση Hultman

$$\mu_{\max,N} = 0,50 \cdot 10^{0,033(T-20)}$$

Ο συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών (αυτοτροφικών) βακτηριδίων $k_{d,N}$ (d^{-1}) υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση :

$$k_{d,N} = 0,050 \cdot 1,022^{(T-20)}$$

όπου T : η θερμοκρασία των λυμάτων ($^{\circ}C$)

Ηλικία λάσσης

Η απαραίτητη ηλικία λάσσης για την διαδικασία της νιτροποίησης $\Theta_{c,N}$ (d) δίνεται από τη σχέση:

$$\Theta_{c,N} = \frac{1}{\mu_N - k_{d,N}}$$

όπου μ_N : Ο ρυθμός νιτροποίησης (d^{-1})

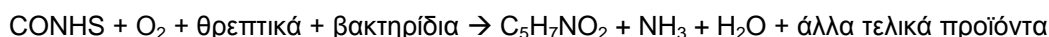
$k_{d,N}$: Ο συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών (αυτοτροφικών) βακτηριδίων (d^{-1})

ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ

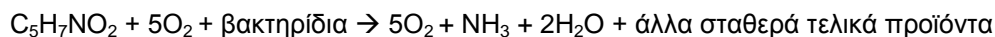
Τα αερόβια ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα λύματα αναπτύσσονται στη Δεξαμενή Αερισμού (ΔΑ) σε συνθήκες επάρκειας πηγής άνθρακα και θρεπτικών συστατικών :

(α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων (COHNS) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ($C_5H_7NO_2$) και,

(β) λαμβάνοντας ενέργεια από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα σύμφωνα με την αντίδραση



Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθεσίμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια για να επιζήσουν, σύμφωνα με την αντίδραση



από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξείδωση 1g κυττάρου (ως $C_5H_7NO_2$) απαιτούνται 1,42g O_2 .

Παραγωγή βιομάζας, (αερόβια) Ηλικία λάσσης

Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων στη ΔΑ δίνεται από τη σχέση :

$$\Delta X_B = Y_B \cdot Q \cdot (B_o - B) - k_{d,B} \cdot X_B \cdot V_{\Delta A}$$

όπου ΔX_B : η παραγωγή βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kg/d)

Y_B : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgVSS/kgBOD₅) με σύνηθες τιμές 0,5-0,75 [3], [4]

Q : η ογκομετρική παροχή των λυμάτων που εισέρχεται στο βιολογικό αντιδραστήρα (m^3/d).

B_o : η συγκέντρωση BOD_5 στην είσοδο ($kgBOD_5/m^3$)

B : η συγκέντρωση BOD_5 στην έξοδο ($kgBOD_5/m^3$)

$k_{d,B}$: η σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων (d^{-1}). Εξαρτάται από τη θερμοκρασία με τη σχέση $k_{d,B}=0,094y1,07^{(T-20)}$ όπου $y=0,7$ (ποσότητα βιομάζας σε gr που διασπάται από 1,0gr οξυγόνου). Συνήθως λαμβάνει τιμές 0,05-0,08

X_B : Η συγκέντρωση των ετεροτροφικών βακτηριδίων ($kgVSS/m^3$)

$V_{\Delta A}$: Ο όγκος της ζώνης αερισμού (m^3)

Ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών εντός του συστήματος καλείται ηλικία λάσπης. Για τα ετεροτροφικά βακτηρίδια η αερόβια ηλικία λάσπης $\Theta_{c,\Delta A}$ (d) δίνεται από τη σχέση:

$$\Theta_{c, \Delta A} = \frac{X_B * V_{\Delta A}}{\Delta X_B}$$

Συνδυαστικά ισχύει:

$$X_B = \frac{\Theta_{c, \Delta A}}{\theta_{\Delta A}} * \frac{Y_B * (B_o - B)}{1 + k_{d, B} * \Theta_{c, \Delta A}}$$

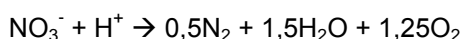
όπου $\theta_{\Delta A} = \frac{V_{\Delta A}}{Q}$, ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στη ζώνη αερισμού (d)

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Η απονιτροποίηση πραγματοποιείται από ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα απόβλητα σε ανοξικές συνθήκες (χωρίς οξυγόνο αλλά με την παρουσία νιτρικών) σε ανοξικές δεξαμενές (ΑΟΔ). Τα βακτηρίδια αυτά

(α) χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων (COHNS) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ($C_5H_7NO_2$) και

(β) λαμβάνουν ενέργεια σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση



Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθέσιμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη ενέργεια για να επιζήσουν.

Κατά την απονιτροποίηση, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, παράγονται $2,86gO_2 / gNO_3-N$

Ταχύτητα απονιτροποίησης

Η ταχύτητα νιτροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO), τη συγκέντρωση των νιτρικών, το λόγο $BOD_5/ολικό-N$ στην εισροή (B_o/TN_o) και το pH.

Γενικά για αστικά απόβλητα η ταχύτητα απονιτροποίησης μ_{DN} (d^{-1}) δίνεται από τη σχέση:

$$\mu_{DN} = \mu_{DN,C} * 1.09^{(T-20)} * (1-DO)$$

όπου μ_{DN} : Η ταχύτητα απονιτροποίησης (d^{-1})

T : η θερμοκρασία των λυμάτων ($^{\circ}C$)

$\mu_{DN,C}$: Ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης ($\text{kgNO}_3\text{-N/kgVSS}$) που εξαρτάται από το είδος της πηγής άνθρακα δηλ. τη μέθοδο απομάκρυνσης του αζώτου. Για τη διεργασία της προ-απονιτροποίησης λαμβάνει τιμές 0,03-0,11. Για διεργασία με οξειδωτικές τάφρους λαμβάνει τιμές 0,017-0,048 για θερμοκρασίες 12-27°C

DO : Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στη ζώνη απονιτροποίησης(mg/l). Στην πράξη μικρότερη από 0,2-0,5 mg/l .

Απαιτούμενος όγκος απονιτροποίησης – Ισοζύγιο αζώτου

Ο απαραίτητος όγκος της ΑΟΔ για την απονιτροποίηση αγνοώντας την αποσύνθεση των βακτηριδίων υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$V_{AO\Delta} = \frac{N_{DN}}{\mu_{DN} * X}$$

όπου $V_{AO\Delta}$: Ο όγκος της ΑΟΔ (m^3)

μ_{DN} : Η ταχύτητα απονιτροποίησης (d^{-1})

N_{DN} : Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση ($\text{kg NO}_3\text{-N/d}$)

X : Η συγκέντρωση της βιομάζας (kgVSS/ m^3)

Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση N_{DN} δίνονται από τη σχέση:

$$N_{DN} = Q*(AMo-AM) - \alpha_N*\Delta X_B - Q*N$$

όπου N_{DN} : Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση ($\text{kg NO}_3\text{-N/d}$)

Q : Η ογκομετρική παροχή (m^3/d)

AMo : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην είσοδο ($\text{kg NH}_4\text{-N/m}^3$)

AM : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο ($\text{kg NH}_4\text{-N/m}^3$)

α_N : Το ποσοστό της μάζας του αζώτου που δεσμεύεται στη βιομάζα των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgN/KgVSS). Συνήθως αποτελεί ένα ποσοστό της τάξης του 5-15%.

ΔX_B : Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgVSS/d).

N : Η συγκέντρωση νιτρικών στην εκροή ($\text{kg NO}_3\text{-N/m}^3$)

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΛΑΣΠΗΣ

Η εξερχόμενη λάσπη από το βιοαντιδραστήρα διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες στερεών:

(α) Η παραγόμενη λάσπη που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας από τα ετεροτροφικά και νιτροποιητικά (αυτοτροφικά) βακτηρίδια. Δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta X_{BN} = \Delta X_B + \Delta X_N$$

όπου ΔX_{BN} : η παραγωγή βιομάζας των ετεροτροφικών και νιτροποιητικών βακτηριδίων(kgVSS/d)

ΔX_B : η παραγωγή βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων(kgVSS/d)

ΔX_N : η παραγωγή βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων (kgVSS/d)

Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους στο βιοαντιδραστήρα, όπως περιγράφεται ανωτέρω, είναι:

$$X_B = \frac{\Theta_{C, \Delta A}}{\theta_{\Delta A}} * \frac{Y_B * (B_o - B)}{1 + k_{d, B} * \Theta_{C, \Delta A}}$$

$$X_N = \frac{v}{1 - v} X_B$$

$$X_{BN} = X_B + X_N$$

(β) Τα οργανικά στερεά (VSS) που εισέρχονται στο βιοαντιδραστήρα, αλλά δε διασπώνται. Η ποσότητά τους δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta X_a = (1-f) * X_o * Q$$

όπου ΔX_a : Τα μη βιοδιασπώσιμα οργανικά στερεά (kgVSS/d)

f : Το ποσοστό των VSS της εισροής που είναι βιοδιασπώσιμα. Λαμβάνεται f=0,9.

X_o : Η συγκέντρωση των VSS στην εισροή (kgVSS/m³)

Q : Η ημερήσια παροχή (m³/d)

Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους στο βιοαντιδραστήρα, δίνονται από τη σχέση:

$$X_a = (1 - f) * X_o * \frac{\Theta_{C, \Delta A}}{\theta_{\Delta A}}$$

(γ) Τα οργανικά στερεά (VSS) που αποτελούν κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού. Η ποσότητά τους δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta X_k = \beta * k_{d, B} * X_B * V_{\Delta A}$$

όπου ΔX_k : Τα οργανικά στερεά (VSS), κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού (kgVSS/d)

β : Συντελεστής. Λαμβάνεται β=0,2.

$k_{d, B}$: η σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων (d⁻¹).

X_B : Η συγκέντρωση των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgVSS/m³)

$V_{\Delta A}$: Ο όγκος της δεξαμενής αερισμού (m³/d)

Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους στο βιοαντιδραστήρα, δίνονται από τη σχέση:

$$X_k = \beta * k_{d, B} * X_B * \Theta_{C, \Delta A}$$

(δ) Τα ανόργανα στερεά A (FSS) στην εισροή που εξέρχονται από το βιοαντιδραστήρα μαζί με τα οργανικά. Η συγκέντρωσή τους στο βιοαντιδραστήρα, δίνεται από τη σχέση:

$$A = A_o * \frac{\Theta_{C, \Delta A}}{\theta_{\Delta A}}$$

Η αντίστοιχη ποσότητά τους δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta A = A_o * Q$$

όπου A : Η συγκέντρωση των ανόργανων στερεών (FSS) στο βιοαντιδραστήρα (kgVSS/m³)

A_o : Η συγκέντρωση των ανόργανων στερεών (FSS) στην εισροή (kgVSS/m³)

β : Συντελεστής. Λαμβάνεται β=0,2.

Q : Η ημερήσια παροχή (m³/d)

Η συγκέντρωση των οργανικών στερεών (VSS) εντός του βιοαντιδραστήρα είναι:

$$X = X_{BN} + X_a + X_k$$

Η αντίστοιχη ποσότητα των οργανικών στερεών (VSS) που εξέρχεται από το βιοαντιδραστήρα είναι:

$$\Delta X = Q * \frac{\theta_{\Delta A}}{\theta_{C, \Delta A}}$$

Η ολική συγκέντρωση T των στερεών (MLSS) εντός του βιοαντιδραστήρα είναι:

$$T = X + A$$

Η αντίστοιχη ποσότητα των ολικών στερεών (SS) που εξέρχεται από το βιοαντιδραστήρα είναι:

$$\Delta T = \Delta X + \Delta A$$

- όπου ΔT : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)
 ΔX : Η συνολική παραγωγή βιομάζας (kgVSS/d)
 ΔA : Τα αδρανή στερεά στην εκροή του βιοαντιδραστήρα (kgSS/d)
 ρ : Το ποσοστό των αδρανών στερεών στο σύνολο των στερεών στην εισροή. Λαμβάνεται $\rho=0.5$
 T_o : Η συγκέντρωση των ολικών στερεών στην εισροή (kgSS/m³)
 Q : Η ημερήσια παροχή (m³/d)

Θεωρώντας περιεκτικότητα της περίσσειας λάσπης C_L , ο όγκος της περίσσειας (δευτεροβάθμιας) ιλύος είναι:

$$Q_L = \frac{\Delta T}{C_L}$$

- όπου Q_L : όγκος της περίσσειας ιλύος (m³/d)
 ΔT : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)
 C_L : η συγκέντρωση της περίσσειας λάσπης (kg/m³)

Η περίσσεια λάσπης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα είναι:

$$\Delta X_L = \Delta T - A_e * Q$$

- όπου ΔX_L : Η περίσσεια λάσπης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα (kgSS/d)
 ΔT : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)
 A_e : Η συγκέντρωση στερεών στην εκροή (kgSS/m³)
 Q : Η ημερήσια παροχή (m³/d)

Θεωρώντας περιεκτικότητα της περίσσειας λάσπης C_L ο όγκος της περίσσειας (δευτεροβάθμιας) ιλύος είναι:

$$Q_L = \frac{\Delta X_L}{C_L}$$

- όπου Q_L : όγκος της περίσσειας ιλύος (m^3/d)
 ΔX_L : Η συνολικά εξερχόμενη από το σύστημα (περίσσεια) λάσπη ($kgSS/d$)
 C_L : Η συγκέντρωση της περίσσειας λάσπης (kg/m^3)

ΟΛΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ ΛΑΣΠΗΣ (SRT)

Η Ολική Ηλικία Λάσπης (Θ_c) ή Χρόνος Παραμονής Στερεών (Solids Retention Time, SRT) ορίζεται ως το πηλίκο της συνολικής μάζας των μικροοργανισμών στη δεξαμενή προς τη μάζα των απομακρυνόμενων από τον βιοαντιδραστήρα ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή :

$$\Theta_c = SRT = \frac{V_t \times T}{\Delta T}$$

- όπου Θ_c : SRT (ηλικία λάσπης), d
 V_t : Ο ολικός όγκος της δεξαμενής απονιτροποίησης αερισμού (m^3)
 T : Η συγκέντρωση MLSS των ολικών στερεών ($kgSS/m^3$)
 ΔT : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη ($kgSS/d$)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Θεωρείται ποσοστό των νιτροποιητικών βακτηριδίων στη βιομάζα, $v = 0,054$ για λόγο $B_o / TN_o \leq 5,0$ στην εισροή του βιοαντιδραστήρα. Σημειώνεται ότι η συγκέντρωση των νιτροποιητικών (αυτοτροφικών) βακτηριδίων X_N αποτελεί συνήθως ένα πολύ μικρό ποσοστό της συγκέντρωσης βιομάζας X . Ενδεικτικές τιμές του ποσοστού v των νιτροποιητικών (αυτοτροφικών) βακτηριδίων στη βιομάζα για διάφορους λόγους B_o/TN_o δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα (Πιν. 4-1 του [4])

B_o / TN_o	4	5	6	7	8	9
$v = X_N / X$	0,064	0,054	0,043	0,037	0,033	0,029

- B_o : Συγκέντρωση BOD_5 στην είσοδο (mg/l)
 TN_o : Συγκέντρωση του ολικού αζώτου στην είσοδο (mg/l)

Περαιτέρω, για λόγους απλότητας λειτουργίας κρίνεται ότι πρέπει να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή σταθερότητα ως προς τη συγκέντρωση MLSS στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας καθ' όλο το 24ωρο και καθ' όλες τις ημέρες (εργάσιμες ή αργίες) του χρόνου.

Υπολογίζονται οι αρχικές παράμετροι σχεδιασμού τόσο της μονάδας αερισμού – απονιτροποίησης, όσο και των κατάντη μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και λάσπης, έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι παροχές και τα φορτία στραγγιδίων που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της ΕΕΛ και στη συνέχεια οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται (μέσω των αντίστοιχων Spreadsheet) προκειμένου να διαστασιολογηθούν όλες οι επιμέρους μονάδες επεξεργασίας με τις νέες παροχές και φορτία που προκύπτουν με το **συνυπολογισμό των στραγγιδίων**.

Τα αποτελέσματα, που προσδιορίζονται και ελέγχονται για όλες τις χρονικές και εποχιακές φάσεις σχεδιασμού του έργου, παρατίθενται στον Πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	p.e.	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Οργανικό φορτίο BOD ₅ εισόδου ⁽¹⁾	kgBOD/d	96,7	96,5	108,9	108,6	122,6	122,4
Φορτίο στερεών εισόδου ⁽¹⁾	KgSS/d	115,8	115,5	130,5	130,1	147,0	146,5
Φορτίο αζώτου TN εισόδου ⁽¹⁾	KgN/d	19,3	19,2	21,7	21,6	24,5	24,4
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
2. ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ							
Συγκέντρωση DO στη δεξαμενή αερισμού	mg/l	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Σταθερά K _{DO}	mg/l	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Σταθερά K _N	mg/l	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Μέγιστος ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, μ _{max,N}	d ⁻¹	0,27	0,50	0,27	0,50	0,27	0,50
Ρυθμός νιτροποίησης μ _N	d ⁻¹	0,13	0,24	0,13	0,24	0,13	0,24
Συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων k _{d,N}	d ⁻¹	0,042	0,050	0,042	0,050	0,042	0,050
Ηλικία λάσπης νιτροποίησης, Θ _{C,N}	d	11,1	5,2	11,1	5,2	11,1	5,2
3. ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ							
Σταθερά σύνθεσης βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, Y _B	kgVSS/kgBOD	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων, k _{D,B}	d ⁻¹	0,060	0,080	0,060	0,080	0,060	0,080
Λόγος B ₀ /TNo	kgBOD/kgN	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Ποσοστό νιτροποιητικών βακτηριδίων στη βιομάζα, ν	-	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
Συγκέντρωση των ετεροτροφικών βακτηριδίων, X _B	kgVSS/m ³	1,45	1,24	1,53	1,33	1,61	1,41
Συγκέντρωση των νιτροποιητικών βακτηριδίων, X _N	kgVSS/m ³	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,08
Συγκέντρωση X _{BN}	kgVSS/m ³	1,53	1,31	1,62	1,40	1,71	1,49
Συγκέντρωση μη βιοδιασπάσιμων VSS X _α	kgVSS/m ³	0,49	0,52	0,48	0,51	0,47	0,49
Συγκέντρωση κατάλοιπων VSS X _κ	kgVSS/m ³	0,38	0,46	0,35	0,42	0,32	0,39
Συγκέντρωση ολικών VSS, X	kgVSS/m ³	2,40	2,29	2,45	2,33	2,49	2,38
Συγκέντρωση ανόργανων στερεών, A	kgFSS/m ³	2,10	2,22	2,05	2,17	2,01	2,12
Ολική συγκέντρωση MLSS, T	kgSS/m ³	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Ποσοστό πτητικών στερεών στους βιοαντιδραστήρες	kgVSS/kgSS	0,53	0,51	0,54	0,52	0,55	0,53
Παραγωγή βιομάζας, ΔX	kgVSS/d	39,8	35,7	46,7	42,0	54,7	49,4

Ανόργανη λάσπη στην εκροή του βιοαντιδραστήρα, ΔΑ	kgFSS/d	34,7	34,6	39,1	39,0	44,1	44,0
Ολική ποσότητα παραγόμενης λάσπης από τον βιοαντιδραστήρα, ΔΤ	kgSS/d	74,5	70,4	85,8	81,0	98,8	93,4

4. ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Συγκέντρωση DO στη ζώνη απονιτροποίησης	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης, $\mu_{DN,C}$	kgNO ₃ -N/kgMLSS.d	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Συγκέντρωση αμμωνιακών στην είσοδο, ΑΜο	gNH ₄ -N/m ³	54,0	53,9	54,0	53,9	54,0	53,9
Συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο ΑΜ	gNH ₄ -N/m ³	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ποσοστό δέσμευσης του Ν στη βιομάζα των ετεροτροφικών βακτηριδίων, α_N	gN/gVSS	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Συγκέντρωση νιτρικών στην εκροή, Ν	gNO ₃ -N/m ³	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Ταχύτητα απονιτροποίησης, m_{DN}	d ⁻¹	0,047	0,094	0,047	0,094	0,047	0,094
Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, ΔΧ _B	kgVSS/d	24,0	19,4	29,3	23,9	35,5	29,3
Απομακρυνόμενο άζωτο με την περίσσεια ιλύ	kgTN/d	2,4	1,9	2,9	2,4	3,5	2,9
Νιτρικά προς απονιτροποίηση	kgNO ₃ -N/d	12,6	13,0	14,0	14,4	15,5	16,0

5. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Παραγωγή βιομάζας, ΔΧ	kgVSS/d	39,76	35,74	46,68	42,01	54,74	49,40
Ανόργανη λάσπη στην εκροή του βιοαντιδραστήρα, ΔΑ	kgFSS/d	34,75	34,64	39,14	39,02	44,10	43,96
Ολική ποσότητα παραγόμενης βιολογικής λάσπης από τον βιοαντιδραστήρα, ΔΤ	kgSS/d	74,51	70,38	85,83	81,03	98,85	93,35
Ολικά Στερεά στην εκροή	kgSS/d	12,29	12,28	13,83	13,81	15,56	15,55
Ποσότητα περίσσειας βιολογικής ιλύος, ΔΧλ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8

6. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Αριθμός δεξαμενών εν λειτουργία	1	1	1	1	1	1
---------------------------------	---	---	---	---	---	---

ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ

Πλάτος	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Μήκος	m	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Ύψος υγρών	m	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Νοξ. Ανά δεξαμενή	m ³	360	360	360	360	360	360

ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ

Μήκος	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Πλάτος	m	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ύψος υγρών	m	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Νανοξ ανά δεξαμενή	m ³	144	144	144	144	144	144

Συνολικός όγκος, Vt	m³	504	504	504	504	504	504
Ποσοστό ανοξικού όγκου		28,6%	28,6%	28,6%	28,6%	28,6%	28,6%
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ							
Φόρτιση ξηράς ουσίας, F/M	kgBOD/kgMLSS	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Ογκομετρική Φόρτιση, F/V	kgBOD/m³	0,19	0,19	0,22	0,22	0,24	0,24
Ολική Ηλικία λάσπης, θ_c (SRT)	d	30,4	32,2	26,4	28,0	22,9	24,3

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Παρατηρείται ότι για **σταθερή συγκέντρωση MLSS = 4500mg/lit** υπολογίζεται ότι τόσο η Ολική Ηλικία Λάσπης, θ_c (SRT), όσο και οι λοιπές βασικές παράμετροι (φόρτιση ξηράς ουσίας, ογκομετρική φόρτιση) είναι εντός των Διεθνών Προδιαγραφών για όλες τις διαφορετικές χρονικές περιόδους (χειμώνας, καλοκαίρι) κάθε Φάσης σχεδιασμού. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, **κρίνεται ότι όλες οι παραδοχές είναι αποδεκτές.**

Επιλέγεται η κατασκευή μιας (1) γραμμής με δεξαμενές ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προτάσσεται η **ανοξική ζώνη** (απονιτροποίηση) με διαστάσεις 8,0x4,0x4,5m (H_{ωφ}) και ωφέλιμη χωρητικότητα 144,0m³ όπου με μηχανική υποβοήθηση εξασφαλίζεται ροή βύσματος (plug flow) και έπεται η **οξική ζώνη** (αερισμός – νιτροποίηση) με διαστάσεις 10,0x8,0x4,5m (H_{ωφ}) και ωφέλιμη χωρητικότητα 360,0m³

Ο συνολικός ενεργός όγκος του βιοαντιδραστήρα ανέρχεται σε 144,0 + 360,0, = **504,0m³**, εξασφαλίζοντας ανοξικό κλάσμα (επί του αντιδραστήρα απονιτροποίησης-αερισμού) της τάξης του 28,6%, προκειμένου να καλύπτονται οι ανάγκες της μονάδας για τις διαφορετικές χρονικές περιόδους λειτουργίας του έργου. Εσωτερικά των δεξαμενών και στα σημεία ένωσης των πυθμένων με τα πλευρικά τοιχεία δεν θα υπάρχουν πλευρικές ενώσεις, αλλά ενώσεις υπό γωνία, ώστε να παρεμποδίζονται οι αποθέσεις στερεών.

Οι προτεινόμενοι όγκοι των ανοξικών και αερόβιων δεξαμενών επαρκούν για κάθε χρονική περίοδο και φάση σχεδιασμού κι επομένως δεν απαιτείται πρόβλεψη για την κατασκευή επαμφοτερίζουσων διαμερισμάτων.

Στο ανοξικό διαμέρισμα προβλέπεται διάταξη μηχανικής ανάδευσης, ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να μην δημιουργούνται ανομοιογενείς ζώνες και αποθέσεις στον πυθμένα. Η προσδιδόμενη ισχύς πρέπει να εξασφαλίζει ειδική παροχή ανάδευσης $\geq 8\text{w/m}^3$ (Διεθνείς Προδιαγραφές). Συνεπώς, η προσδιδόμενη ισχύς στη δεξαμενή πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,15kW

Επιλέγεται να τοποθετηθεί ένας (1) **υποβρύχιος αναδευτήρας** οριζοντίου άξονα ισχύος τουλάχιστον 1,5kW ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να εξασφαλίζεται, σε συνδυασμό με τη γεωμετρία της δεξαμενής, εμβολοειδής ροή (plug flow).

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί μόνιμου εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

4.3.3. Αερισμός λυμάτων

Σε μια οξική ζώνη ο αερισμός των λυμάτων έχει διπλή λειτουργία :

- να δίνει στα λύματα την απαραίτητη ενέργεια ανάδευσης ώστε η ενεργός ιλύς να βρίσκεται διαρκώς σε αιώρηση,
- να παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες οξυγόνου ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση για το BOD₅ και το N για όλες τις συνθήκες λειτουργίας.

Η διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού του βιολογικού αντιδραστήρα γίνεται λαμβάνοντας υπόψη θεσπισμένες Τεχνικές Προδιαγραφές [17] :

Η μέση ζήτηση οξυγόνου στους βιολογικούς αντιδραστήρες δίνεται από την σχέση:

$$AOR = 0,60 \times B + 4,60 \times N_H - 2,90 \times N_D + 0.072 \times M_S \times 1,07^{(T-20)}$$

όπου AOR : η ημερήσια ζήτηση οξυγόνου

B : η ημερήσια ποσότητα απομακρυνόμενου BOD₅ [kg/d]

N_H : η ημερήσια ποσότητα νιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

N_D : η ημερήσια ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

M_S : η ποσότητα αναμίκτου υγρού στο βιολογικό αντιδραστήρα (=MLSSxV)

T : η θερμοκρασία ανάμικτου υγρού [°C]

Για τον υπολογισμό της ωριαίας αιχμής ζήτησης οξυγόνου γίνεται προσαύξηση της μέσης ζήτησης οξυγόνου κατά 15%

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες εφαρμόζεται η σχέση:

$$SOR = \frac{AOR \times C_{20}}{1,024^{(T-20)} \times \alpha \times (\beta \times C_T - DO)}$$

όπου SOR : η ζήτηση οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες [kgO₂/d]

C₂₀ : η συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ. (= 9,07 mg/l)

C_T : η συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό (για θερμοκρασία T°C)

DO : το διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό (DO = 2,0 mg/l)

α : διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό

β : συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού (β = 0,95)

Ο διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό (α) λαμβάνεται από την σχέση:

$$\alpha = e^{-0,084 \times MLSS}$$

όπου MLSS : η συγκέντρωση ανάμικτου υγρού σε [kg/m³]

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τις διαφορετικές θερμοκρασίες λειτουργίας της ΕΕΛ :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Οργανικό φορτίο BOD ₅ εισόδου ⁽¹⁾	kgBOD/d	96,7	96,5	108,9	108,6	122,6	122,4
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
Απομακρυνόμενο BOD ₅	kg/d	87,8	87,6	98,8	98,6	111,3	111,1
Άζωτο προς νιτροποίηση, N _H	kg/d	19,3	19,2	21,7	21,6	24,5	24,4
Άζωτο προς απονιτροποίηση,N _D	kg/d	12,6	13,0	14,0	14,4	15,5	16,0
Συνολικός όγκος βιοαντιδραστήρα , V _t	m ³	504	504	504	504	504	504
Ολική συγκέντρωση MLSS, T	kgSS/m ³	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Ανάμικτο υγρό στον βιοαντιδραστήρα, M _s	kgSS	2.268	2.268	2.268	2.268	2.268	2.268
3. ΜΕΣΗ ΖΗΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (AOR)							
Συντελεστής θερμοκρασίας, F=1,07 ^(T-20)		0,58	1,00	0,58	1,00	0,58	1,00
Ημερήσια ζήτηση οξυγόνου, AOR	kgO ₂ /d	199,9	266,6	213,7	280,2	229,4	295,6
Προσαύξηση ασφαλείας, 15%	kgO ₂ /d	229,8	306,6	245,8	322,2	263,9	340,0
4. ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ - ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΕ ΤΥΠΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ							
Συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ., C ₂₀	mg/l	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07
Συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό για θερμοκρασία T, C _T	mg/l	10,83	9,07	10,83	9,07	10,83	9,07
Διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό, D.O.	mg/l	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό, α = e ^{-0,084 x MLSS}	-	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού, β	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας, 1,024 ^(T-20)	-	0,83	1,00	0,83	1,00	0,83	1,00
Συνολική απαίτηση οξυγόνου σε Τ.Σ., SOR	kgO ₂ /d	443,7	613,4	474,5	644,7	509,4	680,2

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Για τη δυσμενέστερη περίπτωση (40ετία, θέρος), η μέγιστη απαιτούμενη παροχή οξυγόνου σε Τυπικές Συνθήκες, εκτιμάται σε 680,2kgO₂/d, οπότε η ελάχιστη ικανότητα οξυγόνωσης πρέπει να είναι της τάξης των 28,3kgO₂/hr

Αντίστοιχα υπολογίζονται οι απαιτήσεις οξυγόνου για όλες τις φάσεις του έργου :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
Συνολική απαίτηση οξυγόνου σε Τ.Σ., SOR	kgO ₂ /d	443,7	613,4	474,5	644,7	509,4	680,2
2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ							
Γραμμές σε λειτουργία		1	1	1	1	1	1
Ωριαία απαίτηση οξυγόνου	kgO ₂ /hr	18,5	25,6	19,8	26,9	21,2	28,3

Ο αερισμός προβλέπεται να γίνεται μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα των δεξαμενών αερισμού. Λοβοειδείς φυσητήρες θετικής εκτόπισης θα τροφοδοτούν με αέρα τους διαχυτές προσδίδοντας ταυτόχρονα και την απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης στο μικτό υγρό.

Το ωφέλιμο βάθος της δεξαμενής αερισμού επιλέγεται να είναι 4,5m. Οι διαχυτές τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 25cm από τον πυθμένα κι επομένως το βάθος εμβάπτισής τους θα είναι της τάξης των 4,25m

Βάσει των διαγραμμάτων αποδόσεων έγκυρων κατασκευαστικών οίκων διαχυτών, η απόδοση μεταφοράς οξυγόνου (Standard Oxygen Transfer Efficiency, SOTE) δύναται να ληφθεί περίπου 6,0% ανά m βάθους, ήτοι η απόδοση των διαχυτών για το συνολικό βάθος εμβάπτισης εκτιμάται σε $\approx 25,5\%$

Για τη Φάση σχεδιασμού (40ετία, θέρους) έχει υπολογιστεί ότι το σύστημα αερισμού θα πρέπει να προσδίδει κατ' ελάχιστον (σε Τυπικές Συνθήκες) 28,3kgO₂/hr στη δεξαμενή, οπότε η παροχή αέρα για το συγκεκριμένο βάθος εμβάπτισης εκτιμάται τουλάχιστον σε 370Nm³/hr :

Απαιτούμενος αριθμός διαχυτών

Με μέγιστη ονομαστική παροχή της τάξης των 10Nm³/hr ανά διαχυτή και **παροχή αέρα ανά διαχυτή που δεν υπερβαίνει το 70% της μέγιστης ονομαστικής απόδοσης** (Διεθνείς Προδιαγραφές), ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών στη δεξαμενή υπολογίζεται σε ≥ 53 τεμ

Για τη συγκεκριμένη γεωμετρία της δεξαμενής, προτείνεται η τοποθέτηση **80 τεμαχίων** και κατά συνέπεια η πυκνότητα των διαχυτών θα είναι $\approx 1,0$ διαχ / τ.μ.:

Επιλογή φυσητήρα

Το συνολικό μανομετρικό των αεροσυμπιεστών εξαρτάται από :

- A) το άθροισμα του βάθους εμβάπτισης,
- B) της απώλειας πίεσης μέσω των διαχυτών και,
- Γ) των απωλειών πίεσης μέσω των σωληνώσεων, βανών κτλ

Λαμβάνοντας υπόψη το απαιτούμενο μανομετρικό λειτουργίας και τις συνολικές απαιτήσεις αέρα επιλέγεται ένας (1) **φυσητήρας τριών περιστρεφόμενων λοβών** παροχής 430Nm³/hr στα 550mbar, ενώ ένας δεύτερος όμοιος φυσητήρας εγκαθίσταται ως **ενεργός εφεδρεία**.

Η ελάχιστη απορροφούμενη ισχύς κάθε ηλεκτροκινητήρα θα είναι :

$$P = \frac{0,577 \times V \times P}{n \times 60} \left[\left(\frac{P_b}{P} \right)^{0,283} - 1 \right] \approx 10,8kW$$

όπου V = η παροχή (m³/hr)

n = ο βαθμός απόδοσης φυσητήρα-ηλεκτροκινητήρα (%)

P_b = η απόλυτη πίεση στην έξοδο του φυσητήρα (ΜΥΣ)

P = η ατμοσφαιρική πίεση (ΜΥΣ)

Επιλέγεται κινητήρας ισχύος **15,0kW** για κάθε φυσητήρα με βάση την τυποποίηση έγκυρων κατασκευαστών. Οι φυσητήρες εγκαθίστανται σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης με επαρκή αερισμό και κατάλληλη ηχομόνωση. Κάθε φυσητήρας με τον κινητήρα του και όλα τα εξαρτήματά του θα τοποθετηθεί εντός κατάλληλης **ηχοπαγίδας** (noise hood) – καμπίνας ηχομόνωσης, ώστε ο εκπεμπόμενος θόρυβος κατά την διάρκεια λειτουργίας να μην υπερβαίνει τα 50dBA στα όρια του οικοπέδου της ΕΕΛ.

Ισχύς ανάδευσης

Σύμφωνα με τις Διεθνείς προδιαγραφές η απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης για συστήματα υποβρύχιας διάχυσης κυμαίνεται περίπου σε 5-20w/m³ δεξ, ενώ σε συστήματα επιφανειακού αερισμού κυμαίνεται από 20-40w/m³ Η προσδιόδμενη ισχύς ανάμιξης από ένα σύστημα διάχυσης δίνεται από τη σχέση [1], [14] :

$$P_c = k \times Q_a \times I_n \left(\frac{h + 10,33}{10,33} \right)$$

όπου P_c : η προσδιόδμενη ισχύς (kW)

k : σταθερά (1,689)

Q_a : η παροχή αέρα (m³/min)

h : η πίεση κατάθλιψης (m νερού)

κι επομένως η προσδιόδμενη ισχύς ανάδευσης κατά τη λειτουργία του συστήματος αερισμού εκτιμάται περίπου σε 13w/m³ δεξ, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο της δεξαμενής να βρίσκεται σε ικανοποιητική αιώρηση και μίξη.

Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι με επιφάνεια οξική ζώνης 10,0 x 8,0 = 80,0m² και (μέγιστη) παροχή αέρα της τάξης των 430Nm³/hr εξασφαλίζεται, κατά τη λειτουργία του συστήματος αερισμού, παροχή αέρα της τάξης των 5,4Nm³/hr ανά m² δεξαμενής (>2Nm³/hr ανά m² δεξαμενής, Διεθνείς Προδιαγραφές).

Ως ώρες λειτουργίας των φυσητήρων αερισμού, λαμβάνονται οι ώρες που απαιτούνται ημερησίως για την πρόσδοση του απαραίτητου οξυγόνου στην κάθε οξική ζώνη. Κατά τις λοιπές ώρες, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ελάχιστη παροχή αέρα της τάξης των 2Nm³/hr ανά m² δεξαμενής, θα απαιτηθεί πρόσδοση αέρα της τάξης των 80Nm³/hr στη δεξαμενή, ώστε να εξασφαλίζεται (ελάχιστη) ισχύς ανάδευσης της τάξης των 5,0w/m³ δεξ. Αυτή η πρόσδοση αέρα (σ.σ. πνευματική ανάμιξη) δύναται να επιτευχθεί με λειτουργία των φυσητήρων σε χαμηλές στροφές (μέσω του inverter).

Ενεργειακή κατανάλωση

Με απορροφούμενη ισχύς έκαστου φυσητήρα στο σημείο λειτουργίας του της τάξης των 10,8kW η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος (Β' Φάση, θέρους) εκτιμάται σε $\approx 2,6\text{KgO}_2/\text{kWh}$ ($>2,2\text{kgO}_2/\text{kWh}$, Διεθνείς Προδιαγραφές)

Επιλογή διατομών των σωληνώσεων αέρα

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές, η ταχύτητα του αέρα στους αγωγούς δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15m/sec

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς αέρα από τους φυσητήρες στη δεξαμενή παραλαμβάνει (μέγιστο) φορτίο της τάξης των 482m³/hr (430Nm³/hr). Επιλέγεται **ανοξειδωτος αγωγός διατομής DN100 SCH 10S** με επιφάνεια διατομής $9,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ κι επομένως η ταχύτητα του αέρα στον αγωγό θα είναι $\approx 14,6\text{m/s}$

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς και διανομής αέρα (κλάδος) της δεξαμενής θα τροφοδοτεί δύο (2) αγωγούς πτώσης. Καθένας από τους αγωγούς πτώσης – διανομής αέρα θα απορροφά (μέγιστη) παροχή αέρα της τάξης των 241m³/hr. Επιλέγονται **ανοξειδωτοι αγωγοί DN80 SCH 10S** (πάχος τοιχώματος 3,05mm). Η διατομή ενός τέτοιου αγωγού είναι $5,4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ κι επομένως η ταχύτητα του αέρα στον αγωγό θα είναι $\approx 12,4\text{m/s}$

Ο αγωγός πτώσης που μεταφέρει τον αέρα στα επιμέρους δίκτυα θα είναι ανοξειδωτος χαλύβδινος αγωγός μέχρι και την είσοδό του στο λύμα και στη συνέχεια **PVC Φ90 10atm**. Η αλλαγή υλικών (από πλαστικό σε χάλυβα) θα γίνεται με ειδικά τεμάχια αλλαγής υλικού

Καθένας από τους αγωγούς πτώσης τροφοδοτεί κλειστό δίκτυο τεσσάρων (4) επιδαπέδιων αγωγών. Ο κάθε επιδαπέδιος αγωγός, που φέρει δέκα (10) διαχυτές, απορροφά (μέγιστη) παροχή αέρα της τάξης των 60m³/hr. Επιλέγονται, βάση των προδιαγραφών έγκυρων κατασκευαστών, επιδαπέδιοι αγωγοί από **PVC Φ75 10atm**. Η διατομή ενός τέτοιου αγωγού είναι $3,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ κι επομένως η ταχύτητα του αέρα στον αγωγό θα είναι $\approx 4,7\text{m/s}$

Οι επιδαπέδιοι αγωγοί θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής με στηρίγματα από ανοξειδωτο χάλυβα που θα εξασφαλίζουν τη σταθερότητά τους κατά το κατακόρυφο επίπεδο αλλά και τη σχετικά χαλαρή στερέωσή τους κατά το οριζόντιο, έτσι ώστε να εξυπηρετούνται οι επιμηκύνσεις των αγωγών λόγω θέρμανσης κατά τη λειτουργία, ενώ θα προβλέπεται να τοποθετηθούν **συλλέκτες συμπυκνωμάτων** στα χαμηλά σημεία του δικτύου και δικλείδες εκκένωσης αυτών.

Προ της εισόδου των αγωγών πτώσης μέσα στις δεξαμενές αερισμού και τη σύνδεσή τους με τον αγωγό τροφοδοσίας κάθε επιδαπέδιου δικτύου, θα υπάρχουν **δικλείδες** για την απομόνωση ή και την ρύθμιση της παροχής αέρα σε όποιον από τους κλάδους και ανοξειδωτα εξαρμωτικά για να διευκολύνεται η αποσύνδεση του κλάδου προς συντήρηση και επισκευή.

4.3.4. Ανακυκλοφορία μικτού υγρού

Ο υπολογισμός της παροχής ανακυκλοφορίας νιτρικών από την αερόβια στην ανοξική ζώνη γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την κάτωθι σχέση [17] :

$$R = \frac{N_D}{(NO_3 - N)_{EFF}}$$

όπου: N_D = η ημερήσια ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

$(NO_3 - N)_{EFF}$ = η ημερήσια ποσότητα νιτρικών στην έξοδο [kg/d]

Για το θέρους της 40ετίας (δυσμενέστερη περίπτωση) η ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου εκτιμάται σε 16kg/d οπότε για ποσότητα νιτρικών στην έξοδο της τάξης των 4,4kg/d ($\leq 10\text{mg/l}$), η ελάχιστη απαίτηση ανακυκλοφορίας μικτού υγρού εκτιμάται σε $\approx 360,8\%$

Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω υπολογισμούς, πρέπει να εξασφαλίζεται συνολική παροχή ανακυκλοφορίας νιτρικών για την ΕΕΛ κατ' ελάχιστον της τάξης των 1.630,8m³/ημ για το θέρους της 40ετίας (δυσμενέστερη περίπτωση), δηλαδή $\geq 68\text{m}^3/\text{hr}$

Τα αποτελέσματα, για όλες τις χρονικές και εποχιακές φάσεις σχεδιασμού του έργου, παρατίθενται στον Πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Αζωτο προς απονιτροποίηση, N _d	kg/d	12,6	13,0	14,0	14,4	15,5	16,0
Νιτρικά στην έξοδο, (NO ₃ -N) _{EFF}	kg/d	3,5	3,5	4,0	3,9	4,4	4,4
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
Βέλτιστος ρυθμός ανακυκλοφορίας μικτού υγρού, R	%	358,5	370,8	353,3	365,9	347,9	360,8
	m ³ /d	1.280,9	1.322,1	1.420,9	1.468,8	1.575,9	1.630,8
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ							
Δεξαμενές σε λειτουργία		1	1	1	1	1	1
Απαίτηση ανακυκλοφορίας μικτού υγρού ανά δεξαμενή	m ³ /d	1280,9	1322,1	1420,9	1468,8	1575,9	1630,8
Ελάχιστη παροχευτικότητα	m ³ /hr	53,4	55,1	59,2	61,2	65,7	68,0

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Ο ελάχιστος ενεργός όγκος ενός αντλιοστασίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = \sum_i \frac{0,9 \times Q_i}{z}$$

όπου i : 1 έως n

n : ο αριθμός των ενεργών αντλιών του αντλιοστασίου

V : ο ελάχιστος ενεργός όγκος σε m^3

Q_i : η παροχή της i αντλίας σε l/s

z : ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα ($\leq 10/hr$, Διεθνείς Προδιαγραφές)

Με ελάχιστη παροχή έκαστης αντλίας της τάξης των $Q_i=22,22l/s$ ($80m^3/hr$) προκύπτει ότι ο ελάχιστος απαιτούμενος ωφέλιμος (λειτουργικός) όγκος του υγρού θαλάμου πρέπει να είναι της τάξης των $2,0m^3$:

Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου στο κατάντη άκρο της οξικής ζώνης με διαστάσεις

Μήκος : 1,80m

Πλάτος : 1,50m

Βάθος υγρών : 3,10m

δηλαδή, ο ωφέλιμος όγκος του υγρού θαλάμου θα είναι της τάξης των $8,4m^3$

Στο αντλιοστάσιο προβλέπεται να τοποθετηθούν δύο (2) **υποβρύχιες αντλίες** (1 εφεδρεία) παροχής της τάξης των $80m^3/hr$ και σε κατάλληλο μανομετρικό έκαστη που θα καταθλίβουν στην είσοδο της ανοξικής ζώνης

Η εγκατάσταση κάθε συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από **ανοξείδωτο χάλυβα**. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν του αντλιοστασίου, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό

Εντός του αντλιοστασίου, κάθε αντλία διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από **ανοξείδωτο χάλυβα** που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό. Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον θα προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

4.3.5. Τελική καθίζηση

Μετά τον αερισμό, τα λύματα θα οδηγούνται σε δεξαμενή καθίζησης για την τελική τους διαύγαση. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απόδοσης της μονάδας, η διαστασιολόγηση γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια [1], [2], [3], [4], [14], [17] :

Επιφανειακή φόρτιση (για την παροχή σχεδιασμού)	[m ³ /m ² d]	≤ 10,00
Φόρτιση στερεών για την παροχή σχεδιασμού (πλέον της ανακυκλοφορίας λάσπης)	[kg/m ² d]	≤ 100,00
Υδραυλική φόρτιση υπερχειλίσης (για την παροχή αιχμής)	[m ³ /m hr]	≤ 10,00
Χρόνος παραμονής (για την παροχή αιχμής)	[hr]	≥ 1,5
Πλευρικό βάθος υγρών	[m]	≥ 3,0

Για την παροχή σχεδιασμού των 439,1m³/d της Β' Φάσης και επιφανειακή φόρτιση $U_k \leq 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$, η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια για τη μονάδα τελικής καθίζησης υπολογίζεται περίπου σε 43,9m² ενώ αντίστοιχα για την πραγματική ημερήσια παροχή των 452,9m³/d (χειμώνας Β' Φάσης, δυσμενέστερη περίπτωση, συμπεριλαμβάνεται η επανατροπή των στραγγιδίων), η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια εκτιμάται σε 45,3m²

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, επιλέγεται η κατασκευή μιας (1) κυκλικής δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα διαμέτρου D=8,0m με επιφάνεια της τάξης των 50,24m² και βάθος στο σημείο υπερχειλίσης 3,0m

Η **επιφανειακή φόρτιση** που εξασφαλίζεται για την (πραγματική) μέση ημερήσια παροχή σχεδιασμού (ΑΒ' Φάση, χειμώνας, συμπεριλαμβάνεται η επανατροπή των στραγγιδίων) υπολογίζεται σε $\approx 9,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

Η **φόρτιση στερεών** για την (πραγματική) ημερήσια παροχή σχεδιασμού (Β' Φάση, χειμώνας) των 452,9m³/d πλέον της (βέλτιστης) ανακυκλοφορίας λάσπης (81,8%) υπολογίζεται σε $\approx 73,8 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ d}$

Με διάμετρο δεξαμενής 8,0m, ελεύθερη επιφάνεια 50,24m², πλευρικό βάθος στο σημείο υπερχειλίσης 3,0m και κλίση $\approx 10\%$ η δεξαμενή έχει όγκο της τάξης των 150,7m³ κι επομένως ο υδραυλικός **χρόνος παραμονής**, για την παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης) των 60m³/hr εκτιμάται σε $\approx 2,5 \text{ hr}$:

Το κανάλι υπερχειλίσης πλάτους 0,40m θα είναι κατασκευασμένο εσωτερικά από το πλευρικό τοίχιο έκαστης δεξαμενής, συνεπώς το συνολικό μήκος των υπερχειλιστών της δεξαμενής, θεωρώντας πάχος τοιχίου 0,20m θα είναι $\approx 21,4 \text{ m}$

Η **υδραυλική φόρτιση υπερχειλιστή** για την παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης) των 60m³/hr εκτιμάται σε $\approx 2,8 \text{ m}^3/\text{m hr}$

Τα αποτελέσματα για τις διάφορες φάσεις του έργου παρατίθενται στον Πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Παροχή σχεδιασμού	m ³ /ημ	346,9	346,9	390,3	390,3	439,1	439,1
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Παροχευτικότητα αντλιών αρχικής ανύψωσης	m ³ /h	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Παροχευτικότητα αντλιών ανακυκλοφορίας λάσπης	m ³ /hr	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Συγκέντρωση MLSS στη δεξαμενή αερισμού	kgSS/m ³	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Μονάδες σε λειτουργία	-	1	1	1	1	1	1
Διάμετρος δεξαμενής	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Πλευρικό Ύψος δεξαμενής	m	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ελεύθερη Επιφάνεια δεξαμενής	m ²	50,24	50,24	50,24	50,24	50,24	50,24
Όγκος δεξαμενής	m ³	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7
Μήκος υπερχειλιστή δεξαμενής	m	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4
Επιφανειακή φόρτιση για την παροχή σχεδιασμού	m ³ /m ² .d	6,9	6,9	7,8	7,8	8,7	8,7
Επιφανειακή φόρτιση σε πραγματική ημερήσια παροχή	m ³ /m ² .d	7,1	7,1	8,0	8,0	9,0	9,0
Φόρτιση στερεών για την παροχή σχεδιασμού	kg/m ² d	31,1	31,1	35,0	35,0	39,3	39,3
Φόρτιση στερεών για q + q _r (πραγματική ημερήσια παροχή + ανακυκλοφορία ιλύος)	kg/m ² d	58,2	58,1	65,5	65,4	73,8	73,6
Χρόνος παραμονής για την παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης)	hr	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Υδραυλική Φόρτιση υπερχείλισης στην παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης)	m ³ /m.hr	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Η **καθιζάνουσα ιλύς** θα συλλέγεται κεντρικά του πυθμένα με την βοήθεια μονοακτινικού ξέστρου και από εκεί θα απομακρύνεται προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – απόρριψης ιλύος.

Τα **υπερκείμενα** υγρά θα συλλέγονται σε περιμετρικό κανάλι που θα καταλήγει σε φρεάτιο εξόδου για να οδεύσουν στην κατάντη μονάδα (μετρητής παροχής). Σε μηδενικές παροχές θα προβλέπεται πλήρης αποστράγγιση του καναλιού στο φρεάτιο.

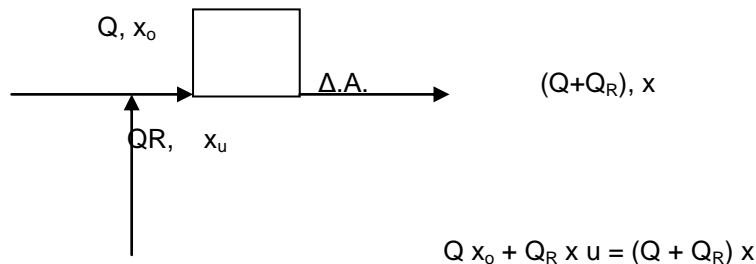
Τα **επιπλέοντα** στερεά, αφροί κλπ από τη δεξαμενή καθίζησης θα οδεύουν με τη βοήθεια επιφανειακού ξέστρου σε χοάνη συλλογής επιπλεόντων αναρτημένη επί του περιφερειακού τοιχίου απ' όπου θα οδηγούνται με βαρύτητα σε παράπλευρο φρεάτιο συλλογής αφρών. Στο φρεάτιο, τα υγρά που θα καταφθάνουν μαζί με τα επιπλέοντα θα διαχωρίζονται μέσω κατάλληλης διάταξης και θα απομακρύνονται προς το δίκτυο στραγγιδίων με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η συχνότητα εκκένωσης των αφρών, οι οποίοι θα συλλέγονται περιοδικά προς απόρριψη από βυτιοφόρο όχημα.

4.3.6. Ανακυκλοφορία και απόρριψη περίσσειας ιλύος

Ανακυκλοφορία ιλύος

Η ιλύς από τον πυθμένα της δεξαμενής τελικής καθίζησης με την βοήθεια αντλητικών συγκροτημάτων θα επιστρέφει στο φρεάτιο εισόδου της βιολογικής βαθμίδας, ενώ η περίσσεια ιλύος θα οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία (αποθήκευση – πάχυνση – αφυδάτωση).

Λαμβάνεται το ισοζύγιο μάζας στον βιολογικό αντιδραστήρα :



όπου : Q = η παροχή εισόδου, $m^3/ημ$.

Q_R = η παροχή ανακυκλοφορίας, $m^3/ημ$

x_o = στερεά εισόδου, mg/l

x = στερεά δεξ. Αερισμού, $MLSS$

x_u = στερεά δεξ. Καθίζησης

Παραδοχές

- $MLSS=4500mg/l$

- $X_u=10000mg/l$ (max περιεκτικότητα στερεών στη δεξ. Καθίζησης, σύνηθες τιμές 0,8 – 1,2%)

Θεωρώντας $x_o \approx 0$ η ανωτέρω σχέση γίνεται :

$$R = \frac{Q_R}{Q} = \frac{x}{x_u - x} = \frac{4500}{10000 - 4500} \approx 81,8\%$$

Ο λόγος Q_R/Q εκφράζει τον ελάχιστο ρυθμό ανακυκλοφορίας λάσπης που απαιτείται ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή τιμή $MLSS$ στο βιολογικό αντιδραστήρα.

Η δυνατότητα καθίζησης της λάσπης στη δευτεροβάθμια δεξαμενή στηρίζεται στον εμπειρικό Δείκτη όγκου λάσπης (SVI) για τον οποίο έχει βρεθεί στην πράξη ότι [2]

- Για $SVI < 50$, η λάσπη καθιζάνει εξαιρετα
- Για $SVI = 50 - 100$, η λάσπη καθιζάνει πολύ καλά
- Για $SVI = 100 - 150$, η λάσπη καθιζάνει κανονικά
- Για $SVI > 150$, η λάσπη δεν καθιζάνει καλά (συσσωμάτωση)

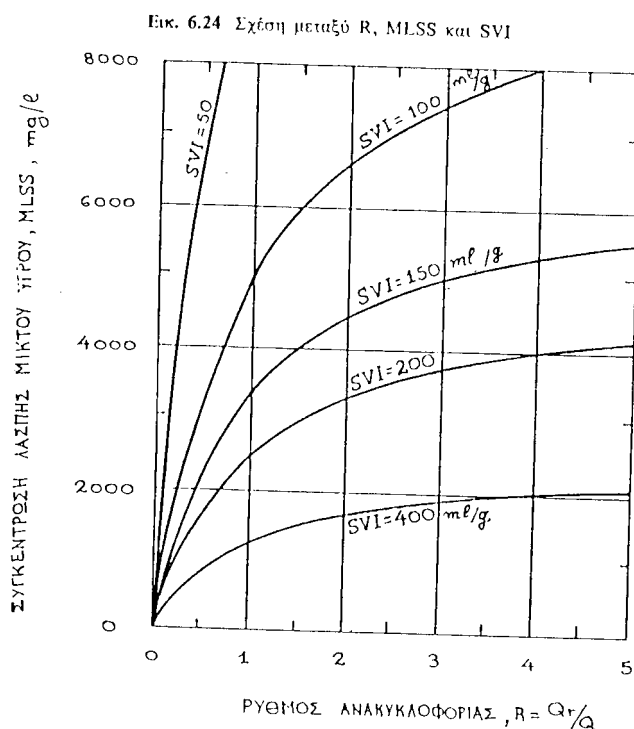
Από τη σχέση

$$R \% = \frac{100}{[(10^3 / (M \times SVI)) - 1]}$$

όπου M : kg MLSS/m³

SVI : δείκτης όγκου λάσπης, ml/g (Standard Volume Index)

υπολογίζεται $SVI \approx 100 \text{ ml/g}$, γεγονός που σημαίνει (εμπειρικά) ότι η λάσπη θα καθιζάνει πολύ καλά :



Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω υπολογισμούς, πρέπει να εξασφαλίζεται συνολική παροχή ανακυκλοφορίας λάσπης για την ΕΕΛ της τάξης των 370,6m³/d (δυσμενέστερη περίπτωση, χειμώνας Β' Φάσης, πραγματική ημερήσια παροχή).

Ωστόσο, βάση Θεσπισμένων Προδιαγραφών [17] επιλέγεται **ικανότητα άντλησης τουλάχιστον 150% της παροχής σχεδιασμού**, ήτοι $\geq 679,4 \text{ m}^3/\text{d}$ (δυσμενέστερη περίπτωση, χειμώνας Β' Φάσης, πραγματική ημερήσια παροχή), δηλαδή $\geq 28,3 \text{ m}^3/\text{hr}$. Αντίστοιχα εκτιμάται η απαίτηση άντλησης για όλες τις χρονικές και εποχιακές φάσεις σχεδιασμού του έργου :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	357,3	356,6	402,2	401,4	452,9	452,0
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	20	12	20	12	20
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
Βέλτιστος ρυθμός ανακυκλοφορίας λάσπης	%	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8

Απαίτηση ανακυκλοφορίας λάσπης (βέλτιστη)	m ³ /ημ	292,3	291,8	329,1	328,6	370,6	370,0
Επιλογή ανακυκλοφορίας λάσπης (min)	%	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Απαίτηση ανακυκλοφορίας λάσπης (min)	m ³ /ημ	535,9	534,9	603,3	602,1	679,4	678,0
Ελάχιστη παροχευτικότητα αντλιών	m³/hr	22,3	22,3	25,1	25,1	28,3	28,3

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Απόρριψη περίσσειας ιλύος

Η **περίσσεια ιλύς** που θα απομακρύνεται από το σύστημα θα οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία (αποθήκευση – πάχυνση – αφυδάτωση). Λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή λάσπης στο σύστημα, η αναμενόμενη ποσότητα προς απόρριψη έχει υπολογιστεί για όλες τις φάσεις του έργου.

Η ελάχιστη παροχευτικότητα των αντλιών περίσσειας λάσπης εκτιμάται θεωρώντας ότι η λειτουργία τους θα είναι ανάλογη με τη λειτουργία της κατάντη μονάδας επεξεργασίας λάσπης (μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση), ήτοι κατά το μέγιστο 4ήμερη εβδομαδιαία και 6ωρη ημερήσια :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ποσότητα ιλύος προς επεξεργασία, ΔΧολ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Συγκέντρωση MLSS στη δεξαμενή καθίζησης	kgSS/m³	10	10	10	10	10	10
Ποσότητα λάσπης	m³/ημ	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Ημέρες τροφοδοσίας	d/w	4	4	4	4	4	4
Ώρες λειτουργίας	hr/d	6	6	6	6	6	6
Περίσσεια ιλύς προς απόρριψη	m ³ /d	10,9	10,2	12,6	11,8	14,6	13,6
	KgSS/d	108,9	101,7	126,0	117,6	145,8	136,2
Ελάχιστη Παροχευτικότητα αντλιών	m³/hr	1,8	1,7	2,1	2,0	2,4	2,3

Για λόγους απλότητας κατασκευής και λειτουργίας θα [ροβλεφθεί κοινό αντλιοστάσιο ιλύος, όπου θα τοποθετηθούν **τρεις (3) υποβρύχιες αντλίες** παροχής 30m³/hr σε κατάλληλο μανομετρικό έकाστη. Εξ αυτών, η μία θα καλύπτει τις ανάγκες ανακυκλοφορίας λάσπης, η δεύτερη τις ανάγκες απόρριψης περίσσειας λάσπης και η τρίτη θα αποτελεί (κοινή) **εφεδρεία**.

Ο ελάχιστος ενεργός όγκος ενός αντλιοστασίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = \sum_i \frac{0,9 \times Q_i}{z}$$

όπου i : 1 έως n

n : ο αριθμός των ενεργών αντλιών του αντλιοστασίου

V : ο ελάχιστος ενεργός όγκος σε m^3

Q_i : η παροχή της i αντλίας σε l/s

z : ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα ($\leq 10/hr$, Διεθνείς Προδιαγραφές)

Με ελάχιστη παροχή έκαστης (κύριας) αντλίας της τάξης των $Q_i=8,33l/s$ ($30m^3/hr$) προκύπτει ότι ο ελάχιστος απαιτούμενος ωφέλιμος (λειτουργικός) όγκος του υγρού θαλάμου στο αντλιοστάσιο ιλύος πρέπει να είναι της τάξης των $1,6m^3$:

Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου που περιλαμβάνει υγρό θάλαμο αντλιών

Μήκος : 2,80m

Πλάτος : 1,20m

Μέγιστο βάθος υγρών : 4,10m

δηλαδή ο (μέγιστος) ωφέλιμος όγκος του είναι της τάξης των $13,8m^3$

Ως προαναφέρεται, θα τοποθετηθούν στο αντλιοστάσιο τρεις (3) **υποβρύχιες αντλίες** (1 εφεδρεία) παροχής της τάξης των $30m^3/hr$ σε κατάλληλο μανομετρικό έκαστη, για την ανακυκλοφορία ή/και την απόρριψη της περίσσειας ιλύος.

Η εγκατάσταση κάθε συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από **ανοξείδωτο χάλυβα**. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν του αντλιοστασίου, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό

Εντός του αντλιοστασίου κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από **ανοξείδωτο χάλυβα** που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό. Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

4.4. Μονάδα απολύμανσης – Έργα διάθεσης

4.4.1. Μετρητής παροχής εξόδου

Τα λύματα μετά την έξοδο τους από τη διεργασία καθίζησης θα διέρχονται από διάταξη μέτρησης της παροχής εξόδου σε **στένωση τύπου Parshall** με χρήση αισθητηρίου υπερήχων ανάντη της μονάδας απολύμανσης.

Η διάταξη της στένωσης διαστασιολογείται **εξ' αρχής για τη Β' Φάση (40ετία)**, ήτοι για την παροχή του Α/Σ αρχικής ανύψωσης της τάξης των 60m³/hr (16,67lt/s) πλέον προσαύξησης 25% [1], [4], [14], ήτοι $\approx 75\text{m}^3/\text{hr}$ ($\approx 20,83\text{lt}/\text{sec}$).

Ο υπολογισμός των απωλειών για ροή διαμέσου στένωσης Parshall γίνεται από τη σχέση :

$$Q = k \cdot \Delta h^n$$

όπου Q : η παροχή (m³/sec)

k, n : συντελεστές εξαρτώμενοι από το πλάτος της στένωσης (βλ ακόλουθο πίνακα)

Δh : βάθος υγρού ανάντη της στένωσης (m).

ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΕΝΩΣΗΣ		minQ	maxQ	k	n
inch	mm	l/s	l/s	-	-
1	25,4	0,09	5,4	0,0604	1,55
2	50,8	0,18	13,2	0,1207	1,55
3	76,2	0,77	32,1	0,1771	1,55
6	152,4	1,50	111,0	0,3812	1,58
9	228,6	2,50	251,0	0,5354	1,53
12	304,8	3,32	457,0	0,6906	1,522
18	457,2	4,80	695,0	1,056	1,538

Με βάση τις Διεθνείς προδιαγραφές, το πλάτος της στένωσης για την ονομαστική παροχή των 20,83lt/sec πρέπει να' ναι της τάξης των 76,20cm (3in), ωστόσο **για λόγους ασφαλούς διαστασιολόγησης** λαμβάνεται πλάτος στένωσης της τάξης των 15,24cm (**6in**).

Για την αξιοπιστία της μέτρησης η αρχή της στένωσης τοποθετείται σε ευθύγραμμη απόσταση τουλάχιστον 10b από την αρχή της διώρυγας, όπου b το πλάτος της διώρυγας (Διεθνείς Προδιαγραφές), ήτοι για b=0,4m το ελάχιστο μήκος καναλιού ανάντη της στένωσης υπολογίζεται σε 4,0m.

Το κανάλι μέτρησης σχεδιάζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης αποστράγγιση του σε συνθήκες μηδενικής παροχής και θα φέρει στη στέψη του αφαιρετά καλύμματα από μπακλαβαδωτή λαμαρίνα ώστε να είναι προσπελάσιμο.

4.4.2. Χλωρίωση

Η μέση συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στα ανεπεξέργαστα λύματα λαμβάνεται ίση με :

$$\text{Colif}_{\text{in}} = 100 \times 10^6 \text{ TC}/100\text{ml}$$

ενώ κατά τη συμβατική βιολογική επεξεργασία θεωρείται ότι επιτυγχάνεται μείωση του μικροβιακού φορτίου κατά $2,0 \log_{10}$ [17] κι επομένως ο αριθμός των κολοβακτηριδίων πριν το στάδιο της απολύμανσης εκτιμάται περίπου σε $10^5 \text{ TC}/100\text{ml}$

Μετά το στάδιο απολύμανσης, η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων απαιτείται να μην υπερβαίνει τα $20 \text{ TC}/100\text{ml}$. Συνεπώς, η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον

$$N_0/N \simeq 5000$$

όπου N_0 : αρχική συγκέντρωση βακτηριδίων ($\text{Colif}_{\text{eff}}$)

N : τελική συγκέντρωση βακτηριδίων

Το ιδεατό μοντέλο για απολύμανση ακολουθεί κινητική εξίσωση πρώτης τάξης

$$t = 1/k \ln (N_0/N)$$

K : σταθερά απενεργοποίησης

t : χρόνος έκθεσης, min

Η συγκέντρωση C του υπολειμματικού χλωρίου, δίνεται από τον τύπο

$$N/N_0 = (1 + 0,23 \times C \times t)^{-3}$$

ενώ η απαιτούμενη δόση C_0 χλωρίου σε mg/l, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων, δίνεται από τον τύπο

$$C_0 = C / (0,7 \times e^{-0,003t})$$

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές, η μονάδα διαστασιολογείται με ελάχιστο χρόνο παραμονής 30min για την παροχή αιχμής, ήτοι ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος για την αναμενόμενη ωριαία παροχή (σ.σ. παροχή A/Σ αρχικής ανύψωσης) της τάξης των $60\text{m}^3/\text{hr}$ εκτιμάται σε $V_1 \geq 30\text{m}^3$

Προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής μαιανδρικής ροής τεσσάρων (4) καναλιών εκ των οποίων τα πρώτα τρία (3) είναι διαστάσεων $9,00 \times 0,80 \times 1,20\text{m}$ ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμου όγκου της τάξης των $8,64\text{m}^3$ έκαστο και το τελευταίο είναι διαστάσεων $7,25 \times 0,80 \times 1,20\text{m}$ ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμου όγκου $6,96\text{m}^3$. Ο λόγος μήκος / πλάτος διαδρομής ανέρχεται σε $(3 \times 9,00 + 7,25) / 0,80 = 42,8 (>40 / 1, \text{ Διεθνείς Προδιαγραφές})$.

Η χωρητικότητα της δεξαμενής απολύμανσης θα είναι της τάξης των **$32,9\text{m}^3$** εξασφαλίζοντας χρόνο παραμονής για την παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή A/Σ αρχικής ανύψωσης) των $60\text{m}^3/\text{hr}$ της τάξης των **$32,9\text{min}$** .

Κατάντη του τελευταίου καναλιού της δεξαμενής χλωρίωσης, κατασκευάζεται τμήμα διαστάσεων $1,50 \times 0,80 \times 1,20\text{m}$ ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμου όγκου **$1,44\text{m}^3$** που θα χρησιμοποιηθεί για την αποχλωρίωση της επεξεργασμένης απορροής.

Βάση Διεθνών Προδιαγραφών πρέπει να αποκλείεται η χλωρίωση ανεπεξέργαστων ή ημιεπεξεργασμένων λυμάτων. Για το λόγο αυτό ολόκληρη η μονάδα απολύμανσης θα δύναται, με κατάλληλο **χειρισμό θυροφραγμάτων**, να παρακαμφθεί προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ.

Με βάση τα ανωτέρω, η συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου υπολογίζεται για τη φάση σχεδιασμού (Β' Φάση) και την πραγματική παροχή αιχμής των 16,67lt/s (60m³/hr) σε $C \approx 2,1\text{mg/l}$, ενώ η απαιτούμενη δόση υπολογίζεται σε $C_o \approx 3,4 \text{ mg/l}$ και η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου εκτιμάται σε $\approx 201\text{gr/hr}$

Με περιεκτικότητα του δ/τος NaOCl σε χλώριο 14% η απαιτούμενη ποσότητα για την πραγματική ωριαία παροχή είναι της τάξης των 1,4lt/hr και η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος NaOCl εκτιμάται περίπου σε 10,6lt/d (40ετία). Οι σχετικοί υπολογισμοί επαναλαμβάνονται για όλες τις φάσεις του έργου και παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ημερήσια παροχή σχεδιασμού	m ³ /ημ	346,9	346,9	390,3	390,3	439,1	439,1
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m ³ /ημ	351,0	350,8	395,0	394,7	444,6	444,2
Παροχευετικότητα αντλιών αρχικής ανύψωσης	m ³ /h	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ							
Κολοβακτηριοειδή στην είσοδο της απολύμανσης, N _o	/100ml	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Κολοβακτηριοειδή στην έξοδο της απολύμανσης, N	/100ml	20	20	20	20	20	20
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ							
Απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριοειδών, N _o /N	-	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος στην παροχή αιχμής (παροχή Α/Σ ανύψωσης)	m ³	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Μονάδες σε λειτουργία	-	1	1	1	1	1	1
Χωρητικότητα μονάδας, V	m ³	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9
Χρόνος παραμονής στην παροχή αιχμής (παροχή Α/Σ ανύψωσης), t	min	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9
Απαιτούμενη δόση NaOCl, C _o	mg/lt	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου, C	mg/lt	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Ποσότητα διαλύματος NaOCl	gr/hr	201	201	201	201	201	201
	lt/hr	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	lt/d	8,4	8,4	9,5	9,5	10,7	10,6
Ελάχιστη δυναμικότητα δοσομέτρησης για την προσθήκη ενεργού χλωρίου 8mg/l για την παροχή αιχμής (παροχή Α/Σ ανύψωσης)	lt/hr	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4

⁽¹⁾ έξοδος δεξ καθίζησης

Για τη δοσομέτρηση του απολυμαντικού μέσου θα χρησιμοποιηθεί ζεύγος δοσομετρικών αντλιών (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής 0 – 6L/hr έκαστη έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται οι ανάγκες της εγκατάστασης για όλες τις φάσεις λειτουργίας του έργου ακόμη και για την προσθήκη ενεργού χλωρίου της τάξης των 8mg/lit για την παροχή αιχμής [17]

Το υποχλωριώδες νάτριο θα μεταφέρεται σε διάλυμα περίπου 14% και θα αποθηκεύεται σε **δεξαμενή αποθήκευσης** ωφέλιμου όγκου 500lit από κατάλληλο υλικό (γραμμικό πολυαιθυλένιο).

Η δεξαμενή θα φέρει στόμιο πλήρωσης, στόμιο και δικλείδα εκκένωσης, κάλυμμα ασφαλείας και **διακόπτες στάθμης** για την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών και την αναγγελία παραγγελίας διαλύματος.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης και το συγκρότημα αποθήκευσης διαλύματος θα εγκατασταθούν σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης που θα διαθέτει επαρκή μηχανικό εξαερισμό για 5 αλλαγές / ώρα. Στους χώρους παρασκευής διαλυμάτων και κοντά στις δεξαμενές θα υπάρχουν παροχές καθαρού νερού για άμεση πλήυση σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής.

4.4.3. Αποχλωρίωση

Επειδή υπάρχει η περίπτωση με τη χρήση χλωρίου να δημιουργηθούν προβλήματα στον υδάτινο αποδέκτη, είτε άμεσα στις διάφορες μορφές ζωής, είτε έμμεσα με το σχηματισμό οργανοχλωριούχων ενώσεων, επιβάλλεται να ακολουθεί η αποχλωρίωση των χλωριωμένων λυμάτων πριν τη διάθεση τους στον αποδέκτη. Η ποσότητα του αποχλωριωτικού μέσου θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε η ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου στα επεξεργασμένα λύματα να είναι της τάξης των $\leq 0,5\text{mg/l}$.

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές, ο θάλαμος αποχλωρίωσης πρέπει να παρέχει χρόνο παραμονής τουλάχιστον 1min για την ωριαία παροχή αιχμής σχεδιασμού ($60\text{m}^3/\text{hr}$, παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης). Επομένως, ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος υπολογίζεται σε $\approx 1,0\text{m}^3$

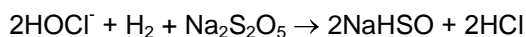
Ως αναφέρεται ανωτέρω, κατόπιν του τελευταίου καναλιού της δεξαμενής χλωρίωσης, κατασκευάζεται τμήμα διαστάσεων $1,50 \times 0,80 \times 1,20\text{m}$ ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμου όγκου $1,44\text{m}^3$ που θα χρησιμοποιηθεί για την αποχλωρίωση της επεξεργασμένης απορροής, εξασφαλίζοντας χρόνο παραμονής για την παροχή των $60\text{m}^3/\text{hr}$ της τάξης των $1,4\text{min}$.

Τα λύματα θα εξέρχονται από τη δεξαμενή χλωρίωσης προς τη μονάδα αποχλωρίωσης μέσω υποβρύχιας οπής.

Δοσομέτρηση διαλύματος αποχλωριωτικού [1], [2], [3], [4], [14], [17]

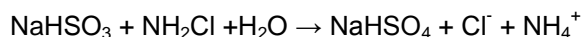
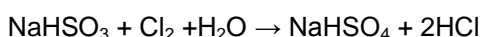
Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα αποχλωριωτικά μέσα για την απομάκρυνση υπολειμματικού χλωρίου από επεξεργασμένα υγρά απόβλητα είναι το αέριο SO_2 , τα κρυσταλλικά άλατα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ και $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ καθώς και το υδατικό διάλυμα NaHSO_3 .

Με την προσθήκη διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου (μετα-bisulfite) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, η δέσμευση του OCI^- επιτυγχάνεται σύμφωνα με την αντίδραση :



Η απαιτούμενη δόση είναι $1,34 : 1$, ενώ στη διεθνή πρακτική χρησιμοποιείται η σχέση $1,5 : 1$

Με την προσθήκη διαλύματος όξινου θειώδους νατρίου (διθειώδες νάτριο – bisulfite) NaHSO_3 πραγματοποιούνται οι κάτωθι αντιδράσεις :



Η βέλτιστη δόση είναι $1,46\text{mg NaHSO}_3$ για κάθε mg/l υπολειμματικού χλωρίου [1], [14]

Παρόμοιες αντιδράσεις παρατηρούνται και με τις δι- και τρι-χλωροαμίνες. Με γνώμονα την ευκολία και την απλότητα λειτουργίας, χειρισμών και ρύθμισης της διαδικασίας καθώς και τη μείωση των λειτουργικών δαπανών του έργου επιλέγεται για την αποχλωρίωση των χλωριωμένων λυμάτων η χρησιμοποίηση υδατικού διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου (μετα-bisulfite) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

Οι παραπάνω αντιδράσεις είναι ταχύτατες (σχεδόν ακαριαίες) και έτσι θεωρητικά δεν απαιτείται κάποιος ιδιαίτερος όγκος επαφής με το αποχλωριωτικό μέσο.

Για την πραγματική παροχή αιχμής (σ.σ. παροχή Α/Σ αρχικής ανύψωσης) των 60m³/hr (16,67lt/s) και χρόνο παραμονής 32,9min στην ανάντη δεξαμενή χλωρίωσης, η συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου έχει υπολογιστεί ανωτέρω σε C = 2,1mg/lt, οπότε για (ελάχιστη) επιθυμητή συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου στην απορροή της τάξης των **0,5mg/lt**, η συγκέντρωση χλωρίου προς απομάκρυνση υπολογίζεται σε 1,6mg/lt, ήτοι περίπου 98g/hr Συνεπώς, απαιτούνται \approx 146g/hr Na₂S₂O₅ σε στερεά μορφή. Το Na₂S₂O₅ θα παραλαμβάνεται σε υδατικό διάλυμα περιεκτικότητας 40% σε Na₂S₂O₅, συνεπώς η απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος για την παροχή σχεδιασμού θα είναι της τάξης των 0,4lt/hr:

Η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος, για την πραγματική ημερήσια παροχή σχεδιασμού της Β' Φάσης υπολογίζεται περίπου σε 2,7lt/d. Οι σχετικοί υπολογισμοί επαναλαμβάνονται για όλες τις φάσεις του έργου και παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα	20ετία		40ετία		
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ημερήσια παροχή σχεδιασμού	m³/ημ	346,9	346,9	390,3	390,3	439,1	439,1
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m³/ημ	351,0	350,8	395,0	394,7	444,6	444,2
Παροχετευτικότητα αντλιών αρχικής ανύψωσης	m³/h	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ							
Χρόνος παραμονής στην αιχμή	min	1	1	1	1	1	1
Συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου στην είσοδο, C	mg/lt	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου στην απορροή	mg/lt	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Συγκέντρωση διαλύματος Na₂S₂O₅	%	40	40	40	40	40	40
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ							
Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος στην παροχή αιχμής (παροχή Α/Σ ανύψωσης)	m³	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Μονάδες σε λειτουργία	-	1	1	1	1	1	1
Χωρητικότητα μονάδας, V	m³	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Χρόνος παραμονής στην παροχή αιχμής (παροχή Α/Σ ανύψωσης), t	min	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Υπολειμματικό χλώριο προς απομάκρυνση	mg/lt	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	gr/hr	98	98	98	98	98	98
Απαίτηση σε Na₂S₂O₅	gr/hr	146	146	146	146	146	146
Ποσότητα διαλύματος Na₂S₂O₅	lt/hr	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	lt/d	2,1	2,1	2,4	2,4	2,7	2,7
	kg/d	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
Ελάχιστη δυναμικότητα δοσομέτρησης για την αποχλωρίωση 5mg/l υπολ χλωρίου για την παροχή αιχμής	lt/hr	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7

⁽¹⁾ έξοδος δεξ καθίζησης

Για τη δοσομέτρηση του αποχλωριωτικού διαλύματος θα χρησιμοποιηθεί ζεύγος δοσομετρικών αντλιών (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής 0 – 6L/hr έκαστη έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται οι ανάγκες της εγκατάστασης για όλες τις φάσεις λειτουργίας του έργου ακόμη και για την αποχλωρίωση της τάξης των 5mg/lit υπολειμματικού χλωρίου για την παροχή αιχμής [17]

Το αποχλωριωτικό θα μεταφέρεται σε υδατικό διάλυμα περίπου 40% και θα αποθηκεύεται σε δεξαμενή αποθήκευσης ωφέλιμου όγκου 200lt από κατάλληλο υλικό (γραμμικό πολυαιθυλένιο).

Η δεξαμενή φέρει στόμιο πλήρωσης, στόμιο και δικλείδα εκκένωσης, κάλυμμα ασφαλείας και **διακόπτες στάθμης** για την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών και την αναγγελία παραγγελίας διαλύματος.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης και το συγκρότημα αποθήκευσης διαλύματος θα εγκατασταθούν σε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης που θα διαθέτει επαρκή μηχανικό εξαερισμό για 5 αλλαγές / ώρα. Στους χώρους παρασκευής διαλυμάτων και κοντά στις δεξαμενές θα υπάρχουν παροχές καθαρού νερού για άμεση πλήρωση σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρροής.

Το διάλυμα θα εγχέεται σε τέτοια θέση ώστε η ανάμιξη του αποχλωριωτικού μέσου με τα επεξεργασμένα λύματα να είναι ακαριαία και πλήρης. Για την υποβοήθηση της ανάμιξης, θα τοποθετηθεί **αναμίκτης**, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ισχύς ανάδευσης $>40W/m^3$ (Διεθνείς Προδιαγραφές), δηλαδή η προσδιόδμενη ισχύς πρέπει να είναι τουλάχιστον 60W

Περαιτέρω, η ισχύς ανάδευσης με κατακόρυφο αναμίκτη δύναται να υπολογιστεί και από την εξίσωση Camp and Stein :

$$P = G^2 \times \mu \times V$$

όπου	P	: ισχύς ανάδευσης (w)
	G	: gradient ταχύτητας ($100-600sec^{-1}$)
	μ	: κινηματικό ιξώδες ($1,6 \times 10^{-3}Ns/m^2$)
	V	: όγκος δεξαμενής (m^3)

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, επιλέγεται να τοποθετηθεί εντός του φρεατίου ένας (1) **αναδευτήρας κατακόρυφου άξονα** ισχύος (στον άξονα) 0,37kW ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη δύναμη ώθησης για την ανάμιξη του υγρού.

4.4.4. Φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας & Αγωγός διάθεσης

Από τη δεξαμενή αποχλωρίωσης, τα επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας της ΕΕΛ, όπου καταλήγει και το δίκτυο by pass, για να διατεθούν στη συνέχεια στον αποδέκτη μέσω κλειστού αγωγού PVC Φ200 6atm.

4.5. Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος

Η περίσσεια λάσπη θα οδηγείται μέσω των αντλιών περίσσειας προς **δεξαμενή αποθήκευσης** απ' όπου θα αντλείται περιοδικά προς μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση για περαιτέρω συμπύκνωση και μείωση του όγκου της μέχρι και την τελική της διάθεση.

Θεωρείται **μέγιστος εβδομαδιαίος χρόνος λειτουργίας τεσσάρων (4) ημερών** για την κατάντη μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης, οπότε η ποσότητα περίσσειας λάσπης που δέχεται η δεξαμενή τις ημέρες αργίας για τη δυσμενέστερη περίπτωση της Φάσης σχεδιασμού (Β' Φάση, χειμώνας) εκτιμάται σε $\approx 25\text{m}^3$

Λαμβάνοντας φόρτιση στερεών της τάξης $\leq 30\text{kgSS/m}^2 \text{ d}$ (Διεθνείς Προδιαγραφές), η απαιτούμενη επιφάνεια εκτιμάται σε $3\text{d} \times 83,3 \text{ kgSS/d} / 30\text{kgSS/m}^2 \text{ d} \geq 8,3\text{m}^2$ για τη Φάση σχεδιασμού.

Επιλέγεται η κατασκευή δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα, ορθογωνικής κάτοψης με πλάκα οροφής και ανθρωποθυρίδες επίσκεψης με διαστάσεις :

Μήκος	: 5,00m
Πλάτος	: 2,50m
Ωφέλιμο βάθος υγρών	: 3,00m (ανώτατη – κατώτατη στάθμη αναρρόφησης αντλιών)
Βάθος υγρών (ολικό)	: 3,50m

δηλαδή, η συνολική χωρητικότητα του υγρού θαλάμου θα είναι της τάξης των $43,8\text{m}^3$ και ο λειτουργικός (ρυθμιστικός) όγκος της τάξης των $37,5\text{m}^3$ έτσι, ώστε να **καλύπτονται εξ' αρχής και οι ανάγκες της Β' Φάσης** (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση) καθώς εξασφαλίζεται χρόνος παραμονής για την περίσσεια λάσπη της τάξης των **4,5d**. Η δεξαμενή θα φέρει υπερχειλίση υψηλής στάθμης που θα συνδέεται με το δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ.

Οι σχετικοί υπολογισμοί επαναλαμβάνονται για όλες τις φάσεις του έργου και παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ποσότητα ιλύος προς επεξεργασία, ΔΧολ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Ποσότητα λάσπης	m ³ /ημ	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
Ελάχιστος Υδραυλικός χρόνος παραμονής	d	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Μέγιστη φόρτιση στερεών	kg/m ² .d	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Ελάχιστος όγκος δεξαμενής	m ³	18,7	17,4	21,6	20,2	25,0	23,3
Ελάχιστη επιφάνεια δεξαμενής	m ²	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ							
Μονάδες σε λειτουργία	-	1	1	1	1	1	1

Μήκος δεξαμενής	m	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Πλάτος δεξαμενής	m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Ύψος υγρών (ολικό)	m	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Ωφέλιμο ύψος υγρών (start - stop αντλιών)	m	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Χωρητικότητα δεξαμενής (ολική)	m ³	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8
Χωρητικότητα δεξαμενής (ωφέλιμη)	m ³	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Φόρτιση στερεών	kg/m ² .d	14,9	13,9	17,3	16,1	20,0	18,7
Χρόνος παραμονής περίσσειας ιλύος	d	6,0	6,5	5,2	5,6	4,5	4,8

Ανάδευση – αερισμός δεξαμενής

Στην υπό μελέτη ΕΕΛ προβλέπεται (διακριτή) μονάδα βιολογικής αποφωσφόρωσης και ως εκ τούτου αναμένεται απομάκρυνση του φωσφόρου με την περίσσεια λάσπης. Προκειμένου να αποφευχθεί η επαναδιαλυτοποίηση του φωσφόρου στη δεξαμενή (προσωρινής) αποθήκευσης λάσπης κρίνεται σκόπιμο να προβλεφθεί (εκτός από ανάμιξη) και ο αερισμός της δεξαμενής, ώστε να μην επιστρέφει ο φώσφορος στην ΕΕΛ μέσω του δικτύου στραγγιδίων. Επιπλέον, ο αερισμός κρίνεται σκόπιμος ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία σπηττικών συνθηκών και φαινόμενα κατακάθισης λόγω του μεγάλου χρόνου παραμονής της ιλύος στη δεξαμενή.

Ο αέρας που θα προσδίδεται πρέπει να' ναι $> 1,5\text{Nm}^3/\text{m}^3$ δεξ hr [17], απαιτούνται δηλαδή κατ' ελάχιστον $65,6\text{Nm}^3/\text{hr}$

Περαιτέρω, για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ανάδευσης στη δεξαμενή με την έγχυση αέρα στον πυθμένα, το τυρβώδες που προκαλείται από την άνοδο των φυσαλίδων πρέπει να προκαλεί την ικανοποιητική ανάμιξη του υγρού περιεχομένου ($\geq 10\text{W}/\text{m}^3$ δεξ, Διεθνείς προδιαγραφές).

Στην πνευματική ανάμιξη ισχύει [1], [14] :

$$P_c = k \times Q_a \times I_n \left(\frac{h + 10,33}{10,33} \right)$$

όπου P_c : η προσδιδόμενη ισχύς (kW)

k : σταθερά (1,689)

Q_a : η παροχή αέρα (m^3/min)

h : η πίεση κατάθλιψης (m)

Συνεπώς, για την ελάχιστη απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης, η απαίτηση αέρα εκτιμάται σε $Q_a \geq 54\text{m}^3/\text{hr}$. Προβλέπεται να τοποθετηθεί εντός της δεξαμενής ένας (1) **υποβρύχιος οξυγονωτής** (jet aerator) με παροχή αέρα της τάξης των $75\text{m}^3/\text{hr}$, έτσι ώστε να (υπερ)καλύπτονται οι απαιτήσεις αερισμού και ανάδευσης των υγρών στη δεξαμενή. Προκειμένου να εξασφαλίζεται **εφεδρεία** στο σύστημα οξυγόνωσης (π.χ. σε περίπτωση βλάβης της αντλίας), προβλέπεται να παραδοθεί μια όμοια αντλία στην αποθήκη.

Ο οξυγονωτής θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν της δεξαμενής, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτήν.

4.6. Μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος

4.6.1. Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας ιλύος

Θεωρείται **4ημερη εβδομαδιαία** και **6ωρη ημερήσια** λειτουργία της γραμμής επεξεργασίας λάσπης (μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση), ήτοι **24ωρη εβδομαδιαία** λειτουργία για όλες τις φάσεις του έργου, η τροφοδότηση της οποίας θα γίνεται μέσω αντλιών από τη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, εκτιμώνται οι απαιτήσεις άντλησης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ποσότητα ιλύος προς επεξεργασία, ΔΧολ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Ποσότητα λάσπης	m ³ /ημ	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ							
Ημέρες τροφοδοσίας	d/w	4	4	4	4	4	4
Ώρες λειτουργίας	hr/d	6	6	6	6	6	6
Ιλύς προς μηχανική πάχυνση - αφυδάτωση	m ³ /d	10,9	10,2	12,6	11,8	14,6	13,6
	KgSS/d	108,9	101,7	126,0	117,6	145,8	136,2
Ελάχιστη Παροχευετικότητα αντλιών	m ³ /hr	1,8	1,7	2,1	2,0	2,4	2,3

Η τροφοδότηση της μονάδας μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης θα πραγματοποιείται από δύο (2) αντλίες ελικοειδούς ρότορα (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής δυναμικότητας τουλάχιστον έως 4m³/hr έκαστη έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου.

Θα προβλέπεται η τοποθέτηση οργάνου ένδειξης πίεσης και προστασίας έναντι της υπερπίεσης στην κατάθλιψη και διακόπτη προστασίας από την εν ξηρώ λειτουργία στην αναρρόφηση, ενώ για κάθε αντλία θα προβλέπονται δικλείδες απομόνωσης στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη.

Οι αντλίες τροφοδοσίας της μονάδας μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης θα είναι λειτουργικά μανδλωμένες με τα υπόλοιπα μηχανήματα της γραμμής λάσπης, έτσι ώστε η εκκίνησή τους να γίνεται αφού έχουν ξεκινήσει όλα τα μηχανήματα κατάντη αυτών.

4.6.2. Μηχανική πάχυνση – αφυδάτωση ιλύος

Φυγοκεντρικός διαχωριστής

Η ιλύς από τη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος θα καταλήγει σε φυγοκεντρικό συγκρότημα αφυδάτωσης. Οι παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας, καθορίζονται ως κάτωθι [1], [2], [3], [4], [14], [17] :

Συγκέντρωση ιλύος προς επεξεργασία	[%]	$\approx 1,0$
Συγκέντρωση αφυδατωμένης ιλύος	[%]	$\geq 18,0$
Συγκράτηση στερεών (με χημική υποβοήθηση)	[%]	$\geq 95,0\%$
Κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη	[gr/kg DS]	$\leq 10,00$

Για το χειμώνα της Β Φάσης σχεδιασμού (δυσμενέστερη περίπτωση) έχει εκτιμηθεί

Ιλύς προς επεξεργασία $145,8 \text{ kg} / \text{d} (24,3 \text{ kg} / \text{hr})$

Πυκνότητα στερεών στην ιλύ προς επεξεργασία $C_s \approx 10 \text{ kg/m}^3$

Όγκος ιλύος προς επεξεργασία $\frac{145,8 \text{ kg} / \text{d}}{10 \text{ kg} / \text{m}^3} = 14,6 \text{ m}^3 / \text{d} \approx 2,4 \text{ m}^3 / \text{hr}$

Επιλέγεται **φυγόκεντρο** δυναμικότητας επεξεργασίας τουλάχιστον έως $4 \text{ m}^3/\text{hr}$ έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία υπολογίζεται

Συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη ιλύ $C_f \geq 18\% (180 \text{ kg/m}^3)$

Συγκράτηση στερεών $\geq 95\%$ με χημική υποβοήθηση

Όγκος αφυδατωμένης ιλύος $V_{\alpha\phi} = 0,95 \times 145,8 / 180 \approx 0,8 \text{ m}^3/\text{d}$

ενώ ο όγκος των στραγγιδίων εκτιμάται σε

$$V_{\sigma\tau\rho} = V - V_{\alpha\phi} = 14,6 - 0,8 \approx 13,8 \text{ m}^3/\text{d}$$

Αντίστοιχα υπολογίζεται για όλες τις φάσεις του έργου :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	p.e.	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ημέρες λειτουργίας (max)	d/week	4	4	4	4	4	4
Ώρες λειτουργίας (max)	hr/d	6	6	6	6	6	6
	hr/week	24	24	24	24	24	24
Ιλύς προς πάχυνση - αφυδάτωση	m ³ /d	10,9	10,2	12,6	11,8	14,6	13,6
	KgSS/d	108,9	101,7	126,0	117,6	145,8	136,2

Πυκνότητα ιλύος προς πάχυνση - αφυδάτωση (max)	%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ελάχιστη παροχετευτικότητα αντλιών τροφοδοσίας	m³/hr	1,8	1,7	2,1	2,0	2,4	2,3
	KgSS/hr	18,1	16,9	21,0	19,6	24,3	22,7

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Συγκράτηση στερεών (min)	%	95	95	95	95	95	95
Πυκνότητα αφυδατωμένης λάσπης (min)	%	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0

ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗ ΙΛΥΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ

Αφυδατωμένη ιλύς	m ³ /d	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7
Αιωρούμενα στερεά SS	KgSS/d	103,5	96,6	119,7	111,7	138,5	129,4

ΣΤΡΑΓΙΔΙΑ ΠΡΟΣ ΕΠΑΝΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Μέγιστη Ημερ. Παροχή	m ³ /d	10,3	9,6	11,9	11,1	13,8	12,9
Αιωρούμενα στερεά SS	KgSS/d	5,4	5,1	6,3	5,9	7,3	6,8

Δοσομέτρηση – Παρασκευή πολυηλεκτρολύτη

Για την εύρυθμη λειτουργία της μονάδας αφυδάτωσης, θα απαιτηθεί η προσθήκη στερεού πολυηλεκτρολύτη. Με βάση τις οδηγίες έγκυρων κατασκευαστών, το διάλυμα πρέπει να εγχέεται ανάντη της διάταξης, θεωρώντας δόση της τάξης των $\leq 10,0 \text{ kg/tDS}$. Η ποσότητα του πολυηλεκτρολύτη που απαιτείται για (μέγιστη) πυκνότητα λάσπης εισόδου 1,0% (10 kgSS/m^3) υπολογίζεται σε (Β' Φάση, χειμώνας) $\approx 240 \text{ gr/hr}$:

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές, το διάλυμα θα πρέπει να έχει συγκέντρωση 2 – 5gr/lt, ήτοι να περιέχει 2 – 5% ενεργό πολυηλεκτρολύτη (η εμπορική του μορφή είναι σε σκόνη). Ο όγκος του διαλύματος που περιέχει την συγκεκριμένη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη είναι (αραίωση 2%) της τάξης των 120lt/hr:

Αντίστοιχα υπολογίζονται οι απαιτήσεις δοσομέτρησης για όλες τις φάσεις του έργου :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	p.e.	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
---------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ - ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

Απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη (max)	gr/kgDS	10	10	10	10	10	10
	gr/hr	181	169	210	196	240	227
Συγκέντρωση διαλύματος εργασίας	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ποσότητα δοσομέτρησης	lt/hr	90,7	84,7	105,0	98,0	120,0	113,5

Επιλέγονται δύο (2) **αντλίες ελικοειδούς ρότορα** (1 εφεδρεία) ρυθμιζόμενης παροχής δυναμικότητας τουλάχιστον έως 300L/hr έκαστη έτσι, ώστε να (υπερ)καλύπτονται εξ' αρχής οι ανάγκες της εγκατάστασης για κάθε φάση λειτουργίας του έργου.

Θα προβλέπεται η τοποθέτηση οργάνου ένδειξης πίεσης και προστασίας έναντι της υπερπίεσης στην κατάθλιψη και διακόπτη προστασίας από την εν ξηρώ λειτουργία στην αναρρόφηση, ενώ για κάθε αντλία θα προβλέπονται δικλείδες απομόνωσης στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη.

Παρασκευή διαλύματος πολυηλεκτρολύτη

Για την παρασκευή του διαλύματος θα εγκατασταθεί μονάδα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη. Θα προβλεφθεί ένα συγκρότημα παρασκευής – αποθήκευσης πολυηλεκτρολύτη, με χοάνη αποθήκευσης από **ανοξειδωτο χάλυβα** με τρία (3) εν σειρά διαμερίσματα συνολικής χωρητικότητας 1000L που θα παρέχουν επαρκή χρόνο παραμονής για την ωρίμανση του διαλύματος.

Η μονάδα θα διαθέτει αυτόνομο ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου, ο οποίος παρέχει τον αναγκαίο αυτοματισμό για την λειτουργία του συγκροτήματος. Θα διαθέτει κεντρικό διακόπτη, φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας-βλάβης όλων των λειτουργιών του συγκροτήματος, επαφές για την διακοπή λειτουργίας των αντλιών δοσομέτρησης όπως και για την μετάδοση σήματος βλάβης στον κεντρικό πίνακα ελέγχου.

Διάταξη κροκίδωσης

Ανάντη του συγκροτήματος αφυδάτωσης, θα προβλέπεται ειδική διάταξη ανάμειξης της τροφοδοτούμενης ιλύος με το διάλυμα πολυηλεκτρολύτη στην είσοδο του φυγοκεντρητή.

Διακίνηση αφυδατωμένης πίτας

Η διακίνηση της αφυδατωμένης πίτας θα είναι αυτοματοποιημένη με τη χρήση **κοχλιομεταφορέα**. Το σύστημα θα είναι ηλεκτρικά μανδαλωμένο με τη διάταξη αφυδάτωσης, με χρονική υστέρηση παύσης σε σχέση με αυτήν. Η λειτουργία του θα ρυθμίζεται από το PLC. Επιπλέον θα υπάρχει η δυνατότητα τοπικού χειρισμού μέσω επιλογικού διακόπτη, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας.

Ο κοχλίας θα απορρίπτει την πίτα παραπλεύρως του κτιρίου αφυδάτωσης σε **κλειστό** εξαεριζόμενο χώρο αποθήκευσης και σε ικανό ύψος, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απευθείας φόρτωση σε ειδικά δοχεία.

4.6.3. Διαχείριση στραγγιδίων

Κατά τη λειτουργία της ΕΕΛ παράγονται στραγγίδια που οδηγούνται προς επανεπεξεργασία στην εγκατάσταση. Οι (κύριες) αναμενόμενες παροχές στραγγισμάτων για τις διάφορες φάσεις λειτουργίας προέρχονται από τη διεργασία πάχυνσης – αφυδάτωσης της ιλύος :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ημέρες λειτουργίας (max)	d/week	4	4	4	4	4	4
Ώρες λειτουργίας (max)	hr/d	6	6	6	6	6	6

ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΑ ΠΡΟΣ ΕΠΑΝΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Παροχή στραγγιδίων	m ³ /d	10,3	9,6	11,9	11,1	13,8	12,9
Αιωρούμενα στερεά SS	KgSS/d	5,4	5,1	6,3	5,9	7,3	6,8
Ελάχιστη παροχευτικότητα	m³/hr	1,7	1,6	2,0	1,9	2,3	2,1

Τα στραγγίδια θα επανατρέπονται διά της βαρύτητας στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης προς επανεπεξεργασία στην ΕΕΛ.

4.7. Κλίνη ξήρανσης

Για την περίπτωση π.χ. συντήρησης ή βλάβης της μονάδας μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης, θα προβλεφθεί η κατασκευή κλινών ξήρανσης ως **εφεδρεία** για την αφυδάτωση της ιλύος.

Λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή λάσπης στο σύστημα, η αναμενόμενη ποσότητα προς απόρριψη έχει υπολογιστεί για όλες τις φάσεις του έργου ως κάτωθι :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ποσότητα ιλύος προς επεξεργασία, ΔΧολ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Ποσότητα λάσπης	m ³ /ημ	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8

Προτείνεται η κατασκευή μιας (1) **συμβατικής αμμοκλίνης** διαστάσεων 16,0 x 12,0m, επιφανείας 192,0m² που πληρώνεται από στρώμα κροκάλλας 30 – 40cm, χαλικιού 20cm και άμμου 10cm

Θεωρώντας ελεύθερο ύψος h=70cm για την απόθεση της ιλύος, εκτιμάται μέσος χρόνος παραμονής στην κλίνη (Θ_κ) για την αναμενόμενη παραγωγή ιλύος της 40ετίας (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση) της τάξης των 16,1d κι επομένως, με εκτιμώμενο χρόνο παραμονής στην ανάντη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος της τάξης των 4,5d εξασφαλίζεται ελάχιστος **χρόνος εφεδρείας** για τη διαχείριση της λάσπης της τάξης των **20,6d**

Επιπλέον σημειώνεται ότι, η κλίνη ξήρανσης θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την **περαιτέρω ξήρανση** της πίτας που θα εξέρχεται από τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης π.χ. για ελάττωση της υγρασίας της και την ευχερέστερη μεταφορά και διάθεση της σε Χ.Υ.Τ.Α. Λαμβάνοντας υπόψη 4ήμερη εβδομαδιαία παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος της τάξης των 0,8m³/d για το χειμώνα της 40ετίας υπολογίζεται **χρόνος αποθήκευσης** της τάξης των **10,2months**.

Οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται για όλες τις φάσεις του έργου και παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Σήμερα		20ετία		40ετία	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ							
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	ατ	1.577	1.577	1.774	1.774	1.996	1.996
Ποσότητα ιλύος προς επεξεργασία, ΔΧολ	kgSS/d	62,2	58,1	72,0	67,2	83,3	77,8
Ποσότητα λάσπης	m ³ /ημ	6,2	5,8	7,2	6,7	8,3	7,8
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
Επιφανειακή φόρτιση	KgSS/m ² _d	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ελεύθερο Ύψος, h	m	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Ελάχιστη επιφάνεια	m ²	124,5	116,2	144,0	134,4	166,6	155,6

3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Μονάδες σε λειτουργία	-	1	1	1	1	1	1
Μήκος κλίνης	m	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Πλάτος κλίνης	m	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Συνολική επιφάνεια	m	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΩΣ ΕΦΕΔΡΕΙΑ (βλάβη ή συντήρηση μονάδας μηχανικής πάχυνσης - αφυδάτωσης)

Φόρτιση στερεών	kg/m ² .d	0,32	0,30	0,37	0,35	0,43	0,41
Χρόνος παραμονής στις κλίνες	d	21,6	23,1	18,7	20,0	16,1	17,3
Χρόνος παραμονής στη δεξ συλλογής ιλύος	d	6,0	6,5	5,2	5,6	4,5	4,8
Χρόνος εφεδρείας	d	27,6	29,6	23,9	25,6	20,6	22,1

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΩΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ (περαιτέρω αφύγρανση)

Αφυδατωμένη ιλύς ⁽¹⁾	KgSS/d	103,5	96,6	119,7	111,7	138,5	129,4
Χρόνος αποθήκευσης	months	13,6	14,6	11,8	12,6	10,2	10,9

⁽¹⁾ 4ήμερη εβδομαδιαία λειτουργία μονάδας μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης

Η κλίνη θα τροφοδοτείται (σε περιπτώσεις συντήρησης ή βλάβης της μονάδας μηχανικής πάχυνσης–αφυδάτωσης) με απόφαση του χειριστή και κατάλληλο χειρισμό δικλείδων, από τις αντλίες απαγωγής ιλύος που αναρροφούν από τη δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος.

Για την περαιτέρω ξήρανση της λάσπης που θα εξέρχεται από τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης, η πίδα θα αποτίθεται στις κλίνες με μηχανικά μέσα.

Στο στρώμα του χαλικιού θα τοποθετηθούν στραγγιστήριои διάτρητοι αγωγοί PVC Φ160 για την αποστράγγιση των διηθημάτων που θα συλλέγονται σε παράπλευρο φρεάτιο και θα οδηγούνται δια της βαρύτητας μέσω του δικτύου στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία.

Η διάταξη και η κατασκευή των κλινών θα είναι τέτοια που θα επιτρέπει την απομάκρυνση της αφυδατωμένης λάσπης με μηχανικά μέσα (π.χ. JCB).

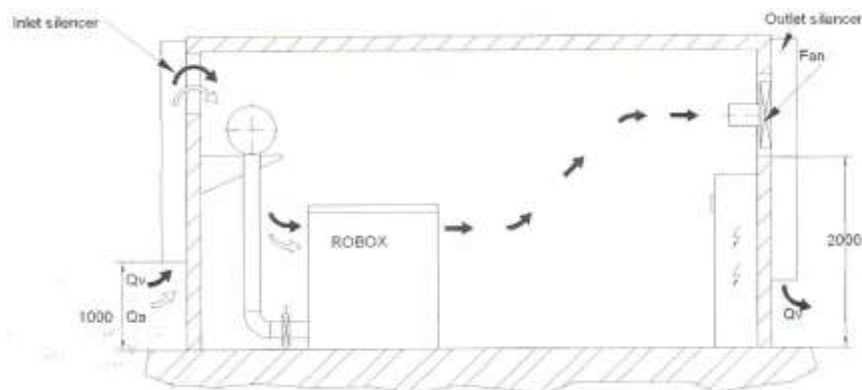
4.8. Διατάξεις εξαερισμού χώρων

Έργα Προεπεξεργασίας Λυμάτων

Οι ενοχλητικές οσμές είναι αποτέλεσμα σήψης των λυμάτων και οφείλονται σε ορισμένα αέρια, κυρίως υδρόθειο (H_2S) και μεθάνιο (CH_4) αλλά και άλλα παρόμοιας φύσεως. Εκτός από την ενόχληση που προκαλούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι και επιβλαβή στην υγεία του εργαζόμενου. Κύρια πηγή δυσοσμίας σε μια ΕΕΛ αποτελούν τα έργα προεπεξεργασίας. Ωστόσο, για την υπό μελέτη ΕΕΛ, προβλέπεται **προκατασκευασμένη (compact)** μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – λιποσυλλογής, η οποία θα είναι συμπαγές **κλειστό** σύστημα βιομηχανικής παραγωγής, κατάλληλο για υπαίθρια εγκατάσταση. Ως εκ τούτου, κρίνεται ότι δεν απαιτείται όποια περαιτέρω πρόβλεψη για τον περιορισμό τυχόν εκλυόμενων οσμών.

Χώρος φυσητήρων

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές έγκυρων κατασκευαστών για τον επαρκή αερισμό χώρων όπου εγκαθίστανται φυσητήρες απαιτείται η τοποθέτηση ανεμιστήρα/ων σε θέση ως κάτωθι



Η απαίτηση εξαερισμού (Q_v) σε m^3/hr υπολογίζεται από το άθροισμα No (kW) των κινητήρων σε ταυτόχρονη λειτουργία πλέον την παροχετευτικότητα αέρα Q , από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_v = 30 \times No + Q$$

κι επομένως για την τελική φάση λειτουργίας (Β' Φάση, 40ετία) απαιτείται παροχετευτικότητα αέρα στο χώρο τουλάχιστον της τάξης των $\geq 940m^3/hr$ έτσι, ώστε η αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου, όταν οι φυσητήρες λειτουργούν στην ονομαστική τους παροχή, να μην υπερβαίνει τους $5^\circ C$ (Διεθνείς Προδιαγραφές).

Λοιποί χώροι

Σε όλους τους λοιπούς χώρους όπου απαιτείται εξαερισμός (π.χ. χώρος αφυδάτωσης – αποθήκευσης λάσπης, χώροι διακίνησης χημικών, χώρος ηλεκτρικών πινάκων – ενέργειας κλπ) προβλέπεται να εγκατασταθούν αξονικοί ανεμιστήρες, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα άμεσου εξαερισμού με ικανότητα εναλλαγής του αέρα τουλάχιστον 5 φορές / ώρα. Ο κάθε ανεμιστήρας θα εκκινεί με απόφαση του χειριστή.

4.9. Παρακαμπτήριες διατάξεις

Για την παράκαμψη επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης π.χ. για λόγους βλάβης, συντήρησης κλπ προβλέπεται :

- **γενική παράκαμψη** της ΕΕΛ ανάντη των έργων προεπεξεργασίας (εσχάρωση – εξάμμωση – λιποσυλλογή) με κατάλληλη χρήση δικλείδων επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών αρχικής ανύψωσης προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ
- παράκαμψη της μηχανοκίνητης εσχάρας των λυμάτων προς την μονάδα εξάμμωσης μέσω διάταξης χειροκαθαριζόμενης εσχάρας, με κατάλληλη διάταξη υπερχείλισης ενσωματωμένης στο προκατασκευασμένο συγκρότημα.
- παράκαμψη της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ με κατάλληλη χρήση δικλείδων επί του κοινού αγωγού απαγωγής των λυμάτων από την έξοδο των έργων προεπεξεργασίας (εσχάρωση – εξάμμωση – λιποσυλλογή) προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ
- παράκαμψη της μονάδας απολύμανσης με κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων προς το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- “Wastewater Engineering, Treatment - Disposal - Reuse”, Eddy & Metcalf [1]
♦♦♦♦
- “Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων”, Γ.Μαρκαντωνάτος [2]
♦♦♦♦
- “Βασικές Αρχές και Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων”, Α. Ι. Στάμος, Ζ. Σ. Βογιατζής [3]
♦♦♦♦
- “Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων”, Α. Ι. Στάμος [4]
♦♦♦♦
- Abwassertechnische Vereinigung A-126 [5]
♦♦♦♦
- Abwassertechnische Vereinigung A-131E [6]
♦♦♦♦
- “Εφαρμοσμένη Υδραυλική”, Ι. Δημητρίου [7]
♦♦♦♦
- “Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης”, Δ. Κουτσογιάννης [8]
♦♦♦♦
- “Design Calculations in Wastewater Treatment ”, F. Wilson [9]
♦♦♦♦
- Water Treatment Handbook, Degremont [10]
♦♦♦♦
- “Environmental Technology”, Α. Adreadakis [11]
♦♦♦♦
- “Τεχνολογία και Διαχείριση υγρών αποβλήτων ΙΙ”, Α. Αϊβαζίδης [12]
♦♦♦♦
- “Δίκτυα Αποχέτευσης & Επεξεργασία Λυμάτων ”, Χ. Τσόγκας [13]
♦♦♦♦
- “Μηχανική Υγρών Αποβλήτων”, G. Tchobanoglous, F. Burton, H. Stensel [14]
♦♦♦♦
- “Οδηγός Λειτουργίας Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων”, Στ. Τραγανίτης, Ι. Σκουμπούρης [15]
♦♦♦♦
- “Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Συντήρησης Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων”, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Δ/ση ΠΕ.ΧΩ. [16]
♦♦♦♦
- “Τυποποιημένα Τεύχη Δημοπράτησης του ΥΠΕΚΑ”, ΑΔΑ : 45Β30-9ΣΕ [17]

ΣΧΕΔΙΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ
ΧΤ-01	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ
ΧΤ-02	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ (PROCESS FLOW & INSTRUMENTATION DIAGRAM)