



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΑΛΚΗΣΤΙΣ- ΘΕΟΔΩΡΑ ΛΕΚΚΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΑΒΒΑΚΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί μια περιγραφή της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της πόλης των Ιωαννίνων.

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστούν τα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μονάδας, να παρουσιαστούν και να αναλυθούν οι παράμετροι που μετρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα και η αποτίμησή τους.

Τέλος γίνεται μια αναφορά στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση υγρών αποβλήτων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους των οποίων η γνώση, η εμπειρία και κυρίως η υποστήριξη σε όλους τους τομείς ήταν απαραίτητη για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κ. Δ. Ταπακούδη, τεχνικό ασφαλείας στην Δ.Ε.Υ.Α.Ιωαννίνων, τον κ. Γ. Τσιμαράκη, Υπεύθυνο του χημείου της μονάδας βιολογικού καθαρισμού, αλλά και όλους τους εργαζόμενους της Δ.Ε.Υ.Α.Ιωαννίνων.

Ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Κ. Σαββάκη για την ανάθεση της παρούσας εργασίας και την βοήθεια που μου προσέφερε στη διάρκεια εκπόνησής της.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την βοήθειά τους στις δυσκολίες κατά την διάρκεια εκπόνησής της εργασίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Λίστα εικόνων.....	6
Λίστα Πινάκων.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1. Επεξεργασία και διαχείριση υγρών αποβλήτων.....	10
1.1 Κατηγορίες υγρών αποβλήτων	10
1.2 Παράμετροι και χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων	11
1.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	12
1.2.1.1 Θερμοκρασία.....	12
1.2.1.2 Οσμή.....	12
1.2.1.3 Χρώμα.....	12
1.2.1.4 Πυκνότητα	12
1.2.1.5 Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά.....	13
1.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	13
1.2.2.1 Πρωτεΐνες	13
1.2.2.2 Υδατάνθρακες	13
1.2.2.3 Οργανικά συστατικά (N και P).....	13
1.2.2.4 Λίπη και Έλαια	14
1.2.2.5 Βαρέα μέταλλα.....	14
1.2.2.6 BOD ₅	14
1.2.2.7 COD.....	15
1.2.2.8 Ολικός Οργανικός Άνθρακας.....	15
1.2.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά	15
2. Συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	16
2.1 Επιδιώξεις από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων	16
2.2 Συστήματα επεξεργασίας για μικρές παροχές.....	17
2.2.1 Συστήματα σηπτικών δεξαμενών ή βόθρων.....	18
2.2.2 Εδαφικά συστήματα.....	18
2.2.3 Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης.....	18
2.2.4 Συστήματα υδρόχαρων φυτών	19
2.2.5 Συστήματα τεχνητών υγροτόπων.....	19
2.2.5.1 Συστήματα Ελεύθερης Επιφάνειας ή Επιφανειακής Ροής (FWS).....	20
2.2.5.2 Συστήματα Υποεπιφανειακής Ροής (SSF).....	20
2.3 Συστήματα επεξεργασίας για μεγάλες περιοχές	21

2.3.1	Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	21
2.3.1.1	Προεπεξεργασία.....	21
2.3.1.2	Πρωτοβάθμια επεξεργασία	22
2.3.1.3	Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	22
2.3.1.4	Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	23
2.3.2	Επεξεργασία και Διάθεση παραγόμενης λάσπης	24
2.3.2.1	Επεξεργασία παραγόμενης λάσπης.....	25
2.3.2.2	Μέθοδοι διαχείρισης παραγόμενης λάσπης	26
3.	Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων	27
3.1	Οδηγία Π.Ο.Υ.....	28
3.2	Κανονισμός Καλιφόρνιας	29
3.3	Κανονισμοί άλλων χωρών εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης	29
3.4	Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης	32
3.5	Το Ισχύον Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα	32
4.	Μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Ιωαννίνων: Περιγραφή, σχεδιασμός , συστήματα ελέγχου λειτουργίας εγκατάστασης, σύστημα διάθεσης ή επαναχρησιμοποίησης.....	33
4.1	ΓΕΝΙΚΑ	33
4.2	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	35
4.3	Ρυπαντικά φορτία	36
4.4	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	38
4.5	ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΠΟΛΗΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	39
5.	Τριτοβάθμια επεξεργασία της εγκατάστασης-Τεχνικές που εφαρμόζονται.....	69
5.1	Απομάκρυνση αζώτου.....	69
5.1.1	Νιτροποίηση.....	69
5.1.2	Απονιτροποίηση	70
5.2	Απομάκρυνση φωσφόρου	71
5.2.1	Χημική απομάκρυνση φωσφόρου	72
5.2.2	Βιολογική αφαίρεση φωσφόρου	73
5.3	Απολύμανση.....	73
5.3.1	Χλωρίωση	74
5.3.2	Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)	74
5.3.3	Όζον	74

6. Βασικές παράμετροι ποιότητας των λυμάτων που μετρούνται, μεθοδολογία μέτρησης, παρουσίαση μετρήσεων για περίοδο ενός έτους, σχολιασμός	76
6.1 Μεθοδολογία Μέτρησης Παραμέτρων Ποιότητας των Λυμάτων.....	77
6.1.1 Μέτρηση BOD ₅	77
6.1.2 Μέτρηση COD.....	78
6.1.3 Μέτρηση Αιωρούμενων στερεών (Suspended Solids – TSS)	78
6.1.4 Μέτρηση Ολικού Αζώτου Kjeldahl (TKN)	79
6.1.5 Μέτρηση Ενώσεων του φωσφόρου (P)	80
6.1.6 Μικροβιολογικές μετρήσεις.....	80
6.2 Παρουσίαση Μετρήσεων για περίοδο ενός έτους	81
6.2.1 Μετρήσεις εισόδου	81
6.2.2 Μετρήσεις εξόδου.....	88
6.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων	96
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97

Λίστα εικόνων

1. ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΕΣ DN 150	40
2. ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ-ΕΣΧΑΡΩΣΗ ΤΩΝ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ	41
3. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΚΟΧΛΙΕΣ)	42
4. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΕΣΧΑΡΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	43
5. ΠΡΕΣΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΣΧΑΡΙΣΜΑΤΩΝ	44
6. ΓΕΦΥΡΑ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΞΑΜΜΩΤΗ	45
7. ΣΑΡΩΣΗ ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΩΝ ΛΙΠΩΝ ΜΕ ΞΕΣΤΑ ΠΡΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΛΙΠΩΝ	46
8. ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ	47
9. ΚΟΧΛΙΕΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	48
10. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	49
11. ΑΓΩΓΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΕΙ ΛΥΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟ ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	50
12. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	50
13. ΜΕΡΗΣΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	52
14. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	54
16. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ	54
16. ΕΝΑΡΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΑΝΤΛΙΑ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	56
17. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗ ΜΕ ΕΜΦΑΝΗ ΤΑ ΘΥΡΟΦΡΑΓΜΑΤΑ	57
18. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ	58
19. ΙΛΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ	60
20. ΧΩΝΕΥΤΕΣ ΙΛΥΟΣ	62
21. ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΤΕΣ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟ	63
22. ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ	64
23. ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΑ	65
24. ΠΥΡΣΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	66
25. ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	66
26. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΦΩΣΦΟΡΩΣΗΣ	67
27. Σύστημα Οxί Top για την μέτρηση του BOD	77
28. Φωτόμετρο	78
29. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΚΝ	79
30. ΒΑΚΤΗΡΙΟ ARCELLA (ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ)	80
31. ΔΙΑΚΛΑΔΙΣΜΕΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ (Nocardia) (Από δεξαμενές τελικής καθίζησης)	80

Λίστα Πινάκων

1. Κατηγορίες και Παραμέτρους αποβλήτων	10
2. Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης	23
3. Μέθοδοι επεξεργασίας λάσπης	24
4. Πρακτικές επαναχρησιμοποίησης σε χώρες της Μεσογείου	30
5. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων αστικών λυμάτων.	36
6. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων κοινοτήτων.	36
7. Εκτίμηση φορτίων ΒΙ.ΠΕ	36
8. Εκτίμηση φορτίων με βάση τις πραγματικές τιμές	37
9. Παράμετροι Σχεδιασμού	38
10. Χαρακτηριστικά εκροής	38
11. Ημερήσια ρυπαντικά φορτία	48
12. ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ	50
13. Συνολική Ίλυς	61
14. Πίνακας με τα όρια των παραμέτρων ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων	76

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τον τελευταίο αιώνα η ανθρωπότητα καλείται όλο και πιο έντονα να έρθει αντιμέτωπη με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκλήθηκαν από την από τη βίαιη επέμβασή της στο φυσικό περιβάλλον. Η αλλαγή του κλίματος από την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, η μείωση της βιοποικιλότητας αλλά και η συνεχής δηλητηρίαση του εδάφους, του νερού και του αέρα είναι μερικά μόνο από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προέκυψαν εξαιτίας της ελλιπούς πρόληψης της ρύπανσης.

Κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα συνοδεύεται από την παραγωγή αποβλήτων, η έκθεση σε πολλά από τα οποία μπορεί να είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η επεξεργασία τους πριν από τη διάθεσή τους σε κάποιο αποδέκτη (αέρας, έδαφος, νερό). Τα παραγόμενα απόβλητα είναι ως προς την φύση τους αέρια, υγρά ή στερεά.

Υγρά απόβλητα είναι ύδατα, τα οποία μπορούν να προκύψουν είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως τουαλέτα και απόνερα οικιακής χρήσης, είτε από βιομηχανικές δραστηριότητες. Η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των υγρών αποβλήτων εξαρτάται από την πηγή προέλευσής τους.

Για την διασφάλιση της ποιότητας των λυμάτων που καταλήγουν στο περιβάλλον, τα λύματα επεξεργάζονται με στόχο την απομάκρυνση μη επιθυμητών σωματιδίων, βαρέων μετάλλων και θρεπτικών ουσιών. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται διαφέρουν ανάλογα με τον όγκο των λυμάτων.

Πάντα όμως η επεξεργασία των αποβλήτων υπακούει σε οδηγίες και κανονισμούς που έχουν στόχο την εξασφάλιση της ποιότητας των αποβλήτων ώστε να μην δημιουργεί η απόρριψή τους πρόβλημα στο περιβάλλον.

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η μονάδα επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων της πόλης των Ιωαννίνων και παρουσιάζονται στοιχεία που ευγενώς μου παραχωρήθηκαν τα οποία σχετίζονται με την λειτουργικότητα της εγκατάστασης.

1. Επεξεργασία και διαχείριση υγρών αποβλήτων

Ο σύγχρονος άνθρωπος έρχεται καθημερινά αντιμέτωπος με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκλήθηκαν από την επέμβασή του στο φυσικό περιβάλλον. Η αύξηση της θερμοκρασίας, σαν συνέπεια της αλλαγής του κλίματος, η όξινη βροχή, η μόλυνση του εδάφους και του νερού (υπόγειου και επιφανειακού) είναι μερικά από τα προβλήματα που προέκυψαν λόγω της έλλειψης ή μερικής πρόληψης της ρύπανσης.

Σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα παράγονται απόβλητα, η έκθεση σε πολλά από τα οποία μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία του ανθρώπου. Είναι λοιπόν απαραίτητη η επεξεργασία των αποβλήτων πριν τη διάθεσή του σε κάποιον αποδέκτη (έδαφος, νερό, αέρα).

Υγρά απόβλητα είναι όλες οι ποσότητες υδάτων που μπορεί να προκύψουν είτε από οικιακές δραστηριότητες, τουαλέτα και απόνερα οικιακής χρήσης, είτε από βιομηχανικές δραστηριότητες, είτε από διάφορες άλλες ανθρωπογενής δραστηριότητες, τα οποία συλλέγονται στο σύστημα αποχέτευσης της κάθε πόλης και οδηγούνται στο χώρο επεξεργασίας τους.

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων είναι το σύνολο των διεργασιών που έχουν σκοπό τη μείωση της βλαπτικής επίδρασης των υγρών αποβλήτων στον άνθρωπο και το περιβάλλον [6].

1.1 Κατηγορίες υγρών αποβλήτων

Ανάλογα τη χρήση από όπου προήλθαν, ορίζουμε τα υγρά απόβλητα στις παρακάτω κατηγορίες:

- Οικιακά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται από τις διάφορες ατομικές δραστηριότητες όπως είναι το μπάνιο και τα απόνερα τόσο σε οικιακό και ξενοδοχειακό επίπεδο όσο και σε εμπορικό, για παράδειγμα υγρά απόβλητα αεροδρομίων και εμπορικών καταστημάτων.
- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται σε διάφορες βιομηχανίες ,για παράδειγμα μεταλλουργικές, ηλεκτροπαραγωγικές ή κλωστοϋφαντουργικές.
- Γεωργικά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται από κάθε γεωργική δραστηριότητα, όπως για παράδειγμα οι εντατικές κτηνοτροφικές μονάδες.

1.2 Παράμετροι και χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να χαρακτηριστούν από τη φυσική, χημική και βιολογική τους σύσταση.

Κατηγορία	Παράμετρος
Φυσικά	Θερμοκρασία
	Οσμή
	Χρώμα
	Πυκνότητα
	Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά
Χημικά	Πρωτεΐνες
	Υδατάνθρακες
	Οργανικά συστατικά (N και P)
	Λίπη και έλαια
	Βαρέα μέταλλα
	Ιχνοστοιχεία
	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο 5 ημερών (BOD5)
	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
	Ολικός Οργανικός άνθρακας
Βιολογικά	Κολοβακτηρίδια
	Πρωτόζωα
	Βακτήρια
	Ιοί
	Μύκητες

12. Κατηγορίες και Παραμέτροι αποβλήτων

1.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων συμπεριλαμβάνουν την ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά, την οσμή, τη θερμοκρασία, την πυκνότητα, το χρώμα και τη θολερότητα

1.2.1.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία ανάλογα με την γεωγραφική θέση και μόνο κατά μέσο όρο κυμαίνεται στους 10-21 °C. Είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία του πόσιμου νερού επειδή ένα μέρος του νερού θερμαίνεται κατά τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η θερμοκρασία επιδρά σημαντικά στις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις, στην υδρόβια ζωή και στην καταλληλότητα του νερού για διάφορες χρήσεις γι' αυτό και ο προσδιορισμός της στα υγρά απόβλητα είναι σημαντικός. Αυξανόμενη θερμοκρασία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, επηρεάζοντας τους οργανισμούς που ζουν στους υδάτινους αποδέκτες.

1.2.1.2 Οσμή

Οι οσμές στα αστικά απόβλητα προκύπτουν συνήθως από εκλυόμενα αέρια στην αποσύνθεση οργανικών ουσιών ή ουσιών που προστίθενται στο απόβλητο. Η οσμή μπορεί να μετρηθεί με οργανοληπτικές μεθόδους ή με ενόργανη ανάλυση.

1.2.1.3 Χρώμα

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

1.2.1.4 Πυκνότητα

Η πυκνότητα των αστικών λυμάτων που δεν περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιομηχανικών αποβλήτων είναι ίδια με αυτή του νερού στην ίδια θερμοκρασία.

1.2.1.5 Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά

Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά υγρών αποβλήτων ονομάζεται το στερεό υλικό που απομένει μετά από εξάτμιση σε 103-105 °C.

Τα ολικά στερεά (Total Solids-TS) κατηγοριοποιούνται αρχικά σε διηθήσιμα (Filterable Solids-FS) και αιωρούμενα (Suspended Solids-SS) στερεά. Για τη διήθηση των ολικών στερεών χρησιμοποιούνται διηθητικές μεμβράνες από οργανικά πολυμερή ή γυάλινες ίνες. Η μάζα των στερεών αφυδατωμένων συστατικών που παραμένουν στο φίλτρο μετά εξάτμιση του νερού διαφοροποιούνται σε ολικά διηθήσιμα (TDS), δηλαδή μάζα του υπολείμματος που απομένει, και ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS).

1.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Στα χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνονται χημικές ενώσεις και στοιχεία, οργανικής και ανόργανης προέλευσης. Τα οργανικά συστατικά διακρίνονται σε εύκολα και δύσκολα βιοαποικοδομήσιμα.

1.2.2.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι μακρομόρια που προέρχονται από τροφές φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Λόγω της ύπαρξης θείου στα μόρια τους, όταν βρίσκονται σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις κατά την αποσύνθεσή τους εκλύουν δυνατές οσμές .

1.2.2.2 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Είναι βιοδιασπάσιμες, (άμυλο, σάκχαρα, κυτταρίνη)

1.2.2.3 Οργανικά συστατικά (N και P)

Τα οργανικά συστατικά (άζωτο και φώσφορος) είναι θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη πολλών οργανισμών όπως οι μικροοργανισμοί. Σε μικρές ποσότητες είναι απαραίτητα για την βιολογική επεξεργασία αλλά φαινόμενα όπως του ευτροφισμού κάνουν απαραίτητη την μέτρηση της συγκέντρωσής τους αφού αποτελούν σημαντική παράμετρο της ποιότητας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Το άζωτο στα αστικά απόβλητα περιέχεται στις μορφές:

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

Ο φώσφορος στα αστικά απόβλητα περιέχεται στις μορφές:

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

1.2.2.4 Λίπη και Έλαια

Τα λίπη και έλαια είναι ενώσεις που δεν διασπώνται εύκολα από βακτήρια, ενώ μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αν δεν απομακρυνθούν από τα απόβλητα πριν την διάθεσή τους στην φύση δημιουργώντας προβλήματα σε πολλούς ζωντανούς οργανισμούς.

1.2.2.5 Βαρέα μέταλλα

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

1.2.2.6 BOD₅

Όταν η οργανική ύλη αποσυντίθεται, οι μικροοργανισμοί (όπως τα βακτήρια και οι μύκητες) τρέφονται από τα υλικά της αποσύνθεσης και προκαλείται οξειδωση. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, ή BOD, μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς στη διαδικασία αποσύνθεσης οργανικών ουσιών στο νερό. Όσο περισσότερο οξυγόνο χρησιμοποιούν οι μικροοργανισμοί, τόσο μεγαλύτερο είναι και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, αφήνοντας λιγότερο οξυγόνο για την υπόλοιπη υδρόβια χλωρίδα και πανίδα.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο 5 ημερών, BOD₅, είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου (mg/l) που καταναλώνεται σε πέντε ημέρες από βιολογικές διαδικασίες στους 20C.

1.2.2.7 COD

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα οξυγόνου (mg/l) που απαιτείται για χημική οξείδωση των οργανικών στοιχείων ενός υγρού αποβλήτου. Χρησιμοποιείται συνήθως για την έμμεση μέτρηση της ποσότητας των οργανικών ενώσεων στο νερό.

1.2.2.8 Ολικός Οργανικός Άνθρακας

Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) είναι το ποσό του άνθρακα που δεσμεύεται σε μια οργανική ένωση και χρησιμοποιείται συχνά ως ένας μη ειδικός δείκτης της ποιότητας του νερού. Εκφράζει το συνολικό οργανικό φορτίο σε ένα δείγμα ύδατος (mg C/l ύδατος).

1.2.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες. Κυριότερες κατηγορίες είναι οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί. Επίσης μπορεί να περιέχονται εντερικά παράσιτα, όπως οι αμοιβάδες ή αβγά σκουληκιών. Πολλοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς είναι παθογόνοι και μέσω του νερού μπορεί να μεταφέρουν ασθένειες όπως χολέρα, δυσεντερία και ηπατίτιδα. Για τον έλεγχο της μικροβιακής καταλληλότητας των υγρών αποβλήτων χρησιμοποιούνται δείκτες ρύπανσης. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι σήμερα δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι.

2. Συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

2.1 Επιδιώξεις από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η βασική επιδίωξη της επεξεργασίας λυμάτων είναι η απομάκρυνση όσο περισσότερων αιωρούμενων στερεών, πριν τα λύματα διοχετευθούν ξανά στο περιβάλλον. Τα στερεά υλικά διασπώνται, χρησιμοποιώντας οξυγόνο. Το διαλυμένο οξυγόνο που υπάρχει σε μικρές ποσότητες (10 μέρη ανά εκατομμύριο στους 20 ° C), απαιτείται από όλη τη υδρόβια ζωή για την επιβίωση της. Η Πρωτοβάθμια επεξεργασία αφαιρεί περίπου το 60 % των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα. Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει επίσης τον αερισμό(αναμόχλευση) των λυμάτων, δηλαδή την επαφή των λυμάτων με οξυγόνο. Η Δευτεροβάθμια επεξεργασία απομακρύνει περισσότερο από το 90 % των αιωρούμενων στερεών.

Άλλοι στόχοι της επεξεργασίας λυμάτων, είναι η απομάκρυνση μη επιθυμητών αντικειμένων, θρεπτικών ουσιών και βαρέων μετάλλων. Η επεξεργασία λυμάτων είναι απαραίτητη γιατί προστατεύει το περιβάλλον από τις αρνητικές επιπτώσεις των αστικών λυμάτων και τις απορρίψεις λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους, όπως τροφίμων και μονάδων επεξεργασίας ποτών. Μερικά από τα είδη των φυτών μπορούν επίσης να παράγουν απόβλητα που έχουν μια παρόμοια ρυπογόνα επίδραση όπως τα ανεπεξέργαστα λύματα. Η συλλογή και επεξεργασία των λυμάτων παίζει ζωτικό ρόλο στην προστασία της δημόσιας υγείας, των υδάτινων πόρων και την άγρια ζωή . Ένα σύστημα αποχέτευσης πρέπει να υπάρχει σε όλες τις αστικές περιοχές που υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο αριθμό κατοίκων και η συλλογή των λυμάτων πρέπει να υπόκειται τουλάχιστον σε δευτεροβάθμια (βιολογική) επεξεργασία πριν την απόρριψή τους στο περιβάλλον.

Σε περιπτώσεις «ευαίσθητων» περιοχών, απαιτείται επιπλέον επεξεργασία πριν από την απόρριψη. Ένας τύπος ευαίσθητης περιοχής είναι αυτές με «ευτροφισμό », όπου θρεπτικά συστατικά, κυρίως άζωτο και φωσφόρος, διεγείρουν την ανάπτυξη των φυκιών και άλλων φυτών, καταστρέφοντας το φυσικό περιβάλλον. Στις περιοχές αυτές, μεγαλύτερες απορρίψεις λυμάτων πρέπει να αντιμετωπίζονται με τη μείωση του φορτίου των θρεπτικών συστατικών τους.

Σημαντικός στόχος τέλος αποτελεί και η ανακύκλωση και η ανάκτηση των πολύτιμων συστατικών των λυμάτων, όπως ο φώσφορος αλλά και διάφορα μέταλλα. Έτσι μειώνεται ο όγκος των αποβλήτων ενώ ταυτόχρονα πολύτιμοι πόροι επαναχρησιμοποιούνται προς όφελος της οικονομίας[11] [10].

Συγκεντρωτικά, οι επιδιώξεις από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων είναι:

1. Η μετατροπή των υλικών που υπάρχουν στα λύματα σε ένα προϊόν με σταθερό οξυγόνο που θα μπορεί να διατεθεί σε εσωτερικά ύδατα, χωρίς οποιαδήποτε δυσμενή οικολογική επίδραση.
2. Η διάθεση λυμάτων σε τακτική και αξιόπιστη βάση
3. Η ανακύκλωση και η ανάκτηση των πολύτιμων συστατικών των λυμάτων
4. Η ανάπτυξη μιας οικονομικής μεθόδου διάθεσης
5. Η συμμόρφωση με τις νομικές προδιαγραφές που επιβάλλονται για την απόρριψη λυμάτων
6. Η προστασία της δημόσιας υγείας

2.2 Συστήματα επεξεργασίας για μικρές παροχές

Οι εγκαταστάσεις που προβλέπονται για την επεξεργασία των οικιακών λυμάτων από μικρές κοινότητες απαιτούν κάποιες σημαντικά διαφορετικές εκτιμήσεις από εκείνες που αντιμετώπισαν κατά το σχεδιασμό των μεγάλων μονάδων. Η συνολική σχεδιαστική φιλοσοφία της απλούστευσης της εγκατάστασης είναι πολύ πιο σημαντική από ό, τι σε μεγάλες μονάδες.

Η βασική επιλογή σχεδιασμού των έργων αποχέτευσης πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν το υψηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησής τους, τα οποία οι τοπικοί φορείς αδυνατούν να καλύψουν. Έτσι βάσει τεχνοοικονομικών μελετών αναπτύχθηκαν μέθοδοι με χαμηλό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης που ταυτόχρονα να είναι φιλικές προς το περιβάλλον [7].

Τέτοιες μέθοδοι είναι οι εξής:

- Συστήματα σηπτικών δεξαμενών ή βόθρων
- Εδαφικά συστήματα
- Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης
- Συστήματα τεχνητών υγροτόπων
- Συστήματα υδρόχαρων φυτών

2.2.1 Συστήματα σηπτικών δεξαμενών ή βόθρων

Τα συστήματα αυτά είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που εφαρμόζονται, κυρίως, σε μεμονωμένες οικίες ή σε μικρά συγκροτήματα οικιών. Σε αυτά επιτυγχάνεται η καθίζηση μέρους των αιωρούμενων στερεών και ταυτόχρονα αναερόβια χώνευση της λάσπης στον πυθμένα. Πρόκειται για απαρχαιωμένη μέθοδο που σήμερα έχουν αντικατασταθεί από στεγανούς βόθρους και εφαρμόζονται, για πολύ μικρές παροχές λυμάτων για λόγους μεγαλύτερης προστασίας των υπόγειων νερών.

2.2.2 Εδαφικά συστήματα

Στα εδαφικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, τα λύματα, μετά την προεπεξεργασία τους, διατίθενται στο έδαφος. Πρόκειται για την ελεγχόμενη διάθεση των λυμάτων στο έδαφος σε ρυθμούς συμβατούς με τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα επί και εντός του εδάφους.

Ο τεχνικός σχεδιασμός του συστήματος εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο εφαρμογής των λυμάτων, καθώς και τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Οι παράμετροι των λυμάτων που θα πρέπει να εξεταστούν με προσοχή είναι τα διαλυμένα άλατα, τα αιωρούμενα στερεά, τα θρεπτικά συστατικά, όπως το άζωτο και ο φώσφορος, η οργανική ύλη και οι τοξικές ουσίες. Η χειρσαία επεξεργασία των λυμάτων με βάση τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- α) Τα συστήματα βραδείας διήθησης ή εφαρμογής (Slow Rate Systems-SRS)
- β) Τα συστήματα επιφανειακής απορροής (Overland Flow Systems-OFS)
- γ) Στα συστήματα ταχείας διήθησης (Rapid Infiltration Systems-RIS)
- δ) Στα συστήματα συνδυασμένων τύπων (Compination Land Systems – CLS).

2.2.3 Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης

Στα συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης πραγματοποιούνται μία ή περισσότερες σειρές διεργασιών που οφείλονται στη μικροβιακή ζωή καθώς

και στα κατώτερα φυτά και ζώα που αναπτύσσονται στο σύστημα. Η πρωτοβάθμια επεξεργασία λαμβάνει χώρα στην αναερόβια δεξαμενή, η οποία έχει σχεδιαστεί κυρίως για την αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών, και κάποιου μέρους του BOD. Κατά τη διάρκεια του δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στη δεξαμενή το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου BOD απομακρύνεται με τη βοήθεια των φυκιών και ετερότροφων βακτηρίων. Η κύρια λειτουργία της τριτοβάθμιας επεξεργασίας στην δεξαμενή ωρίμανσης είναι η απομάκρυνση των παθογόνων και των θρεπτικών συστατικών (κυρίως του αζώτου).

Τα συστήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης περιλαμβάνουν τους επιμέρους τύπους:

- α) Τις αερόβιες δεξαμενές (aerobic ponds)
- β) Τις επαμφοτερίζουσες δεξαμενές (facultative ponds)
- γ) Τις μερικής ανάμειξης αεριζόμενες δεξαμενές (partial-mix aerated ponds)
- δ) Τις δεξαμενές ελεγχόμενης παροχής (controlled discharge ponds).

2.2.4 Συστήματα υδρόχαρων φυτών

Τα συστήματα υδρόχαρων φυτών (aquatic plants treatment systems) είναι παρόμοια με τα συστήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης. Η διαφορά είναι ότι με την καλλιέργεια υδρόχαρων φυτών γίνεται επιπλέον επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Κατηγοριοποιούνται σε:

- α) Συστήματα με επιπλέοντα υδροχαρή φυτά
- β) Συστήματα με βυθισμένα υδροχαρή φυτά

2.2.5 Συστήματα τεχνητών υγροτόπων

Τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων επεξεργασίας λυμάτων (wastewater constructed wetlands treatment systems) όπως και τα προηγούμενα φυσικά συστήματα χρησιμοποιούνται για επιπλέον επεξεργασία προεπεξεργασμένων λυμάτων. Έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύονται τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που πραγματοποιούνται όταν το έδαφος, το νερό, ο αέρας και τα φυτά

αλληλεπιδρούν. Τέτοιες διεργασίες είναι το φιλτράρισμα, η καθίζηση και η μεταφορά αερίων.

Τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων είναι δύο τύπων:

- Συστήματα Ελεύθερης Επιφάνειας ή Επιφανειακής Ροής (Free Water Surface, (FWS))
- Συστήματα Υποεπιφανειακής Ροής (Subsurface Flow systems (SSF))

2.2.5.1 Συστήματα Ελεύθερης Επιφάνειας ή Επιφανειακής Ροής (FWS)

Τα συστήματα επιφανειακής ροής είναι λεκάνες με επίμηκες σχήμα, με μεταβλητό βάθος ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα μακρόφυτα και της επεξεργασίας που χρειάζεται. Απαιτείται προεπεξεργασία με διήθηση για την αφαίρεση των μεγαλύτερων σωματιδίων και την μείωση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων. Τα συστήματα FWS τροφοδοτούνται συνεχώς και τα λύματα που εισέρχονται στην λεκάνη είναι σε άμεση επαφή με την ατμόσφαιρα. Το ανώτερο στρώμα του ποταμού είναι σε αερόβια κατάσταση, ενώ τα βαθύτερα στρώματα είναι σε αναερόβιες συνθήκες.

Αερόβια και αναερόβια μικροοργανισμοί καταστρέφουν το οργανικό υλικό, που αιωρούνται ή καθιζάνουν στο κάτω μέρος. Το άζωτο αφαιρείται με νιτροποίηση και απονιτροποίηση. Ο φώσφορος αφαιρείται μόνο στην επιφάνεια επαφής μεταξύ του νερού και του εδάφους, με απορρόφηση και καθίζηση ενώ το αλουμίνιο, ο σίδηρος, το ασβέστιο και τα αργιλώδη μέταλλα που υπάρχουν στο έδαφος και με άμεση απορρόφηση. Η μείωση της συγκέντρωσης των παθογόνων μικροοργανισμών, πραγματοποιείται μέσω της συνδυασμένης δράσης φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών (ακτινοβολία UV, καθίζηση, οξείδωση).

2.2.5.2 Συστήματα Υποεπιφανειακής Ροής (SSF)

Είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μέθοδος στην Ευρώπη. Αδρανές υλικό τοποθετείται στη λεκάνη για να υποστηρίξει την ανάπτυξη των μακρόφυτων φυτών. Το βάθος του είναι γενικά μεταξύ 0,2 και 0,8 m ανάλογα με τον τύπο των μακρόφυτων. Τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται πιο συχνά από ότι τα Συστήματα Επιφανειακής Ροής(FWS) επειδή έχουν υψηλότερη απόδοση, και απαιτούν μικρότερη επιφάνεια για να παρέχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η αποτελεσματικότητά τους είναι σχεδόν η ίδια κατά τη διάρκεια όλου του έτους, επειδή αποφεύγεται η υψηλή θερμική διαρροή. Όμως η θετική

επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν είναι παρούσα και η ανταλλαγή οξυγόνου με την ατμοσφαιρικού αέρα είναι αποκλεισμένη. Για να αποφευχθεί η απόφραξη του υποστρώματος απαιτείται μια προεπεξεργασία των λυμάτων.

2.3 Συστήματα επεξεργασίας για μεγάλες περιοχές

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ρυπαντικές και μολυσματικές ουσίες και η απ' ευθείας διάθεσή τους σε έναν φυσικό, συνήθως υδάτινο, αποδέκτη εγκυμονεί κινδύνους τόσο για τον φυσικό περιβάλλον όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα, κυρίως όμως για τον άνθρωπο. Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης στο οποίο εκτός από τα απόβλητα που προκύπτουν από τις οικιακές δραστηριότητες μπορεί να δέχεται όμβρια ύδατα, εισροές από υπόγεια ή επιφανειακά νερά, βοθρολύματα, αφού ακόμα και σήμερα ένα ποσοστό του πληθυσμού δεν είναι συνδεδεμένο σε κάποιο δίκτυο αποχέτευσης και εξυπηρετείται με σηπτικούς κυρίως βόθρους, και υπό προϋποθέσεις κάποιες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία όμως έχουν οπωσδήποτε υποστεί κάποιου είδους προεπεξεργασία. Το δίκτυο του συστήματος αποχέτευσης συμβάλλει σε έναν Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (Κ.Α.Α.) ο οποίος καταλήγει σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) όπου τα λύματα υφίστανται επεξεργασία με σκοπό τη δέσμευση και την εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών τους.

2.3.1 Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Τα κύρια στάδια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι τα εξής:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια επεξεργασία
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία
- Τριτοβάθμια επεξεργασία

2.3.1.1 Προεπεξεργασία

Στην προεπεξεργασία απομακρύνονται υλικά τα οποία συνήθως προκαλούν ζημιές στο μηχανολογικό εξοπλισμό και προβλήματα στη συντήρηση και τη λειτουργία της Ε.Ε.Λ. Έτσι απομακρύνονται λίπη, άμμος,

μικρά τεμάχια πλαστικού και ξύλου, γίνεται εξισορρόπηση της παροχής και εξομάλυνση του ρυπαντικού φορτίου.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Σχάρισμα: για την απομάκρυνση των αντικειμένων μεγάλου όγκου
- Άλεση: για τον τεμαχισμό μεγάλων αντικειμένων σε στερεά μικρότερου μεγέθους
- Εξάμμωση: για την απομάκρυνση άμμου
- Λιποσυλλογή: για την απομάκρυνση ελαίου και λιπών
- Εξισορρόπηση παροχής: για την εξασφάλιση της ομοιόμορφης παροχής στα επόμενα στάδια

Τα στερεά παραπροϊόντα της προεπεξεργασίας διατίθενται με μεθόδους διάθεσης στερεών απορριμμάτων, ενώ τα λίπη και τα έλαια, όταν δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, καίγονται σε ειδικούς κλιβάνους.

2.3.1.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στην Πρωτοβάθμια Επεξεργασία απομακρύνεται ένα μέρος των αιωρούμενων στερεών, ένα μέρος των οργανικών ουσιών, ένα μέρος του BOD καθώς και ένα μέρος των θρεπτικών συστατικών αζώτου και φωσφόρου. Αυτό επιτυγχάνεται με το φυσικό φαινόμενο της καθίζησης, για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων 0,1-0001 mm και την επίπλευση, για την απομάκρυνση ελαφρών στερεών.

Τα παραπροϊόντα της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι μία πρωτογενή λάσπη η οποία πρέπει να παχυνθεί, να σταθεροποιηθεί και να αξιοποιηθεί ενεργειακά με διεργασίες αναερόβιας ή αερόβιας χώνευσης (βιοαέριο) και τελικά να διατεθεί αν δεν είναι τοξική σε χώρους υγειονομικής ταφής.

2.3.1.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Στη Δευτεροβάθμια επεξεργασία, απομακρύνονται οι βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ουσίες και τα αιωρούμενα στερεά με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών από τα υγρά απόβλητα.

Χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Αερισμός για οξείδωση των οργανικών ουσιών
- Νιτροποίηση-απονιτροποίηση
- Καθίζηση
- Φιλτράρισμα

Παραπροϊόντα της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι το βιοαέριο το οποίο περιέχει μέχρι και 75% CH₄, και μια λάσπη (δευτερογενής λάσπη) η οποία αφού παχυνθεί (από 1% σε 5% αιωρούμενα στερεά) οδηγείται είτε σε μονάδες αερόβιας σταθεροποίησης είτε σε μονάδες αναερόβιας σταθεροποίησης και ενεργειακής αξιοποίησης και αφού αφυδατωθεί με τεχνικές διήθησης (κλίνες ξήρανσης, φιλτρόπρεςες , ταινιοφιλτρόπρεςες) ή φυγοκέντρισης οδηγείται, εφ' όσον δεν είναι τοξική, σε μονάδες κομποστοποίησης ή θάβεται με υγειονομικό τρόπο με τα αστικά απορρίμματα. Συνήθως η πρωτογενής και η δευτερογενής λάσπη να επεξεργάζονται μαζί.

2.3.1.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στη τριτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται όσοι από τους μολυντές έχουν διαφύγει από την δευτεροβάθμια επεξεργασία, όπως ενώσεις αζώτου, φωσφόρου και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Προσθήκη κροκιδωτικών-συσσωμάτωση κροκίδωση
- Διύλιση-φιλτράρισμα
- Απολύμανση

Στην απολύμανση των αποβλήτων καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία.

Μέθοδοι απολύμανσης:

- Χλωρίωση (Cl₂, ClO₂, NaOCl, NaOCl₂)
- Οζόνωση (O₃)
- Έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV)

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

13. Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης

Προϊόντα της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι ανόργανες λάσπες και παραγωγή βιομάζας. Οι λάσπες αυτές αν δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα μπορούν να διατεθούν στους χώρους απόθεσης των αστικών απορριμμάτων ενώ η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά.

2.3.2 Επεξεργασία και Διάθεση παραγόμενης λάσπης

Η διαχείριση της λάσπης (ιλύος) που παράγεται από την επεξεργασία των αποβλήτων αποτελεί μια μέθοδο ανακύκλωσης των συστατικών της με γεωργική αξία και έχει πολλά οφέλη. Για την αποφυγή όμως περιβαλλοντικών

επιπτώσεων πρέπει η λάσπη να ελέγχεται και να ρυθμίζεται πριν την διάθεσή της στον αποδέκτη.

2.3.2.1 Επεξεργασία παραγόμενης λάσπης

Ο σκοπός της χώνευσης της λάσπης είναι η μείωση της οργανικής ύλης και των παθογόνων μικροοργανισμών. Η σταθεροποίηση της λάσπης γίνεται αερόβια ή αναερόβια ή με συνδυασμό τους.

Μέθοδος επεξεργασίας	Είδος λάσπης	Παροχή θερμότητας	Διαδικασία	Πεδίο εφαρμογής σε εγκαταστάσεις
Αερόβια	Υγρή μορφή	Χωρίς θερμότητα	Παρατεταμένος αερισμός	Μικρές
		Με θερμότητα	Αερόβια-θερμόφιλη σταθεροποίηση	Μικρές και μεσαίες
	Αφυδατωμένη	Με θερμότητα	Κομποστοποίηση	Μικρές και μεσαίες
Αναερόβια	Υγρή μορφή	Χωρίς εξωτερική θερμότητα	Δεξαμενές Imhoff	Μικρές
		Με θερμότητα	Ανεξάρτητη θερμαινόμενη δεξαμενή	Μέτριες έως μεγάλες
Συνδυασμός αερόβιας και	Υγρή μορφή	Με θερμότητα	Συνδυασμός αντιδραστήρων	Μέτριες

αναερόβιας			αερόβιου θερμόφιλου και αναερόβιου μεσόφιλου	εγκαταστάσεις
------------	--	--	---	---------------

14. Μέθοδοι επεξεργασίας λάσπης

2.3.2.2 Μέθοδοι διαχείρισης παραγόμενης λάσπης

Αφού η λάσπη σταθεροποιηθεί, ακολουθεί η τελική της διάθεση. Στην Ελλάδα οι κυριότεροι τρόποι διάθεσης της λάσπης είναι οι εξής:

- Η αξιοποίησή της στη γεωργία, σαν βελτιωτικό εδάφους.
- Η υγειονομική ταφή (ΧΥΤΑ), όταν δεν μπορούν να εφαρμοστούν πιο φιλικοί στο περιβάλλον τρόποι διάθεσης .
- Η καύση ή αποτέφρωση, η οποία όμως δίνει σαν παραπροϊόν τέφρα που μπορεί να είναι τοξική και πρέπει να διατεθεί σε κατάλληλη χωματερή .
- Άλλοι τρόποι διάθεσης, όπως η διάθεση στην τσιμεντοβιομηχανία και η χρήση στη δασοκομία, μετά από ξήρανση.

Εναλλακτικές μέθοδοι διάθεσης της παραγόμενης λάσπης είναι:

- Η κομποστοποίηση (combustion)
- Η πυρόλυση (pyrolysis)
- Η αεριοποίηση (gasification)
- Η υγρή οξείδωση (wet oxidation)

Τα κριτήρια επιλογής του τρόπου διάθεσης της λάσπης είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά.

3. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Λόγω της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού είναι αναγκαία η ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογίας ακόμα και για παραγωγή πόσιμου νερού από μη πόσιμα νερά. Δημιουργούνται όμως σοβαρά θέματα κοινωνικής αποδοχής και υψηλού κόστους επεξεργασίας. Γι' αυτό κάθε τύπος επεξεργασίας πρέπει να έχει τις δικές του προδιαγραφές. Οι αναπτυγμένες χώρες έχουν αυστηρές προδιαγραφές για την ποιότητα του νερού με υπηρεσίες, όπως το Συμβούλιου Νερού του Ισραήλ και το τοπικό Υπουργείο Υγείας της Καλιφόρνιας, να έχουν θεσπίσει αυστηρούς κανονισμούς για ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για άρδευση, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η έλλειψη νερού αποτελεί πρόβλημα, υιοθετούν ποιοτικά κριτήρια προστασίας της δημόσιας υγείας από ανακτώμενα υγρά απόβλητα που ακολουθούν τις λιγότερο αυστηρές οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO) για την διασφάλιση της υγείας [4] [11] [17][16] [19]

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή κανονισμών για την πρόληψη της δημιουργίας προβλημάτων για την δημόσια υγεία και την προστασία του περιβάλλοντος είναι αναγκαία για την σωστή σχεδίαση έργων που συνδέονται με την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Τέτοιοι κανονισμοί οφείλουν να περιλαμβάνουν:

1. Ένα σύστημα χορήγησης αδειών για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και τεχνικούς ελέγχους για αυτή διαδικασία.
2. Συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας για το νερό που ανακτάται και προορίζεται για διάφορες χρήσεις.
3. Ελέγχους που μειώνουν τους κινδύνους για τον άνθρωπο που προέρχονται από το ανακτώμενο νερό και περιορισμούς στις διάφορες χρήσεις του.
4. Ελέγχους για την πρόσβαση στο σύστημα συλλογής των υγρών αποβλήτων και προληπτικούς ελέγχους για να αποφευχθεί η σύνδεση μεταξύ του δικτύου ύδρευσης και του δικτύου ανακτώμενου και επαναχρησιμοποιούμενου νερού.
5. Μηχανισμούς που θα καθιστούν υποχρεωτικούς και θα δίνουν ανταγωνιστική ισχύ σε όλους τους παραπάνω κανονισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των αρμοδιοτήτων για διενέργεια ελέγχων και επιβολή ποινών στις περιπτώσεις παραβιάσεων.

3.1 Οδηγία Π.Ο.Υ.

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

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

Η Οδηγία του W.H.O. βασίζεται, κυρίως, στα δεδομένα επιδημιολογικών ερευνών με προσπάθεια αντιμετώπισης της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Πολλές φορές στις χώρες αυτές χρησιμοποιούνταν λύματα εντελώς ακατέργαστα για άρδευση ακόμη και φρέσκων λαχανικών, πράγμα το οποίο είναι εντελώς απαράδεκτο για τη δημόσια υγεία. Έτσι, ο W.H.O. δεν έθεσε ιδιαίτερα αυστηρά κριτήρια για την άρδευση με εκροές επεξεργασμένων λυμάτων, που μπορούν να επιτευχθούν με απλές και όχι δαπανηρές διαδικασίες επεξεργασίας. Στα κριτήρια της Οδηγίας του W.H.O.,1989 δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του τύπου των αρδευόμενων καλλιεργειών και στον διαχωρισμό της άρδευσης σε δύο κατηγορίες:

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

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

3.2 Κανονισμός Καλιφόρνιας

Η πολιτεία της Καλιφόρνιας θέσπισε τον πρώτο κανονισμό επαναχρησιμοποίησης λυμάτων το 1918. Με τη σημερινή του μορφή αποτελεί τη βάση για τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης όχι μόνο στην Καλιφόρνια αλλά και σε άλλες πολιτείες των Η.Π.Α. και χώρες του κόσμου.

Βασική παράμετρος του κανονισμού θεωρείται η πιθανότητα ανθρώπινης έκθεσης στα επαναχρησιμοποιούμενα λύματα η οποία καθορίζει και το μέγεθος του κινδύνου. Με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζεται η διάκριση σε περιορισμένη και απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση.

Στην περίπτωση της απεριόριστης επαναχρησιμοποίησης ο κανονισμός απαιτεί τα λύματα να είναι απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς με όριο για τα ολικά κολοβακτηρίδια τα 2,2 ανά 100 ml ως μέση τιμή και τα 23 ανά 100 ml ως μέγιστη τιμή. Εκτός της βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνεται τριτοβάθμια επεξεργασία για την απομάκρυνση όλων σχεδόν των ιών.

3.3 Κανονισμοί άλλων χωρών εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η ζήτηση νερού για διάφορες χρήσεις είναι σήμερα μεγαλύτερη από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους και γίνεται μεγαλύτερη λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της αλλαγής του κλίματος. Σε πολλές χώρες η έλλειψη βροχοπτώσεων τις τελευταίες δεκαετίες ήταν η αφορμή για την θέσπιση νομοθεσίας σε εθνικό επίπεδο για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων.

Το Ισραήλ πρωτοπορεί στη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση ήδη από τη δεκαετία του 1970. Γι' αυτό το λόγο, από πολύ νωρίς έχουν θεσπισθεί κανονισμοί επαναχρησιμοποίησης εκροών αστικών υγρών αποβλήτων.

Στην Τυνησία και στην Αλγερία, ο νόμος νερού απαγορεύει τη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για την άρδευση λαχανικών που μπορούν να καταναλωθούν ωμά.

Στην Ιορδανία, πρώτη φορά το 1982 θεσπίστηκαν κριτήρια για την επεξεργασία των αποβλήτων με την μορφή στρατιωτικού νόμου, ενώ το 1989, ενισχύθηκε μία πιο απελευθερωμένη άποψη του.

Στην Αίγυπτο με στρατιωτικό νόμο του 1984 απαγορεύθηκε η χρήση εκροών για την άρδευση καλλιεργειών, εκτός αν ήταν επεξεργασμένα σύμφωνα με τα απαιτούμενα ποιοτικά κριτήρια του αρδευτικού νερού.

Στον Λίβανο σχεδόν όλη η ποσότητα των επεξεργασμένων αλλά και των μη επεξεργασμένων λυμάτων χρησιμοποιείται για άρδευση.

Χώρες	Αστική χρήση	Απεριόριστη γεωργική και βιομηχανική χρήση	Περιορισμένη γεωργική χρήση	Μη ανακύκλωση
Αλβανία	ΝΑΙ			ΝΑΙ
Κροατία				ΝΑΙ
Κύπρος	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	
Αίγυπτος	ΝΑΙ		ΝΑΙ	
Γαλλία	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	
Ελλάδα	ΝΑΙ		ΝΑΙ	
Ισραήλ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	

Ιταλία		ΝΑΙ	ΝΑΙ	
Λίβανος			ΝΑΙ	
Λιβύη			ΝΑΙ	
Μάλτα			ΝΑΙ	
Μονακό				ΝΑΙ
Μαρόκο			ΝΑΙ	
Σλοβενία				ΝΑΙ
Ισπανία	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	
Συρία			ΝΑΙ	
Τυνησία	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	
Τουρκία			ΝΑΙ	

15. Πρακτικές επαναχρησιμοποίησης σε χώρες της Μεσογείου

3.4 Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων στα κράτη – μέλη της Ε.Ε. διέπεται από την οδηγία 91/271/ΕΟΚ. Η οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου των αστικών λυμάτων εγκρίθηκε στις 21 Μαΐου 1991. Στόχος της είναι η προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης των αστικών απορρίψεων λυμάτων και από ορισμένους βιομηχανικούς και αφορά τη συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη:

- Οικιακών λυμάτων
- Μίγμα λυμάτων
- Τα υγρά απόβλητα από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς

Συγκεκριμένα, η οδηγία απαιτεί:

Συλλογή και επεξεργασία των λυμάτων σε όλους τους οικισμούς του > 2000 ισοδύναμου πληθυσμού (ι.π.).

Δευτεροβάθμια επεξεργασία της όλες τις απορρίψεις από οικισμούς με > 2000 ι.π., και πιο προηγμένη επεξεργασία για οικισμούς > 10 000 ισοδύναμου πληθυσμού σε συγκεκριμένες ευαίσθητες περιοχές και τις λεκάνες απορροής τους.

Παρακολούθηση της απόδοσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

Ελέγχους της διάθεσης της ιλύος.

3.5 Το Ισχύον Θεσμικό Πλαίσιο στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η ισχύουσα νομοθεσία βασίζεται στην ευρωπαϊκή οδηγία 91/271/ΕΟΚ, η οποία εναρμονίστηκε με τα ελληνικά δεδομένα με την κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» του 1997 (ΦΕΚ 192Β/14.3.1997). Συγκεκριμένα σύμφωνα με τον πίνακα 1 του παραρτήματος Ι του άρθρου 16 της προαναφερθείσας υπουργικής απόφασης, η απαίτηση για απόρριψη εκροής δεν πρέπει να ξεπερνά τα 25mg/l όσον αφορά το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο(BOD₅), και τα 125mg/l για το Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο(COD).Επιμέρους νομαρχιακές αποφάσεις περιορίζουν ακόμα περισσότερο τα ανώτερα όρια εφαρμόζοντας αυστηρότερες τιμές διάθεσης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για τους φυσικούς αποδέκτες κάθε νομού.

4. Μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Ιωαννίνων: Περιγραφή, σχεδιασμός ,συστήματα ελέγχου λειτουργίας εγκατάστασης, σύστημα διάθεσης ή επαναχρησιμοποίησης

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διαχείριση υγρών αποβλήτων αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Οι διάφοροι τύποι ρυπαντών που περιέχονται στα υγρά απόβλητα των οποίων την απομάκρυνση επιδιώκουμε με τα συστήματα επεξεργασίας, μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα ρύπανσης (θάλασσες, ακτές, ποτάμια, λίμνες, έδαφος και οι υπόγειοι ορίζοντες). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων τοξικών ουσιών και των παθογόνων μικροοργανισμών (βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα). Οι απαιτήσεις επεξεργασίας διαμορφώνονται από την ευαισθησία και το είδος του αποδέκτη. Ο ορθός σχεδιασμός των συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, προϋποθέτει γνώση των βασικών ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων των υγρών αποβλήτων, τον καθορισμό του βέλτιστου βαθμού συγκέντρωσης μέσω των αποχετευτικών δικτύων και την ορθή επιλογή συστήματος επεξεργασίας[1][2][3].

Τα στάδια επεξεργασίας του Τριτοβάθμιου Βιολογικού καθαρισμού πόλης Ιωαννίνων αποτελούνταν :

A. Γραμμή Λυμάτων

1. Αντλιοστάσιο εισόδου
2. Μονάδα εσχαρισμού
3. Αεριζόμενοι εξαμμωτές – λιποσυλλέκτες
4. Πρωτοβάθμια καθίζηση
5. Αερισμός
6. Δευτεροβάθμια καθίζηση
7. Χλωρίωση

8. Τελικός αερισμός

B. Γραμμή Λάσπης

1. Παχυντής πρωτογενούς λάσπης
2. Παχυντής δευτερογενούς λάσπης
3. Ομογενοποιητής
4. Αναερόβια χώνευση
5. Παχυντής χωνεμένης λάσπης
6. Αφυδάτωση λάσπης .

Ο δευτεροβάθμιος βιολογικός καθαρισμός Ιωάννων λειτουργούσε με την ΥΓ/5189/15-4-93 άδεια διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων από την Δ/ση Υγείας την Νομαρχίας Ιωαννίνων σύμφωνα με την οποία τα όρια διάθεσης που καθορίστηκαν ήταν :

BOD	: 40 mg/l
COD	: 120 mg/l
Αιωρούμενα στερεά	: 50 mg/l
Καθιζάνοντα στερεά	: 0 mg/l
Αμμωνιακό Άζωτο	: 2 mg/l
Ολικό Άζωτο	: 45 mg/l
Φωσφόρος	: 10 mg/l
Λίπη – Έλαια	: 5 mg/l
Επιπλέοντα στερεά	: 0 mg/l
Υπολειμματικό χλώριο	: 0,4 mg/l
Διαλυμένο Οξυγόνο	: 5 mg/l

4.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για τον σωστό σχεδιασμό και την κατασκευή του τριτοβαθμίου βιολογικού καθαρισμού ελήφθησαν υπόψη πολλοί παράμετροι με απώτερο σκοπό την αποδοτικότερη λειτουργία των νέων εγκαταστάσεων.

Για τον σχεδιασμό ελήφθησαν υπ' όψη οι αυξημένες παροχές που προέκυπταν από την μέχρι τότε λειτουργία την εγκατάστασης , οι παροχές των πέριξ του Δήμου Ιωαννιτών κοινοτήτων που σύμφωνα με την ΚΥΑ Α.Π. οικ. 66253/29-01-1998 έγκριση περιβαλλοντικών όρων θα πρέπει να συνδέονται με τις εγκαταστάσεις επεξεργασία του Δήμου Ιωαννιτών , οι απαιτήσεις για πρόσθετη τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων όπως προκύπτει από την εφαρμογή τη προαναφερθείσας απόφασης καθώς και τα πραγματικά δεδομένα μετρήσεων των παροχών που έγιναν τα τελευταία χρόνια από το προσωπικό λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

α) Παροχές πόλη Ιωαννίνων

Ο υπολογισμός των παροχών των αστικών λυμάτων της ευρύτερης πόλης των Ιωαννίνων στην μελέτη του Ε.Μ.Π. βασίστηκε σε πληθυσμιακά δεδομένα και προβολή αυτών για το έτος 2011. Ελήφθησαν υπόψη τρεις μέθοδοι προβολής , της αριθμητικής αύξησης, του μειούμενου ρυθμού αύξησης και της λογιστικής καμπύλης S, έτσι για το έτος 2011 προέκυψε πληθυσμός 86.500 κάτοικοι.

Επίσης βασίστηκε , προκειμένου να εκτιμηθούν οι ειδικές καταναλώσεις ανά κάτοικο και ημέρα , στις καταναλώσεις νερού των ετών 1961 έως 1981 και προέκυψε ειδική κατανάλωση 240 λίτρο ανά κάτοικο και ημέρα για το έτος σχεδιασμού 2011.

Από τις παραπάνω παραδοχές εκτιμήθηκαν:

- Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων $Q_m = 17.600 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$
- Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων $Q_{max} = 26.250 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$

β) Παροχές Οικισμών

Οι παροχές των οικισμών υπολογίστηκαν βάση των απογραφών των ετών 1961-71-81-91 και προβολή αυτών για το έτος 2026 με τις μεθόδους της μέσης αριθμητικής αύξησης και λογιστικές καμπύλες πληθυσμού κορεσμού. Από τις δύο μεθόδους για κάθε έναν από του εννέα οικισμούς χωριστά θεωρούμε σαν σύνολο πληθυσμού των κοινοτήτων τις 25.000 κατοίκους , θεωρώντας σαν ειδική παροχή για το έτος 2026 τα 200 λίτρα / κάτοικο την ημέρα προκύπτει :

- Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων $Q_m = 5.000 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$
- Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων $Q_{max} = 7.500 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$

γ) Πραγματικά δεδομένα μετρήσεων

Κατά τη διάρκεια της επταετούς λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Ιωαννίνων έγιναν από την Δ.Ε.Υ.Α.Ι. καθημερινές μετρήσεις των παροχών και ως τούτου τα στοιχεία του τελευταίου έτους 1998 φαίνονται οι ακόλουθες διαπιστώσεις :

- Μέση ημερήσια παροχή $Q_m = 15.666 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$
- Μέγιστη ημερήσια παροχή $Q_{max} = 43.450 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$
- Ημέρες κάτω από την μέση παροχή 229 (62,7%)
- Ημέρες πάνω από την μέση παροχή 136 (37,3%)

4.3 Ρυπαντικά φορτία

α) Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων βάσει της μελέτης του Ε.Μ.Π.

Η εκτίμηση των ρυπαντικών φορτίων των αστικών λυμάτων πόλης Ιωαννίνων για το έτος 2001:

Οργανικό φορτίο(BOD ₅)	:6270 Kgr/day ή 250 mg/l
Ολικά στερεά (SS)	:7614 Kgr/day ή 290 mg/l
Ολικό άζωτο (N)	:1344 Kgr/day ή 60 mg/l
Ολικός φώσφορος (P)	: 360 Kgr/day ή 14 mg/l

16. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων αστικών λυμάτων.

β) Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων κοινοτήτων

Οργανικό φορτίο(BOD ₅)	:1500 Kgr/day
Ολικά στερεά (SS)	:2250 Kgr/day
Ολικό άζωτο (N)	: 350 Kgr/day
Ολικός φώσφορος (P)	: 100 Kgr/day

17. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων κοινοτήτων.

γ) Εκτίμηση φορτίων ΒΙ.ΠΕ.

Παροχή λυμάτων	:5.000 m ³ /ημέρα
Οργανικό φορτίο(BOD ₅)	: 250 Kgr/day
Ολικά στερεά (SS)	: 250 Kgr/day

18. Εκτίμηση φορτίων ΒΙ.ΠΕ

Δ) Εκτίμηση φορτίων με βάσει τις πραγματικές τιμές

	ΑΓΩΓΟΣ		ΒΥΤΙΟΦΟΡΑ	
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ
Οργανικό φορτίο(BOD ₅)Kgr/day	1504	5900	1647	6633
Ολικά στερεά (SS) Kgr/day	944	4560	1362	3294
Ολικό άζωτο (N-NH ₃) Kgr/day	500	1502	126	405
Ολικός φώσφορος (P) Kgr/day	76	330	19	135

19. Εκτίμηση φορτίων με βάσει τις πραγματικές τιμές

4.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι παροχές και τα ρυπαντικά φορτία σχεδιασμού καθώς και τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων του τρίτοβαθμίου βιολογικού καθαρισμού φαίνονται στους παρακάτω πίνακες :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΦΑΣΗ 2026
ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ(κατ)	135.000
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /day)	35.000
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	2.100
ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ (l/s)	1.000
ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (l/s)	405
BOD ₅ (Kgr/day)	9.900
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (Kgr/day)	12.150
ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (Kgr/day)	1.890
ΟΛΙΚΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΣ (Kgr/day)	485

20. Παράμετροι Σχεδιασμού

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mg/l)
BOD ₅	10
COD	60
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ	10
ΚΑΘΙΖΑΝΟΝΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	0,3
ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ	2
ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ	10
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	1
ΛΙΠΗ – ΕΛΑΙΑ	0
ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΤΕΡΕΑ	0
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟ ΧΛΩΡΙΟ	0,5
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ	6

21. Χαρακτηριστικά εκροής

4.5 ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΠΟΛΗΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Στην είσοδο των εγκαταστάσεων έχουν κατασκευασθεί μονάδες υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων, οι οποίες αποτελούνται από δύο μονάδες.

- *Εσχάρα* αποτελούμενη από τύμπανο
Δύο ηλεκτροβάνες DN 150 με στόμιο εισόδου και ταχυσύνδεσμο και σύνδεση των ηλεκτροβανών με τον ηλεκτρικό πίνακα. Ο ηλεκτρικός πίνακας βρίσκεται στην είσοδο της εγκατάστασης στο οποίο τοποθετείται από τον εκάστοτε κάτοχο βυτιοφόρου, πριν εκκενώσει

στην εγκατάσταση τα λύματα, ειδικά διαμορφωμένη κάρτα. Τα στοιχεία των λυμάτων (φορτίο) του κάθε βυτιοφόρου αποθηκεύονται μέσω του ηλεκτρικού πίνακα με σκοπό την τήρηση αρχείου καθώς επίσης ελέγχεται και η παροχή του βυτιοφόρου προς την εγκατάσταση. Ο χρόνος εκκενώσεις ενός βυτιοφόρου υπολογίζεται σε 10 λεπτά και συνολικά σε κάθε μονάδα μπορούν να εκκενώνουν 12 βυτιοφόρα την ώρα. Προκύπτει μέγιστη παροχή ανά μονάδα βοθρολυμάτων $180 \text{ m}^3/\text{h}$. Η παροχή αυτή εξασφαλίζεται με την παραπάνω μονάδα για μέγιστη συγκέντρωση 0,5 SS στερεών στα βοθρολύματα.



1. ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΕΣ DN 150

- Δεξαμενή εξάμμωσης μήκους 6.240 mm και πλάτους 1000 mm, με κοχλία συλλογής άμμου στον πυθμένα της δεξαμενής και δεύτερο κοχλία απαγωγής άμμου. Επιτυγχάνεται απομάκρυνση 90% των αιωρούμενων στερεών κοκκομετρικής διαμέτρου 200-250 μm .



2. ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ-ΕΣΧΑΡΩΣΗ ΤΩΝ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

- *Κοχλίες απομάκρυνσης εσχαρισμάτων και άμμου, οδηγούν ότι έχει αφαιρεθεί από τα βοθρολύματα μέσω ειδικά διαμορφωμένου σωλήνα σε κάδο συλλογής απορριμμάτων.*

Στην συνέχεια τα λύματα οδηγούνται σε υπόγεια δεξαμενή υποδοχής βοθρολυμάτων διαστάσεων επιφάνειας 20 * 6μ. και συνολικού βάθους 4,50μ. η οποία χωρίζεται σε δύο διαμερίσματα τα οποία επικοινωνούν με διάταξη υποβρύχιας οπή στον πυθμένα της δεξαμενής μεταξύ των δυο διαμερισμάτων. Για την ανάδευση και τον προαερισμό των αποθηκευμένων βοθρολυμάτων χρησιμοποιείται σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα μεσαίας φυσαλίδας.

Η προώθηση των βοθρολυμάτων προς το αντλιοστάσιο εισόδου γίνεται με την βοήθεια δύο υποβρύχιων αντλιών , η μία εκ των οποίων εφεδρική. Οι αντλίες εναλλάσσονται για την ομοιόμορφη φθορά τους .

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ

Στο αντλιοστάσιο εισόδου καταλήγει ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς των λυμάτων της πόλη καθώς και τα επεξεργασμένα βοθρολύματα. Το αντλιοστάσιο εισόδου αποτελείται από τρεις όμοιες κοχλιωτές αντλίες τύπου Αρχιμήδη δυναμικότητας 500 l/s. Στο αντλιοστάσιο εισόδου έχουν τοποθετηθεί θυροφράγματα για απομόνωση και συντήρηση των αντλιών. Η λειτουργία των αντλιών γίνεται κυκλικά ενώ μια πάντα λειτουργεί ως εφεδρική.



3. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΚΟΧΛΙΕΣ)

ΕΣΧΑΡΩΣΗ

Από την λεκάνη εκφόρτιση των κοχλιών ξεκινά το έργο της εσχάρωσης. Η μονάδα εσχάρωσης περιλαμβάνει τρεις αυτοκαθεριζόμενες εσχάρες ονομαστικής παροχής 500 l/s τύπου STEP SCREEN FLEXIBLE SSF. Η ανώτερη επιτρεπτή ταχύτητα ροής διάμεσου των ράβδων είναι :0,97 m/s < 1.4 m/s μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα διαμέσου των ράβδων. Η ημερήσια αναμενόμενη ποσότητα εσχαρισμάτων υπολογίζεται ίση με 5,5 m³/d , άρα η μέγιστη ετήσια παραγωγή είναι ίση με 2.025 m³/χρόνο. Τα εσχαρίσματα στην συνέχεια συμπιέζονται (αφυδατώνονται), με σκοπό την μείωση του όγκου τους ως 60%, με συγκέντρωση ξερών εξόδου στερεών 30%, από κοχλία

συμπύεσης εσχαρισμάτων δυναμικότητας 4 m³/h. Έτσι η ημερήσια ποσότητα προκύπτει περίπου ίσια με 2,2 m³ . τα εσχαρίσματα συλλέγονται σε δύο κάδους χωρητικότητας 1,1 m³ έκαστος και απομακρύνονται .



4. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΕΣΧΑΡΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ



5. ΠΡΕΣΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΣΧΑΡΙΣΜΑΤΩΝ

ΕΞΑΜΜΩΣΗ

Μετά την εσχάρωση τα λύματα προωθούνται στους εξαμμωτές. Έχει κατασκευασθεί δίδυμος εξαμμωτής ενεργού όγκου 184 m^3 έκαστος . Ο κάθε θάλαμος απομονώνεται με θυρόφραγματα. Για τον αερισμό των εξαμμωτών είναι εγκατεστημένοι δυο φυσητήρες παροχής $600 \text{ m}^3/\text{h}$ ο καθένας και 400 mbar . Ο αερισμός γίνεται με διάχυτηρες χονδρής φυσαλίδας κατά μήκος κάθε πλευράς των εξαμμωτών Το μήκος κάθε εξαμμωτή είναι 23m . και απαιτείται $10 \text{ m}^3/\text{h}$ αέρα για κάθε τρέχον μέτρο δεξαμενής. Έτσι έχουν τοποθετηθεί 20 ανοξείδωτοι διαχυτήρες χοντρής φυσαλίδας σε κάθε κανάλι εξάμμωσης σε απόσταση $0,70\text{m}$ από των πυθμένα Η άμμος που καθιζάνει στον πυθμένα του κάθε εξαμμωτή μεταφέρεται μέσω αντλιών ανηρητημένων επί των γεφυρών Η ποσότητα της άμμου που απομακρύνεται ημερησίως είναι $1,05 \text{ m}^3/\text{d}$ η ποσότητα αυτή απομακρύνεται από δύο κάδους χωρητικότητας $1,1 \text{ m}^3$ έκαστος.



6. ΓΕΦΥΡΑ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΞΑΜΜΩΤΗ

ΛΙΠΗ

Σε κάθε θάλαμο του εξαμμωτή είναι διαμορφωμένος εκατέρωθεν χώρος ηρεμία πλάτους 1,5 m για την συλλογή των επιπλέοντων λιπαρών ουσιών . Τα επιπλέοντα οδηγούνται με ειδικό ξέστρο στηριζόμενο στην κινητή γέφυρα προς τα φρεάτια των λιπών.

Η ημερήσια παραγωγή λιπών υπολογίζεται περίπου ίση με 2.058 m³.



7. ΣΑΡΩΣΗ ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΩΝ ΛΙΠΩΝ ΜΕ ΞΕΣΤΑ ΠΡΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΛΙΠΩΝ

ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μονάδα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων , η δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων και το κτίριο εσχάρωσης και εξάμμωσης είναι συνδεδεμένα με σύγχρονη μονάδα απόσμησης η χρήση της οποίας έχει ελαχιστοποίηση τις δυσάρεστες οσμές στους προαναφερόμενους χώρους επεξεργασίας λυμάτων. Για τον σκοπό αυτό έχει κατασκευασθεί δίκτυο αεραγωγών στους προς απόσμηση χώρους με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής αέρα των επιμέρους κλάδων. Η απόσμηση γίνεται με χημική εξουδετέρωση των οσμών και συγκεκριμένα με οξειδωση με μέσο οξειδωσης διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου.

Το συγκρότημα απόσμηση αποτελείται από:

- πληντηρίδα τριών σταδίων
- μονάδα αποθήκευσης και δοσομέτρησης H_2O_2 , $NaOH$ και H_2SO_4 .
- Σωλήνες τροφοδοσίας , ανακυκλοφορίας των διαλυμάτων, απαγωγής διαλύματος και εκκένωσης.
- Ανεμιστήρα
- Αντλίες ανακυκλοφορίας
- Σύστημα ρύθμισης και ελέγχου pH.



8. ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΩΝ ΕΚΡΩΝ

Τα λύματα από το κανάλι της εξάμμωσης οδηγούνται στο ενδιάμεσο αντλιοστάσιο για την τροφοδοσία των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης. Το αντλιοστάσιο ανύψωσης πρωτοβάθμιων εκροών αποτελείται από τρεις όμοιες κοχλιωτές αντλίες τύπου Αρχιμήδη δυναμικότητας 500 l/s. Στο αντλιοστάσιο εισόδου έχουν τοποθετηθεί θυροφράγματα για απομόνωση και συντήρηση των αντλιών. Η λειτουργία των αντλιών γίνεται κυκλικά ενώ μια πάντα λειτουργεί ως εφεδρική.



9.ΚΟΧΛΙΕΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Η πρωτοβάθμια καθίζηση λαμβάνει χώρα σε δύο ακτινικής ροής κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 24 m και μέσο βάθος 3 m εξοπλισμένες με ακτινωτό ξέστρο. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα ημερήσια ρυπαντικά φορτία που εξέρχονται των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης :

Παράμετρος	Απόδοση %	Ρυπαντικά φορτία	
		Εισόδου (Kg/d)	Εξόδου(Kg/d)
BOD ₅	25	9.900	7.425
SS	50	12.150	6.075
TKN	10	1.890	1.701

TP	10	485	437
Είδος	Αναμενόμενος όγκος (m ³ /d)		
Πρωτοβάθμιος ιλύς(6.075 Kgr/day)	280		

22. Ημερήσια ρυπαντικά φορτία

Ο βαθμός απομάκρυνσης αιωρούμενων στερεών φτάνει το 50 %. Επίσης τα κοπρανώδη βακτήρια μειώνονται κατά 10%περίπου.

Μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση η εγκατάσταση ακολουθεί δύο γραμμές λειτουργίας . Αφενός το πρωτογενώς επεξεργασμένο λύμα με υπερχείλιση οδηγείται στην αναερόβια δεξαμενή βιολογικής απομάκρυνσης(που στο εξής θα καλείται γραμμή λυμάτων) και αφετέρου φωσφόρου η καθιζάνουσα ιλύς οδηγείται με βαρύτητα σε παχυντή πρωτοβάθμιας ιλύος (που στο εξής θα καλείται γραμμή ιλύος).



10. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

A) ΓΡΑΜΜΗ ΛΥΜΑΤΩΝ- ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ

A1) ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Τμήμα των παλαιών δεξαμενών αερισμού χρησιμοποιείται ως αναερόβια δεξαμενή αποφωσφόρωση και μέρος του ως δεξαμενή απονιτροποίηση.

Η παλαιά δεξαμενή αερισμού χωρίζεται σε βόρεια και νότια δεξαμενή με τοίχιο το οποίο φέρει τέσσερις οπές που επιτρέπει την επικοινωνία των δύο δεξαμενών. Τμήμα της βόρεια δεξαμενής διαστάσεων 22*16,5*3,6μ. λειτουργεί ως αναερόβια δεξαμενή απομάκρυνσης φωσφόρου . Σε απόσταση 22μ. από την είσοδο της δεξαμενής καταλήγει σωλήνας της εσωτερικής ανακυκλοφορίας από το αντλιοστάσιο του νέου βιοαντιδραστήρα . Κατά συνέπεια το υπόλοιπο τμήμα της βόρεια δεξαμενής διαστάσεων 44*16,5*3,8μ. λειτουργεί ως δεξαμενή απονιτροποίηση.

Στην αναερόβια δεξαμενή γίνεται απελευθέρωση του φωσφόρου , πρόσληψη άνθρακα και ανάπτυξη των πολυφωσφορικών βακτηριδίων, τα οποία στην συνέχεια , στην δεξαμενή αερισμού υπό αερόβιες συνθήκες , επαναπροσλαμβάνουν τον φώσφορο και δημιουργού πλούσια σε φωσφόρο ιλύ, με την απομάκρυνση της οποίας επιτυγχάνεται η μείωση των συγκεντρώσεων φωσφόρου στα λύματα. Η αναερόβια δεξαμενή έχει διαμερισματοποιηθεί για την εξασφάλιση εμβολοειδούς ροής. Η δεξαμενή φωσφόρου έχει εξοπλισθεί με 5 βραδύστοφους αναδευτήρες κατάλληλης ισχύος ώστε να μην εμφανίζεται απόθεση στερεών στον πυθμένα

Ο ελάχιστος ωφέλιμος όγκος της αναερόβιας δεξαμενής φωσφόρου είναι 1.800 m³.

Ο χρόνος παραμονής για την παροχή σχεδιασμού και τη μέση ωριαία διαμορφώνεται όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα :

Παροχή	Χρόνος παραμονής (h)
Σχεδιασμού(35.000 m ³ /d)	1,37

Μέγιστη ωριαία (2.100 m ³ /h)	0,95
--	------

23. Χρονος παραμονής για την παροχή σχεδιασμού και τη μέση ωριαία

Κατά την βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου επιτυγχάνεται απομάκρυνση του 70% του εισερχομένου στην βιολογική βαθμίδα φορτίου φωσφόρου , άρα απομακρύνεται 305kgP/d. Η περαιτέρω απομάκρυνση φωσφόρου για την ικανοποίηση των ορίων εκροής προβλέπεται προσθήκη χημικών αλάτων Fe για την ταυτόχρονη ιζηματοποίηση.



11. ΑΓΩΓΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΕΙ ΛΥΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟ ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ



12. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

A3) ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ – ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΑΝΑΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

Τα λύματα από την μονάδα αερισμού οδηγούνται με φυσική ροή στο μεριστή παροχής για την ισοκατανομή των παροχών προς τις δεξαμενές καθίζησης. Παραπλεύρως του μεριστή βρίσκονται οι αντλίες δοσομέτρησης σιδήρου με παροχή 350 l/h, για την χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου στις δεξαμενές τελικής καθίζησης . Το διάλυμα που χρησιμοποιείται είναι FeClSO_4 με περιεκτικότητα σιδήρου 12% .



13. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

A4) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Υπάρχουν τέσσερις συνολικά κυκλικές δεξαμενές τελικής καθίζηση με μηχανικό σαρωτή και τα εξής χαρακτηριστικά:

Διάμετρος	: 32 m
Πλευρικό βάθος υγρού	: 3,20 m
Μέσο βάθος υγρού	: 3,60 m
Επιφάνεια	: 804 m ²
Όγκος	: 2.815 m ³

Η συλλογή της ιλύος γίνεται με ξέστρο αναρτημένο στη γέφυρα. Η γέφυρα είναι ένα συγκρότημα από δοκούς με εγκάρσια στηρίγματα οποία στην βάση τη φέρει κλωβό του κινητήριος συστήματος, διάδρομο ελαχίστου πλάτους 0,7 μ. από μπακλαβαδωτή λαμαρίνα, χαλύβδινο κιγκλίδωμα ύψους 1 μ. και στις δυο πλευρές, στεγανό κιβώτιο ηλεκτρομηχανολογικών, το ξέστρο ιλύος και το σύστημα συλλογής των επιπλεόντων. Το ξέστρο στηρίζεται στην γέφυρα με εύκαμπτους ράβδους που στο κάτω μέρος τους φέρουν λεπίδες απόξεσης του πυθμένα. Οι λεπίδες μεταφέρουν την καθιζάνουσα ιλύ στο φρεάτιο απαγωγής και καλύπτουν όλη την επιφάνεια του πυθμένα χωρίς να μένουν νεκρά σημεία.

Η λεπίδα σάρωσης των αφρών είναι ρυθμιζόμενου ύψους και παρακολουθεί την στάθμη του νερού μέσω διάταξης στάθμης. Η συλλογή του αφρού γίνεται σε όλη την επιφάνεια της δεξαμενής. Η επιπλέουσα ιλύς από το σύστημα οδηγείται σε κατάλληλο φρεάτιο εκτός δεξαμενής που συνδέεται με το σύστημα στραγγιδίων, ώστε να εξασφαλίζεται η στράγγιση του νερού και η συλλογή του αφρού γίνεται σε παρακείμενο θάλαμο.

Από τις δεξαμενές καθίζηση η ανακυκλοφορούσα ιλύς οδηγείται σε αντλιοστάσιο για ανακυκλοφορία στην είσοδο της δεξαμενής αποφωσφόρωσης.

Στις δεξαμενές τελικής καθίζησης πραγματοποιούνται οι παρακάτω διεργασίες:

- *Διάυγαση του μικτού υγρού*, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά όρια εκροής στην έξοδο. Η απαίτηση αυτή αφορά τόσο στο επιθυμητό όριο για την συγκέντρωση των αιωρούμενων στέρεων, όσο και τις τιμές συγκέντρωσης ρύπων που έχουν σημαντική συνιστώσα σωματιδιακού φορτίου. . Σημαντικό σωματιδιακό φορτίο έχουν τόσο οι οργανικές ουσίες BOD, COD όσο και ο φώσφορος.
- *Πάχυνση του μικτού υγρού* έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή συγκέντρωση στερεών στην ιλύ ανακυκλοφορίας

- *Αποθήκευση στερεών του μικτού υγρού κατά την διάρκεια υψηλών υδραυλικών φορτίσεων και πάχυνση του , έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η επιστροφή του στον βιοαντιδραστήρα μέσω της εσωτερικής ανακυκλοφορίας και επομένως την διατήρηση της απόδοσης της βιολογικής βαθμίδας σε υψηλά επίπεδα.*



14. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

A5) ΦΙΛΤΡΑΝΣΗ

Η μονάδα φίλτρανσης έχει κατασκευασθεί κατόντη των δεξαμενών τελικής καθίζησης και τροφοδοτείται από το κανάλι εκροών των νέων και υφισταμένων δεξαμενών τελικής καθίζησης .

Συνολικά έχουν εγκατασταθεί τέσσερα φίλτρα μηχανικής διύλισης τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου. Τα περιστρεφόμενα φίλτρο έχουν δυναμικότητα 900 m³/h έκαστο και το μέγεθος των διάκενων είναι 20 μm. Τα φίλτρα έχουν διάμετρο 4μ. και μήκος 4,5μ.

Μετά το φιλτράρισμα απομακρύνεται περί το 80 % των αιωρούμενων σωματιδίων. Η συγκέντρωσης στερεών στην εκροή των

δευτεροβαθμίων καθιζήσεων είναι τη τάξη των 13-14 mg/l , συνεπώς μετά το φιλτράρισμα επιτυγχάνονται τα όρια εκροής που είναι 10 mg/l.



15. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

A6) ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων χρησιμοποιούνται δίδυμες δεξαμενές επαφής μαιανδρικής μορφής.

Ο συνολικός ωφέλιμος όγκος ανέρχεται σε 548m³ με βάθος υγρού 1.5m για κάθε δεξαμενή.

Ως απολυμαντικό μέσο χρησιμοποιείται διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου 13-15 % κατόγκο. Οι δοσομετρικές αντλίες , το δοχείο ημερήσιας κατανάλωσης και η δεξαμενή αποθήκευσης χλωρίου είναι τοποθετημένα σε νέο οικισμό χλωρίωση .

Η συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στη είσοδο είναι $E_0 = 10^7$ MPN/ 100 ml , ενώ η ελάχιστη συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων στην εκροή είναι :

$E_0 = 100 \text{ MPN} / 100 \text{ ml}$. Ο χρόνος επαφής των λυμάτων στην δεξαμενή χλωρίωσης είναι $t = 42 \text{ min}$.



16. ΕΝΑΡΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΑΝΤΛΙΑ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ



17. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗ ΜΕ ΕΜΦΑΝΗ ΤΑ ΘΥΡΟΦΡΑΓΜΑΤΑ

A7) ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ

Η αποχλωρίωση των λυμάτων γίνεται με ένυδρο θειώδες νάτριο στην έξοδο της δεξαμενής χλωρίωσης . Σκοπός της αποχλωρίωσης είναι η μείωση του υπολειμματικού χλωρίου σε συγκέντρωση 0,5 mg/l . Για την αποχλωρίωση έχει τοποθετηθεί δοσομετρική αντλία τροφοδοσίας διαλύματος . Η ημερήσια ποσότητα διαλύματος που χρησιμοποιείται ημερησίως είναι 0,8m³.

Το συγκρότημα αποχλωρίωσης τοποθετείται σε ξεχωριστό θάλαμο του οικισμού χλωρίωσης.

A8) ΜΕΤΑ-ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με οξυγόνο υπάρχουν τέσσερις δεξαμενές μετα-αερισμού 5,50*5,50m² στην έξοδο των δεξαμενών χλωρίωσης. Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με ισχυρούς επιφανειακούς

ανεμιστήρες. Σ' όλα τα διαμερίσματα των δεξαμενών μετα-αερισμού υπάρχουν μετρητές διαλυμένου οξυγόνου οι οποίοι συνδέονται με χρονοπρόγραμμα με τους ανεμιστήρες. Προκειμένου να επιτευχθεί η ανύψωση του οξυγόνου των λυμάτων στην εκροή από $DO=2 \text{ mg/l}$ στην έξοδο της δευτεροβάθμιας καθίζησης σε $DO=6 \text{ mg/l}$ για το ήμισυ της ημερήσιας παροχής υπολογίζεται ότι απαιτείται σε οξυγόνο 4 mg/l και ο χρόνος παραμονής των λυμάτων στην δεξαμενή μετααερισμού είναι 15min.



18. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ

A9) ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται με αγωγό βαρύτητας από την έξοδο της εγκατάστασης επεξεργασία λυμάτων πόλης Ιωαννίνων στον αποδέκτη που ορίζεται η τάφρος Λαψίστας. Το μήκος του αγωγού είναι περίπου 1.600 μέτρα. Η παροχή λυμάτων από την εγκατάσταση είναι $Q=1000 \text{ l/sec}$.

B) ΓΡΑΜΜΗ ΙΛΥΟΣ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

B1) ΠΑΧΥΝΤΗΣ

Από τους πυθμένες των δεξαμενών πρωτοβάθμια καθίζηση η ιλύς οδηγείται με βαρύτητα προς τον παχυντή πρωτοβάθμιας ιλύος που είναι εξοπλισμένος με αναμοχλευτή ιλύος. Τα χαρακτηριστικά εισόδου στον παχυντή είναι τα παρακάτω:

Ημερήσια τροφοδοσία παχυντή : 6.100 kgTS / ημέρα πρωτοβάθμιας ιλύος

Περιεκτικότητα εισόδου : 2,2%

Ημερήσιος εισερχόμενος όγκος : 280 m³

Ο παχυντής έχει διάμετρο 9μ.

Η ημερήσια φόρτιση στερεών που προκύπτει είναι : 95,9kg/m² , ημέρα.

Για την περιεκτικότητα σε στερεά στην έξοδο από τον παχυντή ίση με 3% η ημερήσια αναμενόμενη παροχή παχυμένης ιλύος είναι :203 m³/d

Η ημερήσια παραγωγή στραγγιδίων είναι: 77 m³/d

Ο χρόνος παραμονής είναι : 21,5 ώρες.

B2) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Για την τροφοδοσία των χωνευτών έχει κατασκευασθεί αντλιοστάσιο παχυμένης πρωτοβάθμιας ιλύος δίπλα στον παχυντή. Η αναρρόφηση των αντλιών γίνεται απευθείας από τον κώνο ιλύος του παχυντή, με αντλίες που καλύπτουν τις ανάγκες τροφοδοσίας καθημερινά : 10,15 h/d.

B3) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΝΕΡΓΟΥΣ ΙΛΥΟΣ

Για την ενιαία διαχείριση της λάσπης των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης έχει κατασκευασθεί αντλιοστάσιο ενεργού ιλύος διπλάσιας δυναμικότητας τόσο σε άντληση ανακυκλοφορίας ιλύος , όσο και σε

περίσσεια ιλύος . Ο καταθλιπτικός συλλέκτης καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αποφωσφόρωσης .

B4)ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τις δεξαμενές χώνευσης τα σύστημα ανάμιξης χωνευτών , τις εγκαταστάσεις θέρμανσης της ιλύος και των χωνευτών , την εγκατάσταση καύσης του βιοαερίου, όλες τις σωληνώσεις διασύνδεσης και τα συστήματα ασφαλείας

Η τροφοδοσία των χωνευτών γίνεται από τα αντλιοστάσιο πρωτοβάθμιας ιλύος με κυκλική ρύθμιση.

➤ Στις δεξαμενές χώνευσης εξασφαλίζεται η μεσόφιλη αναερόβια χώνευση για τη σύνολο της παραγόμενης ιλύος
Η απόδοση των διαδικασιών χώνευσης είναι η εξής:

- Ποσοστό απομάκρυνσης των πτητικών στερεών (volatile solids) 50% κατ'ελάχιστον .
- Η μέση παραγωγή βιοαερίου είναι 1 m³ ανά χιλιοστόγραμμα διασπόμενων VS
- Ο χρόνος παραμονής είναι 25,6 ημέρες

Η λάσπη που εξέρχεται από τους χωνευτές έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- DSS :3.800 kg/d
- VSS :2.300 kg/d
- Q :200 m³/d
- Συγκέντρωση στερεών : ~ 1,9%

➤ *Σύστημα ανάμιξης των χωνευτών*

Η ανάμιξη των χωνευτών πραγματοποιείται με συνεχή ανακυκλοφορία βιοαερίου μέσω συμπιεστών και κατάλληλου συστήματος έγχυσης του βιοαερίου για την ανάδευση των χωνευτών. Η τροφοδοσία πραγματοποιείται προς όλα τα σημεία των χωνευτών

➤ *Θέρμανση της ιλύς*

Το σύστημα θέρμανσης της ιλύς θερμαίνει την ιλυ που εισέρχεται στον χωνευτή και διατηρεί την θερμοκρασία των περιεχομένων του χωνευτή σε θερμοκρασία 34-36 °C

➤ *Αποθήκευση καύση βιοαερίου*

Το βιοαέριο που παράγεται από τους χωνευτές συλλέγεται σε ξεχωριστό κώδωνα , που έχει εγκατασταθεί στην οροφή κάθε χωνευτή και μεταφέρεται με κοινό αγωγό στα αεροφυλάκια. Από τα αεροφυλάκια τροφοδοτούνται οι καυστήρες θέρμανσης νερού, η μηχανή συμπαραγωγής ενέργειας και το πλεονάζον βιοαέριο και στους πυρσούς καύσης.



19. ΙΛΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ



20. ΧΩΝΕΥΤΕΣ ΙΛΥΟΣ

B5) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ – ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΧΩΝΕΜΕΝΗΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η χωνεμένη πρωτοβάθμια ιλύς και η περίσσεια βιολογική ιλύς θα οδηγηθούν στις δεξαμενές ομογενοποίησης πριν την διεργασία της αφυδάτωσης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Είδος ιλύος	Φόρτιση στερεών (kg/d)	Συγκέντρωση σε στερεά%	Παροχή m ³ /d
Πρωτοβάθμια χωνευμένη	3.800	1,9	200
Βιολογική	6.270	0,8	784

Σύνολο	10.070	1	984
--------	--------	---	-----

13. Συνολική Ίλυς

Οι δεξαμενές είναι κυκλικές με σύστημα αναμόχλευσης μέσω έγχυσης αέρα και ενεργό όγκο 432 m³ έκαστη.

Σε κάθε δεξαμενή αποθήκευσης υπάρχει αγωγός απομάκρυνσης της ιλύος που ξεκινά από τον κώνο και καταλήγει στο αντλιοστάσιο τροφοδοσία της αφυδάτωσης



21. ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΤΕΣ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟ

B6) ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΙΛΥΟΣ

Η αφυδάτωση του μείγματος πρωτοβάθμιας και βιολογικής ιλύος γίνεται μηχανικά σε συγκρότημα φυγοκεντρητών ο καθένας με εσωτερική διάμετρο τύμπανου 530mm και εσωτερικό μήκος τυμπάνου 2.250 mm. Η ποσότητα της ιλύος για αφυδάτωση είναι 10.070 kg/d και επιπλέον 680 kg/d,

ποσότητα που προέρχεται από την χημική απομάκρυνση του φωσφόρου. .
Έτσι συνολικά στερεά που οδηγούνται προς αφυδάτωση είναι 10.750 TS/d .

Η ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος ανά ημέρα είναι: 43 m³/d.

Η τροφοδοσία του πολυηλεκτρολύτη γίνεται με χοάνη χωρητικότητας 120 λίτρα. Στην συνέχεια παρασκευάζεται διάλυμα PE συγκέντρωσης 0,5% στην δεξαμενή ωρίμανσης . Ο χρόνος παραμονής στην δεξαμενή ωρίμανσης είναι μία ώρα .

Συγκριτικά βλέπουμε :

Ο όγκος της ιλύος πριν της αφυδάτωση είναι = 1075 m³/d

Ο όγκος της ιλύος μετά της αφυδάτωση είναι = 43 m³/d.

Η αφυδατωμένη ιλύς απομακρύνεται από τον χώρο της εγκατάσταση σε χώρο διαμορφωμένο.



22. ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Τέλος, κατά τη διεργασία της χώνευσης της ιλύος παράγεται βιοαέριο ως "υποπροϊόν", το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4). Το βιοαέριο θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που ήδη υπάρχει στην μονάδα. Προς το παρόν όμως απλά καίγεται στους πυρσούς καύσης βιοαερίου.



23. ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΑ



24. ΠΥΡΣΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ



25. ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



26. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΦΩΣΦΟΡΩΣΗΣ

A2) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ – ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ – ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η δεξαμενή απονιτροποίηση αποτελείται από ένα σύστημα διακεκριμένη προανοξική δεξαμενή που ακολουθείται από βιοαντιδραστήρια με εναλλασσόμενες αερόβιες και ανοξικές ζώνες.

Στην προανοξική δεξαμενή(προ-απονιτροποίησης) καταλήγουν η εκροή των λυμάτων από την αναερόβια δεξαμενή (αποφωσφόρωσης) και σωλήνας που μεταφέρει λύματα από την εσωτερική ανακυκλοφορία των βιοαντιδραστήρων τα οποία είναι πλούσια σε νιτρικά. Έτσι στην προανοξική δεξαμενή γίνεται μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο. Για την διατήρηση του ανοξικού περιβάλλοντος και την διατήρηση του μίγματος σε αιώρηση τα λύματα αναδεύονται ήρεμα με υποβρύχιους αναδευτήρες.

Οι δύο νέες οξειδωτικοί τάφροι έχουν όγκο 20.750 m^3 .

Στις οξειδωτικές τάφρους ως σύστημα αερισμού και ανάδευσης έχουν εγκατασταθεί διατάξεις αερισμού με 12 βούρτσες σε συνδυασμό με 4 αναδευτήρες . Στους βιοαντιδραστήρες αυτού του τύπου , σχηματίζονται αερόβιες και ανοξικές ζώνες , οι οποίες ορίζονται από τις φλέβες ροής στις οποίες διαχέεται ο εισερχόμενος αέρας. Η μορφή των αεριζόμενων τμημάτων και κατά συνέπεια η κατανομή του αεριζόμενου και ανοξικού όγκου καθορίζεται από την βύθιση των ανεμιστήρων και αποτελεί παράμετρο , η

οποία μπορεί να ρυθμιστεί κατά την λειτουργία. Για την βελτίωση κατανάλωσης στο σύστημα αερισμού η λειτουργία του συστήματος ρυθμίζεται με βάση τη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται υπερχειλίση στην έξοδο κάθε δεξαμενής αερισμού με μεταβολή ρύθμισης τουλάχιστον 30 cm.

Η ρύθμιση επιτυγχάνεται με βάση τις πληροφορίες για την στάθμη του διαλυμένου οξυγόνου από δύο οξυγονόμετρα που έχουν εγκατασταθεί σε χαρακτηριστικά σημεία σε κάθε δεξαμενή.

Στην έξοδο κάθε δεξαμενής αερισμού έχουν τοποθετηθεί μετρητές νιτρικών και αμμωνίας που μεταφέρουν τα σήματα στο κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης για την ρύθμιση της εσωτερικής ανακυκλοφορίας.

Ο συνολικός βιοαντιδραστήρας αποτελείται από τους παρακάτω τέσσερις επιμέρους αντιδραστήρες:

- Αντιδραστήρας P Αναερόβιος
- Αντιδραστήρας D₁ Προ-ανοξικός
- Αντιδραστήρας D₂ Ανοξικός
- Αντιδραστήρας A Αερόβιος

Χρησιμοποιούνται η εξής παροχές:

- Παροχή σχεδιασμού
- Επανακυκλοφορία ιλύος (RS) 100% της παροχής σχεδιασμού από τις καθιζήσεις στην αναερόβια δεξαμενή
- Εσωτερική ανακυκλοφορία (IR1) 300% της παροχής σχεδιασμού με ροή μέσα στις οξειδωτικές τρύρες.
- Εσωτερική ανακυκλοφορία (IR2) του ανάμικτου υγρού με αντλίες, 76% της παροχής σχεδιασμού από της οξειδωτικές τρύρες στην προ-ανοξική δεξαμενή

5. Τριτοβάθμια επεξεργασία της εγκατάστασης-Τεχνικές που εφαρμόζονται

Η αναγκαιότητα για μια εκτεταμένη αφαίρεση θρεπτικών οδήγησε στη διαμόρφωση των μονάδων ενεργούς ιλύος με τέτοιο τρόπο ώστε να μην λειτουργούν αποκλειστικά σαν δεξαμενές αερισμού, αλλά να ενσωματώνουν την αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου με βιολογικές ή μη βιολογικές μεθόδους, παράλληλα με την αποικοδόμηση οργανικών συστατικών(BOD, COD).

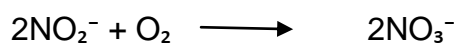
Υπάρχουν μια σειρά λόγων που καθιστούν αναγκαία την απομάκρυνση αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων από τα υγρά απόβλητα πριν την απόρριψη αυτών σε τελικούς αποδέκτες. Κατ' αρχήν και τα δύο συστατικά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον ευτροφισμό των φυσικών υδάτων. Το άζωτο είναι τοξικό για τα ψάρια και τους άλλους οργανισμούς. Η οξειδωση της αμμωνίας συνδέεται με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων οξυγόνου και την παραγωγή ιόντων υδρογόνου που προκαλεί πτώση του pH. Αυτή η κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του υπάρχοντος διαλυμένου οξυγόνου των επιφανειακών υδάτων και να επιδράσει αρνητικά στην υπάρχουσα ζωή.

5.1 Απομάκρυνση αζώτου

Η διαδικασία βιολογικής μετατροπής της αμμωνίας σε μοριακό άζωτο λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, με την παρουσία οξυγόνου, αερισμός, η αμμωνία οξειδώνεται μέσω μικροοργανισμών. Σε ένα δεύτερο στάδιο, με αποκλεισμό οξυγόνου τα σχηματισμένα προϊόντα οξειδωσης μετατρέπονται σε μοριακό άζωτο.

5.1.1 Νιτροποίηση

Κατά την νιτροποίηση οι αζωτούχες οργανικές ενώσεις μετατρέπονται σε οργανικά οξέα και NH_4 και στην συνέχεια σε νιτρώδες($\text{NH}_4^+\text{-N}$) και νιτρικό($\text{NO}_3\text{-N}$) με τη βοήθεια των βακτηρίων *Nitrosomonas* (πρώτο στάδιο) και *Nitrosococcus* (δεύτερο στάδιο)με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



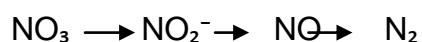
Η νιτροποίηση δηλαδή είναι μια διεργασία που λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια.

Τα δύο βασικά στοιχεία της νιτροποίησης είναι η υψηλή απαίτηση οξυγόνου και η απελευθέρωση ιόντων υδρογόνου. Το πρώτο είναι σημαντικό για την διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού, ενώ το δεύτερο μπορεί να οδηγήσει σε πτώση του pH. Οι γενικές απαιτήσεις ανάπτυξης των οξειδωτικών αμμωνίας και νιτρώδους είναι:

- PH: 5,5-9,0, βέλτιστο pH: 7,5-7,6
- Διαλυμένο οξυγόνο: 0,5 mg/l για οξείδωση αμμωνίας και 1,5mg/l για οξείδωση NO₂⁻
- Θερμοκρασία: 5-40°C

5.1.2 Απονιτροποίηση

Στην απονιτροποίηση το νιτρικό και το νιτρώδες που σχηματίστηκαν στην νιτροποίηση ανάγεται μικροβιολογικά σε μοριακό άζωτο. Αν τα αναγωγικά στοιχεία του υγρού αποβλήτου δεν είναι αρκετά, χρησιμοποιούνται εξωτερικοί δότες όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη και το οξικό οξύ. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα βιομηχανικά απόβλητα. Η αντίδραση που περιγράφει την απονιτροποίηση είναι:



Όπως η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση περιλαμβάνει δύο στάδια. Το πρώτο είναι η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη και το δεύτερο η αναγωγή των νιτρώδων σε οξειδίο του αζώτου, υποοξειδίο του αζώτου και τελικά σε μοριακό άζωτο που ολοκληρώνει τον κύκλο του αζώτου. Και τα τρία είναι αέρια. Η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα σε μια βιολογική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων μέσω ετερότροφων μικροοργανισμών (όπως το *Paracoccus* και διάφορες ψευδομονάδες).

Κύριο χαρακτηριστικό της απονιτροποίησης είναι ο αποκλεισμός του οξυγόνου και η αύξηση του pH.

Οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες για την απονιτροποίηση είναι:

- Θερμοκρασία 5-60 °C
- pH 6-8

- Συγκέντρωση οξυγόνου σε πολύ χαμηλά επίπεδα
- Διαθεσιμότητα ενός κατάλληλου ηλεκτρονιακού δότη

5.2 Απομάκρυνση φωσφόρου

Η απομάκρυνση φωσφόρου ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) από υγρά απόβλητα πραγματοποιείται μέσω χημικών και βιολογικών μεθόδων. Η αφαίρεση φωσφόρου είναι σημαντική καθώς είναι ένα θρεπτικό στοιχείο που ευνοεί την ανάπτυξη φυκών σε πολλά συστήματα φρέσκου νερού. Ο φώσφορος στα αστικά λύματα παράγεται κατά την οικιακή χρήση περίπου στα 4gr/κάτοικο την ημέρα. Εμφανίζεται στα υγρά απόβλητα με τη μορφή κυρίως ορθοφωσφορικών (PO_4) διαλυτών ιόντων 70 έως 90% και πολυφωσφορικών και οργανικών ενώσεων.

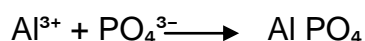
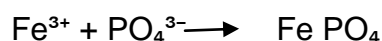
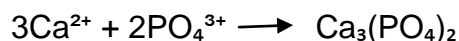
Ο φώσφορος μπορεί να αφαιρεθεί βιολογικά με μια διαδικασία που ονομάζεται ενισχυμένη βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου. Στη διαδικασία αυτή, ειδικά βακτήρια, εμπλουτίζονται και συσσωρεύουν μεγάλες ποσότητες φωσφόρου στο εσωτερικό των κυττάρων τους (μέχρι 20% της μάζας τους). Όταν η βιομάζα εμπλουτισμένη με αυτά τα βακτήρια διαχωρίζεται από το επεξεργασμένο νερό, έχει υψηλή αξία σαν λίπασμα.

Απομάκρυνση φωσφόρου μπορεί επίσης να επιτευχθεί με χημική κατακρήμνιση, συνήθως με άλατα σιδήρου (π.χ. χλωριούχος σίδηρος), αργίλιο, ή ασβεστίου όπου δημιουργούνται αδιάλυτες ενώσεις φωσφόρου που απομακρύνονται. Η χημική αφαίρεση φωσφόρου απαιτεί σημαντικά μικρότερο εξοπλισμό από τη βιολογική απομάκρυνση, είναι πιο εύκολο να διαχειριστεί και είναι συχνά πιο αξιόπιστη. Αν και η χημική απομάκρυνση μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε στάδιο του διαγράμματος ροής της επεξεργασίας των λυμάτων, με διαφορετικό βαθμό όμως στην απόδοση, προτιμάται αυτή να γίνεται μετά την βιολογική επεξεργασία, διότι αφενός δεν επηρεάζονται οι άλλες λειτουργίες της εγκατάστασης, αφετέρου επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη απόδοση γιατί όλος ο φώσφορος έχει ήδη μετατραπεί από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία σε ορθοφωσφορικά άλατα που εύκολα κατακρημνίζονται.

Μόλις αφαιρεθεί, ο φώσφορος, υπό την μορφή μίας φωσφορικά πλούσια ιλύος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εμπλουτισμό της γης ή να μεταπωληθεί για χρήση σε λιπάσματα.

3.2.1 Χημική απομάκρυνση φωσφόρου

Κατά τη χημική απομάκρυνση φωσφόρου λαμβάνει χώρα κατακρήμνιση PO_4^{3-} με Fe^{3+} , Al^{3+} . Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:



Τα στάδια που λαμβάνει χώρα η κατακρήμνιση είναι:

1. Δοσομετρική παροχή και ανάμιξη του αντιδραστηρίου κατακρήμνισης στο υγρό απόβλητο.
2. Σχηματισμός μη διαλυτών χημικών ενώσεων φωσφορικού με τα κατιόντα Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} και υδροξειδίων.
3. Αποσταθεροποίηση και συσσωμάτωση των κolloειδών.
4. Περαιτέρω συσσωμάτωση των μικροκροκίδων με πολυηλεκτρολύτες.
5. Μηχανική «σάρωση» και άλλων αιωρούμενων λεπτών σωματιδίων με το ίζημα των αδιάλυτων φωσφορικών και υδροξειδίων των μετάλλων που καθιζάνει.
6. Διαχωρισμός του ιζήματος με καθίζηση, σε μια δεξαμενή πάχυνσης, σπάνια με επίπλευση.

Από τα παραπάνω αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται για την χημική κατακρήμνιση φωσφορικών, το πιο αποτελεσματικό είναι ο FeCl_3 , το οποίο σε ποσότητα 10mg/l, έχει σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση φωσφορικών κατά 90%. Η υδράσβεστος είναι λιγότερο αποτελεσματική με απομάκρυνση 80%, χρησιμοποιούμενη σε μια ποσότητα 500-700 mg/l και σε pH 10.5-11.

Η διαδικασία κατακρήμνισης PO_4^{3-} λαμβάνει χώρα στα πλαίσια της μεθόδου ενεργούς ιλύος. Αντίστοιχα με την τοποθέτηση της δόσης κατακρημνιστικού διαφοροποιείται η κατακρήμνιση στην πρωτοβάθμια καθίζηση, η ταυτόχρονη κατακρήμνιση καθίζηση στη δεξαμενή αερισμού και η ακλουθούσα στην εκροή της βιολογικής επεξεργασίας.

5.2.2 Βιολογική αφαίρεση φωσφόρου

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου είναι ένα σύνολο μεθόδων επεξεργασίας λυμάτων που εφαρμόζονται σε συστήματα ενεργού ιλύος για την απομάκρυνση των φωσφορικών.

Το κοινό στοιχείο για την βιολογική αφαίρεση του φωσφόρου είναι η παρουσία μιας αναερόβιου δεξαμενής (όπου νιτρικά και οξυγόνο είναι απόντα) πριν από την δεξαμενή αερισμού. Κάτω από αυτές τις συνθήκες μια ομάδα ετερότροφων βακτηρίων, που ονομάζονται συσσωρευτικοί πολυφωσφορικοί οργανισμοί, κερδίζουν ενέργεια από τον αποπολυμερισμό των φωσφορικών, η οποία τους επιτρέπει να επιβιώσουν σε απουσία οξυγόνου. Έτσι με μια ειδική διαδικασία μεταβάλλεται η σύσταση της ενεργούς ιλύος. Τελικά ο φώσφορος απομακρύνεται με το ρεύμα της λάσπης που απάγεται από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Η μέθοδος της βιολογικής αποφωσφόρησης επιτυγχάνει απομάκρυνση φωσφόρου από τα λύματα της τάξης του 80% περίπου.

5.3 Απολύμανση

Σκοπός της απολύμανσης στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των μικροοργανισμών στο νερό που θα διατεθεί πίσω στο περιβάλλον για τη μεταγενέστερη χρήση του (πόσιμο, άρδευση, κλπ.). Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης εξαρτάται από την ποιότητα του νερού που θα επεξεργαστεί (π.χ., θολερότητα, pH, κλπ.), το είδος της απολύμανσης που χρησιμοποιείται, η δόση απολυμαντικού (συγκέντρωση και χρόνος), και άλλες περιβαλλοντικές μεταβλητές. Κοινές μέθοδοι απολύμανσης περιλαμβάνουν το όζον, το χλώριο, την υπεριώδη ακτινοβολία και το υποχλωριώδες νάτριο. Μετά από πολλά στάδια

απολύμανσης, το επεξεργασμένο νερό είναι έτοιμο να απελευθερωθεί πίσω στον κύκλο νερού.

5.3.1 Χλωρίωση

Η χλωρίωση παραμένει η πιο κοινή μορφή της απολύμανσης των υγρών αποβλήτων λόγω του χαμηλού κόστους του και της αποτελεσματικότητας του. Ένα μειονέκτημα είναι ότι η χλωρίωση του υπολειμματικού οργανικού υλικού μπορεί να δημιουργήσει χλωριωμένες οργανικές ενώσεις που μπορούν να είναι καρκινογόνες ή επιβλαβές για το περιβάλλον. Επιπλέον, επειδή το υπολειμματικό χλώριο είναι τοξικό για τα υδρόβια είδη, τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει επίσης να είναι χημικώς αποχλωριωμένα, αυξάνοντας το κόστος της επεξεργασίας.

5.3.2 Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)

Η υπεριώδης (UV) ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί του χλωρίου, του ιωδίου, ή άλλων χημικών. Επειδή δεν χρησιμοποιούνται χημικά, τα επεξεργασμένα ύδατα δεν έχουν καμία δυσμενή επίδραση στους οργανισμούς μετά την απομάκρυνση από τον βιολογικό καθαρισμό και την διάθεσή τους στο περιβάλλον, όπως μπορεί να συμβεί με άλλες μεθόδους. Η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί ζημία στην γενετική δομή των βακτηρίων, ιών, και άλλων παθογόνων, καθιστώντας τα ανίκανα να αναπαραχθούν.

Τα βασικά μειονεκτήματα της απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία είναι η ανάγκη για συχνή συντήρηση και αντικατάσταση λαμπτήρα και η ανάγκη για μια εξαιρετική ποιότητα επεξεργασμένων λυμάτων ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί δεν προστατεύονται από την υπεριώδη ακτινοβολία (δηλαδή, τυχόν στερεά που υπάρχουν στην επεξεργασμένα λύματα μπορεί να προστατεύσουν από την υπεριώδη ακτινοβολία τους μικροοργανισμούς).

5.3.3 Όζον

Το όζον (O_3) παράγεται όταν το οξυγόνο (O_2) μέσω ενός υψηλού δυναμικού τάσης αποκτά ένα τρίτο άτομο οξυγόνου. Το όζον είναι πολύ ασταθές, αντιδρά και οξειδώνει το περισσότερο οργανικό υλικό με το οποίο έρχεται σε επαφή, καταστρέφοντας έτσι πολλούς παθογόνους μικροοργανισμούς. Το όζον θεωρείται ότι είναι ασφαλέστερη μέθοδος απολύμανσης από το χλώριο επειδή, σε αντίθεση με το χλώριο το οποίο

πρέπει να αποθηκεύεται στο χώρο, και είναι εξαιρετικά δηλητηριώδες σε περίπτωση τυχαίας απελευθέρωσης, το όζον παράγεται επιτόπου, όταν απαιτείται. Το όζον επίσης παράγει λιγότερα υποπροϊόντα απολύμανσης από το χλώριο. Ένα μειονέκτημα της απολύμανσης με τη μέθοδο του όζοντος είναι το υψηλό κόστος του εξοπλισμού παραγωγής όζοντος και η απαίτηση για ειδική λειτουργία.

6. Βασικές παράμετροι ποιότητας των λυμάτων που μετρούνται, μεθοδολογία μέτρησης, παρουσίαση μετρήσεων για περίοδο ενός έτους, σχολιασμός

Τα αστικά λύματα πρέπει να υφίστανται αποτελεσματική επεξεργασία, γιατί το περιεχόμενο σε αυτά ρυπαντικό φορτίο μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στους φυσικούς αποδέκτες[8] [12]. Για να μελετήσουμε την ποιότητα των λυμάτων, μετράμε τις εξής βασικές παραμέτρους:

- Αιωρούμενα στερεά (Suspended Solids – TSS)
- Οργανικό φορτίο (το οποίο προσδιορίζεται με τις παραμέτρους COD και BOD₅)
- Ενώσεις του αζώτου (N)
- Ενώσεις του φωσφόρου (P)
- Κολοβακτηρίδια

Οι προδιαγραφές και οι απαιτήσεις που πρέπει να διασφαλίζουν οι φορείς ότι τηρούνται ορίζονται από τις υπάρχουσες οδηγίες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων όπως οι Κοινοτικές Οδηγίες, ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Standardization Association - ISO) ο APHA-AWWA-WEF και οι εθνικοί Οργανισμοί Τυποποίησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΤΑ ΟΡΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Περιβαλλοντικοί Όροι Α.Π. 30152/1994	Περιβαλλοντικοί Όροι ΚΥΑ 84054/2002	Περιβαλλοντικοί Όροι ΚΥΑ 129241/2004	Οδηγία 91/271/EEC (κανονικός αποδέκτης)	Οδηγία 91/271/EEC (ευαίσθητος αποδέκτης)
BOD₅	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l
COD	125 mg/l	125 mg/l	125 mg/l	125 mg/l	125 mg/l
TSS	35 mg/l	35 mg/l	35 mg/l	35 mg/l	35 mg/l
Ολικό N	-	-	-	-	10 mg/l
Ολικός P	-	-	-	-	1 mg/l
N-NH₄⁺	-	2 mg/l	5 mg/l	-	-

14. Πίνακας με τα όρια των παραμέτρων ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων

6.1 Μεθοδολογία Μέτρησης Παραμέτρων Ποιότητας των Λυμάτων

Για την μέτρηση της ποιότητας των λυμάτων πραγματοποιούνται με σειρά δειγματοληψιών και πειραματικών μετρήσεων. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνται στην είσοδο και την έξοδο της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης, στις δεξαμενές αερισμού και στην εκροή της μονάδας βιολογικού καθαρισμού.

6.1.1 Μέτρηση BOD₅

Το δείγμα ομογενοποιημένο, αδιάθιτο και χωρίς να έχει υποστεί καθίζηση τοποθετείται σε μια γυάλινη σκουρόχρωμη φιάλη, για να εξασφαλιστεί απουσία φωτός, αναδεύεται για να εμπλουτιστεί με οξυγόνο. Γίνεται προσθήκη παρεμποδιστή της νιτροποίησης. Στη συνέχεια σφραγίζεται και διατηρείται υπό ανάδευση στο σκοτάδι και σταθερή θερμοκρασία 20°C(± 1°C) για πέντε ημέρες. Μετά την πενήμερη επώαση υπολογίζεται μανομετρικά η διαφορά πίεσης που υπάρχει από την κατανάλωση οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς προκειμένου αυτοί να επιβιώσουν και να αποικοδομήσουν το οργανικό φορτίο του δείγματος.



27. Σύστημα Oxi Top για την μέτρηση του BOD

6.1.2 Μέτρηση COD

Η μέτρηση του COD γίνεται με την μέθοδο διχρωμικού καλίου. Το δείγμα ομογενοποιημένο, αδιάθιχτο και χωρίς να έχει υποστεί καθίζηση τοποθετείται σε σωληνίσκους όπου το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στο δείγμα μπορούν να οξειδωθούν με ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο, το διχρωμικό κάλιο.



28. Φωτόμετρο

6.1.3 Μέτρηση Αιωρούμενων στερεών (Suspended Solids – TSS)

Αρχικά το δείγμα διηθείται μέσω φίλτρου μεμβράνης των 0,45μm, ξηραίνεται σε θερμοκρασία 105°C και ζυγίζεται. Στη συνέχεια γίνεται

φυγοκέντρηση του δείγματος (επί 5 τουλάχιστον λεπτά, με μέση επιτάχυνση 2800-3200 g), ξηραίνεται σε θερμοκρασία 105°C και ζυγίζεται εκ νέου και μετρούνται τα στερεά.

6.1.4 Μέτρηση Ολικού Αζώτου Kjeldahl (TKN)

Το ολικό άζωτο μετρείται με την Μέθοδο Kjeldahl. Το ολικό άζωτο Kjeldahl είναι το άθροισμα οργανικού αζώτου, αμμωνίας (NH₃), και αμμωνίου (NH₄⁺) στην χημική ανάλυση των λυμάτων. Για τον υπολογισμό του ολικού αζώτου (TN), οι συγκεντρώσεις του νιτρικού άλατος-N και των νιτρώδων-N προσδιορίζονται και προστέθηκε στο TKN. Σήμερα, το TKN είναι υποχρεωτική παράμετρος μέτρησης. Στη μέθοδο θερμαίνεται το δείγμα με θειικό οξύ, το οποίο αποσυνθέτει την οργανική ουσία από οξειδωση για να ελευθερώσει το μειωμένο άζωτο ως θειικό αμμώνιο. Σε αυτό το στάδιο, θειικό κάλιο προστίθεται για να αυξηθεί το σημείο βρασμού του δείγματος (από 169 ° C έως 189 ° C). Η χημική αποσύνθεση του δείγματος έχει ολοκληρωθεί όταν το αρχικά σκουρόχρωμο δείγμα έχει καταστεί διαυγές και άχρωμο. Στο διάλυμα στη συνέχεια αποστάζεται μία μικρή ποσότητα υδροξειδίου του νατρίου, το οποίο μετατρέπει το άλας αμμωνίου σε αμμωνία. Το άκρο του συμπυκνωτή εμβαπτίζεται σε ένα διάλυμα βορικού οξέος. Η αμμωνία αντιδρά με το οξύ και το υπόλοιπο του οξέος στη συνέχεια μετρείται με δείκτη pH.



29. Σύστημα για την μέτρηση TKN

6.1.5 Μέτρηση Ενώσεων του φωσφόρου (P)

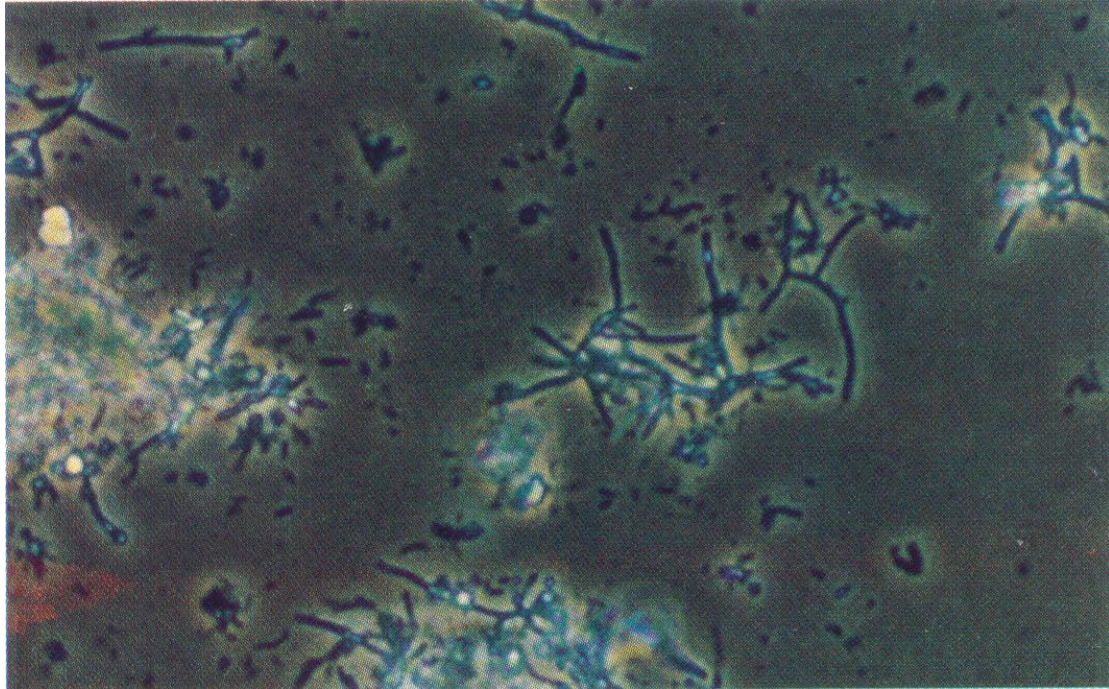
Η μέτρηση των ενώσεων του φωσφόρου γίνεται με την μέθοδο φασματοφωτομετρίας μοριακής απορρόφησης με τη χρήση φωτόμετρου και αντιδραστηρίων.

6.1.6 Μικροβιολογικές μετρήσεις

Για την μέτρηση των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκονται στα ύδατα γίνεται καλλιέργεια στους 44°C σε κατάλληλο θρεπτικό υλικό με ή χωρίς διήθηση και καταμέτρηση των αποικιών. Τα δείγματα αραιώνονται ή συμπυκνώνονται έτσι ώστε να περιέχουν 10-100 αποικίες.



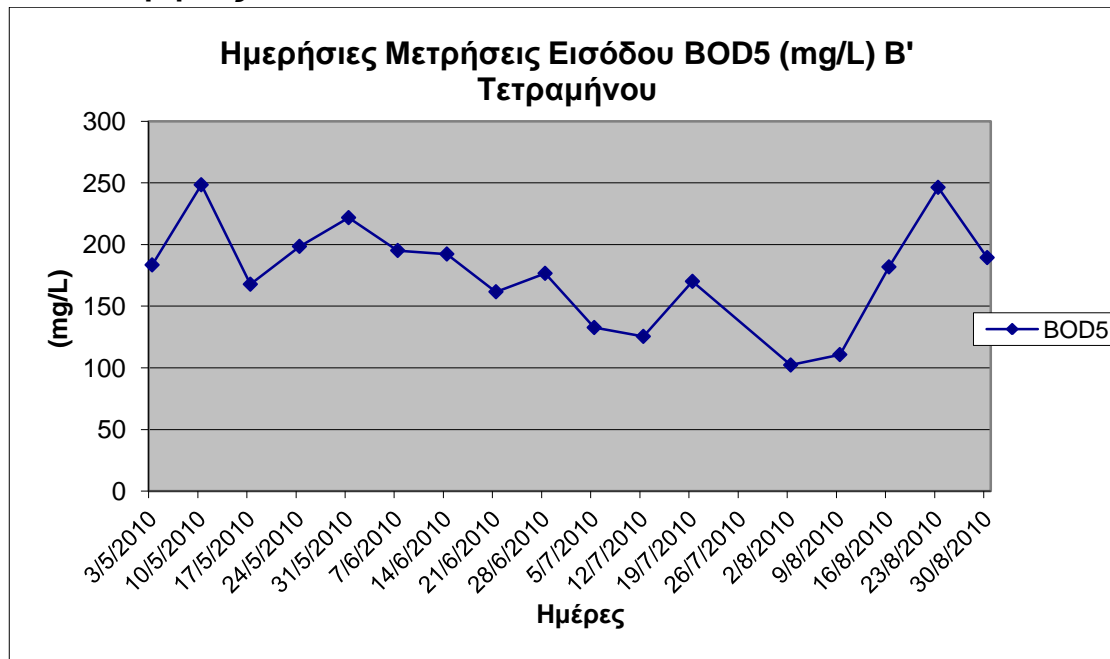
30. ΒΑΚΤΗΡΙΟ Arcella (Από δεξαμενή αερισμού)

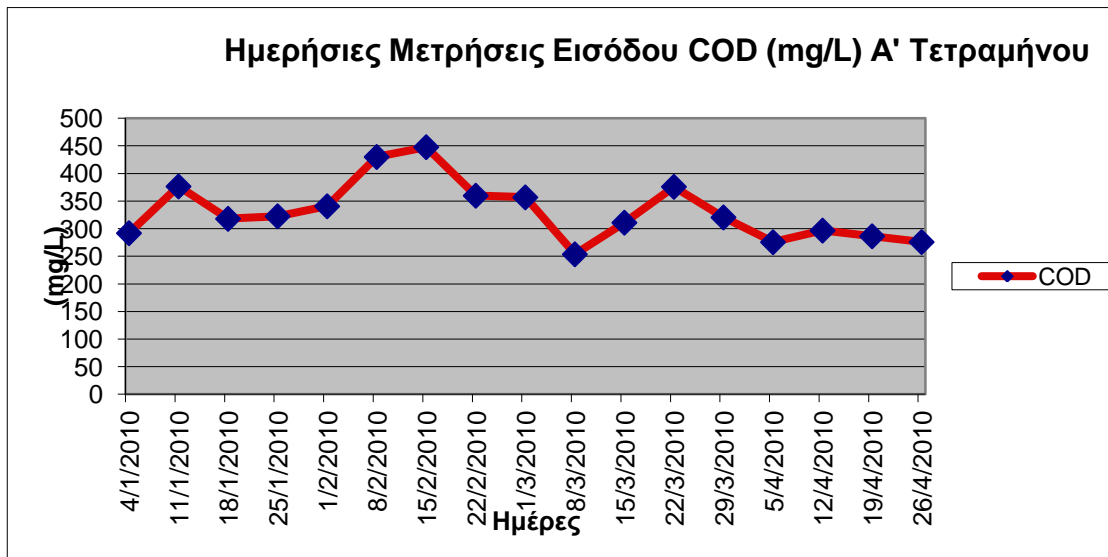
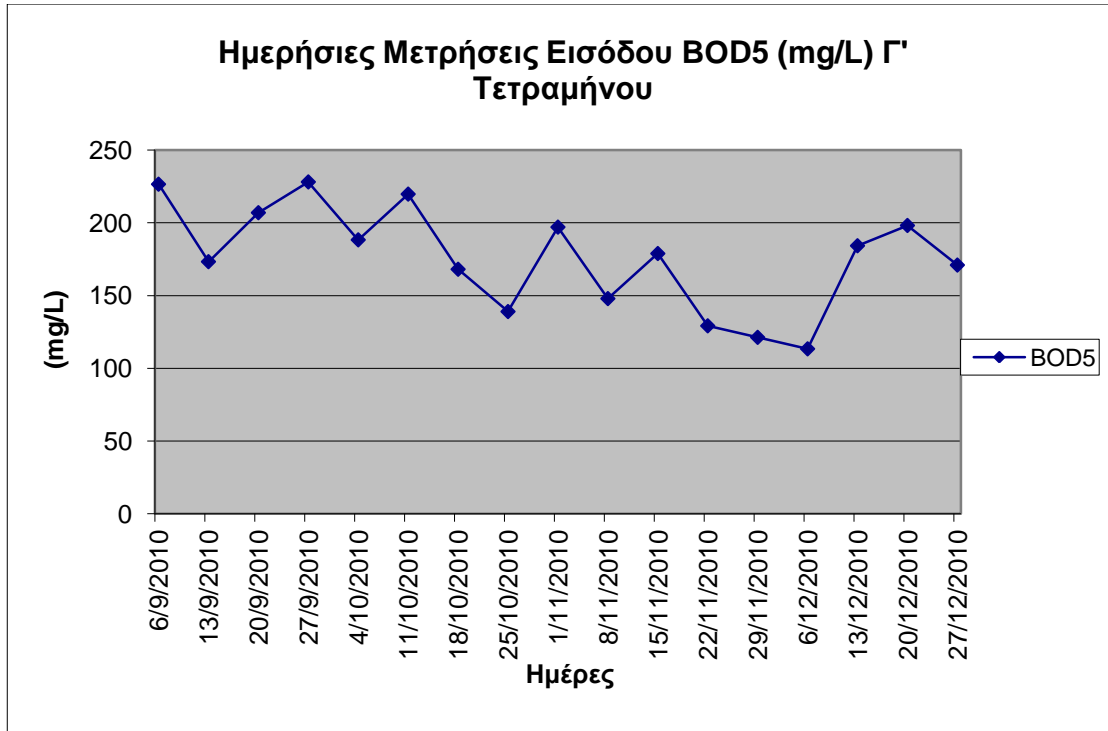


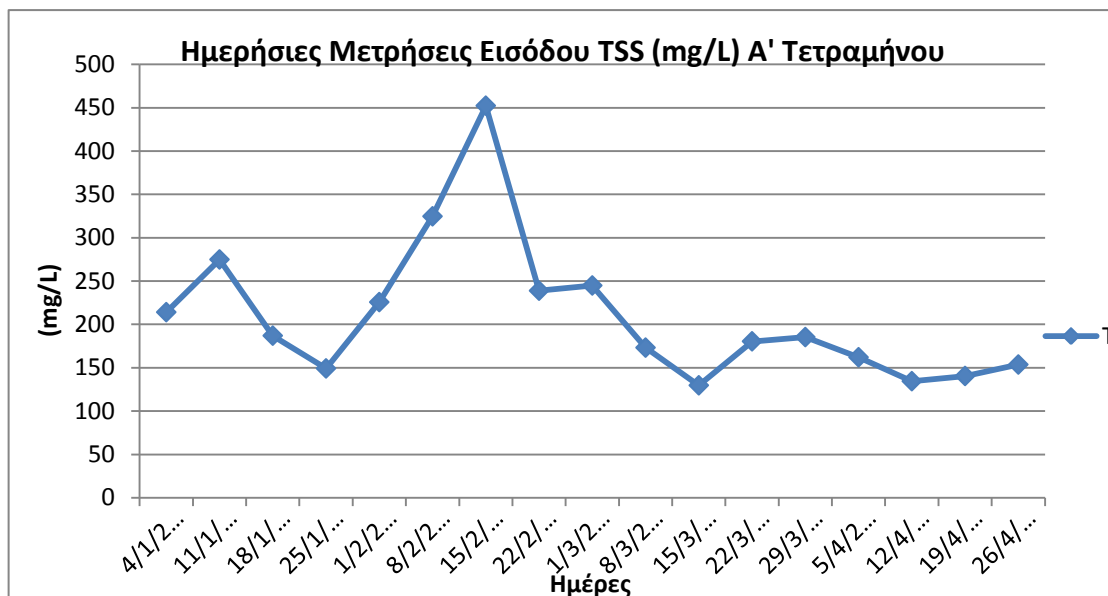
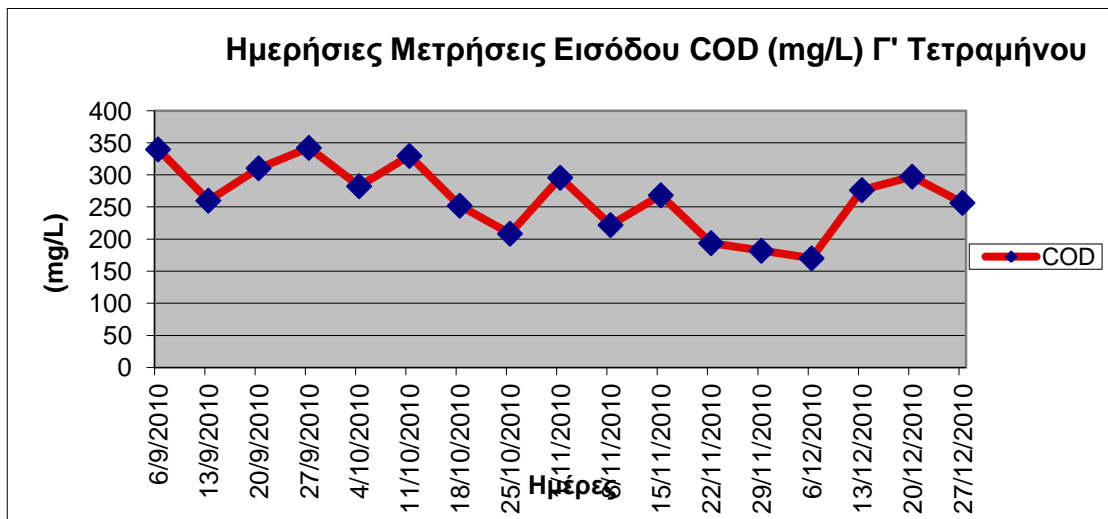
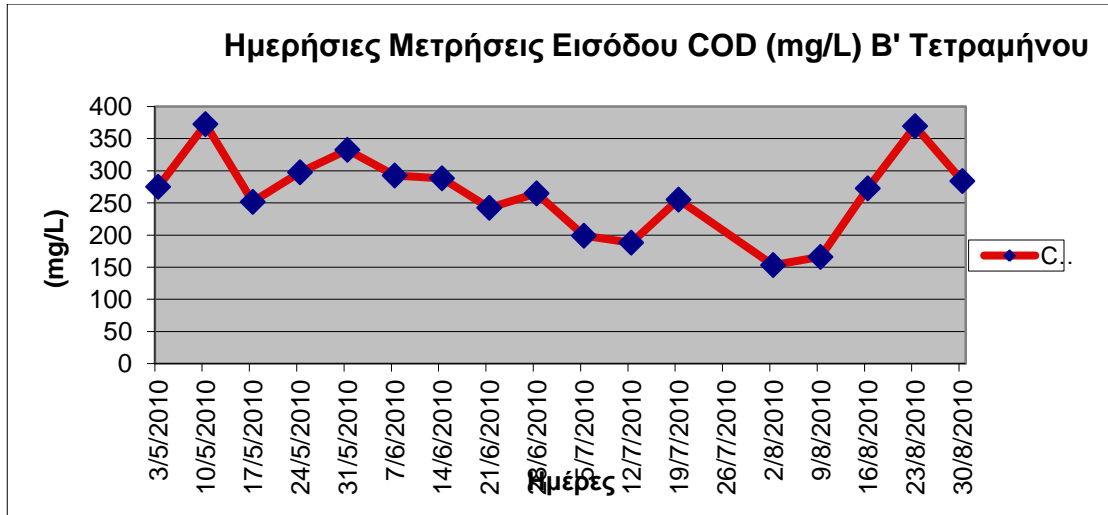
31. ΔΙΑΚΛΑΔΙΣΜΕΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ (Nocardia) (Από δεξαμενές τελικής καθίζησης)

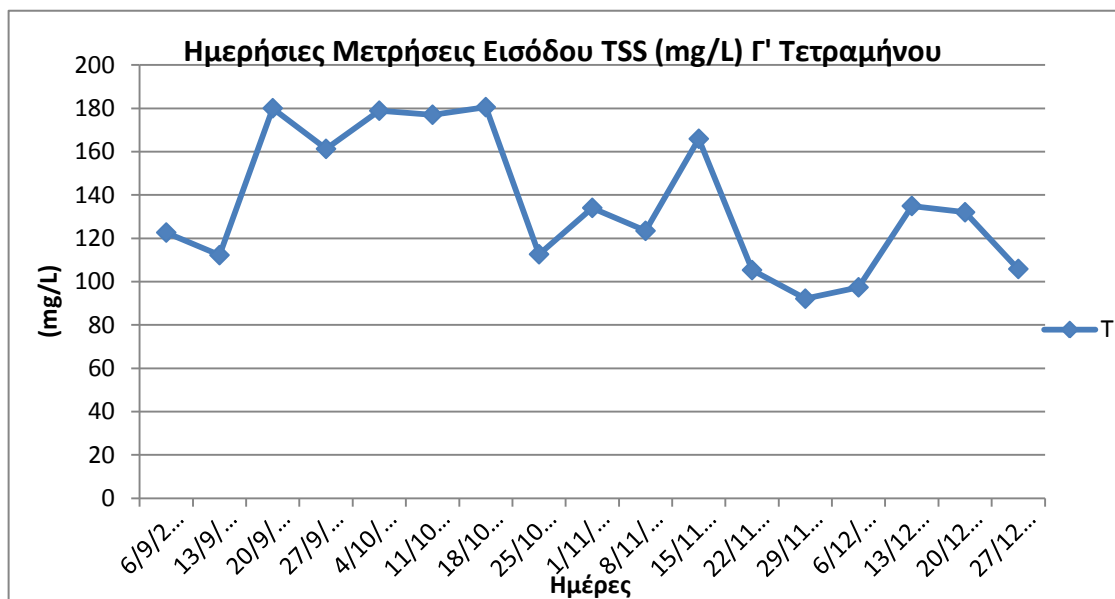
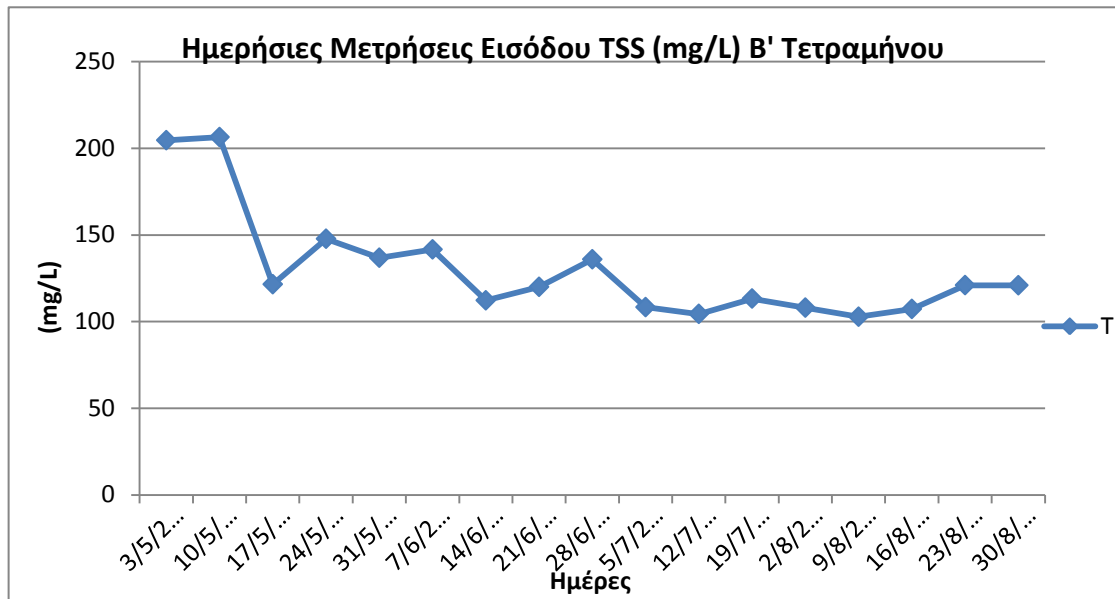
6.2 Παρουσίαση Μετρήσεων για περίοδο ενός έτους

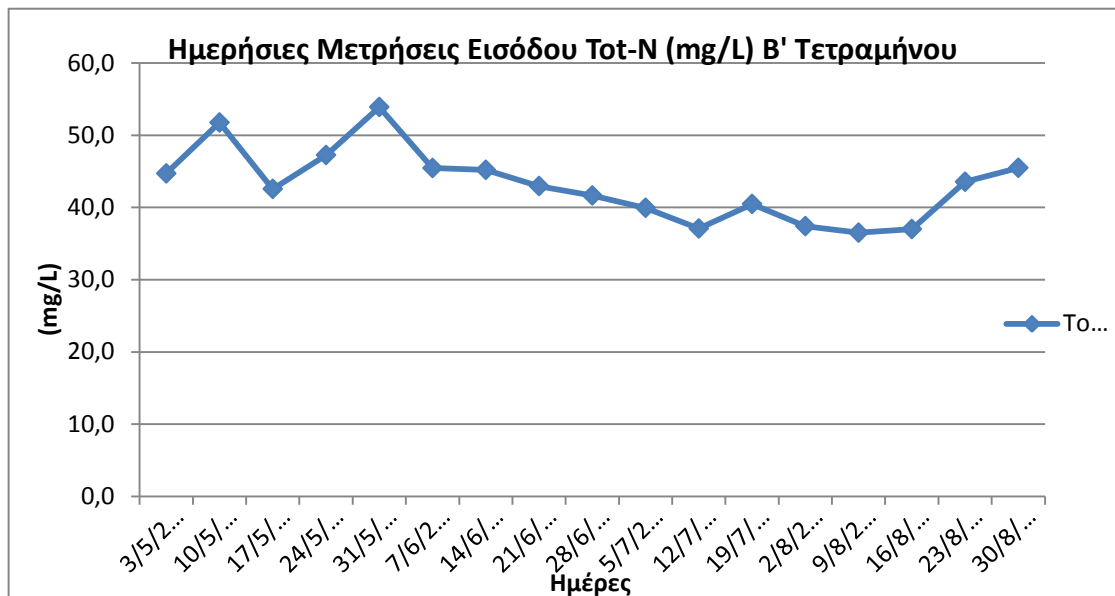
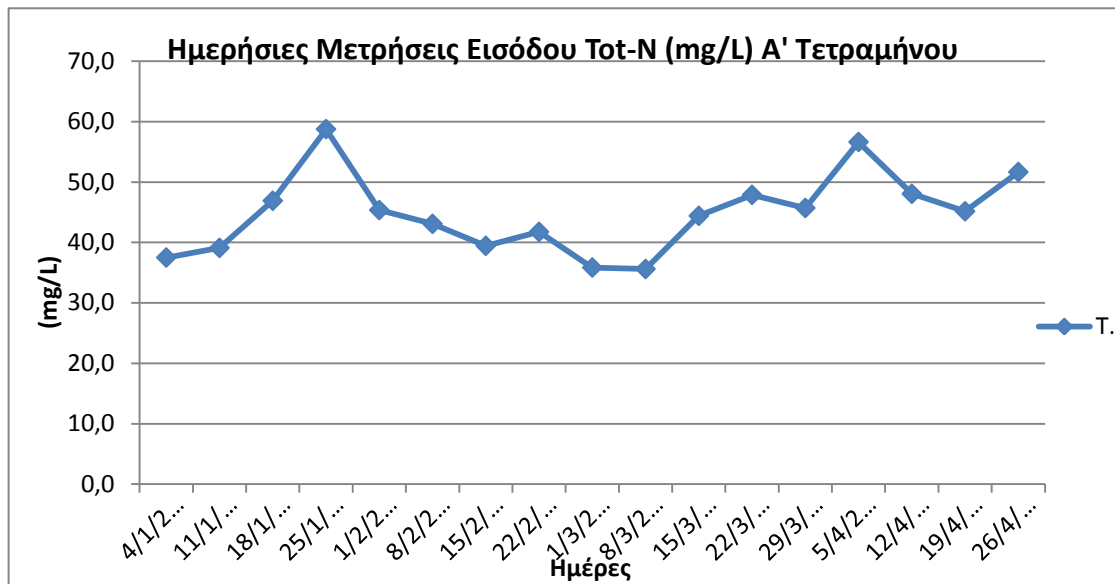
6.2.1 Μετρήσεις εισόδου

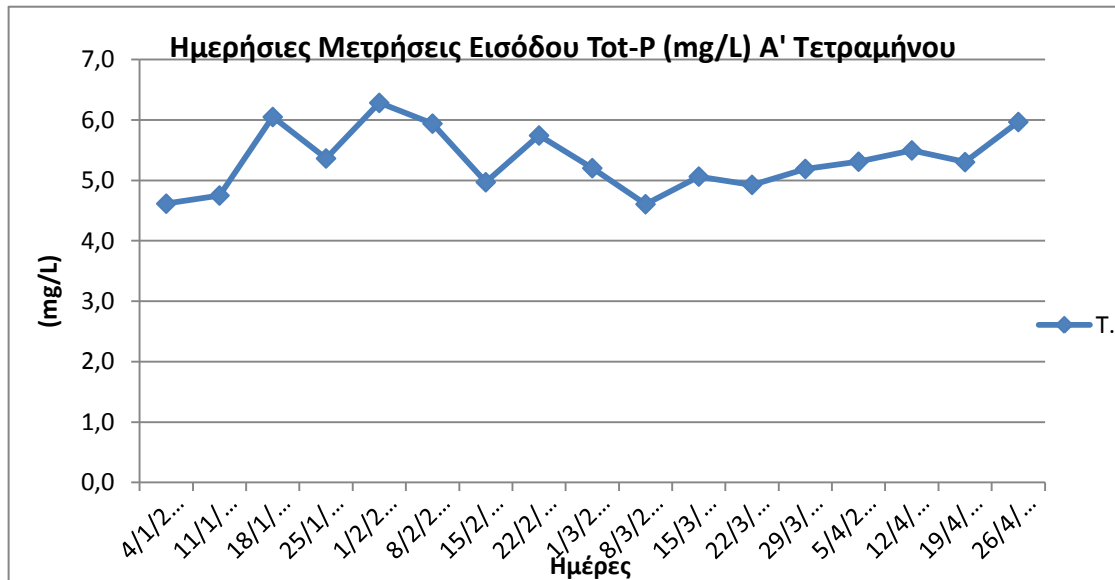
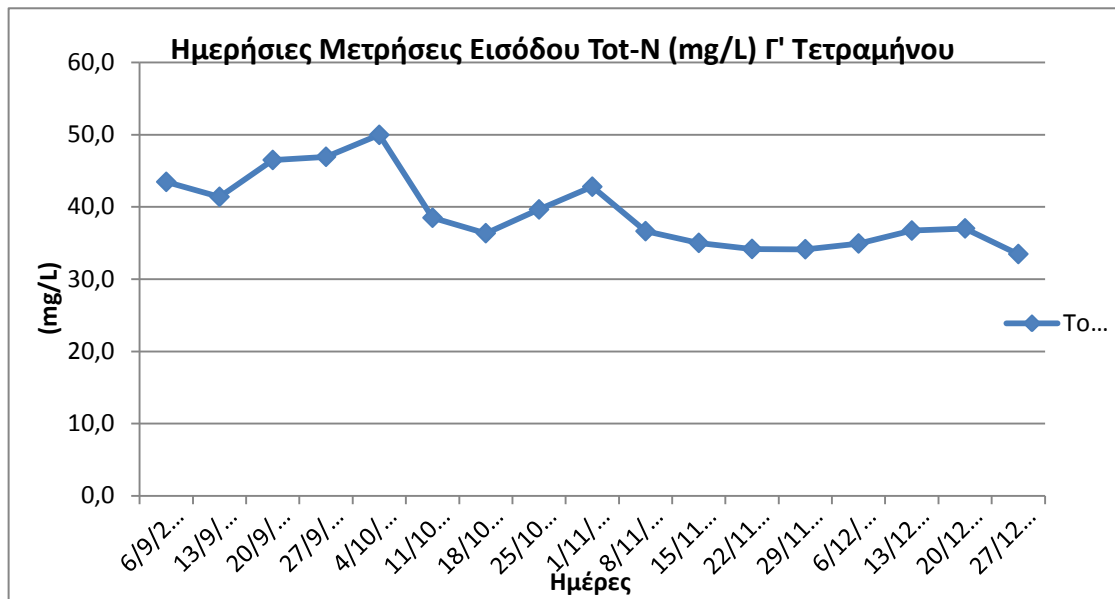


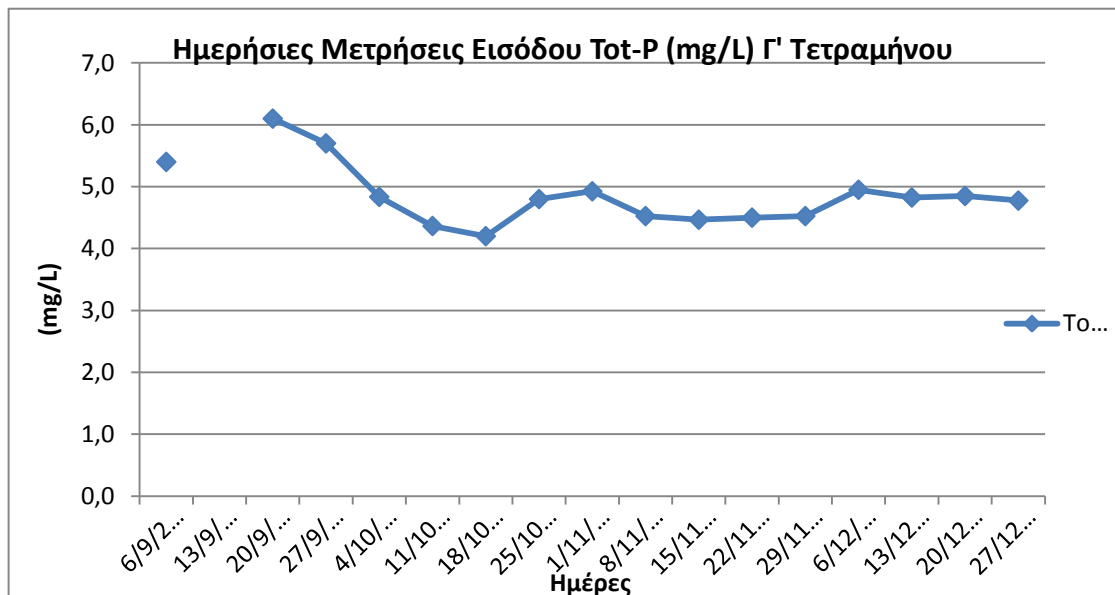
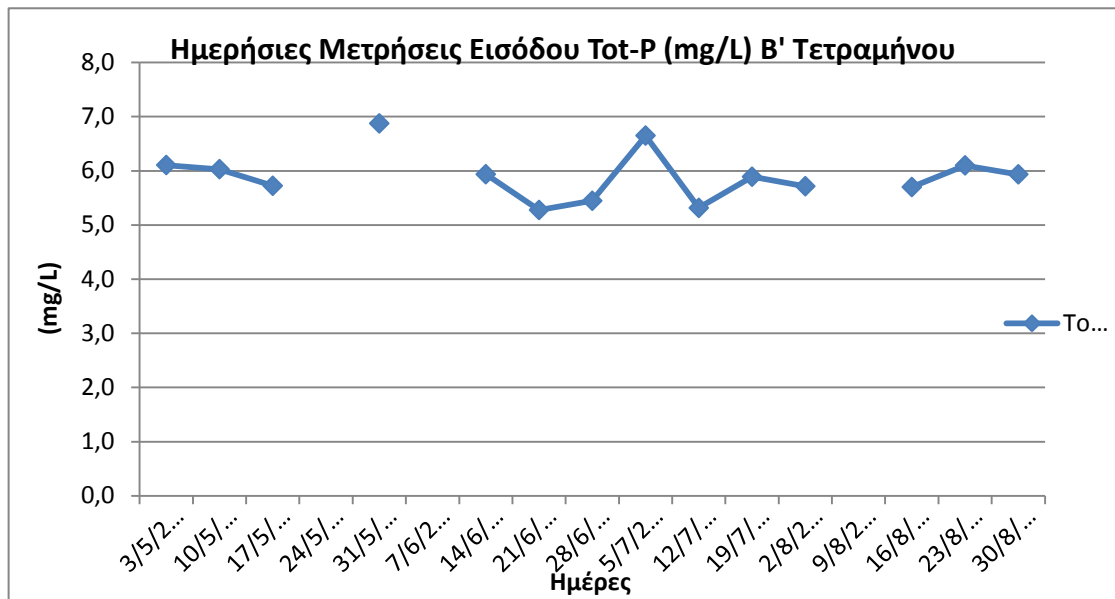




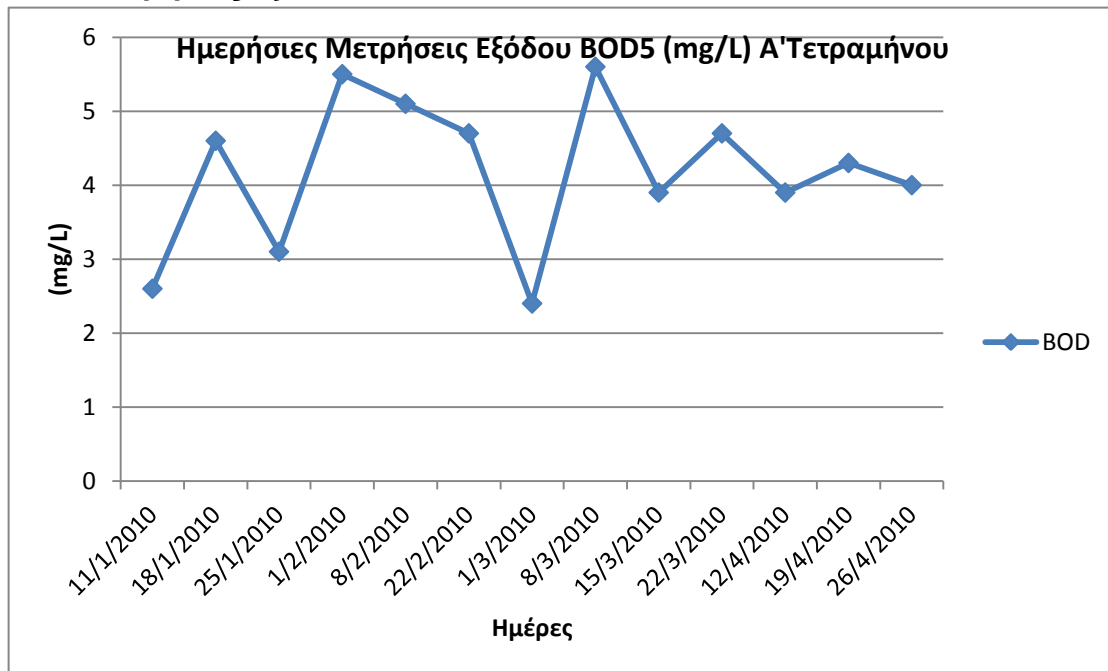


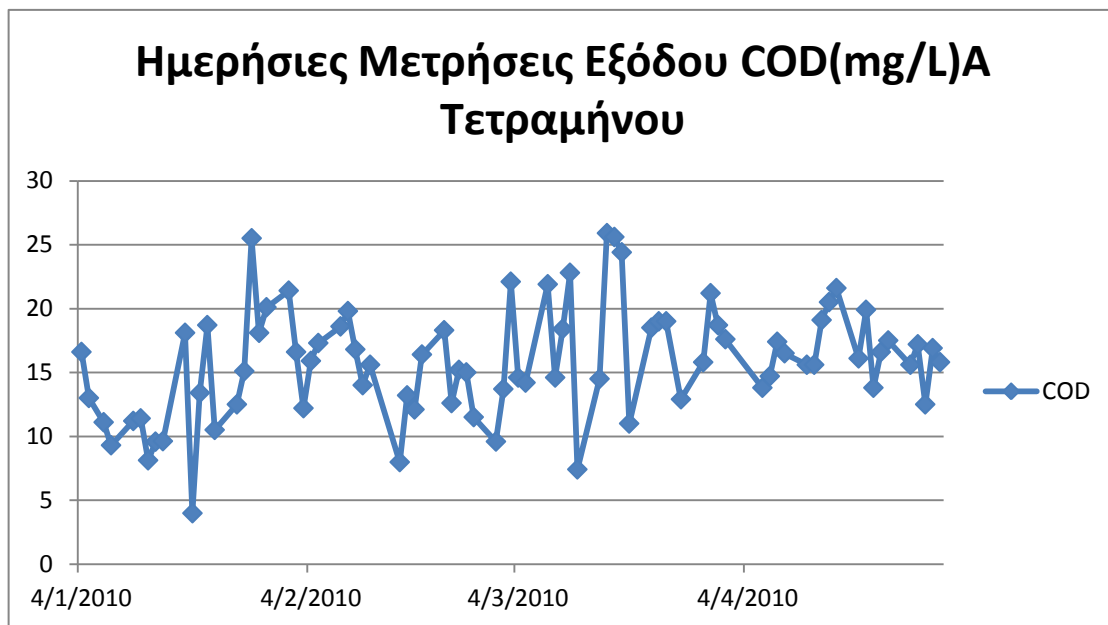
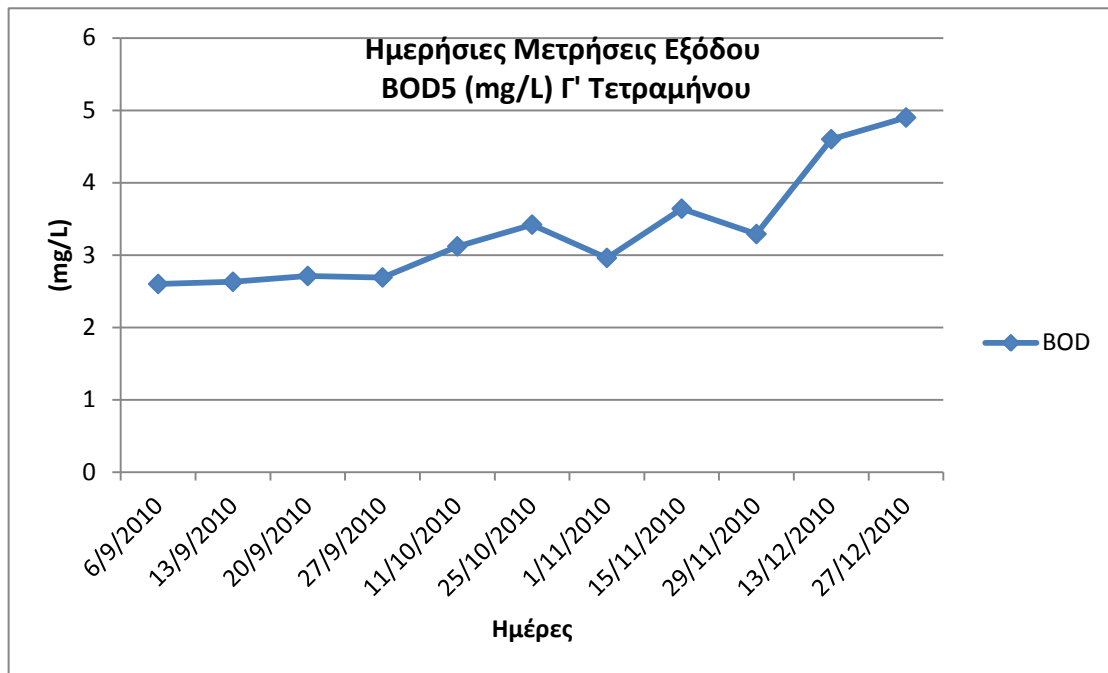




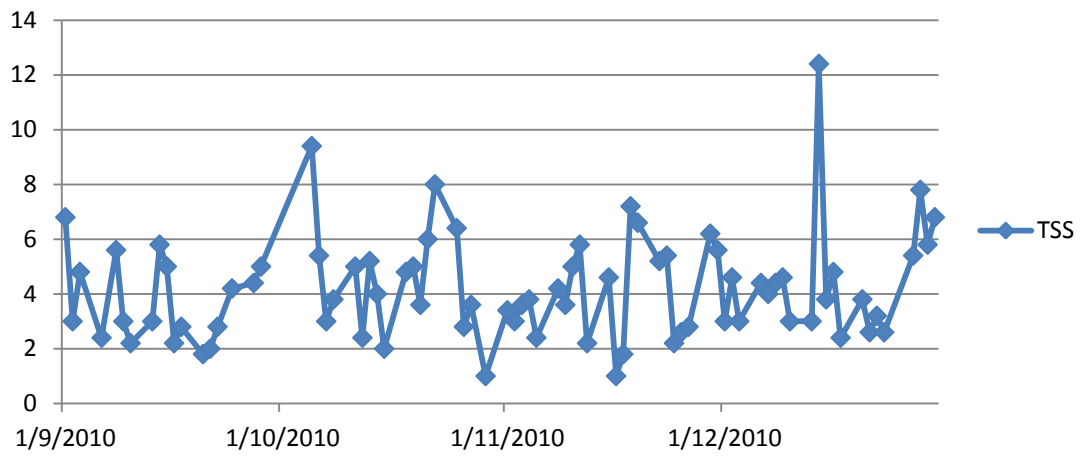


6.2.2 Μετρήσεις εξόδου

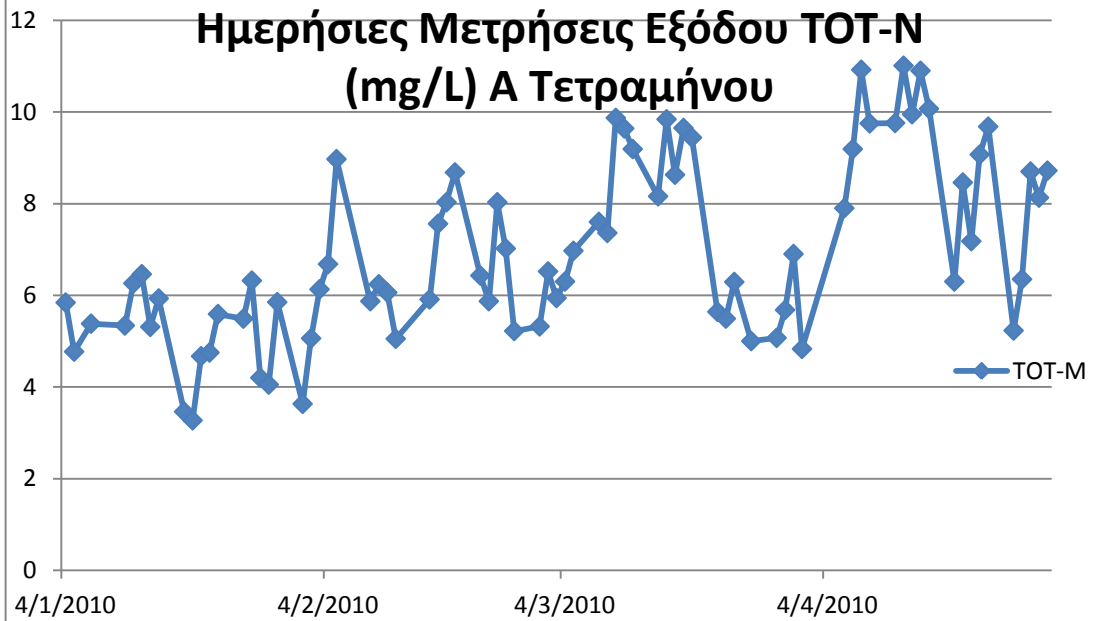


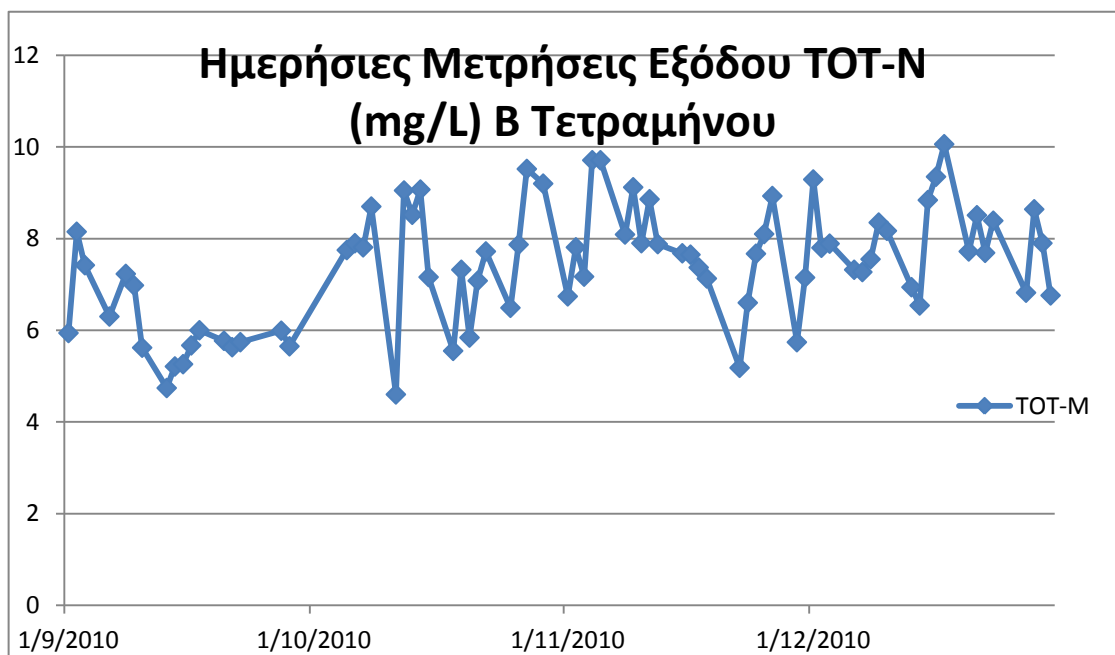
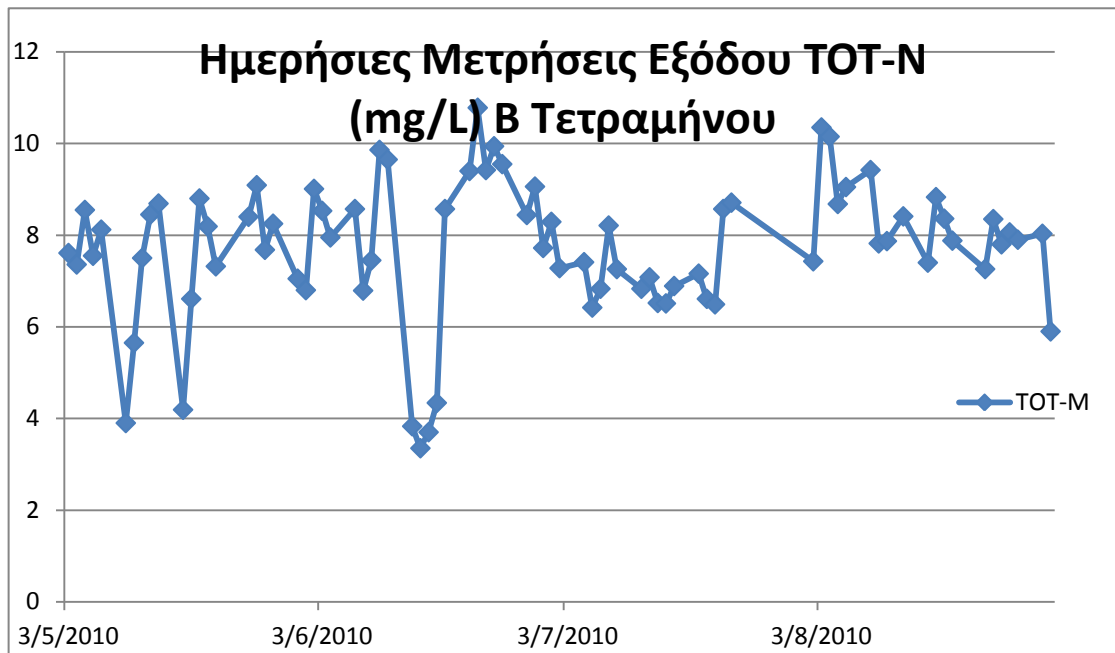


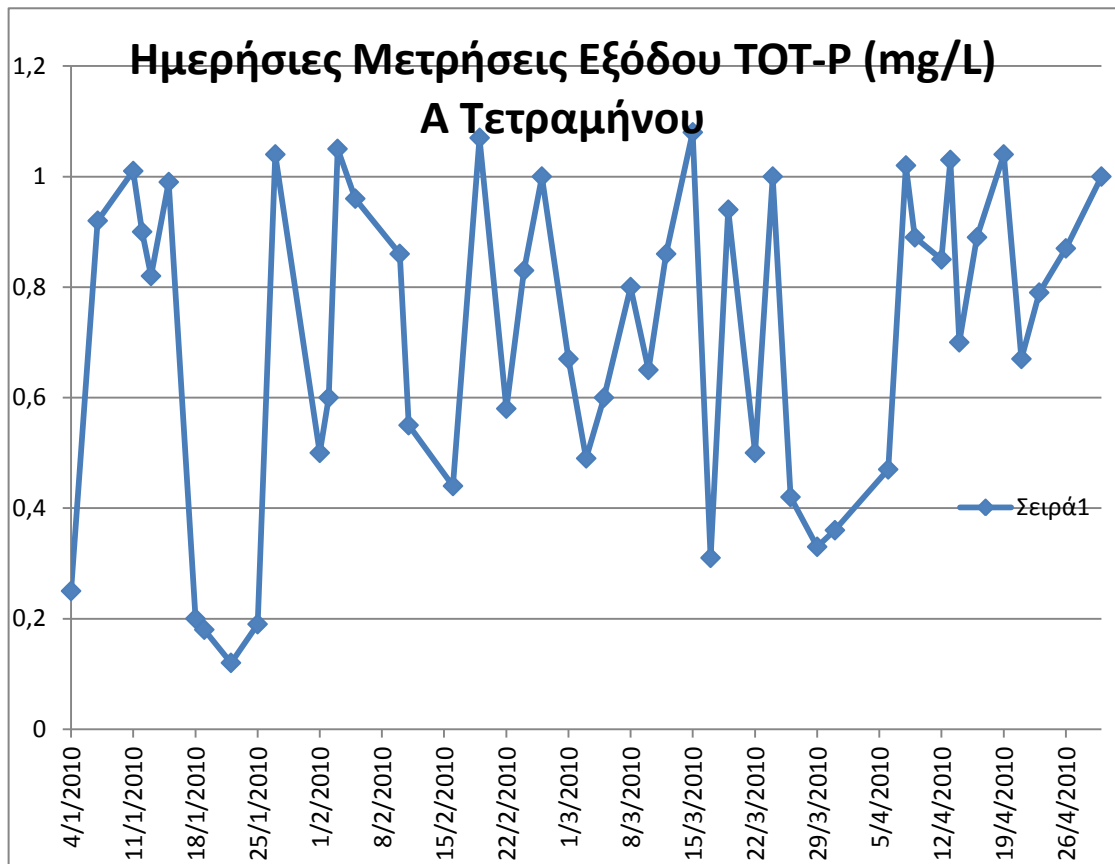
Ημερήσιες Μετρήσεις Εξόδου TSS (mg/L) Γ Τετραμήνου

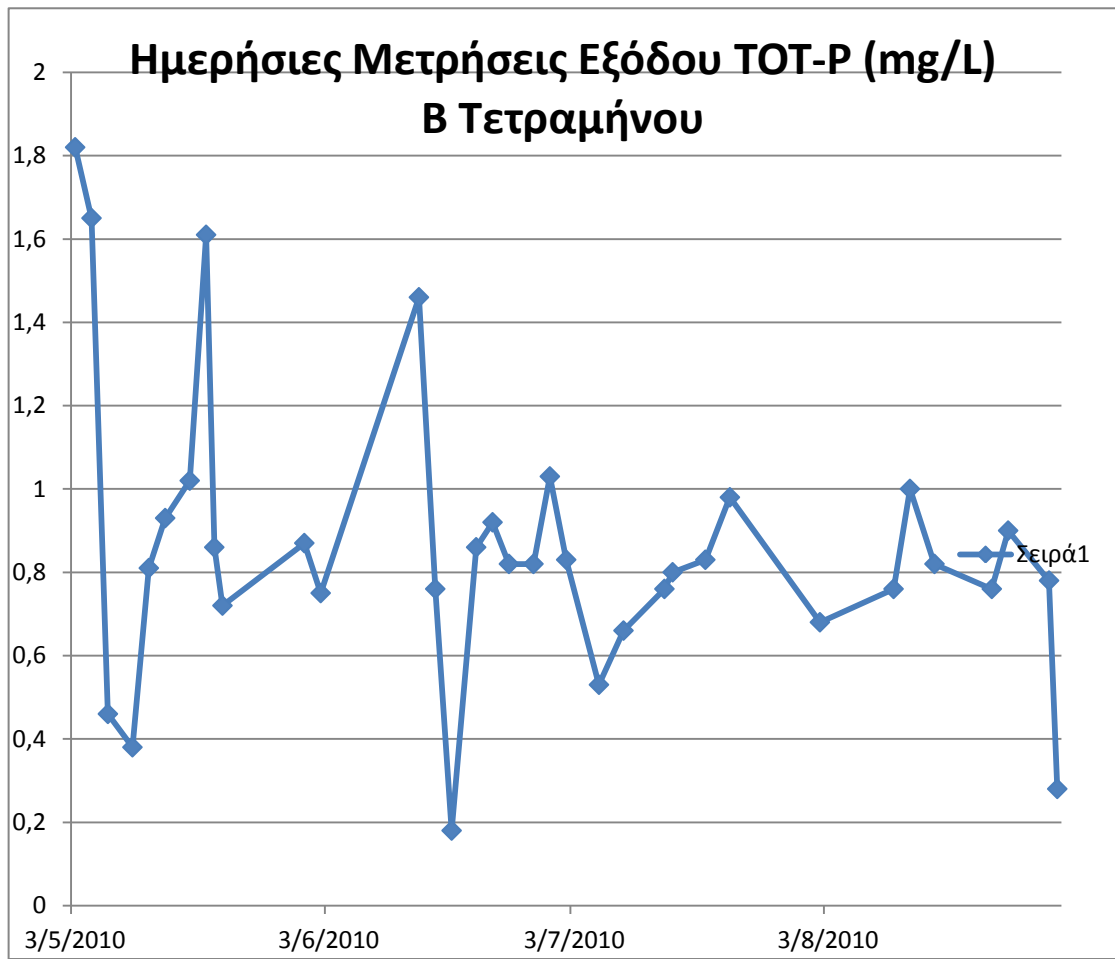


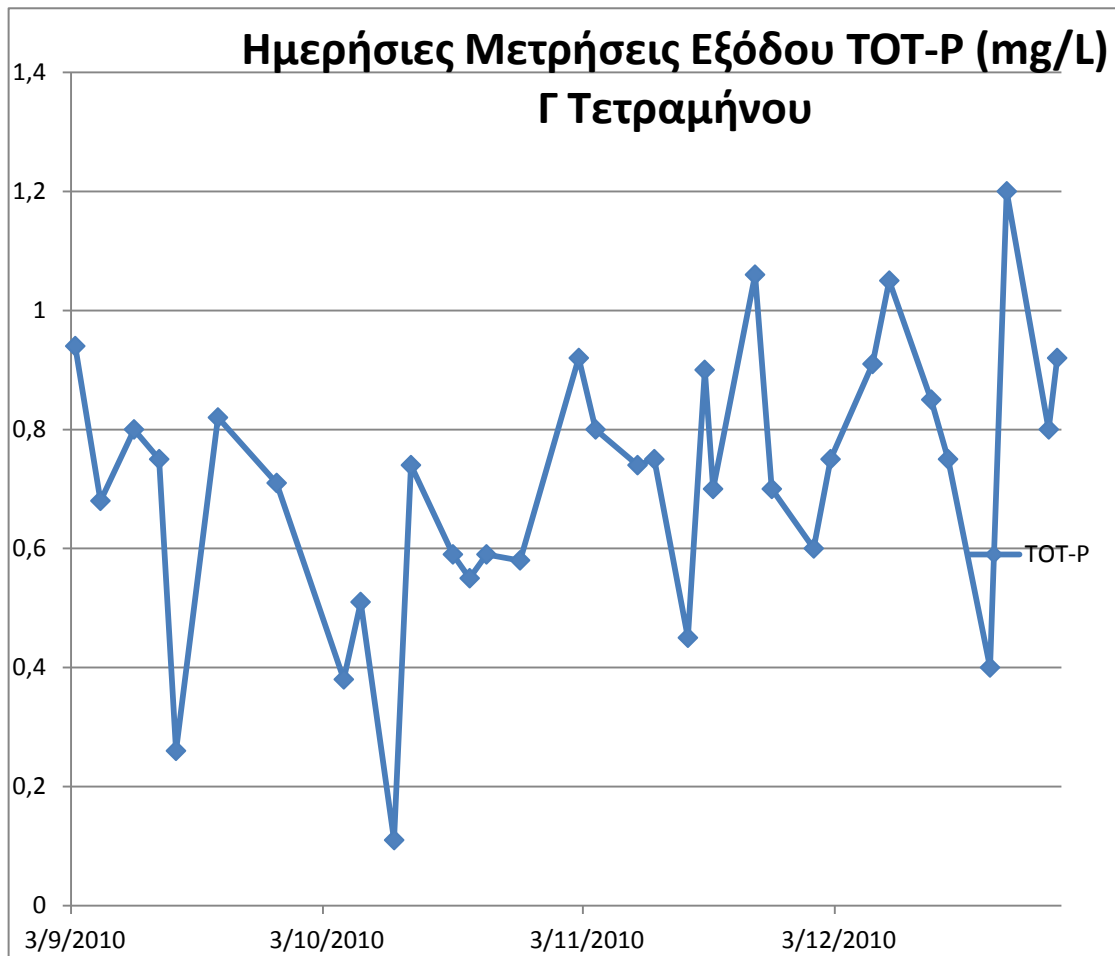
Ημερήσιες Μετρήσεις Εξόδου TOT-N (mg/L) Α Τετραμήνου











6.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων

Από τις μετρήσεις γίνεται αντιληπτό ότι η μονάδα επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Ιωαννίνων πρέπει να επεξεργαστεί υψηλό φορτίο εισόδου. Αυτό οφείλεται στο υψηλό φορτίο εισόδου που δέχεται εξαιτίας της απόρριψης βοθρολυμάτων και, σε μικρότερο βαθμό, στην εισροή όμβριων υδάτων στο δίκτυο κατά τους χειμερινούς μήνες. Το πρόβλημα εντείνεται από το ότι η ροή του φορτίου δεν είναι συνεχής αλλά γίνεται κατά παρτίδες.

Έτσι οι συγκεντρώσεις BOD₅ στην είσοδο της μονάδας στην περίοδο λήψης των μετρήσεων φτάνουν τα 3000mg/L, τιμές πολύ μεγαλύτερες από την συγκέντρωση σχεδιασμού που είναι 250mg/L. Οι μεγάλες τιμές ρυπαντικού φορτίου στην είσοδο συνδέονται με μεγάλες συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών.

Αποτελεσματική όμως φαίνεται να είναι η δευτεροβάθμια επεξεργασία, αφού η εκροή της μονάδας σε γενικές γραμμές ικανοποιεί τις προδιαγραφές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Ιωαννίνων (1998) «Επέκταση Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Ιωαννίνων. Τριτοβάθμιος καθαρισμός»

[2] ΚΥΑ Α.Π. οικ. 66253/29-1-98 «Έγκριση περιβαλλοντικών όρων για τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση βιοαερίου του Δήμου Ιωαννίνων, που βρίσκεται στην περιοχή του αεροδρομίου του Νομού Ιωαννίνων»

[3] Νομαρχία Ιωαννίνων, Διεύθυνση Υγείας, αριθμός πρωτ. ΥΓ/5189/15-4-93 «Χορήγηση οριστικής άδειας διάθεσης αποβλήτων της Μονάδας Βιολογικού καθαρισμού της πόλης των Ιωαννίνων»

[4] ΦΕΚ 192B/14.3.1997

[5] Σαββάκης Κ. (2002) Χημική Τεχνολογία Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Τεχνολογία Εκδόσεις ΖΗΤΗ

[6] Μανιός Θ. (2007) Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση σημειώσεις μαθήματος Τμήματος Μηχανολογίας Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης

[7] Καραμούζης Δ. (2006) «Μικρά αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων» Αναπτυξιακό Συνέδριο Νομού Δράμας

[8] Νταρακάς Ε. (2011) «Εργαστηριακές μέθοδοι αποτίμησης ποιότητας νερού & λυμάτων» Πανεπιστημιακό Σύγγραμμα Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ

[9] Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23/10/2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (L 327 EL 22.12.2000)

[10] Ανδρέας Θ. Δεληγιάννης, «Βιολογική επεξεργασία λυμάτων», University StudioPress, Θεσσαλονίκη 2009

[11] Σ. Τσώνης, (2004) «Επεξεργασία λυμάτων», Εκδόσεις Παπασωτηρίου

[12] Μ. Μήτρακας (2001) «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού», Εκδόσεις Τζιόλα

[13] <http://www.ypeka.gr>

[14] <http://www.who.int/en/>

- [15] <http://www.epa.gov/>
- [16] <http://www.elinyae.gr/>
- [17] <http://www.calepa.ca.gov/>
- [18] <http://en.wikipedia.org>
- [19] http://europa.eu/index_el.htm