

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

Εφαρμοσμένες Πολιτικές & Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Διαχείριση Αστικών Λυμάτων

Παρουσίαση Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Θριάσιου Πεδίου

Καταγραφή και ανάλυση μετρήσεων συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων

Κουτσαλιάρης Κωνσταντίνος

Μηχανολόγος Μηχανικός Α.Τ.Ε.Ι.

Επιβλέπων: Δρ Αλεξάκης Δημήτριος

Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Αθήνα, Οκτώβριος 2021

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Διαχείριση Αστικών
Λυμάτων - Παρουσίαση Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Θριάσιου Πεδίου
Καταγραφή και ανάλυση μετρήσεων συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων

Επιβλέπων: Δρ Αλεξάκης Δημήτριος
Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Η Τριμελής Επιτροπή:

Βαρελίδης Γεώργιος

Αλεξάκης Δημήτριος

Σινιόρος Παναγιώτης

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κουτσαλιάρης Κωνσταντίνος του Ηλία, με αριθμό μητρώου 63 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος» του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Κωνσταντίνος Κουτσαλιάρης
Μηχανολόγος Εργοδηγός ΚΕΛ Θριασίου
Μηχανολόγος Μηχανικός ΑΤΕΙ

© Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΠΑΔΑ.

Ευχαριστίες

Θέλω να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή ΠΑΔΑ Δρ Δημήτριο Αλεξάκη, για την καθοδήγηση και την βοήθεια του στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον Προϊστάμενο του ΚΕΛΘ κ. Μαραγκό Αθανάσιο για την βοήθεια του στην συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων της εργασίας μου, θέλω να ευχαριστώ ακόμη τους συναδέλφους μου για τον πολύτιμο χρόνο που μου διέθεσαν στην συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών και στοιχείων.

Τέλος, θέλω να αφιερώσω την παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στη σύζυγο μου, για την μεγάλη της υπομονή και συμπαράσταση, καθώς και στα δύο μας παιδιά.

Abstract

One of the key environmental policy priorities at both European and national level is water management, wastewater collection and treatment, with the ultimate goal of reducing water, soil and air pollution.

The objective of this postgraduate thesis is the analysis of the results of the collection and treatment of wastewater from the treatment centers and was carried out at the Wastewater Treatment Center of Thriasios Pedio.

The work is consisted of six chapters. The first chapter presents the sewerage networks, categories and characteristics of wastewater. The main pollutant characteristics and types of biological treatments used in wastewater management are presented in more detail.

The second chapter presents extensive reference to the processes of primary, secondary and tertiary wastewater treatment as well as the treatment and disposal of sludge in wastewater treatment centers.

The third chapter includes a general presentation of the collectors and the wastewater treatment center in Thrasio Pedio as well as the design and operational data of the treatment center.

Extensive reference to the technical characteristics and stages of wastewater treatment is made in the fourth chapter. Sampling methods and the equipment of the laboratory of the treatment center are also mentioned.

The fifth chapter presented the results of the measurements and diagrams of the wastewater treatment center of Thrasio Pedio.

Finally, in the sixth chapter an attempt is made to analyze the proposals and conclusions to address the problems mentioned.

Περίληψη

Μια από τις βασικότερες προτεραιότητες περιβαλλοντικής πολιτικής τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο είναι η διαχείριση των υδάτων, η συλλογή και επεξεργασία των λυμάτων, με απώτερο στόχο τον περιορισμό της ρύπανσης των υδάτων, των εδαφών αλλά και της ατμόσφαιρας.

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η καταγραφή και ανάλυση των αποτελεσμάτων της συλλογής και της επεξεργασίας λυμάτων από τα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων, πραγματοποιήθηκε στο κέντρο επεξεργασίας λυμάτων του Θριάσιου Πεδίου.

Η εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια συνολικά. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των δικτύων αποχετεύσεων, των κατηγοριών και των χαρακτηριστικών των λυμάτων. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται τα βασικά ρυπαντικά χαρακτηριστικά και τα είδη βιολογικών επεξεργασιών που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση λυμάτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στις διεργασίες πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων καθώς και την επεξεργασία και διάθεση της ιλύς στα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική παρουσίαση των συλλεκτήρων και του κέντρου επεξεργασίας λυμάτων στο Θριάσιο Πεδίο καθώς και στα σχεδιαστικά και λειτουργικά δεδομένα του κέντρου επεξεργασίας.

Εκτενή αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά και στα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων πραγματοποιείται στο τέταρτο κεφάλαιο. Επίσης, αναφέρονται οι μέθοδοι δειγματοληψίας και ο εξοπλισμός του εργαστηρίου του κέντρου επεξεργασίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων των διαγραμμάτων του κέντρου επεξεργασίας λυμάτων του Θριασίου Πεδίου.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια ανάλυσης των προτάσεων και συμπερασμάτων αντιμετώπισης των προβλημάτων που αναφέρθηκαν.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	8
1. Δίκτυα αποχέτευσης και κατηγορίες των λυμάτων.....	9
1.1 Δίκτυα αποχετεύσεων.....	9
1.2 Κατηγορίες λυμάτων.....	9
1.3 Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων.....	10
1.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά.....	10
1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά.....	12
1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	15
1.4 Ρυπαντικά χαρακτηριστικά των λυμάτων.....	15
1.4.1 Άνθρακας.....	16
1.4.2 Άζωτο.....	17
1.4.3 Φωσφόρος.....	18
1.4.4 Οι στερεές ουσίες στα υγρά απόβλητα.....	18
1.4.5 Μικροοργανισμοί.....	18
1.4.6 Δείκτες ρύπανσης μικροβιακής καταλληλότητας.....	19
2. Διεργασίες επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων.....	20
2.1 Οι διεργασίες επεξεργασίας αστικών λυμάτων.....	20
2.2 Προεπεξεργασία.....	23
2.3 Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	24
2.4 Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	24
2.5 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	25
2.6 Διάθεση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.....	26
2.7 Διάθεση και επεξεργασία ιλύς.....	26
2.7.1 Στάδια επεξεργασίας ιλύος.....	26
2.7.2 Πάχυνση.....	28
2.7.3 Σταθεροποίηση.....	29
2.7.4 Αφυδάτωση.....	30
2.7.5 Θερμική ξήρανση.....	31
2.7.6 Διάθεση της ιλύος.....	31
2.8 Επαναχρησιμοποίηση.....	33
2.8.1 Ορισμοί επαναχρησιμοποίησης.....	34
2.8.2 Πεδίο εφαρμογής επαναχρησιμοποίησης.....	35
2.9 Νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα.....	36
2.9.1 Απαιτήσεις εκροών της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ.....	37

2.10	Νομοθετικό πλαίσιο για την παραγόμενη ιλύς.....	40
3.	Γενική περιγραφή ΚΕΛ Θριασίου.....	41
3.1	Στοιχεία περιοχής Θριασίου Πεδίου.....	41
3.1.1	Περιβαλλοντικό αποτύπωμα.....	41
3.1.2	Καταδίκη του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου για τα λύματα.....	42
3.2	Αποτύπωση της κατάστασης.....	44
3.3	Καθυστέρηση της κατασκευής του έργου.....	45
3.3.1	Αντιμετώπιση προβλημάτων.....	46
3.4	Δεδομένα σχεδιασμού ΚΕΛΘ.....	47
3.4.1	Σχεδιασμός για παροχές και φορτία εισόδου ΚΕΛΘ.....	48
3.4.2	Σχεδιασμός ποιότητας εκροών και ιλύος.....	48
4.	Τεχνικά χαρακτηριστικά του ΚΕΛΘ.....	50
4.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά των συλλεκτήρων του ΚΕΛΘ.....	51
4.2	Τεχνικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης ΚΕΛΘ.....	52
4.2.1	Στάδια επεξεργασίας.....	52
4.2.2	Στάδια επεξεργασίας ιλύος.....	53
4.2.3	Υφιστάμενη λειτουργία σταδίων επεξεργασίας.....	55
4.3	Περιγραφή σταδίων επεξεργασίας λυμάτων ΚΕΛΘ.....	56
4.3.1	Αντλιοστάσιο εισόδου.....	56
4.3.2	Προεπεξεργασία.....	58
4.3.3	Απόσμηση.....	61
4.3.4	Φρεάτιο μερισμού και παροχόμετρο.....	61
4.3.5	Πρωτοβάθμια καθίζηση.....	62
4.3.6	Αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης.....	63
4.3.7	Βιολογικός αντιδραστήρας.....	64
4.3.8	Φρεάτιο μερισμού τελικής καθίζησης.....	68
4.3.9	Τελική καθίζηση.....	68
4.3.10	Ταχυδιυλιστήρια.....	70
4.3.11	Αντλιοστάσιο εξόδου.....	71
4.3.12	Ζύμωση - Βαρυτικός παχυντής ιλύος.....	72
4.3.13	Δεξαμενή επίπλευσης ιλύος.....	72
4.3.14	Δεξαμενή ανάμιξης ιλύος.....	73
4.3.15	Χώνευση.....	73
4.3.16	Συμπαγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.....	74
4.3.17	Αφυδάτωση.....	75

4.4 Δειγματοληψία και αναλύσεις εργαστηρίου ΚΕΛΘ	77
4.4.1 Δειγματοληψία και συσκευές δειγματοληψίας	77
4.4.2 Σημεία και συσκευές δειγματοληψίας	77
4.4.3 Αναλύσεις εργαστηρίου και παραμέτρων	79
4.4.4 Αυτόματοι αναλυτές δείγματος	91
5. Μετρήσεις και αποτελέσματα του ΚΕΛΘ	96
5.1 Μετρήσεις εισόδου εξόδου λυμάτων στο ΚΕΛΘ	96
5.1.1 Μετρήσεις παροχής εισόδου λυμάτων	96
5.1.2 Μετρήσεις εισόδου	99
5.1.3 Μετρήσεις εξόδου	103
5.2 Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου εξόδου λυμάτων στο ΚΕΛΘ	108
5.2.1 Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου	108
5.2.2 Μετρήσεις εξόδου μηνιαίες	112
5.2.3 Μηνιαία απόδοση εγκατάστασης	114
5.3 Μετρήσεις μονάδας αφυδάτωσης στο ΚΕΛΘ	115
5.3.1 Μηνιαίες μετρήσεις μονάδας αφυδάτωσης	116
5.4 Εσχαρίσματα του ΚΕΛΘ	118
6. Συμπεράσματα	119
7. Βιβλιογραφία	121

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η ανθρωπότητα είναι αντιμέτωπη με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που είναι αποτέλεσμα της βίαιης επέμβασης στο φυσικό περιβάλλον. Η κλιματική κρίση λόγω της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας, η ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα είναι μερικά από τα προβλήματα που προέκυψαν λόγω της έλλειψης ή μερικής πρόληψης της ρύπανσης.

Τα απόβλητα παράγονται σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, η έκθεση σε αυτά μπορεί να είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η επεξεργασία τους πριν από τη διάθεσή τους σε κάποιο αποδέκτη.

Τα υγρά απόβλητα παράγονται από οικιακές, από βιομηχανικές και από διάφορες άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, τα οποία συλλέγονται στο σύστημα αποχέτευσης και οδηγούνται προς επεξεργασία στα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων.

Η συλλογή και επεξεργασία των λυμάτων, στα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων είναι το σύνολο των διεργασιών που έχουν σκοπό στον περιορισμό της ρύπανσης και στην διασφάλιση της ποιότητας του νερού, του εδάφους και της ατμόσφαιρας, περιορίζοντας ταυτόχρονα τη σπατάλη των φυσικών πόρων.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία περιγράφεται το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Θριασίου Πεδίου (ΚΕΛΘ) και παρουσιάζονται μετρήσεις και στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την λειτουργία της εγκατάστασης.

1. Δίκτυα αποχέτευσης και κατηγορίες των λυμάτων

1.1 Δίκτυα αποχετεύσεων

Τα δίκτυα αποχετεύσεων αποτελούνται από ένα σύστημα σωληνώσεων, φρεατίων, υπονόμων, θαλάμων (προσωρινής) συγκέντρωσης που διοχετεύουν τα αστικά λύματα ή και τα όμβρια. Τα βασικά συστήματα αποχέτευσης με τα οποία έχουν κατασκευασθεί τα δίκτυα υπονόμων είναι το παντοροϊκό σύστημα και το χωριστικό σύστημα (Κουτσογιάννης, 2011; Γιαννόπουλος, 2002).

Το παντοροϊκό σύστημα είναι το σύστημα όπου τα λύματα και τα όμβρια ύδατα αποχετεύονται σε κοινό δίκτυο (αγωγό) υπονόμων μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Το χωριστικό σύστημα υπονόμων αποτελείται από δύο τελείως ανεξάρτητα μεταξύ τους δίκτυα, δηλαδή το δίκτυο ακαθάρτων και το δίκτυο όμβριων. Το δίκτυο ακαθάρτων χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη συγκέντρωση και τη μεταφορά των λυμάτων, ενώ για τα ύδατα της βροχής χρησιμοποιείται το δίκτυο όμβριων (Στάμου & Βογιατζής, 1994).

Τα δυο συστήματα έχουν πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα στην λειτουργία τους, τη συντήρησή τους και το κόστος κατασκευής τους. Το σημαντικό πλεονέκτημα του χωριστικού συστήματος έναντι του παντοροϊκού είναι η διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας (Μαρκαντωνάτος, 1994).

1.2 Κατηγορίες λυμάτων

Λύματα ονομάζονται τα υγρά που αποβάλλονται και ρέουν εύκολα από οικιακές δραστηριότητες, από βιομηχανικές δραστηριότητες και από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, τα οποία συλλέγονται στο δίκτυο αποχέτευσης της κάθε περιοχής και οδηγούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Τα λύματα που καταλήγουν στα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων (ΚΕΛ) ανάλογα με την προέλευσή τους διακρίνονται σε αστικά λύματα, σε βιομηχανικά λύματα, σε επιφανειακά νερά απορροής και σε νερά διήθησης (Νταράκας, 2014).

Οι πηγές που επηρεάζουν τα λύματα προέρχονται κυρίως από αστικά και βιομηχανικά ρεύματα λυμάτων, καθώς επίσης και πιθανό μείγμα νερού καταιγίδας και επιφανειακών υδάτων. Με άλλα λόγια, η ποιότητα των λυμάτων μπορεί επίσης να επηρεαστεί από την απόρριψη βιομηχανικών ρευμάτων, τα νερά της καταιγίδας, τις επιφανειακές απορροές κλπ. (Wijaya & Soedjono, 2018; Sun et al., 2016).

Αστικά λύματα θεωρούνται τα απόνερα της οικιακής χρήσης των κατοικιών από χώρους υγιεινής, από μαγειρεία και όμοιας ποιότητας απόνερα που προέρχονται από άλλες χρήσεις. Επίσης τα απόνερα από τη χρήση του προσωπικού σε επαγγελματικά κτίρια, γραφεία, όπως για παράδειγμα υγρά απόβλητα αεροδρομίων και εμπορικών καταστημάτων θεωρούνται αστικά λύματα (Βλυσίδης, 2007).

Βιομηχανικά λύματα χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που παράγονται σε διάφορες βιομηχανίες και όχι αυτά που προέρχονται από τους χώρους εξυπηρέτησης του προσωπικού.

Επιφανειακά νερά απορροής δηλαδή όμβρια ύδατα μαζί με προϊόν έκλουσης οδών που καταλήγουν στο αποχετευτικό δίκτυο.

Νερά διήθησης και εισροής εισέρχονται στο αποχετευτικό δίκτυο λόγω μη απόλυτης στεγανότητας (Στάμου & Βογιατζής, 1994).

1.3 Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων

Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες τα φυσικά χαρακτηριστικά τα χημικά χαρακτηριστικά και τα βιολογικά χαρακτηριστικά (Νταράκας, 2014).

1.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των λυμάτων περιλαμβάνουν τα στερεά συστατικά, τη θερμοκρασία, το χρώμα, την οσμή, και την πυκνότητα, την αγωγιμότητα, την θολότητα και την διαπερατότητα (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Στερεά. Βρίσκονται αιωρούμενα ή διαλυμένα στην μάζα των λυμάτων και αποτελούνται από ανόργανα και οργανικά στερεά. Τα ολικά στερεά TS (Total solids) αποτελούνται από το σύνολο των αιωρούμενων στερεών (SS, Suspended Solids) και των διηθήσιμων στερεών (FS, Filterable Solids). Ορίζονται ως το υπόλειμμα που απομένει σε ολικά διηθήσιμα (TDS) και ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) μετά από εξάτμιση στους 103-105 °C και προσδιορίζονται σε mg/l δείγματος. Από την άποψη ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος μεγαλύτερη σημασία έχουν τα αιωρούμενα στερεά αφού κατά την διάθεση των λυμάτων σε ένα υδάτινο φορέα συσσωρεύονται σταδιακά στον πυθμένα της εκβολής δημιουργώντας ένα στρώμα λάσπης και ανεπιθύμητες

συνθήκες για το οικοσύστημα του υδάτινου φορέα (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία των λυμάτων κυμαίνεται ανάλογα με την γεωγραφική θέση. Είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή του νερού και αυτό γιατί επηρεάζεται από την θερμοκρασία των λυμάτων των κατοικιών, βιομηχανιών κ.τ.λ. (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Η τυπική θερμοκρασία των λυμάτων κυμαίνεται από 10 °C έως 22 °C, είναι παράγοντας που επηρεάζει τόσο τα χημικά όσο και τα βιολογικά χαρακτηριστικά των λυμάτων. Η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται :

- Ανάπτυξη μικροοργανισμών που τους ευνοούν οι υψηλές θερμοκρασίες
- Επιτάχυνση των βιολογικών διεργασιών
- Μείωση της διαλυτότητας των αερίων στη μάζα των λυμάτων και κυρίως του οξυγόνου
- Επιτάχυνση των χημικών αντιδράσεων

Από άποψης ρύπανσης του περιβάλλοντος τα θερμά λύματα που διοχετεύονται σε ένα υδάτινο φορέα οδηγούν σε σοβαρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου που επιδρά αρνητικά στο οικοσύστημα.

Χρώμα. Το χρώμα των λυμάτων είναι ενδεικτικό της ηλικίας και της προέλευσης τους. Τα λύματα που έχουν υποστεί σήψη έχουν μαύρο χρώμα, ενώ αυτά που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν γκρίζο χρώμα. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην κατανάλωση του οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των λυμάτων. Διαφορετικά χρώματα λυμάτων είναι πιθανό να οφείλονται στην παρουσία χρωστικών ουσιών από βιομηχανικά λύματα (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Οσμή. Η οσμή των λυμάτων είναι ενδεικτικό στοιχείο της κατάστασης των λυμάτων. Λύματα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν ελαφρά δυσάρεστη οσμή, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν ελαφρά ενοχλητική οσμή, η όποια οφείλεται στη παραγωγή και έκλυση υδρόθειου (H₂S). Στην δημιουργία δυσάρεστων οσμών συμβάλλει και η παρουσία χημικών ενώσεων από βιομηχανικά λύματα, κυρίως οργανικών, όπως οι φαινόλες, οι χλωροφαινόλες κ.α.. Η έκλυση δυσάρεστων οσμών έχει λιγότερο φυσιολογικές και περισσότερο ψυχολογικές επιδράσεις στον άνθρωπο. Αξίζει να αναφερθεί πως η ποσοτική εκτίμηση των οσμών με αντικειμενικές μεθόδους είναι μια εξαιρετικά δύσκολη

διαδικασία (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Πυκνότητα. Η πυκνότητα των λυμάτων αποτελεί μια σημαντική παράμετρο που μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία της καθίζησής τους στους σταθμούς επεξεργασίας (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Αγωγιμότητα. Η αγωγιμότητα είναι η παράμετρος με την οποία αποτιμάται η ποιότητα της επεξεργασμένης εκροής των λυμάτων (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Θολότητα. Η θολότητα αποτελεί μέτρο διαύγειας και τις περισσότερες φορές αναφέρεται ως μέτρο ποιότητας των λυμάτων που καταλήγουν σε φυσικούς αποδέκτες (Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Διαπερατότητα. Είναι μια παράμετρος με την οποία αποτιμάται η ποιότητα της εκροής για απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία (Ultra Violet, UV) (Στάμου & Βογιατζής 1994).

1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά

Τα χημικά χαρακτηριστικά των λυμάτων περιλαμβάνουν χημικές ενώσεις και στοιχεία, οργανικής και ανόργανης προέλευσης. Τα χημικά χαρακτηριστικά των λυμάτων είναι αρκετά πιο σημαντικά από τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και δίνουν μια αρκετά πιο αντιπροσωπευτική εικόνα. Τα χημικά χαρακτηριστικά κατηγοριοποιούνται σε οργανικά συστατικά, σε ανόργανα συστατικά και σε αέρια (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

1.3.2.1 Οργανικά συστατικά

Τα κυριότερα οργανικά συστατικά των λυμάτων είναι οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λιπίδια. Η τυπική σύσταση των αστικών λυμάτων είναι 40-60 % πρωτεΐνες, 25-50 % υδατάνθρακες και 10 % λιπίδια.

Πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες είναι τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών. Είναι μακρομοριακές ενώσεις που αποσυντίθενται εύκολα από μικροοργανισμούς. Αποτελούνται κύριος από άνθρακα (C), υδρογόνο (H), οξυγόνο (O), άζωτο (N), θείο (S), φωσφόρο (P) και σίδηρο (Fe). Λόγω της ύπαρξης θείου στα μόρια τους όταν βρίσκονται σε πολύ μεγάλες

συγκεντρώσεις κατά την αποσύνθεσή τους δημιουργούνται δυσάρεστες μυρωδιές (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Υδατάνθρακες. Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα (C), υδρογόνο (H) και οξυγόνο (O). Άλλοι διασπώνται εύκολα από μικροοργανισμούς (σάκχαρα), ενώ άλλοι δυσκολότερα (άμυλο, κυτταρίνες) από μικροοργανισμούς (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

Λίπη και Έλαια. Τα λίπη και έλαια είναι ενώσεις που διασπώνται δύσκολα από τα βακτήρια, ενώ μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα σε πολλούς ζωντανούς οργανισμούς αν δεν απομακρυνθούν από τα απόβλητα (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

Επιφανειακά ενεργές ουσίες. Επιφανειακά ενεργές ουσίες περιέχονται στα βιομηχανικά αλλά και αστικά λύματα σαν συστατικά των απορρυπαντικών. Περιλαμβάνουν ενώσεις μακρομοριακές διαλυτές στη μάζα των λυμάτων και δρουν στην επιφάνεια των λυμάτων δημιουργώντας αφρούς (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

Φαινόλες. Οι φαινόλες περιέχονται σε βιομηχανικά λύματα και σε μεγάλες συγκεντρώσεις δεν διασπώνται από τους μικροοργανισμούς (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα. Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα είναι επικίνδυνες τοξικές ενώσεις για όλες τις μορφές ζωής που καταλήγουν μέσα από την απορροή στο αποχετευτικό σύστημα (Στάμου & Βογιατζής, 1994).

Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, BOD (Biochemical Oxygen Demand). Το οξυγόνο που απαιτείται για τη βιολογική αποικοδόμηση των ανθρακούχων και των αζωτούχων οργανικών ενώσεων των υγρών αποβλήτων (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά – Κωνσταντίνου, 2009).

Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, COD (Chemical Oxygen Demand). Το οξυγόνο που απαιτείται για τη χημική οξειδωση των οργανικών ενώσεων των υγρών αποβλήτων (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Ολικός Οργανικός Άνθρακας, TOC (Total Organic Carbon). Υπάρχει σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης στα λύματα, χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, αλλά πολύ σπάνια επειδή αφορά μέτρηση με πολύ μεγάλη ευαισθησία (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009; Νταράκας, 2010).

1.3.2.2 Ανόργανα συστατικά

Άζωτο (N). Το άζωτο ένα από τα βασικότερα συστατικά των ζωντανών οργανισμών που περιέχεται στα λύματα. Το ολικό άζωτο (TN, Total Nitrogen) περιέχεται στα αστικά λύματα σε δυο μορφές, το ανόργανο άζωτο (TIN, Total Inorganic Nitrogen) που περιλαμβάνει τα νιτρώδη (NO_2^-) και τα νιτρικά (NO_3^-) άλατα καθώς και το ολικό οργανικό άζωτο (TON, Total Organic Nitrogen) (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Αλκαλικότητα. Η αλκαλικότητα των λυμάτων είναι μια εξαιρετικά σημαντική παράμετρος γιατί ρυθμίζει το pH των λυμάτων και κατά συνέπεια επηρεάζει τις διάφορες διεργασίες επεξεργασίας. Η παρουσία των ιόντων στα λύματα οφείλεται στο πόσιμο νερό και στις εισροές στο αποχετευτικό σύστημα. (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

pH. Το pH είναι το μέτρο της οξύτητας των λυμάτων στην κλίμακα 0–14. Επηρεάζει σχεδόν όλες τις διαδικασίες (χημική επεξεργασία, βιολογική επεξεργασία, απολύμανση και επεξεργασία της λυματολάσπης) και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς (διαβρώσεις) (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Φωσφόρος (P). Η παρουσία του φωσφόρου είναι επίσης σημαντική για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Συνήθως περιέχεται στα λύματα ως ανόργανος (ορθοφωσφορικά, πολυφωσφορικά) και οργανικός φωσφόρος (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Θείο (S). Η παρουσία του θείου απαιτείται για την σύνθεση πρωτεϊνών των μικροοργανισμών και βρίσκεται στα λύματα με διάφορες μορφές (SO_4^{2-} , H_2S , H_2SO_4) (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Χλώριο (Cl). Το χλώριο προέρχεται από το πόσιμο νερό στα ανθρώπινα απόβλητα. Δεν δημιουργεί γενικά προβλήματα ρύπανσης στις διαδικασίες επεξεργασίας αλλά οι ενώσεις χλωρίου μειώνουν τη διαλυτότητα του O_2 και επηρεάζουν τον προσδιορισμό του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Βαρέα μέταλλα. Είναι μεταλλικά στοιχεία όπως ο χαλκός, το νικέλιο και ο υδράργυρος, που όταν αντιδρούν με τα μικροβιακά ένζυμα αναστέλλουν ή

επιβραδύνουν τον μεταβολισμό τους. Κατά συνέπεια σε υψηλές συγκεντρώσεις πρέπει να απομακρύνονται από τα λύματα γιατί γίνονται τοξικά, τερατογόνα και καρκινογόνα (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

1.3.2.3 Αέρια

Τα βασικά αέρια που περιέχονται στα λύματα είναι το οξυγόνο (O_2), το μεθάνιο (CH_4), η αμμώνια (NH_3), το αέριο άζωτο (N_2), το υδρόθειο (H_2S) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Μεγάλη σπουδαιότητα εμφανίζουν κυρίως το οξυγόνο (O_2) και κατά δεύτερο λόγο το μεθάνιο (CH_4) (Στάμου & Βογιατζής, 1994).

1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τα κόπρανα κυρίως. Οι κυριότερες κατηγορίες είναι οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ιοί, τα πρωτόζωα και οι ελμίνθες. 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 (Στάμου & Βογιατζής, 1994).

1.4 Ρυπαντικά χαρακτηριστικά των λυμάτων

Γενικά, τα χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων αντιπροσωπεύονται συγκεκριμένα από ορισμένες φυσικοχημικές παραμέτρους, όπως το pH, το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand COD), το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand BOD₅), τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), το ολικό άζωτο (TN) και ο ολικός φωσφόρος (TP). Άλλες ουσίες σε μικρότερες συγκεντρώσεις είναι τα μέταλλα, τοξικά υλικά, απορρυπαντικά και βακτήρια (Wijaya & Soedjono, 2018; Sunetal., 2016).

Ο άνθρακας (C) είναι το κεντρικό στοιχείο όλων των οργανικών ενώσεων, τα στοιχεία με τα οποία ο άνθρακας συνθέτει τις οργανικές ενώσεις είναι το άζωτο (N) και ο φωσφόρος (P), επίσης αναφορά γίνεται στις στερεές ουσίες και στους μικροοργανισμούς. Τα στοιχεία αυτά αφορούν σχεδόν όλες τις διεργασίες επεξεργασίας των λυμάτων και εξετάζονται χωριστά (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

1.4.1 Άνθρακας

Ο άνθρακας με τη μορφή των οργανικών ενώσεων (TOC), αλλά και με τη μορφή ανόργανων χημικών ενώσεων (TIC) υπάρχει στα υγρά απόβλητα. Αυτός που κυρίως ενδιαφέρει είναι ο οργανικός άνθρακας (TOC), βρίσκεται στα απόβλητα είτε διαλυμένος (DOC) είτε σε πτητικές ενώσεις (VOC) είτε σε σωματιδιακή μορφή (POC) (Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

- *Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD)*

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την βιοχημική οξείδωση των περιεχόμενων οργανικών ουσιών στα υγρά απόβλητα σε πέντε ημέρες. Η ταχύτητα της βιολογικής αυτής οξείδωσης εξαρτάται από το είδος της οργανικής ύλης που περιέχεται στο προς εξέταση δείγμα. Υπάρχουν οργανικές ουσίες που οξειδώνονται ή αποικοδομούνται βιολογικά σχετικά εύκολα αλλά υπάρχουν και αυτές που δεν οξειδώνονται βιολογικά (Νταράκας, 2010; Βαλαβανίδης & Βλαχογιάννη, 2012).

Για τη μέτρηση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD_5) το δείγμα τοποθετείται σε μια γυάλινη σκουρόχρωμη φιάλη και αναδεύεται ισχυρά ώστε το περιεχόμενό της να εμπλουτιστεί με οξυγόνο. Στη συνέχεια σφραγίζεται και διατηρείται υπό ανάδευση στο σκοτάδι και σταθερή θερμοκρασία 20 °C για πέντε ημέρες. Μετά την πάροδο πέντε ημερών υπολογίζεται μανομετρικά η διαφορά πίεσης που υπάρχει στη φιάλη από την κατανάλωση οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς προκειμένου αυτοί να επιβιώσουν και να αποικοδομήσουν το οργανικό φορτίο του δείγματος. Το αποτέλεσμα της κατανάλωσης οξυγόνου είναι το BOD_5 και εκφράζεται σε mg O_2/l λυμάτων. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται κατά τη βιολογική οξείδωση εξουδετερώνεται με μια ιδιαίτερη τεχνική, με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) (Νταράκας, 2010; Schwarzenbach et al., 2016).

- *Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)*

Με τον όρο χημικά απαιτούμενο οξυγόνο εννοούμε την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (H_2O). Η οξείδωση αφορά το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε ένα δείγμα και μπορούν να οξειδωθούν με ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο. Η οξείδωση του οργανικού φορτίου γίνεται σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλού pH παρουσία θειικού

αργύρου (Ag_2SO_4) σαν καταλύτη. Η εξουδετέρωση των χλωριούχων ιόντων που συνήθως υπάρχουν στο δείγμα, γίνεται με θειικό υδράργυρο (HgSO_4) (Νταράκας, 2010; Schwarzenbach et al., 2016; Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

Η μέτρηση του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) χρησιμοποιείται πολλές φορές αντί της μέτρησης του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD) ή συμπληρωματικά. Η ταχύτητα της μέτρησης είναι το μεγάλο πλεονέκτημά της αφού ολοκληρώνεται σε 2-3 ώρες, σε αντίθεση με τη μέτρηση του BOD_5 , η οποία διαρκεί 5 ημέρες. Το μειονέκτημα όμως είναι ότι με το COD μετράται όχι μόνο η βιοδιασπάσιμη αλλά και η μη βιοδιασπάσιμη οργανική ύλη. Συνεπώς, η μέτρηση του COD είναι κατά κάποιο τρόπο λιγότερο αντιπροσωπευτική από τη μέτρηση του BOD_5 όταν πρόκειται για προσδιορισμό του οργανικού φορτίου που υπάρχει στα τυπικά αστικά λύματα. (Νταράκας, 2010; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

- *Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)*

Ο ολικός οργανικός άνθρακας είναι ένα μέτρο κατάλληλο για μετρήσεις πολύ χαμηλών συγκεντρώσεων οργανικής ύλης στο BOD και το COD, που ενδιαφέρει ιδιαίτερα την επεξεργασία των αποβλήτων και την παραγωγή πόσιμου νερού. Ο προσδιορισμός του ολικού οργανικού άνθρακα είναι πολύ απλή διαδικασία με τις σύγχρονες αναλυτικές συσκευές. Ένας αυτόματος αναλυτής TOC απαιτεί ελάχιστη ποσότητα υγρού δείγματος για τον προσδιορισμό του ολικού οργανικού άνθρακα. (Νταράκας, 2010; Schwarzenbach et al., 2016; Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017).

1.4.2 Άζωτο

Το άζωτο είναι βασικό στοιχείο για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και οι γνώσεις για τη μορφή με την οποία βρίσκεται στα απόβλητα καθώς επίσης και οι συγκεντρώσεις του σε οποιαδήποτε μορφή, είναι απαραίτητες για τη διαδικασία αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των βιολογικών διεργασιών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (Schwarzenbach et al., 2016; Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

Οι ευαίσθητοι φυσικοί αποδέκτες επεξεργασμένων εκροών απαιτούν πάντα την απομάκρυνση του αζώτου από τα υγρά απόβλητα, επειδή το άζωτο όπως και ο φώσφορος σαν θρεπτικά συστατικά, προκαλούν το πρόβλημα του

ευτροφισμού και τελικά της αποξυγόνωσης των φυσικών νερών (Νταράκας, 2010).

1.4.3 Φωσφόρος

Η συγκέντρωση του φωσφόρου ο οποίος αποτελεί βασικό συστατικό για τη σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών, στα φρέσκα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα κυμαίνεται από 5-30 mg/l. Στις οργανικές ενώσεις των λυμάτων ανήκει περίπου το 75 % του συνολικά υπάρχοντος φωσφόρου, ενώ το υπόλοιπο 25 % βρίσκεται στα υγρά απόβλητα. Ο οργανικά δεσμευμένος φωσφόρος δεν έχει ιδιαίτερη σημασία για τα αστικά λύματα, τα δε ορθοφωσφορικά ιόντα χρησιμεύουν για το βιολογικό μεταβολισμό χωρίς να διασπώνται περαιτέρω (Schwarzenbach et al., 2016; Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Φυτιάνος & Σαμαρά - Κωνσταντίνου, 2009).

1.4.4 Οι στερεές ουσίες στα υγρά απόβλητα

Ένα φυσικό χαρακτηριστικό των υγρών αποβλήτων είναι τα στερεά και κατηγοριοποιούνται:

- Τα ολικά στερεά (Total Solids TS), ορίζονται ως το υπόλειμμα δείγματος αποβλήτων μετά από εξάτμιση και ξήρανση.
- Τα ολικά πτητικά στερεά (Total Volatile Solids TVS), ορίζονται ως τα στερεά που εξαερώνονται και οξειδώνονται κατά την καύση των ολικών στερεών, διακρίνονται τόσο σε διαλυμένα όσο και σε αιωρούμενα.
- Το υπόλειμμα ολικών στερεών (Total Fixed Solids TFS), είναι το υπόλειμμα που απομένει μετά την καύση των ολικών στερεών.
- Τα ολικά αιωρούμενα στερεά (Total Suspended Solids TSS).
- Τα πτητικά αιωρούμενα στερεά (Volatile Suspended Solids VSS).
- Το υπόλειμμα αιωρούμενων στερεών (Fixed Suspended Solids FSS).

Η ταξινόμηση αυτή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ή διερεύνηση της πλέον κατάλληλης εφαρμογής ή διεργασίας για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων (Schwarzenbach et al., 2016; Ibanez et al., 2007; Manahan, 2017; Metcalf & Eddy, 2007).

1.4.5 Μικροοργανισμοί

Οι μικροοργανισμοί διαδραματίζουν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της ποιότητας του νερού και των υγρών αποβλήτων. Οι παθογόνοι

μικροοργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται στα υγρά απόβλητα προέρχονται από απεκκρίσεις ανθρώπων ή ζώων που έχουν προσβληθεί από μολυσματική ασθένεια ή είναι φορείς αυτής. Είναι υπεύθυνοι για πολλές ασθένειες που μεταδίδονται μέσω των υδάτων, για την οσμή και τη γεύση του πόσιμου νερού, τη διάβρωση των μετάλλων και του σκυροδέματος καθώς επίσης και για τον ευτροφισμό των υδάτινων οικοσυστημάτων. (Νταράκας, 2010; Fatta - Kassinos & Dionysiou, 2016).

1.4.6 Δείκτες ρύπανσης μικροβιακής καταλληλότητας

Οι δείκτες ρύπανσης χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μικροβιακής καταλληλότητας των υγρών αποβλήτων. Οι χρησιμοποιούμενοι συχνότερα δείκτες ρύπανσης είναι:

Ολικά Κολοβακτηριοειδή και Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων. Εκτιμάτε η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης και της παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών των υγρών αποβλήτων.

Ειδικοί μικροοργανισμοί. Εκτιμάτε η παρουσία των συγκεκριμένων μικροοργανισμών που συνδέονται με την επαναχρησιμοποίηση της εκροής και τη λειτουργία των κέντρων επεξεργασίας λυμάτων.

Τοξικότητα. Εκτιμάτε η τοξικότητα των υγρών αποβλήτων (Fatta - Kassinos & Dionysiou, 2016; Νταράκας, 2010).

2. Διεργασίες επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων

Η συγκέντρωση και η μεταφορά των λυμάτων γίνεται με τα δίκτυα αγωγών που καταλήγουν σε ένα κεντρικό αποχετευτικό αγωγό εισόδου στα ΚΕΛ. Τα λύματα εισέρχονται στα κέντρα επεξεργασίας για τον καθαρισμό τους, όπου εφαρμόζονται διάφορα στάδια επεξεργασίας. Τα στάδια είναι συνδυασμός φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012; Τραγανίτης, 1995; Νταράκας, 2010).

2.1 Οι διεργασίες επεξεργασίας αστικών λυμάτων

Έχουν αναπτυχθεί ξεχωριστές τεχνολογίες για την κατασκευή των εγκαταστάσεων σε σχέση με τον πληθυσμό που εξυπηρετούν.

Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- μικρές εγκαταστάσεις για μικρούς οικισμούς
- μεσαίες εγκαταστάσεις για χωριά
- μεγάλες εγκαταστάσεις για μικρές πόλεις
- πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις για μεγάλες πόλεις

Στις πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις οι διάφορες διεργασίες γίνονται σε ξεχωριστές δεξαμενές, για τις μικρότερες εγκαταστάσεις κατασκευάζονται όσο το δυνατόν λιγότερες δεξαμενές.

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι διεργασίες επεξεργασίας και στον Πίνακα 2.2 τα βασικά συστήματα επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων που εφαρμόζονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Νταράκας, 2010).

Πίνακας 2.1 Οι διεργασίες επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων
(Νταράκας, 2010)

<p>Διεργασίες επεξεργασίας αιωρούμενων σωματιδίων (Suspended Solids, SS) και βιοαποικοδομήσιμων ουσιών σε αιωρούμενη μορφή</p>	<p>Διεργασίες επεξεργασίας οργανικού φορτίου (διαλυμένων βιοαποικοδομήσιμων ουσιών που έχουν αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο του διαλυμένου οξυγόνου και μετρώνται με BOD και COD)</p>	<p>Διεργασίες επεξεργασίας ενώσεων που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (Ενώσεις του αζώτου (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) και του φωσφόρου (PO₄³⁻))</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Εσχάρωση - Κοσκίνισμα - Εξάμμωση - Λιποσυλλογή - Επίπλευση - Καθίζηση - Φυγοκέντρωση 	<ul style="list-style-type: none"> - Προεπεξεργασία - Πρωτοβάθμια επεξεργασία - Βιολογική επεξεργασία - Χημική επεξεργασία - Φυσική επεξεργασία 	<ul style="list-style-type: none"> - Βιολογική επεξεργασία - Χημική επεξεργασία

Πίνακας 2.2 Τα βασικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων (Νταράκας, 2010)

Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτοβάθμιας επεξεργασίας		Συστήματα δευτεροβάθμιας ή βιολογικής επεξεργασίας	
<ul style="list-style-type: none"> - Εσχάρωση – Κοσκίνισμα - Εξάμμωση (αμμοσυλλέκτης) - Λιποσυλλογή (ελαιοδιαχωριστήρες) - Επίπλευση - Πρωτοβάθμια καθίζηση 		Αερόβια συστήματα	Αναερόβια συστήματα
		<ul style="list-style-type: none"> - Αντιδραστήρες αιωρούμενης βιομάζας (ενεργού ιλύος) - Αντιδραστήρες προσκολλημένης βιομάζας (Βιολογικοί υμένες) (Χαλικοδιυλιστήρια, Δισκοδιυλιστήρια) 	<ul style="list-style-type: none"> - Σηπτικές δεξαμενές - Δεξαμενές Imhoff - Λίμνες και δεξαμενές σταθεροποίησης
Συστήματα χημικής επεξεργασίας		Συστήματα τριτοβάθμιας επεξεργασίας	
<ul style="list-style-type: none"> - Οξείδωση - Αναγωγή - Χημική κατακρήμνιση - Κροκίδωση – Ιζηματοποίηση 		<ul style="list-style-type: none"> - Διήθηση - Μembrάνες - Αντίστροφη ώσμωση - Προσρόφηση - Ιοντοεναλλαγή 	
Μέθοδοι απολύμανσης	Μέθοδοι διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής	Τεχνολογίες επεξεργασίας ιλύος	
<ul style="list-style-type: none"> - Χλωρίωση (Cl₂, ClO₂, NaOCl, NaOCl₂) - Υπεριώδης ακτινοβολία (UV) - Οζόνωση (O₃) 	<ul style="list-style-type: none"> - Διάθεση σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες - Διάθεση στο έδαφος (επιφανειακή απορροή, διήθηση στο έδαφος, άρδευση) 	<ul style="list-style-type: none"> - Πάχυνση - Βιολογική σταθεροποίηση (αερόβια ή αναερόβια) - Αφυδάτωση (κλίνες ξήρανσης, ταινιοφιλτρόπρεςες, φυγοκέντρωση) 	

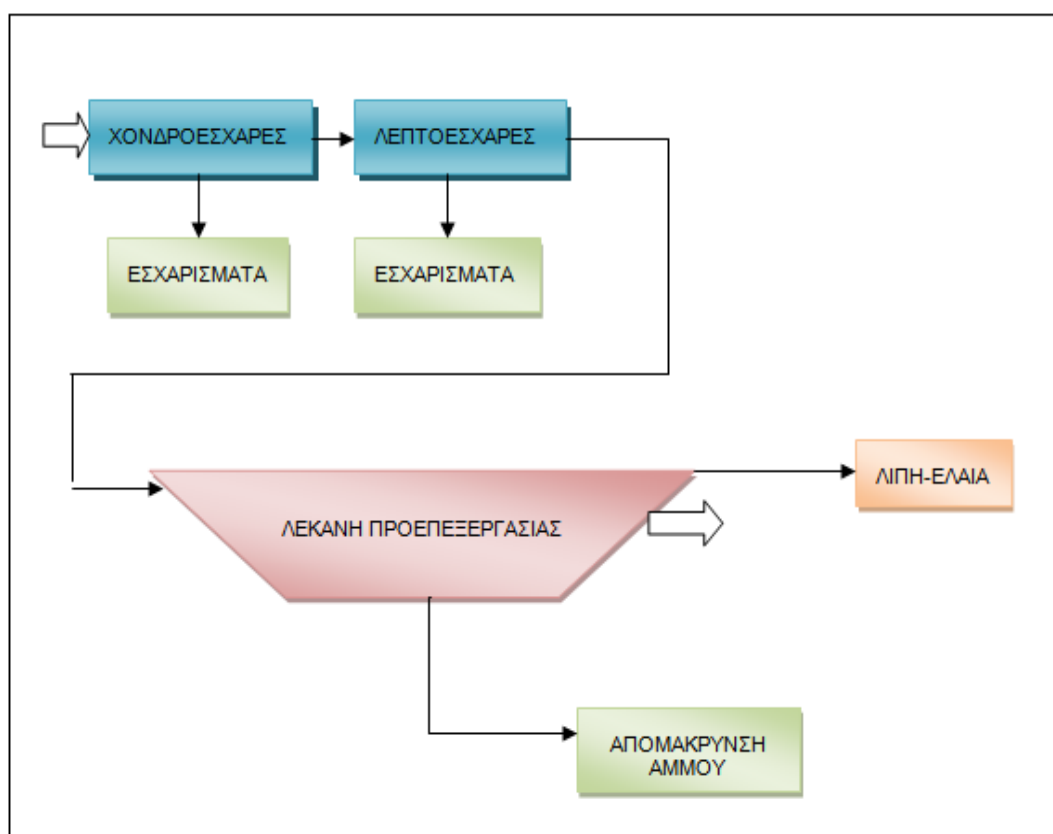
2.2 Προεπεξεργασία

- *Είσοδος*

Μέσα από τον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό της εγκατάστασης τα λύματα οδηγούνται σε ένα φρεάτιο εισόδου. Η ροή των λυμάτων προς την είσοδο της εγκατάστασης ρυθμίζεται μέσω θυροφράγματος για την εξισορρόπηση παροχής (Νταράκας, 2010).

- *Προεπεξεργασία*

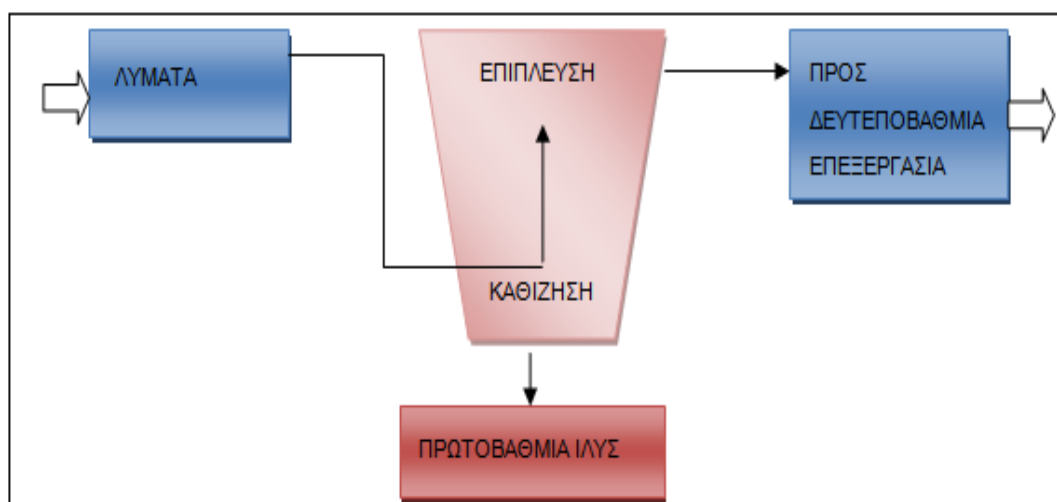
Κατά την προεπεξεργασία των λυμάτων απομακρύνεται μέρος των στερεών σωμάτων, όπως λίθοι και άμμος, και μέρος των υγρών, όπως λιπαρές ουσίες (Λυμπεράτος, 2003). Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει διάφορες φυσικές και μηχανικές διεργασίες, την εσχάρωση, την εξάμμωση και την αφαίρεση λιπών (Διάγραμμα 2.1). Τα λύματα που έχουν υποστεί προεπεξεργασία, έχουν απαλλαγεί από την πλειονότητα των μεγάλων σε μέγεθος στερεών και επιπλεόντων υλικών (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012).



Διάγραμμα 2.1 Διεργασίες προεπεξεργασίας (Το διάγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με προσωπικές παρατηρήσεις στο ΚΕΛΘ)

2.3 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία (Διάγραμμα 2.2) περιλαμβάνει μια φυσική διεργασία διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κυκλικές δεξαμενές σε σχήμα κώνου. Εδώ επιτυγχάνεται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών κατά τουλάχιστον 50-70 % της ποσότητας των εισερχόμενων λυμάτων. Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται ακόμη μερική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου που βρίσκεται σε σωματιδιακή μορφή, μέσω της καθίζησης. Το ποσοστό αφαίρεσης του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD_5) στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, κυμαίνεται μεταξύ 25 % και 40 % (Λυμπεράτος, 2003). Το προϊόν της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι μια πρωτοβάθμια ιλύς (Davide, 2017).



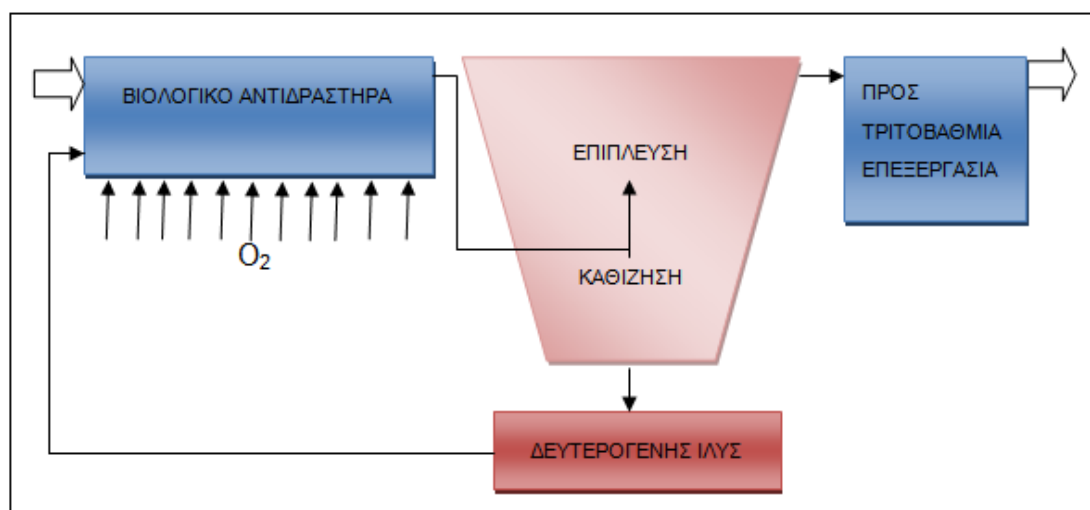
Διάγραμμα 2.2 Διεργασίες πρωτοβάθμιας καθίζησης (Το διάγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με προσωπικές παρατηρήσεις στο ΚΕΛΘ)

2.4 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνει τον βιολογικό αντιδραστήρα και την δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης (Διάγραμμα 2.3). Σκοπός της είναι η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και των αιωρούμενων στερεών των λυμάτων με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών. Στις διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί (βακτήρια σε μεγαλύτερο βαθμό) που καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες. Στη συνέχεια οι μικροοργανισμοί απομακρύνονται από τα απόβλητα με καθίζηση. Στη φάση αυτή έχουμε απομάκρυνση του οργανικού φορτίου BOD κατά 80-85 % και των αιωρούμενων στερεών, ενώ ακόμα μπορεί να καταγραφεί και μείωση των

αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων (Davide, 2017; van Haandel & van der Lubbe, 2012).

Στη δευτεροβάθμια επεξεργασία λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διεργασίες, ο αερισμός για οξείδωση των οργανικών ουσιών, η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση και η καθίζηση. Προϊόν της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι μια δευτερογενής ιλύς (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012).



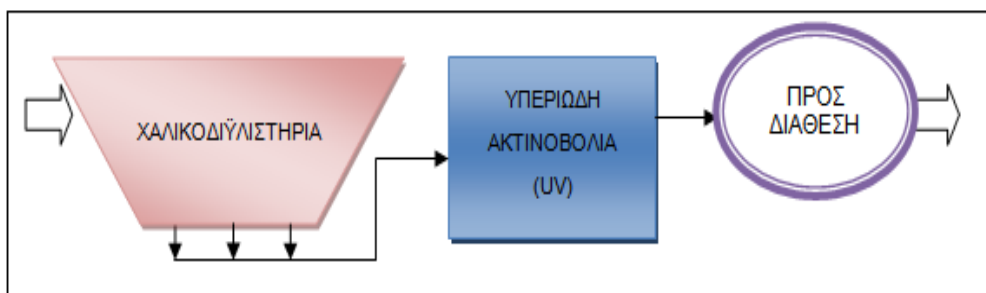
Διάγραμμα 2.3 Διεργασίες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (Το διάγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με προσωπικές παρατηρήσεις στο ΚΕΛΘ)

2.5 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στην τριτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται όσοι από τους μολυντές έχουν διαφύγει από την δευτεροβάθμια επεξεργασία (Διάγραμμα 2.4), όπως ενώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και παθογόνοι μικροοργανισμοί. Το στάδιο αυτό της επεξεργασίας περιλαμβάνει τη διαδικασία διήθησης (διύλιση-φιλτράρισμα) σε χαλικοδιύλιστήρια και την διαδικασία απολύμανσης των επεξεργασμένων νερών (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012).

Η τριτοβάθμια επεξεργασία δημιουργεί συνήθως παραπροϊόντα, όπως ιλύς ή συσσωματώματα που στην περίπτωση απλής διάθεσης σε υδάτινο αποδέκτη προκαλείται κίνδυνος ρύπανσης αυτού (Σαρηγιάννης, 2015).

Στην απολύμανση των αποβλήτων καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση είναι η χλωρίωση και η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012).



Διάγραμμα 2.4 Διεργασίες τριτοβάθμιας επεξεργασίας (Το διάγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με προσωπικές παρατηρήσεις στο ΚΕΛΘ)

2.6 Διάθεση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων

Η διάθεση σε αποδέκτη αποτελεί το τελευταίο ουσιαστικά στάδιο μετά το πέρας της επεξεργασίας. Η επιλογή του αποδέκτη (έδαφος ή νερό) καθορίζεται κυρίως από την επεξεργασία και τον τρόπο καθαρισμού στα οποία έχει υποβληθεί το απόβλητο (Μαρκαντωνάτος, 1994).

- *Διάθεση στο ποτάμι*

Το ποτάμι διαθέτει υδραυλικό χαρακτήρα, καθώς έχει τη δυνατότητα να αφομοιώνει αλλά και να αποδομεί, συνήθως με αερόβιο τρόπο, τα οργανικά συστατικά των λυμάτων που δέχεται.

- *Διάθεση σε θάλασσα*

Η διάθεση αστικών αποβλήτων σε υδάτινο αποδέκτη όπως στην θάλασσα γίνεται με υποβρύχιο αγωγό που καταλήγει σε σύστημα διαχύσεως. Με το σύστημα διαχύσεως επιτυγχάνεται η σωστή ανάμιξη και αραιώση με τα μόρια του νερού (Μαρκαντωνάτος, 1994).

2.7 Διάθεση και επεξεργασία ιλύς

Από τα επεξεργασμένα λύματα προκύπτει και η ιλύς (λάσπη) στην οποία έχει μεταφερθεί ένα σημαντικό μέρος από το ρυπαντικό φορτίο. Οι ποσότητες που παράγονται είναι 75-80 gr πρωτογενής και δευτερογενής (ενεργής) ιλύος ανά κάτοικο και ημέρα. Βάσει της ξηράς ουσίας περιέχει 50 % οργανικά συστατικά και άλλα στοιχεία (Τσώνης, 2004; Hasatani M., et al, 2001).

2.7.1 Στάδια επεξεργασίας ιλύος

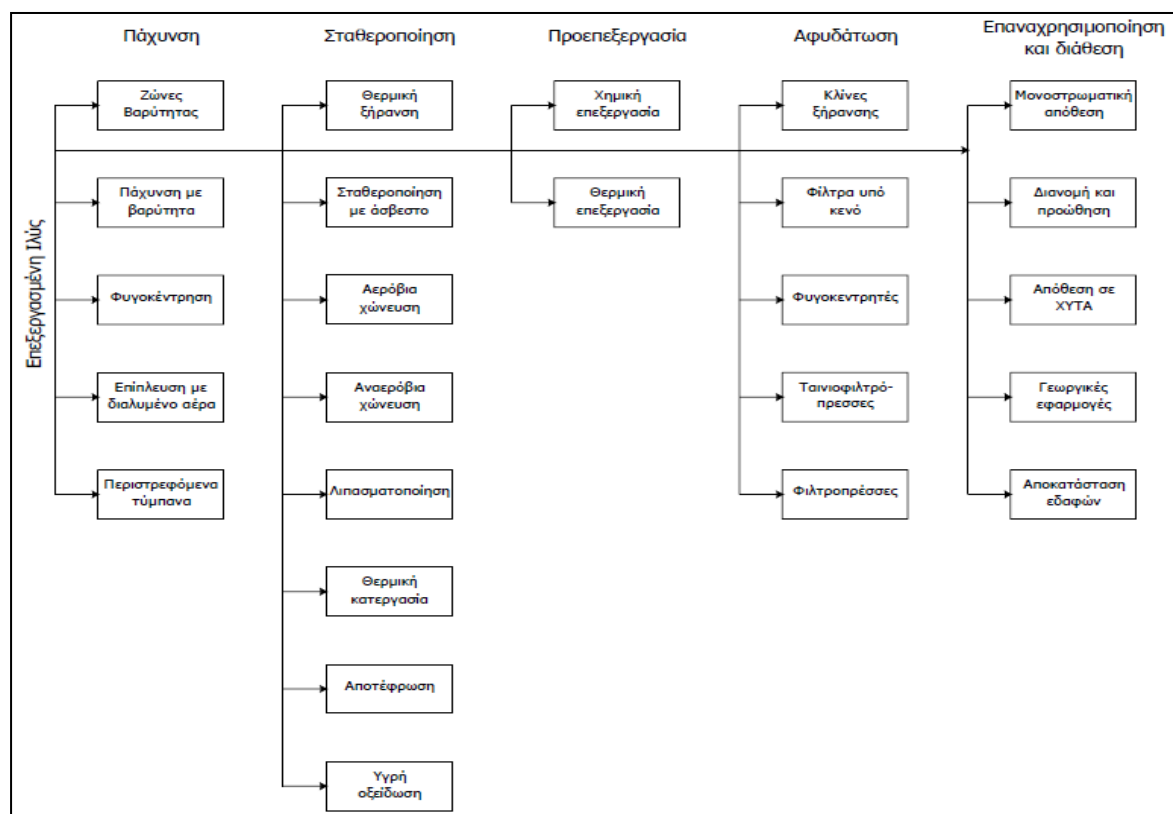
Η επεξεργασία της ιλύος λέγεται σταθεροποίηση, τα στάδια επεξεργασίας της ιλύος είναι η πάχυνση, η χώνευση και η αφυδάτωση και μπορεί να πραγματοποιηθεί με βιολογικές μεθόδους. Σκοπός της επεξεργασίας της ιλύος

είναι η μείωση του όγκου της, η μείωση του νερού που περιέχεται σε αυτή, και η σταθεροποίησή της, ώστε να μειωθεί το κόστος επεξεργασίας και διάθεσής της και να μπορεί να διατεθεί σε ένα χώρο διάθεσης στερεών αποβλήτων (Κούγκολος, 2005).

Η ιλύς αποτελείται από την πρωτοβάθμια ιλύς και την δευτερογενή (περίσσεια), οι οποίες συνήθως επεξεργάζονται μαζί, συνιστούν ρύπους καθώς περιέχουν διάφορους βιολογικούς παράγοντες και παθογόνους μικροοργανισμούς. Με την επεξεργασία τους αφαιρείται το 30-40 % του οργανικού τους φορτίου και κατά 90-99 % το φορτίο των παθογόνων μικροοργανισμών. Η ιλύς μετατρέπεται σε μία αδρανή σταθερή βιολογικά μάζα ώστε η διάθεσή της στο περιβάλλον να είναι ακίνδυνη (Davide, 2017; van Haandel & vander Lubbe, 2012).

Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται τα στάδια και οι μέθοδοι επεξεργασίας ιλύς μέχρι τη διάθεση και την επαναχρησιμοποίηση. Περιγράφονται ενδεικτικά οι πιο σημαντικές και ευρύτερα εφαρμοζόμενες διεργασίες επεξεργασίας από αυτές.

Πίνακας 2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας ιλύς (Water Environment Federation, 1996)



2.7.2 Πάχυνση

Σκοπός της πάχυνσης είναι η μείωση της περιεκτικότητας σε νερό της ιλύος και λαμβάνει χώρα πριν τη σταθεροποίηση και αφυδάτωση της ιλύος. Έτσι η ιλύς που προκύπτει έχει μικρότερο όγκο, οπότε γίνεται ευκολότερη η διαχείρισή της στα επόμενα στάδια (Κούγκολος, 2005).

Επιτυγχάνεται συνήθως με φυσικές μεθόδους όπως:

- *Πάχυνση βαρύτητας*

Η πάχυνση με βαρύτητα γίνεται σε δεξαμενές όμοιες με τις δεξαμενές καθίζησης με μικρότερη διάμετρο, μεγαλύτερο βάθος και μεγαλύτερες κλίσεις πυθμένα για να διευκολύνεται η συσσώρευση και συμπύκνωση της λάσπης στη χοάνη συλλογής. Είναι συνήθως εξοπλισμένες με μηχανικούς αναμοχλευτήρες, για τη διευκόλυνση του διαχωρισμού νερού από την ιλύ. Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται με βαρύτητα και η παχυμένη ιλύς συγκεντρώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, ενώ το νερό υπερχειλίζει στον περιμετρικό υπερχειλιστή οδηγείται στο δίκτυο στραγγισμάτων της εγκατάστασης. Οι παχυντές βαρύτητας, με κανονικές συνθήκες λειτουργίας μπορεί να επιτύχουν πάχυνση της ιλύος 2 με 8 φορές, αυξάνοντας τη συγκέντρωσή της από μερικά gr/l σε μερικές δεκάδες gr/l (Μαρκαντωνάτος, 1990).

- *Πάχυνση με επίπλευση*

Η πάχυνση της λάσπης με επίπλευση γίνεται σε δεξαμενές επίπλευσης, όπου ο διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών με επίπλευση ακολουθεί την ίδια ακριβώς μέθοδο με την καθίζηση, αλλά σε αντίστροφο δυναμικό πεδίο. Κατά την επίπλευση με αέρα η ιλύς παρασύρεται στην επιφάνεια από τις φυσαλίδες αέρα. Λόγω της αυξημένης άνωσης η ιλύς ανέρχεται στην επιφάνεια της δεξαμενής από όπου στη συνέχεια απομακρύνεται με τη βοήθεια ξέστρου, ενώ τα στραγγίσματα απομακρύνονται κάτω από το επιφανειακό στρώμα της ιλύος (Αγγελάκης & Παρανυχιανάκης, 2005).

- *Πάχυνση με μηχανικά μέσα*

Η μηχανική πάχυνση γίνεται είτε με περιστρεφόμενα τύμπανα είτε με τράπεζες πάχυνσης.

Ο παχυντής με περιστρεφόμενο τύμπανο αποτελείται από κυλινδρικά τύμπανα σχαρών. Μετά την προσθήκη κροκιδωτικών η ιλύς περνά στα περιστρεφόμενα τύμπανα και φυγοκεντρίζεται. Το νερό περνά από τη σχάρα και διαχωρίζεται ενώ η παχυμένη ιλύς περιστρέφεται μέχρι να φτάσει στο άκρο

του τυμπάνου. Η λειτουργία αυτή δεν απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και για τον λόγο αυτό μπορούν να λειτουργούν συνεχώς (Αγγελάκης κ.α., 2005).

Η τράπεζα πάχυνσης αποτελείται από ταινία βαρύτητας που κινείται πάνω σε κυλίνδρους. Η ιλύς μπορεί να βελτιωθεί με προσθήκη πολυμερών και διοχετεύεται ομοιόμορφα σε όλο το πλάτος τη ταινίας. Το νερό αποστραγγίζεται μέσω της ταινίας με τη βοήθεια αυλακώσεων από σειρά λεπίδων σε διάταξη αρότρου, ενώ η παχυμένη ιλύς εκκενώνεται στο άλλο άκρο του παχυντή (Metcalf & Eddy, 2003).

2.7.3 Σταθεροποίηση

Η σταθεροποίηση είναι μια βιολογική διεργασία στην οποία επιτυγχάνεται η μείωση του οργανικού φορτίου, η καταστροφή μεγάλου μέρους των παθογόνων μικροοργανισμών και των οσμών, καθώς επίσης και η μείωση του όγκου της λάσπης. Οι μέθοδοι σταθεροποίησης που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη βιολογική σταθεροποίηση της ιλύος είναι η αερόβια και η αναερόβια χώνευση (Κούγκολος, 2005; Φίλιππας Άγγελος, 2009).

- *Αναερόβια Χώνευση*

Η αναερόβια χώνευση της ιλύος αποσκοπεί στη μείωση, τη σταθεροποίηση και τη μερική απολύμανσή της, υπό αναερόβιες συνθήκες και πραγματοποιείται συνήθως σε κλειστές δεξαμενές κατασκευασμένες με οπλισμένο σκυρόδεμα (Metcalf & Eddy, 2007).

Η αποσύνθεση της οργανικής και ανόργανης ύλης απουσία οξυγόνου επιτυγχάνεται στην βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των αναερόβιων βακτηριδίων που είναι η μεσοφιλική περιοχή 30 °C έως 38 °C ή η θερμοφιλική περιοχή 50 °C έως 57 °C (Αγγελάκης κ.α., 2005).

Με την αναερόβια χώνευση η οργανική ύλη μετατρέπεται κυρίως σε βιοαέριο (μεθάνιο CH₄) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) με τη συνδυασμένη δράση μεικτού μικροβιακού πληθυσμού, υπό συνθήκες απουσίας οξυγόνου (O₂) (Lettinga, 1995).

- *Αερόβια χώνευση*

Η αερόβια χώνευση είναι μία διαδικασία σταθεροποίησης ιλύος στην οποία οι αερόβιες βιολογικές αντιδράσεις καταστρέφουν τα αποικοδομήσιμα βιολογικά οργανικά συστατικά της ιλύος (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η μέθοδος της αερόβιας χώνευσης της ιλύος πραγματοποιείται σε περιοχή θερμοκρασιών 55-70 °C, όπου η αύξηση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με

τη θερμότητα που εκλύεται από την οξείδωση του αποδομούμενου οργανικού υλικού (Τσώνης, 2004).

Με την έκθεση της ιλύος σε θερμοκρασίες 55-70 °C, για ικανοποιητική χρονική περίοδο 5 έως 6 ημέρες, επιτυγχάνεται ικανοποιητική σταθεροποίηση της ιλύος, ενώ παράλληλα καταστρέφονται όλοι σχεδόν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί (Αγγελάκης κ.α., 2005).

2.7.4 Αφυδάτωση

Με την αφυδάτωση επιτυγχάνεται η αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της ιλύος σε υψηλά επίπεδα και η απομάκρυνση της υγρασίας. Η ιλύς μετά την αφυδάτωση είναι σε στερεή κατάσταση και με μειωμένο όγκο, γεγονός που κάνει την μεταφορά της φθηνότερη και ευκολότερη. Ακόμη μειώνει το κόστος της επεξεργασίας και δεν προκαλεί ρύπανση εξαιτίας αποστράγγισης αν διατίθεται στο έδαφος (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Οι μέθοδοι αφυδάτωσης που εφαρμόζονται είναι με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση σε κλίνες ή λίμνες ξήρανσης και με διάφορα μηχανικά μέσα.

- *Κλίνες ξήρανσης*

Οι κλίνες ξήρανσης είναι σε υπαίθριους χώρους, αποτελούνται από διαβαθμισμένο στρώμα άμμου πάνω σε στρώμα χαλικιών, όπου η ιλύς κατανέμεται ομοιόμορφα. Η αφυδάτωση της ιλύος επιτυγχάνεται με την στράγγιση του νερού μέσω του στραγγιστηρίου και με την ξήρανση από την έκθεση στον αέρα (Αγγελάκης κ.α., 2005).

- *Μηχανικά μέσα*

Η αφυδάτωση της ιλύος με μηχανικά μέσα είναι πολύ διαδεδομένη και βασίζεται σε μηχανικές διεργασίες όπως η φυγοκέντριση, η στράγγιση, διήθηση και η συμπίεση.

- Η φυγοκέντριση αποτελεί μία μηχανική διεργασία, επιτυγχάνει την αφυδάτωση της ιλύος με την βοήθεια της φυγόκεντρης δύναμης, διαχωρίζει την παχυμένη ιλύς από τα στραγγίσματα. Οι φυγοκεντρητές με περιστρεφόμενα τύμπανα χρησιμοποιούνται στις διεργασίες αφυδάτωσης καθώς είναι συμπαγείς έχουν μεγάλη παραγωγική δυνατότητα και είναι απλοί στη λειτουργία (Στάμου, 2004).
- Οι ταινιοφιλτρόπρεσες τροφοδοτούνται με ιλύς στην ταινία διήθησης και στην αρχή της διάταξης γίνεται στράγγισμα της ιλύος. Η ιλύς συμπιέζεται από την ταινία διήθησης και την ταινία συμπίεσης που κινούνται με την ίδια

ταχύτητα και προς την ίδια κατεύθυνση. Η συμπίεση ρυθμίζεται με ράουλα που πιέζουν την ταινία πίεσης και την ταινία διήθησης επάνω στην ιλύ. Τα ράουλα είναι τοποθετημένα έτσι ώστε η διατομή τους σταδιακά μειώνεται και αυξάνεται η πίεση στις ταινίες, οι οποίες διαγράφουν σχήμα "S" (Δεληαργύρης και Παπαγγελής, 2008).

- Οι φιλτροπρέσες αποτελούνται από επάλληλες κατακόρυφες πλάκες, που σχηματίζουν εσωτερικές κοιλότητες και καλύπτονται από πορώδες ύφασμα, το οποίο αποτελεί το διηθητικό μέσο. Η ιλύς τροφοδοτείται στην κοιλότητα κάθε πλάκας και με την ασκούμενη πίεση επιτυγχάνεται η απομάκρυνση του νερού μέσω του πορώδους υλικού (Αγγελάκης κ.α., 2005).

Η επιλογή μεταξύ των δυο φάσεων επεξεργασίας της ιλύος είναι πολύπλοκη, βασικό σημείο σύγκρισης είναι η πρόκληση οσμών στις κλίνες ξήρανσης και ο χρόνος αφυδάτωσης που επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Επίσης το μέγεθος της υπό μελέτης μονάδας είναι καθοριστικό στην επιλογή της μεθόδου αφυδάτωσης (Μαρκαντωνάτος, 1990).

2.7.5 Θερμική ξήρανση

Με την θερμική ξήρανση της ιλύος επιτυγχάνεται απομάκρυνση του νερού από την ιλύς. Κατά την εφαρμογή της θερμικής ξήρανσης μπορεί να επιτευχθεί ποσοστό υγρασίας μικρότερο από 10% στην ξηραμένη ιλύς. Η θερμικά ξηραμένη ιλύς είναι αποστειρωμένη και μπορεί να διοχετευτεί εύκολα στην αγορά για γεωργική χρήση ή για την επαναχρησιμοποίηση του τελικού προϊόντος, αφού ο χειρισμός της είναι ασφαλής και οικονομικός (Αγγελάκης κ.α., 2005).

2.7.6 Διάθεση της ιλύος

Η ιλύς από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων έως σήμερα διατίθεται χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, σε χώρους διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων και σε πολύ μικρό ποσοστό στη γεωργία.

Στόχος του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων είναι η αξιοποίηση της ιλύος σε υψηλό ποσοστό με αντίστοιχη μείωση του ποσοστού τελικής διάθεσης, οι προτεινόμενες δράσεις αξιοποίησης είναι η χρήση στη γεωργία ως εδαφοβελτιωτικό, η χρήση για αποκατάσταση φυσικών ανάγλυφων και η χρήση ως καύσιμο.

- *Η χρήση στη γεωργία ως εδαφοβελτιωτικό*

Η γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος είναι εφικτή και αποτελεί ορθολογική μέθοδο διαχείρισης με την προϋπόθεση να τηρούνται πιστά οι νόμοι που έχουν θεσπισθεί σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Η περαιτέρω επεξεργασία της ιλύος με απλές μεθόδους κομποστοποίησης βελτιώνει σημαντικά τα χαρακτηριστικά της και την καθιστά περισσότερο ασφαλή στην διαχείρισή της (Sharma et al., 2017).

Στην γεωργία μπορούν να αξιοποιηθούν τα θρεπτικά συστατικά που περιέχει η ιλύς. Επίσης σημαντική είναι η ύπαρξη αζώτου και φωσφόρου. Τα προαναφερόμενα στοιχεία είναι βασικά συστατικά αρκετών λιπασμάτων και η χρήση της ιλύος μπορεί να τα αντικαταστήσει προσφέροντας σημαντικό όφελος για τους καλλιεργητές αλλά και για το κράτος. Η ποσότητα της ιλύος που θα διατίθεται πρέπει να καθορίζεται από την σύσταση της εκάστοτε ιλύος, την συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στο έδαφος και φυσικά τις ανάγκες της καλλιέργειας (Sharma et al., 2017).

- *Η χρήση για αποκατάσταση φυσικών ανάγλυφων*

Η ιλύς μετά από μεθόδους επεξεργασίας ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητά της σε στερεά και να σταθεροποιηθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης σε μεταλλεία και κοιλάδες του εδάφους ή για την αποκατάσταση κατεστραμμένων τοπίων από έντονη διάβρωση (Pratap, 2011).

Η ποσότητα της ιλύος που χρειάζεται για τον σκοπό αυτό είναι πολύ μεγαλύτερη από την ποσότητα που απαιτείται για γεωργική χρήση. Όταν την χρησιμοποιούμε ως υλικό πλήρωσης εφαρμόζονται διαδοχικές στρώσεις ιλύος και προϊόντων εκσκαφής συνήθως από τον χώρο που θέλουμε να αποκαταστήσουμε. Η πάνω στρώση (εδαφική στρώση) χρησιμεύει στην αποκατάσταση της βλάστησης στις προς αποκατάσταση περιοχές (Pratap, 2011; Dubois, 2009).

- *Η χρήση για καύσιμο*

Η χρήση της ιλύος ως καύσιμο αποτελεί ενδιαφέρουσα λύση στο πρόβλημα διάθεσης, αξιοποίησης αν λάβουμε υπόψη μας ότι είναι ένα χρήσιμο προϊόν, αφού έχει θερμογόνο δύναμη τουλάχιστον ισοδύναμη με αυτή του λιγνίτη. Για αυτό και έχει ήδη ξεκινήσει η αξιοποίηση της ξηραμένης ιλύος ως καύσιμο σε τσιμεντοβιομηχανίες, ενώ εξετάζεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας, ασβεστοποιία, κλπ. (Oladejo et al., 2019; Kumar, 2017).

Η καύση εναλλακτικών καυσίμων (ιλύς) στην τσιμεντοβιομηχανία έχει αποτελέσει αξιόπιστη λύση από το 1970 περίπου (Zsirai, 2010). Τα εναλλακτικά καύσιμα προέρχονται από μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων και κέντρα επεξεργασίας λυμάτων και είναι κατάλληλα επεξεργασμένα ώστε να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές για να μπορέσουν να αξιοποιηθούν (ευρωπαϊκό πρότυπο EN15359:2011 Solid Recovered Fuels- Specification sand Classes).

Σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές και εθνικές οδηγίες η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση της ενέργειας πρέπει να φτάσει το 18 % μέχρι το 2020. Επίσης σύμφωνα με το European Union – Emission Trading System οι συνολικές εκπομπές CO₂ πρέπει να μειωθούν κατά 20 % το 2020 σε σχέση με το 1990 και οι εκπομπές από Α.Π.Ε. δεν υπολογίζονται στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας.

2.8 Επαναχρησιμοποίηση

Το νερό όλο και περισσότερο αποτελεί ένα σημαντικό στρατηγικό πόρο σε πολλά μέρη του κόσμου κάτι το οποίο θα αυξάνει σε σημασία μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Ο προσδιορισμός των κρίσιμων ορίων στις παραμέτρους ποιότητας του νερού και οι συγκεντρώσεις τους παρέχουν ευκαιρίες για τη βελτίωση της βιώσιμης χρήσης νερού στο μέλλον (Wijaya & Soedjono, 2018; Sunetal., 2016).

Η επαναχρησιμοποίηση αποτελεί την κυριότερη μορφή αξιοποίησης των αστικών λυμάτων κατά την οποία το αστικό λύμα μπορεί μετά από επεξεργασία να χρησιμοποιηθεί ξανά ως πόσιμο είτε προς άρδευση (Woltersdorf et al., 2015).

Η Ελλάδα στα πρώτα χρόνια εφαρμογής της επεξεργασίας των λυμάτων δεν διέθετε δικούς της κανονισμούς και τις απαραίτητες γνώσεις για τα λύματα, επαναχρησιμοποιήθηκαν και απορρίφθηκαν σύμφωνα με τους κανονισμούς άλλων χωρών. Οι περισσότερες εκροές κατέληγαν στη θάλασσα, σε λίμνες, σε ποτάμια και χείμαρρους χωρίς ιδιαίτερη επεξεργασία. Επεξεργασμένα λύματα χρησιμοποιήθηκαν σε γεωργικές ή δασικές εκτάσεις περιστασιακά. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια η ανακύκλωση του νερού υιοθετείται όλο και περισσότερο, κυρίως για την άρδευση καλλιεργειών, δασών ή τοπίων (Ilias, Panoras & Angelakis, 2014).

2.8.1 Ορισμοί επαναχρησιμοποίησης

Είναι σημαντικό να αναφερθούμε σε κάποιους ορισμούς οι οποίοι αφορούν την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ΚΥΑ 145116/2011).

-Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων. Η εν γένει διαχείριση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους.

-Υγρά απόβλητα. Τα οικιακά ή αστικά λύματα καθώς και τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, ανεξαρτήτως μεγέθους βιομηχανικής εγκατάστασης.

-Άμεση επαναχρησιμοποίηση. Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό), χωρίς να προηγηθεί αποθήκευση ή ανάμιξη με άλλα νερά.

-Έμμεση επαναχρησιμοποίηση. Η αποθήκευση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό) σε επιφανειακούς ή υπόγειους ταμιευτήρες πριν από την επαναχρησιμοποίησή τους και κατά κανόνα η ανάμιξη τους με άλλα νερά.

-Άμεση επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για πόση. Η αξιοποίηση ανακτημένου νερού για άμεση πόση, μετά από προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και χωρίς ανάμιξη με άλλα ύδατα.

-Έμμεση επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για πόση. Η προγραμματισμένη αξιοποίηση ανακτημένου νερού για πόση, μετά από προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, αφού προηγουμένως έχουν αναμιχθεί με σημαντικές ποσότητες καθαρού νερού σε επιφανειακούς ή υπόγειους ταμιευτήρες. Συνήθως, η διαδικασία αυτή σχετίζεται με τον τεχνητό εμπλουτισμό υπόγειων υδροφόρων που χρησιμοποιούνται και για πρόσληψη πόσιμου νερού.

-Επαναχρησιμοποίηση για σκοπούς εκτός πόσης. Η αξιοποίηση του ανακτημένου νερού για άλλες χρήσεις, εκτός της πόσης.

-Απρογραμμάτιστη επαναχρησιμοποίηση. Η μη προγραμματισμένη αλλά εκ των πραγμάτων έμμεση και εν πολλοίς ανεξέλεγκτη επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, όπως υδροληψίες από ποτάμια, στα ανάντη των οποίων έχει γίνει διάθεση υγρών αποβλήτων ή από υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι δέχονται διηθήσεις λυμάτων από βόθρους ή από ιδιωτικά συστήματα επεξεργασίας.

-Προγραμματισμένη επαναχρησιμοποίηση. Η σκόπιμη, προγραμματισμένη και ελεγχόμενη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

-Επαναχρησιμοποίηση χωρίς περιορισμούς (απεριόριστη). Οι χρήσεις του ανακτημένου νερού κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή δεν περιορίζονται, όπως πάρκα ή άλλοι χώροι αναψυχής, χώροι πρασίνου σε πόλεις και λίμνες αναψυχής.

-Επαναχρησιμοποίηση με περιορισμούς (περιορισμένη). Οι χρήσεις του ανακτημένου νερού, κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή τελούν υπό έλεγχο ή απαγόρευση, όπως περιφραγμένες και ελεγχόμενες περιοχές, συνήθως από δημόσιους φορείς.

-Τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα. Η τροφοδότηση ή ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μέσω επιφανειακής διήθησης ή απευθείας μέσω γεωτρήσεων.

-Ανακύκλωση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Η εσωτερική ανάκτηση υγρών αποβλήτων μιας εγκατάστασης και η ανακύκλωση τους στην παραγωγική διαδικασία της εγκατάστασης αυτής.

2.8.2 Πεδίο εφαρμογής επαναχρησιμοποίησης

Σύμφωνα με το πεδίο εφαρμογής της *ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354)* όπως τροποποιήθηκε από την *ΚΥΑ 191002/2013 (ΦΕΚ Β 2220)* οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των αστικών λυμάτων κατηγοριοποιούνται σε δύο ομάδες.

-Τα αστικά και ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα (ΚΥΑ 5673/400/97), είναι οι δραστηριότητες που αφορούν την άρδευση καλλιεργειών, η άρδευση περιαστικής και αστικής χρήσης, ο εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφορέα και της βιομηχανικής χρήσης της εγκατάστασης.

-Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα (ΚΥΑ 5673/400/97), αφορούν δραστηριότητες όπως την περιορισμένη άρδευση μέσω του υπεδάφιου συστήματος, και τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, που δεν εμπίπτει στο άρθρο 7 του ΠΔ 51/2007, μόνο μέσω διήθησης και κατάλληλης επεξεργασίας.

2.9 Νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα

- *Οδηγία 91/271/ΕΟΚ*

«για την επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων», όπως αυτή τροποποιήθηκε με την Οδηγία 98/15/ΕΕ, έχει ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις της διάθεσης ανεπεξεργαστων ή ανεπαρκώς επεξεργασμένων αστικών και ορισμένων βιομηχανικών λυμάτων και των παραπροϊόντων τους.

- *Κ.Υ.Α. 5673/400/1997 (Φ.Ε.Κ. 192Β/14-3-1997)*

Καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Επίσης αφορά ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα που περιέχουν κυρίως οργανικό φορτίο και τα οποία μπορούν να διοχετευτούν σε αποχετευτικά δίκτυα και σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων, αφού προηγουμένως έχουν υποβληθεί σε προκαταρκτική επεξεργασία.

- *Κ.Υ.Α. 19661/1982/1999 (Φ.Ε.Κ. 1811Β/29-9-1999)*

Καθορίστηκε ο κατάλογος των ευαίσθητων αποδεκτών το 1999 και τροποποίησε την 5673/400/97 κοινής υπουργικής απόφασης (Β/192). Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθ. 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής (Β/1811) και ειδικότερα του άρθ. 2 (παρ. Β) αυτής.

- *Κ.Υ.Α. 48392/939/3-2-2002 (Φ.Ε.Κ. 405Β/3-4-2002)*

Επικαιροποιήθηκε το 2002 η συμπλήρωση του καταλόγου ευαίσθητων περιοχών.

Σε εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 15 της Οδηγίας υποβάλλονται ανά διετία στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Ε.) όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ στη χώρα μας, αλλά και στα υπόλοιπα Κράτη Μέλη. Για τη διετία 2007-2008, η Ε.Ε. μετά από επεξεργασία των στοιχείων που υποβλήθηκαν από τα κράτη - μέλη δημοσίευσε την 6η Έκθεση για την Εφαρμογή της Επεξεργασίας των αστικών λυμάτων.

Επίσης, βάσει του άρθρου 16 της Οδηγίας, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να μεριμνούν για την ανά διετία δημοσίευση δεδομένων σε Έκθεση Αναφοράς, σχετικά με την κατάσταση της διάθεσης των αστικών λυμάτων τους και της παραγόμενης ιλύος (λυματολάσπης), με στόχο τον έλεγχο συμμόρφωσής τους με την Οδηγία, αλλά και την ευρύτερη ενημέρωση των πολιτών για θέματα περιβάλλοντος.

2.9.1 Απαιτήσεις εκροών της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ

Οι απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και της ΚΥΑ 5673/400/1997 σχετίζονται:

- Με τα απαιτούμενα όρια εκροής για κανονικούς και ευαίσθητους αποδέκτες (Πίνακας 2.4).
- Με τον ελάχιστο αριθμό δειγμάτων, που αναλογεί με την δυναμικότητα της εγκατάστασης και πρέπει να λαμβάνονται ετησίως (Πίνακα 2.5).
- Με το μέγιστο αριθμό των δειγμάτων που μπορεί να αποκλίνουν από τις απαιτήσεις εκροής για τις παραμέτρους του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅), του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) και τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) (Πίνακα 2.6).
- Με τις παραμέτρους του ολικού αζώτου (TN) και του ολικού φωσφόρου (TP) ο ετήσιος μέσος όρος των τιμών των δειγμάτων για κάθε παράμετρο δεν πρέπει να υπερβαίνει τις αντίστοιχες οριακές τιμές.

Πίνακας 2.4 Ελάχιστος αριθμός των δειγμάτων (Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ)

Δυναμικότητα κατασκευασμένης εγκατάστασης	Ελάχιστος αριθμός ετήσιων δειγμάτων σε αντιστοιχία με το μέγεθος της ΕΕΛ (συλλογή σε τακτά χρονικά διαστήματα και ισοκατανεμημένα εντός του έτους)
2.000 έως 9.999 ι.π.	12 δείγματα τον 1ο χρόνο 4 δείγματα τα επόμενα χρόνια αν τον 1ο χρόνο πληρούνται τα όρια εκροής της Οδηγίας 12 δείγματα αν τον επόμενο χρόνο κανόνα από τα 4 δείγματα δεν είναι ικανοποιητικό
10.000 έως 49.999 ι.π.	12 δείγματα
Άνω των 50.000 ι.π.	24 δείγματα

Πίνακας 2.5 Απαιτούμενα όρια εκροής (Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ)

Κανονικοί Αποδέκτες		
Παράμετρος ρύπανσης	Μέγιστο Επιτρεπόμενο όριο	Ελάχιστη ποσοστιαία μείωση εισερχόμενου φορτίου (εναλλακτικά*)
BOD ₅ στους 20 οC (χωρίς νιτροποίηση)	25 mg/l	70-90 %
COD	125 mg/l	75 %
SS	35 mg/l (για οικισμός με ι.π. άνω των 10.000)	90 %
	60 mg/l (για οικισμός με ι.π. 2.000-10.000)	70 %
Ευαίσθητοι Αποδέκτες (ισχύουν τα ανωτέρω όρια και επιπλέον τα ακόλουθα)		
P total	2 mg/l (για οικισμός μεταξύ 10.000 και 100.000 ι.π)	80 %
	1 mg/l (για οικισμός με ι.π. άνω των 100.000)	
N total (**)	15 mg/l (για οικισμός μεταξύ 10.000 και 100.000 ι.π)	70-80 %
	10 mg/l (για οικισμός με ι.π. άνω των 100.000)	
* εναλλακτικά εφαρμόζεται η τιμή συγκέντρωσης ή/και το ελάχιστο επιβαλλόμενο όριο μείωσης ρύπανσης των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.		
** Ως ολικό άζωτο ορίζεται το άθροισμα του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (οργανικό και NH ₃), του αζώτου των νιτρικών (NO ₃ ⁻) και του αζώτου των νιτρωδών ιόντων (NO ₂ ⁻).		

Πίνακας 2.6 Μέγιστος αριθμός των δειγμάτων υπέρβασης (Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ)

Αριθμός δειγμάτων που συλλέγονται σε ένα έτος	Μέγιστος αριθμός δειγμάτων που μπορεί να υπερβαίνουν τα όρια της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ
4-7	1
8-16	2
17-28	3
29-40	4
41-53	5
54-67	6
68-81	7
82-95	8
96-110	9
111-125	10
126-140	11
141-155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252-268	19
269-284	20
285-300	21
301-317	22
318-334	23
335-350	24
351-365	25

2.10 Νομοθετικό πλαίσιο για την παραγόμενη ιλύς

Τα ελληνικά νομοθετήματα που σχετίζονται με τη λάσπη είναι:

- *Κ.Υ.Α. 80568/4225/1991*: Η χρήση της ιλύος αποβλήτων στη γεωργία (ΦΕΚ 6641/91,07.08.91).

Όσον αφορά στη διάθεση της ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων προδιαγράφεται μόνο η διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

- *Ν. 1650/86*: Την προστασία του περιβάλλοντος.
- *Κ.Υ.Α. 82805/2224/93*: Την αποφυγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την αποτέφρωση αποβλήτων (ΦΕΚ 699/93).
- *Κ.Υ.Α. 114218/97*: Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΦΕΚ 1016/97). Καθορίζονται τεχνικές προδιαγραφές διαχείρισης της ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Ειδικότερα προδιαγράφονται τα παρακάτω:

- Πάχυνση ιλύος
- Βιολογική χώνευση
- Βελτίωση ιλύος
- Αφυδάτωση και ξήρανση ιλύος
- Καύση λάσπης
- Συν-κομποστοποίηση ιλύος

- *Κ.Υ.Α. 29407/3508/2002*: Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (ΦΕΚ 1572/02).
- *Κ.Υ.Α. 50910/2727/2003*: Μέτρα και όροι για την διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης & Ευρωπαϊκός Κώδικας Αποβλήτων (ΕΚΑ, 2002).

Κύριος στόχος του Εθνικού Σχεδιασμού για τις ιλύες από ΕΕΛ είναι η επίτευξη υψηλού ποσοστού αξιοποίησης με αντίστοιχη μείωση του ποσοστού τελικής διάθεσης, επίσης περαιτέρω χρήση της ιλύος μπορεί να αποφέρει οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος.

Οι δράσεις μέσω των οποίων μπορεί να γίνει η αξιοποίηση της ιλύος είναι:

1. Απευθείας χρήση σε αγροτικές εφαρμογές, σύμφωνα με τους περιορισμούς.
2. Επανάταξη στο φυσικό περιβάλλον, υπό την προϋπόθεση ότι η ιλύς θα είναι σταθεροποιημένη ή θα έχει υποστεί συνεπεξεργασία με άλλα μη επικίνδυνα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, όπως το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων.
3. Ξήρανση της ιλύος και χρήση αυτής ως καύσιμο.

3. Γενική περιγραφή ΚΕΛ Θριάσιου

3.1 Στοιχεία περιοχής Θριάσιου Πεδίου

Η περιοχή του Θριάσιου Πεδίου περιλαμβάνει τέσσερις δήμους, την Ελευσίνα, τον Ασπρόπυργο, τη Μάνδρα και τη Νέα Πέραμο, καθώς και την κοινότητα της Μαγούλας. Αυτή η περιοχή είναι μέρος του Νομού Δυτικής Αττικής. Το Θριάσιο Πεδίο καταλαμβάνει το 27,3 % της περιοχής και το 52 % του πληθυσμού της Δυτικής Αττικής. Περιέχει επίσης το 2,1 % του συνολικού πληθυσμού της Περιφέρειας Αττικής (που περιλαμβάνει την πρωτεύουσα της Ελλάδας, την Αθήνα (Christofakis & Tsampra, 2012)).

Ο πληθυσμός της περιοχής είναι 78.302 κάτοικοι και έχει αυξηθεί σημαντικά (κατά 31,9 %) μεταξύ των δύο τελευταίων απογραφών (2001, 2011). Η αύξηση αυτή υπερβαίνει κατά πολύ την αύξηση του πληθυσμού της Δυτικής Αττικής (20,7 %), και σε μικρότερο βαθμό, την αύξηση της Περιφέρειας Αττικής (6,6 %). Τα δύο μεγάλα βιομηχανικά κέντρα της περιοχής, η Ελευσίνα και ο Ασπρόπυργος, στεγάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της περιοχής (Christofakis & Tsampra, 2012).

Στο Θριάσιο Πεδίο έχει συγκεντρωθεί το 40 % περίπου της βαριάς βιομηχανίας ολόκληρης της χώρας, καθιστώντας την περιοχή μία από τις πιο επιβαρυνμένες περιβαλλοντικά στην Ελλάδα. Διυλιστήρια πετρελαίου, χαλυβουργεία, τσιμεντοβιομηχανίες, βιοτεχνία πυρομαχικών, ναυπηγεία, εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διακίνησης προϊόντων πετρελαίου, μονάδες αναγέννησης ορυκτελαίων, χαρτοβιομηχανία, χημικές βιομηχανίες, βιοτεχνίες πλαστικών - ελαστικών. Κάποιες από τις πιο ρυπογόνες βιομηχανικές μονάδες υψηλού κινδύνου, που υπάγονται στην οδηγία Seveso (η οποία στοχεύει στην πρόληψη μεγάλων ατυχημάτων) εγκαταστάθηκαν σταδιακά στα δυτικά της Αττικής.

3.1.1 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στο Θριάσιο Πεδίο αλλά και στον κόλπο της Ελευσίνας έχουν συντελέσει στην υποβάθμιση ή ακόμα και στην εξαφάνιση φυσικών οικοσυστημάτων (δάση, ποτάμια, λιμνοθάλασσες, παράκτια γεωποικιλότητα). Το σημαντικότερο δε πρόβλημα στο Θριάσιο Πεδίο και στον κόλπο της Ελευσίνας είναι η ρύπανση όλων των βασικών στοιχείων του γήινου συστήματος. Ρύπανση εδαφών, υδάτων, θαλάσσια ρύπανση και ρύπανση της

ατμόσφαιρας, με αρνητικές συνέπειες στην ισορροπία αυτών των στοιχείων αλλά και στην υγεία των κατοίκων της περιοχής (Αναγνώστου, 2018).

Η Ελλάδα είναι στη δεύτερη θέση μεταξύ των χωρών της Ε.Ε. για μη συμμόρφωση σε αποφάσεις του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου, που συνεπάγονται πρόστιμα εκατομμυρίων ευρώ, ενώ έρχεται δεύτερη επίσης στις ανοιχτές υποθέσεις παραβίασης του περιβαλλοντικού δικαίου της ΕΕ. Πρόκειται για 24 υποθέσεις που εκκρεμούν, δημιουργώντας αρνητικές συνθήκες με σημαντικές οικονομικές διαστάσεις, με ακριβότερη την υπόθεση για τις χωματερές όπου η χώρα πρέπει να πληρώσει περισσότερα από 37,3 εκατ. ευρώ, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση του WWF Ελλάδας «*Νόμος και περιβάλλον στην Ελλάδα: Έκθεση 2017 για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας*».

Η καταδίκη από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο και το υψηλό ποσό που καλείται η χώρα να πληρώσει για τα αστικά λύματα του Θριασίου Πεδίου, αποδεικνύουν τη σημαντική υποβάθμιση της περιοχής.

3.1.2 Καταδίκη του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου για τα λύματα

Σύμφωνα με τη κοινοτική νομοθεσία, ο κόλπος της Ελευσίνας, ο οποίος είναι χαρακτηρισμένος ως ευαίσθητος αποδέκτης, έπρεπε να έχει σταματήσει να δέχεται ανεπεξέργαστα λύματα από το 1998.

Στην απόφαση του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου της 24^{ης} Ιουνίου 2004, κρίθηκε ότι η χώρα μας, μη λαμβάνοντας τα αναγκαία μέτρα για την εγκατάσταση αποχετευτικού δικτύου των αστικών λυμάτων της περιοχής του Θριασίου Πεδίου και μη υποβάλλοντας σε επεξεργασία αυστηρότερη της δευτεροβάθμιας τα αστικά λύματα της περιοχής αυτής πριν από την απόρριψή τους στην ευαίσθητη περιοχή του κόλπου της Ελευσίνας, παραβίασε τις υποχρεώσεις που καθορίζονται από το άρθρο 3, παράγραφος 1, δεύτερο εδάφιο, και το άρθρο 5, παράγραφος 2, της οδηγίας 91/271.

Με τη νέα του απόφαση από προσφυγή της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Δικαστήριο διαπίστωσε ότι η Ελλάδα δεν έχει ακόμη συμμορφωθεί πλήρως με τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την απόφαση του 2004. Συγκεκριμένα, με την προσφυγή της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ζήτησε από το Δικαστήριο να διαπιστώσει ότι η Ελληνική Δημοκρατία, μη λαμβάνοντας όλα τα μέτρα που συνεπάγεται η εκτέλεση της αποφάσεως της 24^{ης} Ιουνίου 2004, παρέμβει τις υποχρεώσεις που υπέχει από το άρθρο 260, παράγραφος 1 :

- Να διατάξει την Ελληνική Δημοκρατία να καταβάλει στην Επιτροπή προτεινόμενη χρηματική ποινή ύψους 34.974,00 ευρώ ανά ημέρα καθυστέρησης στην εκτέλεση της απόφασης της 24^{ης} Ιουνίου 2004, από την ημερομηνία που θα εκδοθεί η απόφαση στην παρούσα υπόθεση μέχρι την ημερομηνία που θα έχει εκτελεστεί η απόφαση της 24^{ης} Ιουνίου 2004.

- Να διατάξει την Ελληνική Δημοκρατία να καταβάλει στην Επιτροπή ημερήσιο κατά αποκοπή ποσό ύψους 3.828,00 ευρώ, από την ημερομηνία εκδόσεως της απόφασης της 24^{ης} Ιουνίου 2004, έως την ημερομηνία που θα εκδοθεί η απόφαση στην παρούσα υπόθεση ή την ημερομηνία εκτελέσεως της απόφασης της 24^{ης} Ιουνίου 2004, εάν επέλθει νωρίτερα.

Στο πλαίσιο του ελέγχου της εκτελέσεως της απόφασης της 24^{ης} Ιουνίου 2004, οι υπηρεσίες της Επιτροπής ζήτησαν από τις ελληνικές αρχές, με έγγραφο της 6^{ης} Αυγούστου 2004, πληροφορίες για τα μέτρα που είχαν λάβει προς εκτέλεση της απόφασης αυτής. Με έγγραφο της 14^{ης} Ιουνίου 2005, οι ελληνικές αρχές διαβίβασαν στις υπηρεσίες της Επιτροπής χρονοδιάγραμμα για την εκτέλεση των απαραίτητων εργασιών προκειμένου να υπάρξει συμμόρφωση προς την εν λόγω απόφαση. Κατά το χρονοδιάγραμμα αυτό, το αποχετευτικό δίκτυο των αστικών λυμάτων της περιοχής του Θριασίου Πεδίου θα ετίθετο σε λειτουργία στις 20 Ιουνίου 2009. Με την από 10 Απριλίου 2006 προειδοποιητική επιστολή, η Επιτροπή επισήμανε στις ελληνικές αρχές ότι δεν είχε ακόμη επιτευχθεί συμμόρφωση προς τις επιταγές της απόφασης της 24^{ης} Ιουνίου 2004. Με διάφορες απαντητικές επιστολές, οι ελληνικές αρχές προσέδωσαν ιδιαίτερη έμφαση στην καταληκτική ημερομηνία την οποία προέβλεπαν οι αποφάσεις της Επιτροπής για την έγκριση της συγχρηματοδότησεως από το Ταμείο Συνοχής των έργων που σκοπούσαν στην εξασφάλιση της συμμορφώσεως αυτής, ήτοι την 31^η Δεκεμβρίου 2009. Ειδικότερα, στην απάντηση της 29^{ης} Ιουνίου 2006, οι ελληνικές αρχές ισχυρίστηκαν ότι η προθεσμία αυτή θα τηρούνταν παρά τις καθυστερήσεις που είχαν παρατηρηθεί. Εξάλλου, οι ελληνικές αρχές πληροφόρησαν την Επιτροπή ότι μια προσφυγή για προσωρινά μέτρα η οποία είχε ασκηθεί κατά του αποτελέσματος μιας προσκλήσεως υποβολής προσφορών την οποία είχαν προκηρύξει συναφώς μπορούσε να προκαλέσει καθυστερήσεις.

Για την ακρίβεια προέκυψε πως η κατασκευή του κέντρου επεξεργασίας λυμάτων είναι μεταγενέστερη της καταδίκης (ολοκλήρωση τον Απρίλιο του 2011 και λειτουργία από το Νοέμβριο του 2012) και πολύ μεταγενέστερη της

προθεσμίας που έδινε η κοινοτική νομοθεσία (31 Δεκεμβρίου 1998). Εξάλλου, το δευτερεύον αποχετευτικό δίκτυο δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί στο σύνολό του (το τμήμα Κάτω Ελευσίνας του οικισμού της Ελευσίνας δεν διαθέτει ακόμη τέτοιο δίκτυο) και σχεδόν το 50% του πληθυσμού της περιοχής του Θριάσιου Πεδίου δεν είναι ακόμη συνδεδεμένο στο τριτοβάθμιο δίκτυο.

Από την ανταλλαγή επιχειρημάτων μεταξύ της Ελληνικής πλευράς και του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου προκύπτει πως η εκπρόσωπος της χώρας μας είχε υποστηρίξει, όπως αναφέρεται στο Τύπο, πως οι εκκρεμότητες στο δευτερεύον δίκτυο οφείλονται στα αρχαία της περιοχής, ότι έως ότου εκδοθεί η «παρούσα απόφαση» θα έχουν ολοκληρωθεί οι συνδέσεις, ενώ στις αντικειμενικές δυσκολίες κατέταξε την αδυναμία των κατοίκων να επωμιστούν το κόστος σύνδεσης, λόγω της οικονομικής κρίσης. Επίσης, η εκπρόσωπος της Ελλάδας χαρακτήρισε υπερβολικά υψηλά και δυσανάλογα με τη σοβαρότητα της υπόθεσης τα προτεινόμενα πρόστιμα, ενώ το Δικαστήριο, αν και έλαβε υπόψιν τις δυσκολίες αρχαιολογικού χαρακτήρα, αλλά και την οικονομική κρίση, επέμεινε στο υψηλό πρόστιμο, υποστηρίζοντας ότι *«η επιβολή χρηματικής ποινής συνιστά πρόσφορο οικονομικής φύσεως μέσο, προκειμένου να παρακινηθεί η Ελλάδα σε λήψη των αναγκαίων μέτρων για την πλήρη εκτέλεση της αποφάσεως του 2004»*.

Όσον αφορά στην επιχειρηματολογία της Ελληνικής Δημοκρατίας που αντλείται από τις δυσχέρειες τις οποίες αντιμετώπισε το κράτος μέλος αυτό προκειμένου να συμμορφωθεί προς την απόφαση της 24^{ης} Ιουνίου 2004, Επιτροπή κατά Ελλάδας, υπενθυμίζεται ότι, κατά πάγια νομολογία του Δικαστηρίου, τα κράτη μέλη δεν μπορούν να επικαλούνται εσωτερικές δυσχέρειες για να δικαιολογήσουν τη μη τήρηση των υποχρεώσεων που υπέχουν από το δίκαιο της Ένωσης. Υπ' αυτές τις συνθήκες, διαπιστώνεται ότι η Ελληνική Δημοκρατία, μη λαμβάνοντας όλα τα μέτρα που συνεπάγεται η εκτέλεση της αποφάσεως της 24ης Ιουνίου 2004, παρέβη τις υποχρεώσεις που υπέχει από το άρθρο 260, παράγραφος 1, ΣΛΕΕ (<https://curia.europa.eu>).

3.2 Αποτύπωση της κατάστασης

Το έργο στην πρώτη φάση εξυπηρετούσε περίπου το 43,3 % των αναγκών της περιοχής έως το 2015 και σε δεύτερη φάση το 76 % των αναγκών της περιοχής έως το 2017.

Έχει κατασκευαστεί από την ΕΥΔΑΠ το πρωτεύον δίκτυο τεσσάρων κεντρικών συλλεκτών, τα φρεάτια, δυο αντλιοστάσια στην Ελευσίνα και το κέντρο επεξεργασίας λυμάτων.

Το ΚΕΛΘ λειτουργούσε στο 10 % της συνολικής του δυναμικότητας έως το τέλος του 2015 λόγω μειωμένης εισροής λυμάτων και αυξήθηκε στο 28 % της συνολικής του δυναμικότητας έως το τέλος του 2020.

Έχουν κατασκευαστεί από την Περιφέρεια 184.558 m δευτερεύον δίκτυο και 5.075 φρεάτια που αντιστοιχούν περίπου στο 93 %.

Οι Δήμοι έχουν προχωρήσει σε 6.600 συνδέσεις (Πίνακα 3.1) που αντιστοιχούν στο 43,4 % των συνδέσεων έως το 2015 και σε 11.560 συνδέσεις που αντιστοιχούν στο 76 % των συνδέσεων έως το 2017 (<https://fylarhos.blogspot.com>).

Πίνακας 3.1 Υφιστάμενες συνδέσεις

Δήμοι	Πρόβλεψη	Υλοποίηση Έως 2015	%	Υλοποίηση Έως 2017	%
Ελευσίνας	6.600	3500	53,8	5210	78,9
Δ.Δ. Μαγούλας	1.200	1000	83,0	1140	95,2
Μάνδρας	3.000	600	20,0	1720	57,3
Ασπροπύργου	4.500	1.500	33,3	3490	77,6
Σύνολο	15.200	6.600	43,4	11560	76,0

3.3 Καθυστέρηση της κατασκευής του έργου

Η καθυστέρηση της ολοκλήρωσης του συνόλου του έργου οφείλεται σε διαφορετικά προβλήματα.

Το δίκτυο που έχει ήδη κατασκευαστεί δεν έχει παραληφθεί από την επιτροπή που επικαλούμενη τεχνικές αστοχίες δεν παραλαμβάνει το δίκτυο με αποτέλεσμα το έργο να έχει σταματήσει, ακόμα και εκεί που θα μπορούσε να προχωρήσει.

Το κυρίως πρόβλημα στο Δήμο Ελευσίνας εντοπίζεται στην περιοχή της Κάτω Ελευσίνας εξαιτίας του υψηλού υδροφόρου ορίζοντα, τους σηπτικούς και

απορροφητικούς βόθρους στις εσωτερικές αυλές των σπιτιών που προϋπήρχαν καθώς και στο πλήθος αρχαιολογικών ευρημάτων.

Στο Δήμο Μάνδρας το πρόβλημα εντοπίζεται στο παλαιό δίκτυο ύδρευσης αμιάντου, με αποτέλεσμα όταν επιχειρείται η κατασκευή του αποχετευτικού δικτύου να υπάρχουν συνεχείς βλάβες.

Το πρόβλημα στο Δήμο Ασπροπύργου εντοπίζεται στην οικονομική αδυναμία του Δήμου να προχωρήσει το τριτεύον δίκτυο, καθώς και στην ύπαρξη πολλών διασταυρούμενων παλαιών δικτύων αγωγών κοινής ωφέλειας (www.thriassio.gr).

3.3.1 Αντιμετώπιση προβλημάτων

Λόγω της χαμηλής εισροής λυμάτων και της καθυστέρησης ολοκλήρωσης στο σύνολό του το έργο, πραγματοποιήθηκαν αλληπάλληλες συναντήσεις με τους εμπλεκόμενους φορείς (Περιφέρεια, ΕΥΔΑΠ, ΟΤΑ). Καταγράφηκαν τα προβλήματα που καθυστερούν την ολοκλήρωση του έργου και συζητήθηκαν λύσεις για τη επίσπευσή τους.

- Η αποκατάσταση των αστοχιών στο δίκτυο που έχει αναλάβει ο ανάδοχος να γίνει με ευθύνη του αναδόχου.
- Τα προβλήματα αποφράξεων που παρουσιάζονται λόγω των αστοχιών να αντιμετωπίζονται άμεσα από την ΕΥΔΑΠ, την Περιφέρεια και τους Δήμους.
- Η διαφωνία ανάμεσα στον ανάδοχο, στην ΕΥΔΑΠ και στη διοίκηση για την αποκατάσταση των αστοχιών να επιλυθούν μέσω της δικαστικής οδού, χωρίς όμως εξαιτίας αυτής της διαδικασίας να υπάρξει περαιτέρω καθυστέρηση.
- Η παραλαβή του έργου να γίνει από την επιτροπή, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στον Δήμο Ελευσίνας να προκηρύξει διαγωνισμό για να προχωρήσουν οι εκκρεμείς συνδέσεις.
- Λόγω της χαμηλής εισροής λυμάτων το κέντρο επεξεργασίας λυμάτων υπολειτουργεί, αυτό θα λυθεί υποχρεωτικά στο βαθμό που προχωρούν οι συνδέσεις.
- Προκειμένου να προχωρήσουν οι συνδέσεις των ακίνητων από το εσωτερικό έως το πεζοδρόμιο, η ΕΥΔΑΠ παρείχε δάνειο ύψους 1.500 €. Η αξιοποίησή του όμως ήταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα και έδωσε νέα κίνητρα, ενέκρινε άτοκο δάνειο ύψους 2.500 € με περίοδο αποπληρωμής 6 ετών και απαλλαγή από τα τέλη αποχέτευσης για 2 έτη (pararponofylis.blogspot.com).

Οι εμπλεκόμενοι φορείς με θέμα την «ορθή και ολοκληρωμένη διαχείριση των υγρών αστικών αποβλήτων του Θριάσιου Πεδίου» πραγματοποίησαν συνάντηση εργασίας με τον Αναπληρωτή ΥΠΕΝ στις 14/03/2018 στο ΚΕΛΘ, στα πλαίσια υλοποίησης της στρατηγικής για την ολοκληρωμένη διαχείριση των λυμάτων στην Αττική.

Στην συνάντηση συμφωνήθηκε να προχωρήσουν οι συνδέσεις σε 2.700 κατοικίες καλύπτοντας ποσοστό ύψους 20 % έως το τέλος του 2018 και συνολικά να έχει καλυφθεί τουλάχιστον ποσοστό 93 % των κατοικιών.

Παράλληλα, ορίστηκε χρονοδιάγραμμα ώστε:

- Μέχρι το τέλος Μαρτίου οι ΟΤΑ να επικαιροποιήσουν την πρόοδο των συνδέσεων και το επίπεδο εξυπηρέτησης των πολιτών.
- Οι ΟΤΑ με την ΕΥΔΑΠ να ξεκινήσουν ενημέρωση και διαφήμιση προς τους πολίτες για να επιτύχουν την αύξηση των συνδέσεων.
- Να αξιολογηθούν από την ΕΥΔΑΠ οι μελέτες για το πρωτεύον και δευτερεύον δίκτυο αποχέτευσης σε Κάτω Ελευσίνα και Μάνδρα.
- Με στόχο τον περιορισμό του προστίμου για το β' εξάμηνο του 2018 έως τις 15 Ιουνίου να έχει συνταχθεί ο έλεγχος προόδου και η αναφορά προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Να παρουσιαστούν οι προκαταρκτικές μελέτες για το 7 % της περιοχής που στερείται κεντρικού δικτύου αποχέτευσης από τους ΟΤΑ και την Περιφέρεια (<https://www.hellenicparliament.gr>).

3.4 Δεδομένα σχεδιασμού ΚΕΛΘ

Τα αστικά λύματα των Δήμων Ασπροπύργου, Μάνδρας, Ελευσίνας και Δ.Δ. Μαγούλας, καθώς και τα προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα από τις βιομηχανίες και βιοτεχνίες της περιοχής του Θριάσιου Πεδίου (χαρτοβιομηχανία, βαφεία, φινιριστήρια, απορρυπαντικά, τρόφιμα, στρατόπεδο, Θριάσιο νοσοκομείο, μηχανοστάσιο ΟΣΕ, κ.α.) οδηγούνται μέσω των συλλεκτών (αγωγών) στο ΚΕΛΘ. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στη θαλάσσια περιοχή του κόλπου της Ελευσίνας στη θέση Λουζιτάνια. Πρόκειται για μια αβαθή λεκάνη που επικοινωνεί με τον υπόλοιπο Σαρωνικό Κόλπο διαμέσου δυο στενών διαύλων ανατολικά και δυτικά, μορφολογία που επηρεάζει άμεσα την κυκλοφορία των νερών και το χρόνο ανανέωσής τους (Πάσσιος, 2010).

Ο κόλπος της Ελευσίνας που είναι ο αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων έχει χαρακτηριστεί ως ευαίσθητος αποδέκτης σύμφωνα με την ΚΥΑ 19661/1982/1999 και την συμπληρωματική ΚΥΑ 48392/939/2002 (Β405).

Τα επεξεργασμένα λύματα από το ΚΕΛΘ θα πρέπει να έχουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, που θα καλύπτουν τις απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και της εφαρμοσμένης ΚΥΑ 5673/400/1997(Β192).

3.4.1 Σχεδιασμός για παροχές και φορτία εισόδου ΚΕΛΘ

Το ΚΕΛΘ έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί ισοδύναμο πληθυσμό 117.000 κατοίκων για την Α΄ φάση. Οι παροχές και τα ρυπαντικά φορτία εισόδου που αφορούν την Α΄ φάση σχεδιασμού καθώς και την Β΄ φάση μελλοντικού σχεδιασμού έχει γίνει με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 Δεδομένα Σχεδιασμού για Α΄ και Β΄ Φάση (Τεχνική Περιγραφή Εγκατάστασης ΚΕΛΘ)

Παροχές και Φορτία Εισόδου ΚΕΛΘ	Α΄ Φάση	Β΄ Φάση
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων Q (m ³ /d)	21.000	42.000
Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων Q_{max} (m ³ /d)	27.650	55.300
Μέγιστη στιγμιαία παροχή λυμάτων (m ³ /h)	2.027	4.032
Μέσο ημερήσιο φορτίο BOD ₅ (kg/d)	7.000	14.000
Μέγιστο ημερήσιο φορτίο BOD ₅ (kg/d)	8.750	17.500
Μέσο ημερήσιο φορτίο αιωρούμενων στερεών SS (kg/d)	7.700	15.400
Μέγιστο ημερήσιο φορτίο αιωρούμενων στερεών SS (kg/d)	9.615	19.230
Μέσο ημερήσιο φορτίο ολικού αζώτου TN (kg/d)	1.040	2.080
Μέγιστο ημερήσιο φορτίο ολικού αζώτου TN (kg/d)	1.250	2.500
Μέσο ημερήσιο φορτίο ολικού φωσφόρου TP (kg/d)	215	430
Μέγιστο ημερήσιο φορτίο ολικού φωσφόρου TP (kg/d)	245	490

3.4.2 Σχεδιασμός ποιότητας εκροών και ιλύος

Η εγκατάσταση του ΚΕΛΘ πρέπει να εξασφαλίζει τις αποδόσεις ποιότητας της τελικής εκροής μετά την διύλιση και απολύμανση (Πίνακας 3.3) και κατά ελάχιστο τις αποδόσεις επεξεργασίας ιλύος (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.3 Ποιότητα τελικής εκροής (Τεχνική Περιγραφή Εγκατάστασης ΚΕΛΘ)

Παράμετρος	Μέγιστο Επιτρεπόμενο όριο	Ελάχιστη ποσοστιαία μείωση εισερχόμενου φορτίου
Μέσο ημερήσιο φορτίο BOD ₅	15 mg/l	70-90 %
Μέγιστο ημερήσιο φορτίο COD	100 mg/l	75 %
Αιωρούμενα στερεά TSS	10 mg/l	90 %
Ολικός φώσφορος TP	1 mg/l	80 %
Ολικό άζωτο TN	10 mg/l	70-80 %
Κοπραιοειδή Κολοβακτηρίδια	100 (FC/100ml)	

Πίνακας 3.4 Ποιότητα επεξεργασίας ιλύος (Τεχνική Περιγραφή Εγκατάστασης ΚΕΛΘ)

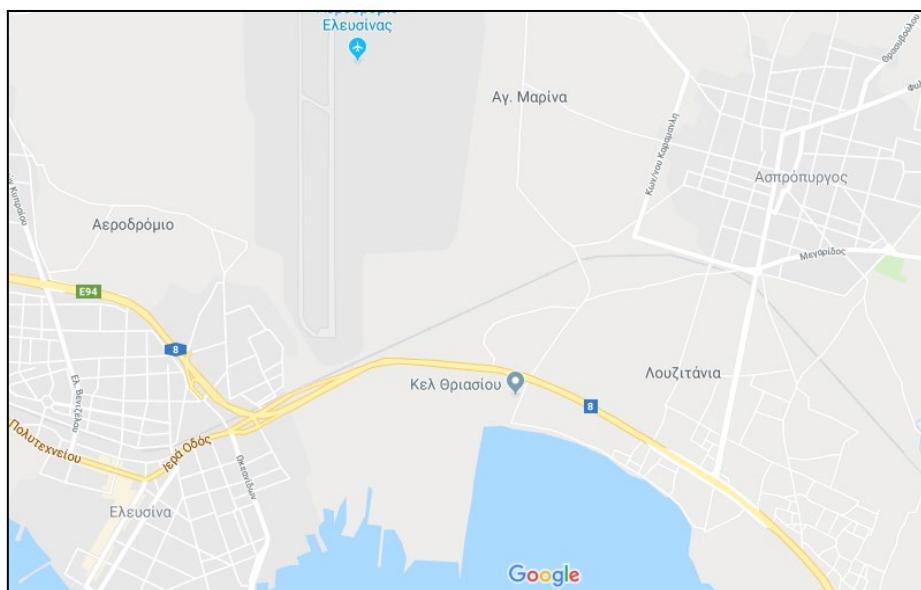
Παράμετρος	Ελάχιστο όριο
Πάχυνση περίσσειας ενεργού ιλύς (Π.Ε.Ι)	Περιεκτικότητα 5 % ξηρών στερεών στην παχυμένη ενεργούς ιλύς
Χώνευση ανάμικτης πρωτοβάθμιας και βιολογικής ιλύς	Διάσπαση του 40 % των εισερχόμενων πτητικών στερεών (VSS)
Αφυδάτωση ιλύς	Περιεκτικότητα 28 % ξηρών στερεών στην αφυδατωμένη ιλύς (σε μέσο όρο τυχαίων δειγμάτων 30 συνεχόμενων ημερών)

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής του ΚΕΛΘ μετά την διύλιση και την απολύμανση θα πρέπει να ικανοποιούν:

- Τα όρια της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και της ΚΥΑ 5673/400/1997 για την ελάχιστη ποσοστιαία μείωση του εισερχόμενου φορτίου.
- Τους όρους της ΚΥΑ 67414/3.6.1999 όπως αυτή έχει τροποποιηθεί με την ΚΥΑ 85765/30/10/2002 σχετικά με την επεξεργασία των αστικών λυμάτων σε ευαίσθητους αποδέκτες.
- Τις αυστηρότερες προδιαγραφές εκροής που προβλέπονται στους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους της εγκατάστασης (ΚΥΑ 127443/30-6-2010).

4. Τεχνικά χαρακτηριστικά του ΚΕΛΘ

Το ΚΕΛΘ είναι χωροθετημένο στα γεωγραφικά όρια του Δήμου Ελευσίνας, στην δυτική πλευρά της παραλίας Ασπρόπυργου και ανατολικά των εγκαταστάσεων της Χαλυβουργίας Α.Ε. (Εικόνα 4.1). Σε χώρο έκτασης 62,5 στρεμμάτων, ο χώρος είναι χαρακτηρισμένος ως χώρος βιολογικού καθαρισμού με την υπό αριθμό 21727/2005 απόφαση του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (ΦΕΚ 627/Δ/2005), που αφορά την τροποποίηση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδιασμού Ελευσίνας.



Εικόνα 4.1 Χάρτης περιοχής οριοθέτησης ΚΕΛΘ (Χάρτες google maps)

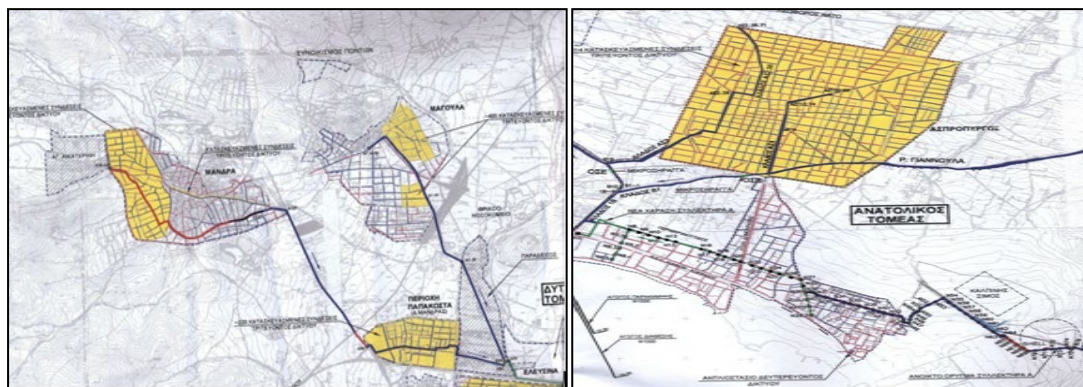
Το ΚΕΛΘ εξυπηρετεί τους κατοίκους των παραπάνω περιοχών με τεχνική τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων. Σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε προκειμένου να επεξεργάζεται αστικά λύματα και προεπεξεργασμένα βιομηχανικά υγρά απόβλητα της περιοχής, με τεχνική τριτοβάθμια επεξεργασία, έτσι ώστε η τελική εκροή να είναι πλήρως ακίνδυνη για τον θαλάσσιο αποδέκτη. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται στον κόλπο της Ελευσίνας, μέσω υποθαλάσσιου αγωγού.

Το δίκτυο αποχέτευσης είναι χωριστό από το δίκτυο όμβριων, δηλαδή δυο ανεξάρτητα δίκτυα όμβριων και ακαθάρτων. Τα λύματα από το αποχετευτικό δευτερεύον δίκτυο θα συλλέγονται στο πρωτεύον δίκτυο κεντρικών αποχετευτικών συλλεκτών .

4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των συλλεκτήρων του ΚΕΛΘ

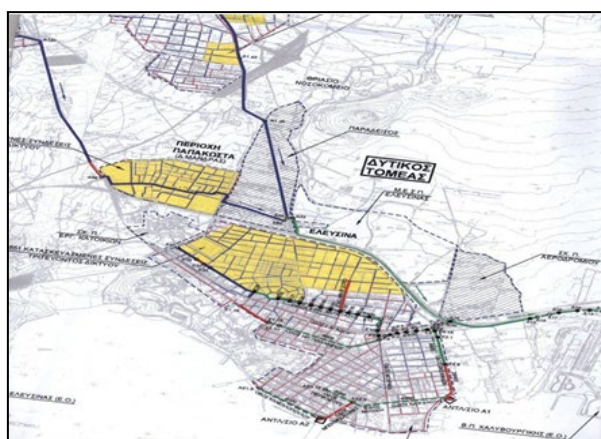
Το πρωτεύον δίκτυο κεντρικών συλλεκτών περιλαμβάνει τέσσερις βασικούς συλλέκτες, αυτοί είναι ο Βόρειος (Εικόνα 4.2), ο Ανατολικός (Εικόνα 4.3), ο Δυτικός και ο Ελευσίνιος (Εικόνα 4.4), οι οποίοι τροφοδοτούνται από τους συμβάλλοντες Α1, ΑΣ1, ΑΣ2, Β1, Δ1, Ε1, Ε2 και μεταφέρουν τα λύματα προς το ΚΕΛ Θριασίου.

Στην παραλία της Ελευσίνας υπάρχουν δυο αντλιοστάσια (ΑΕ1 και ΑΕ2), τα οποία ανυψώνουν τα λύματα των χαμηλών περιοχών της πόλης προς τον συλλεκτήρα Ε. Το πρώτο έχει κατασκευαστεί κοντά στη σημερινή είσοδο του λιμανιού της Ελευσίνας και στο εσωτερικό του περιβόλου του λιμανιού, ενώ το δεύτερο σε χώρο που ανήκει στο λιμενικό ταμείο κοντά στον Ναυαθλητικό Όμιλο Ελευσίνας.



Εικόνα 4.2 Βόρειος συλλεκτήρας

Εικόνα 4.3 Ανατολικός συλλεκτήρας



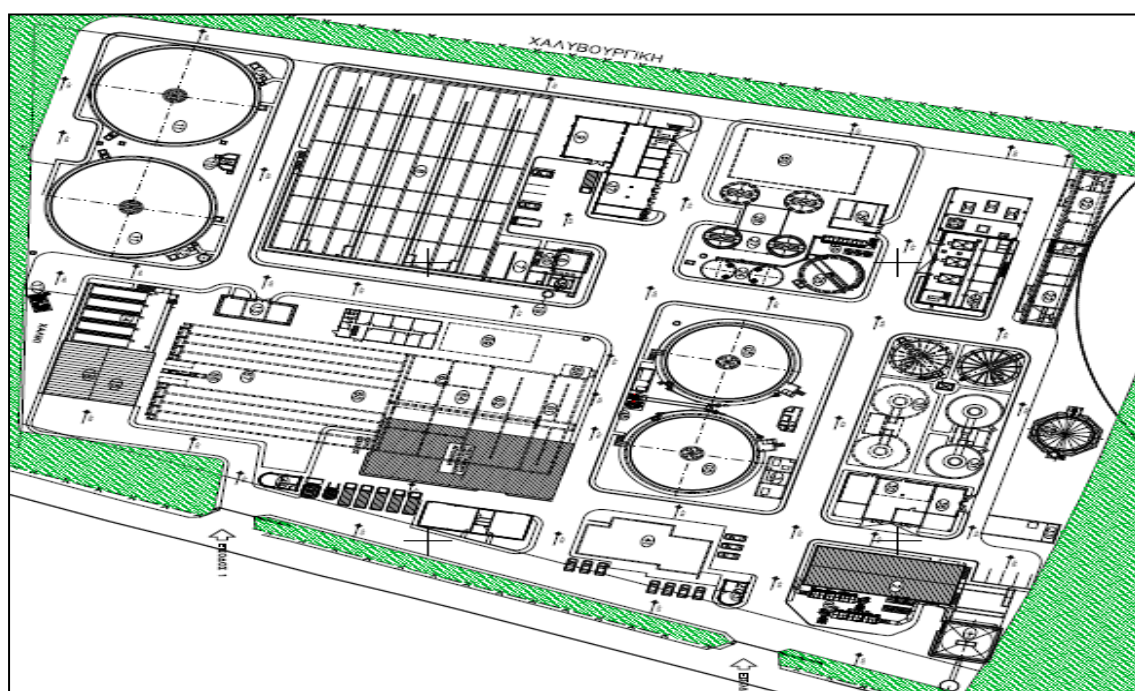
Εικόνα 4.4 Δυτικός και Ελευσίνιος συλλεκτήρας

(Οι παραπάνω κατόψεις στις Εικόνες 4.2, 4.3 και 4.4, είναι από την υπηρεσία μελετών και κατασκευών του τομέα της αποχέτευσης της ΕΥΔΑΠ)

4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης ΚΕΛΘ

Το ΚΕΛΘ έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί πληθυσμό 117.000 κατοίκων με μέση ημερήσια παροχή 21.000 m³/d. Έχει προβλεφθεί και μελλοντική επέκταση (Β' φάση), η φάση μελλοντικού σχεδιασμού θα έχει μέση ημερήσια παροχή λυμάτων 42.000 m³/d, τα έργα προεπεξεργασίας λυμάτων, κτιριακά έργα και έργα υποδομής έχουν κατασκευασθεί και για την μελλοντική φάση.

Στο Διάγραμμα 4.1 αποτυπώνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης για την Α' φάση με συνεχείς γραμμές και με διακεκομμένη για την Β' φάση.



Διάγραμμα 4.1 Κάτοψη γενικής διάταξης ΚΕΛΘ (Υπηρεσία μελετών και κατασκευών του τομέα της αποχέτευσης της ΕΥΔΑΠ)

4.2.1 Στάδια επεξεργασίας

Τα λύματα που εισέρχονται στο ΚΕΛΘ υπόκεινται σε τριτοβάθμια βιολογική επεξεργασία καθαρισμού. Η επεξεργασία των λυμάτων, της πρωτοβάθμιας και της βιολογικής ιλύος πραγματοποιείται κατά στάδια.

Είσοδο

Τα λύματα εισέρχονται στο αντλιοστάσιο εισόδου και ανυψώνονται στην προεπεξεργασία, από εκεί περνούν στο στάδιο της εσχάρωσης και της εξάμμωσης, έτσι επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των στερεών και της άμμου με φυσικές και μηχανικές διεργασίες.

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Είναι μια πρωτοβάθμια καθίζηση που περιλαμβάνει μια φυσική διεργασία διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα. Ακόμη επιτυγχάνει μερική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου που βρίσκεται σε σωματιδιακή μορφή. Το προϊόν της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι μια πρωτοβάθμια ιλύς.

Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Περιλαμβάνει την βιολογική επεξεργασία και την τελική καθίζηση, η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών (νιτροποίηση, απονιτροποίηση καθώς και βιολογική και χημική απομάκρυνση φωσφόρου και αζώτου). Το προϊόν της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι μια βιολογική ιλύς (περίσσεια).

Τριτοβάθμια επεξεργασία

Είναι η διύλιση σε ταχυδιυλιστήρια άμμου και η απολύμανση με τη χρήση ακτινοβολίας UV και χλωρίου.

Επαναχρησιμοποίηση. Μέρος του επεξεργασμένου υγρού επαναχρησιμοποιείται πριν τη διάθεση στην θάλασσα.

4.2.2 Στάδια επεξεργασίας ιλύος

Από την πρωτοβάθμια καθίζηση παίρνουμε πρωτοβάθμια ιλύς που οδηγείται για επεξεργασία στο σύστημα ζύμωσης, στη συνέχεια στον βαρυτικό παχυντή και τελικά καταλήγει στη δεξαμενή ανάμιξης ιλύος. Στη δεξαμενή ανάμιξης καταλήγει και η βιολογική ιλύς (περίσσεια) αφού πρώτα υποστεί πάχυνση με τη μέθοδο της επίπλευσης DAF.

Το μίγμα πρωτοβάθμιας και βιολογικής ιλύος (περίσσεια) από τη δεξαμενή ανάμιξης οδηγείται στη μονάδα αναερόβιας χώνευσης, όπου και σταθεροποιείται περαιτέρω προκειμένου να καταλήξει στη μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης.

Κατά τη διαδικασία της χώνευσης παράγεται βιοαέριο που αποθηκεύεται στο αεριοφυλάκιο ή καίγεται από τους δίαυλους καύσης. Το βιοαέριο από το αεριοφυλάκιο οδηγείται στη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Τα στάδια επεξεργασίας τριτοβάθμιου βιολογικού καθαρισμού και επεξεργασίας της πρωτοβάθμιας και της βιολογικής ιλύος απεικονίζονται στο Διάγραμμα 4.2.

4.2.3 Υφιστάμενη λειτουργία σταδίων επεξεργασίας

Τα στάδια επεξεργασίας λυμάτων που προαναφέρθηκαν έχουν τροποποιηθεί λόγω της μειωμένης παροχής λυμάτων που εισέρχονται. Ο μέσος όρος παροχής που καταγράφεται το 2020 είναι 5867 m³/d εισερχόμενων λυμάτων και αντιστοιχεί στο 28 % της συνολικής του δυναμικότητας του κέντρου.

Στην τροποποιημένη λειτουργία (Διάγραμμα 4.3) τα λύματα από την προεπεξεργασία παρακάμπτουν τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης και οδηγούνται μέσω αγωγού στην δεξαμενή του αντλιοστασίου ενδιάμεσης ανύψωσης. Μετά την ανύψωση τα λύματα οδηγούνται στο κανάλι τροφοδοσίας των βιοαντιδραστήρων και εισέρχονται στους ενεργούς βιοαντιδραστήρες Νο 2 και Νο 3.

Στον βιοαντιδραστήρα Νο 3 έχουν εκτελεστεί οι εργασίες μετατροπής (απομόνωσης των διαμερισμάτων αζονικό-αεριζόμενο D₄-A₁ και αεριζόμενων A₂ και A₃) λόγω της μειωμένης παροχής λυμάτων και επιτυγχάνονται οι διεργασίες της νιτροποίησης, απονιτροποίησης.

Η αυξανόμενη παροχή έως το τέλος του 2020 είχε ως αποτέλεσμα ο βιοαντιδραστήρας Νο 3 να μην είναι επαρκής, για τον λόγο αυτό τέθηκε παράλληλα σε λειτουργία και ο βιοαντιδραστήρας Νο 2, στον οποίο λειτουργούν όλα τα διαμερίσματα.

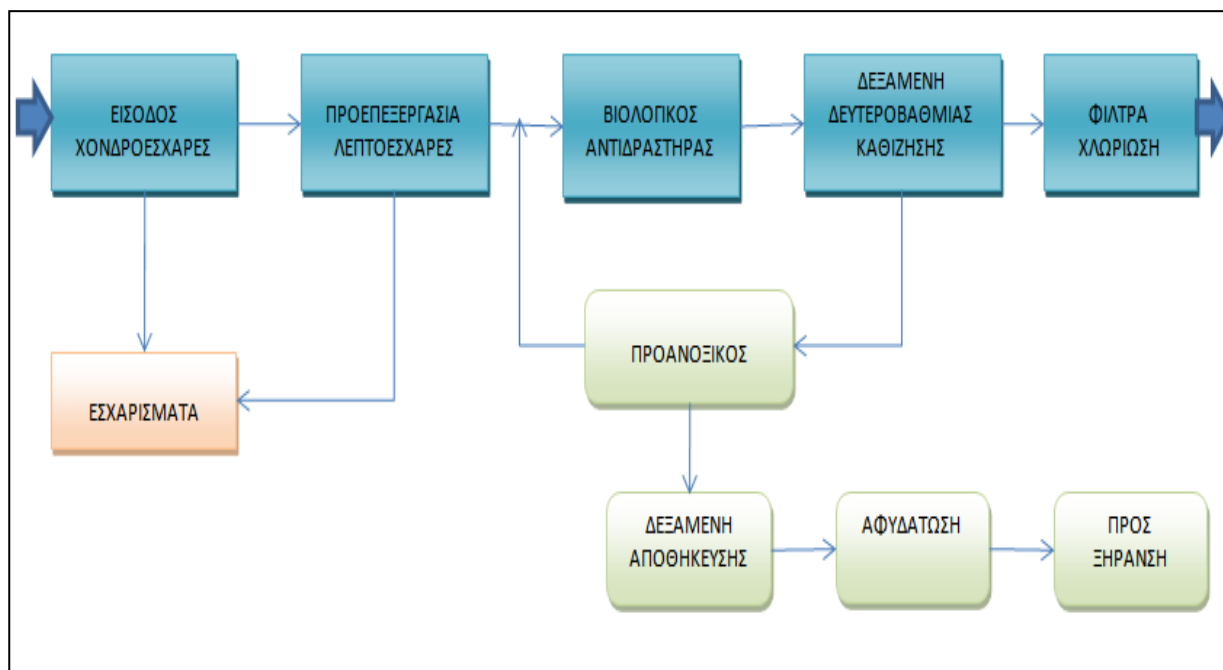
Το ανάμικτο υγρό από την έξοδο των βιολογικών αντιδραστήρων εισέρχεται στην ενεργή δεξαμενή τελικής καθίζησης (δευτεροβάθμια). Οι εκροές του υπερχειλιστή της δεξαμενή τελικής καθίζησης οδηγούνται με αγωγό για διύλιση στα φίλτρα.

Το υγρό που έχει υποστεί διύλιση με αγωγό οδηγείται στην μονάδα UV όπου απολυμαίνεται. Η απολύμανση γινόταν με χλώριο (υποχλωριώδες νάτριο) στην δεξαμενή του αντλιοστασίου εξόδου πριν τεθεί σε λειτουργία η μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

Το επεξεργασμένο υγρό καταλήγει στο αντλιοστάσιο εξόδου και διατίθεται με αγωγό στη θάλασσα.

Η βιολογική ιλύς (περίσσεια) επιστρέφει από το αντλιοστάσιο της δεξαμενής τελικής καθίζησης στον προανοξικό αντιδραστήρα. Η περίσσεια ιλύς από τον

προανοξικό αντιδραστήρα απομακρύνεται και αποθηκεύεται στη δεξαμενή αποθήκευσης χωνεμένης ιλύος. Η δεξαμενή χωνεμένης ιλύος προς στο παρόν λειτουργεί ως βαρυτικός παχυντής. Η παχυμένη πλέον περίσσεια ιλύς αποτελεί την τροφοδοσία της μονάδας της αφυδάτωσης, μετά την αφυδάτωση μεταφέρουμε την ιλύς για ξήρανση.



Διάγραμμα 4.3 Στάδια επεξεργασίας υφιστάμενης λειτουργίας

(Το διάγραμμα διαμορφώθηκε σύμφωνα με προσωπικές παρατηρήσεις στο ΚΕΛΘ)

4.3 Περιγραφή σταδίων επεξεργασίας λυμάτων ΚΕΛΘ

Τα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων της εγκατάστασης καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά προέρχονται από την *Τεχνική Περιγραφή Έργων Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Θριασίου Πεδίου, Έκδοση 2010*, οι εικόνες της περιγραφής είναι από τον χώρο του ΚΕΛΘ.

4.3.1 Αντλιοστάσιο εισόδου

Τα λύματα μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού (πρωτεύων) με διάμετρο Φ1000 φθάνουν στο αντλιοστάσιο εισόδου, το οποίο βρίσκεται σε βάθος 8 m από το έδαφος. Ο αγωγός εισόδου στο χώρο του αντλιοστασίου ελέγχεται με ένα ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα (κεντρικό θυρόφραγμα). Στο κατάντι άκρο του θυροφράγματος υπάρχουν δυο διώρυγες πλάτους 1,20 m η καθεμία οι οποίες είναι εξοπλισμένες με ηλεκτροκίνητα θυροφράγματα και

αυτόματες χονδροεσχάρες. Υπάρχει η δυνατότητα να λειτουργεί η μια διώρυγα από τις δυο με τη συνολική παροχή.

Μετά την είσοδό τους από τον κεντρικό αγωγό τα λύματα διέρχονται από τις διώρυγες και υποβάλλονται στη διαδικασία της χονδροεσχάρωσης (Εικόνα 4.5), διοχετεύονται σε κεκλιμένες σχάρες που έχουν μέγεθος διάκενων 40 mm, πλάτος 1,2 m και αποτελούνται από πολλές χαλύβδινες ράβδους τοποθετημένες παράλληλα, οι οποίες είναι αυτόματες και αυτοκαθαριζόμενες. Σκοπός των χονδροεσχάρων είναι η συγκράτηση και στη συνέχεια η απομάκρυνση των ογκώδη φερτών και αντικειμένων για να προστατευτεί ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της εγκατάστασης από το φράξιμο και τη φθορά.



Εικόνα 4.5 Χονδροεσχάρες (εικόνα ΚΕΛΘ)

Τα λύματα μετά την χονδροεσχάρωση οδηγούνται σε ένα πιεζοθραυστικό φρεάτιο για τη μείωση της ταχύτητας και έπειτα στην κεντρική δεξαμενή εισόδου, όπου υπάρχουν τέσσερις αντλίες για την ανύψωσή τους. Η κάθε αντλία έχει χωριστό αγωγό κατάθλιψης και όλοι οι αγωγοί εκβάλλουν σε διώρυγα στο κτίριο της προεπεξεργασίας.

Η δυναμικότητα της κάθε αντλίας είναι 1008 m³/h σε μανομετρικό 16,1 m. Οι αντλίες επιτρέπουν την διέλευση σφαιρικών στερεών διαμέτρου 120 mm και είναι ρυθμιζόμενης παροχής μέσω μετατροπέα συχνότητας σταθερής ροπής, των οποίων η λειτουργία τους γίνεται κυκλικά.

Μετά τη διαδικασία της χονδροεσχάρωσης τα εσχαρίσματα με χρήση κλειστού μεταφορικού κοχλία συμπίεσης 4 m³/h εσχαρισμάτων (Εικόνα 4.6), συμπιέζονται κατά 60-70 % και αφυδατώνονται με σκοπό τη μείωση του όγκου

τους, στη συνέχεια συλλέγονται σε κάδους αποθήκευσης μέχρι τη μεταφορά τους στον χώρο διάθεσης.



Εικόνα 4.6 Χονδροεσχάρες – κοχλίας αφυδάτωσης (εικόνα ΚΕΛΘ)

- Διάταξη ασφαλείας

Η διάταξη ασφαλείας βρίσκεται μετά το αντλιοστάσιο εισόδου και πριν την διώρυγα του κτιρίου της προεπεξεργασίας. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης γίνεται παράκαμψη της μονάδας και διάθεση των λυμάτων στην θάλασσα.

Τα λύματα από την δεξαμενή εισόδου που έχουν υποστεί χονδροεσχάρωση, με άντληση οδηγούνται στον αγωγό παράκαμψης (by-pass) που καταλήγει στο τελικό φρεάτιο φόρτισης. Από το τελικό φρεάτιο φόρτισης μέσω του υποθαλάσσιου αγωγού παράκαμψης καταλήγουν στη θαλάσσια περιοχή του κόλπου της Ελευσίνας.

4.3.2 Προεπεξεργασία

Στην προεπεξεργασία τα λύματα υποβάλλονται στη διαδικασία της λεπτοεσχάρωσης, της εξάμμωσης και της αφαίρεσης επιπλεόντων λιπών.

Τα λύματα που εκβάλουν στην διώρυγα της προεπεξεργασίας χωρίζονται από τις τρεις διώρυγες και οδηγούν στις λεπτοεσχάρες, όπου χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση φερτών που έχουν περάσει από τις χονδροεσχάρες.

Η λεπτοεσχάρωση περιλαμβάνει τρεις λεπτοεσχάρες (Εικόνα 4.7), τοποθετημένες σε κεκλιμένη θέση 50°, αποτελούμενες από πολλές παράλληλες χαλύβδινες ράβδους με διάκενο 6 mm πλάτους 1 m και είναι αυτοκαθαριζόμενες.



Εικόνα 4.7 Λεπτοεσχάρες (εικόνα ΚΕΛΘ)

Τα εσχαρίσματα μετά τη συλλογή τους από τον μηχανισμό καθαρισμού των εσχάρων, πέφτουν σε μεταφορική ταινία στο πίσω μέρος τους και μεταφέρονται σε ένα κοχλία αφυδάτωσης - συμπίεσης με δυνατότητα συμπίεσης 4 m³/h εσχαρισμάτων (Εικόνα 4.8), με σκοπό τη μείωση του όγκου τους κατά 60-70 %. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται σε κάδους αποθήκευσης.



Εικόνα 4.8 Μεταφορική Ταινία - Κοχλίας Αφυδάτωσης (εικόνα ΚΕΛΘ)

Μετά τη λεπτοεσχάρωση τα λύματα προωθούνται στους δυο εξαμμωτές – λιποσυλλέκτες που ο καθένας έχει μήκους 21,3 m και ωφέλιμο όγκο 191 m³ (Εικόνα 4.9). Κάθε εξαμμωτής απομονώνεται με θυροφράγματα. Για τον αερισμό των εξαμμωτών είναι εγκατεστημένοι δυο φυσητήρες, ρυθμιζόμενης παροχής 95,5-350 Nm³/h σε πίεση 400 mbar.

Ο αερισμός γίνεται με διαχυτήρες χονδρής φυσαλίδας οι οποίοι είναι τοποθετημένοι κατά μήκος της μιας πλευράς των εξαμμωτών. Έτσι επιτυγχάνεται η σπειροειδής κίνηση των λυμάτων και ο διαχωρισμός της άμμου και των λιπών. Η άμμος που καθιζάνει στον πυθμένα του κάθε εξαμμωτή

μεταφέρεται στην αμμοπλυντηρίδα, μέσω αντλιών που είναι αναρτημένες στη γέφυρα της προεπεξεργασίας, η οποία πραγματοποιεί παλινδρομική κίνηση.



Εικόνα 4.9 Αεριζόμενος Εξαμμωτής – Απολιπαντής (εικόνα ΚΕΛΘ)

Σε κάθε εξαμμωτή είναι διαμορφωμένος εκατέρωθεν χώρος ηρεμίας για τη συλλογή των επιπλεόντων λιπαρών ουσιών. Τα επιπλέοντα λίπη και έλαια που συλλέγονται από το στάδιο της προεπεξεργασίας οδηγούνται σε φρεάτια συλλογής με μηχανισμό (ξέστρο) στηριζόμενο στην κινητή γέφυρα της προεπεξεργασίας.

Το μίγμα άμμος και νερό που καθιζάνει στον πυθμένα του κάθε εξαμμωτή αντλείται και οδηγείται μέσω ενός διαμερίσματος τύπου vortex στην αμμοπλυντηρίδα ή ρυθμιστή ενέργειας (Εικόνα 4.10), ικανότητας 57,6 m³/h μίγματος. Η αμμοπλυντηρίδα είναι περιστρεφόμενης ροής όπου το μίγμα άμμου και νερού αλλάζει κατεύθυνση και από κάθετη γίνεται οριζόντια, έτσι γίνεται ο διαχωρισμός της άμμου και των οργανικών ουσιών.



Εικόνα 4.10 Σύστημα Καθαρισμού Άμμου (εικόνα ΚΕΛΘ)

Καθώς η άμμος μαζί με τις οργανικές ουσίες καθιζάνουν προς τον κώνο συλλογής, διοχετεύεται μέσω ακροφυσίων νερό υπό πίεση 5 bar από κάτω

προς τα πάνω. Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται η καθίζηση της άμμου και η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών. Η άμμος απομακρύνεται μέσω κοχλίου, παράλληλα αφυδατώνεται και συλλέγεται σε κάδους αποθήκευσης μέχρι τη μεταφορά της στον χώρο διάθεσης.

4.3.3 Απόσμηση

Ο χώρος του αντλιοστασίου εισόδου και της προεπεξεργασίας είναι συνδεδεμένοι σε μονάδα απόσμησης (Εικόνα 4.11), για την αποφυγή διαρροής δυσάρεστων και βλαβερών ρύπων στο περιβάλλον. Για τον σκοπό αυτό έχει κατασκευασθεί δίκτυο αεραγωγών στους προαναφερόμενους χώρους με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής αέρα.



Εικόνα 4.11 Απόσμηση (εικόνα ΚΕΛΘ)

Η απόσμηση δυναμικότητας 40.000 m³/h αναρροφά τον αέρα από τους δύο χώρους όγκου 3.900 m³ και τον οδηγεί στην πλυντηρίδα, όπου και ξεπλένεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο λαμβάνει χώρα η διαδικασία εξουδετέρωσης της αμμωνίας (NH₃) με διάλυμα θειικού οξέος (H₂SO₄), ενώ στο δεύτερο και τρίτο στάδιο χρησιμοποιείται διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) και υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) για την απομάκρυνση του υδρόθειου (H₂S) αλλά και άλλων ενώσεων.

4.3.4 Φρεάτιο μερισμού και παροχόμετρο

Μετά την εκροή του εξαμμωτή και πριν τα λύματα οδηγηθούν με αγωγό στο φρεάτιο μερισμού ή διανομής πρωτοβάθμιας καθίζησης, υπάρχει το ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο διαμέτρου Φ1000. Σκοπός του παροχόμετρου

είναι η μέτρηση της παροχής που διέρχεται από την εγκατάσταση, με βάση την οποία ρυθμίζεται η λειτουργία σημαντικών μονάδων.

Το παροχόμετρο λειτουργεί σύμφωνα με τον νόμο μαγνητικής επαγωγής του Faraday, με τον οποίο όταν ένας αγωγός κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο τότε στα άκρα του αγωγού εμφανίζεται μια τάση λόγω επαγωγής. Στην περίπτωση του ηλεκτρομαγνητικού παροχόμετρου ο μετακινούμενος αγωγός είναι το υγρό. Μετρώντας την επαγωγική τάση που παρουσιάζεται μπορεί να προσδιορισθεί η ταχύτητα της ροής. Από την ταχύτητα ροής και την διατομή του σωλήνα υπολογίζεται η παροχή σε όγκο.

Στο φρεάτιο μερισμού πρωτοβάθμιας καθίζησης (Εικόνα 4.12), οδηγούνται τα προεπεξεργασμένα λύματα και ισοκατανέμονται στις δυο δεξαμενές. Για την ισοκατανομή των λυμάτων υπάρχουν τρεις υπερχειλιστές, δυο για τις δεξαμενές και ένας για παράκαμψη. Η επιλογή επιτυγχάνεται με θυροφράγματα.



Εικόνα 4.12 Φρεάτιο μερισμού (εικόνα ΚΕΛΘ)

4.3.5 Πρωτοβάθμια καθίζηση

Η πρωτοβάθμια καθίζηση (Εικόνα 4.13) αποτελείται από δυο δεξαμενές που είναι κυκλικής διαμέτρου 28 m και όγκου 4268 m³. Στο κέντρο της κάθε μιας υπάρχει στερεωμένη μια μεταλλική περιστρεφόμενη γέφυρα. Μαζί με τη γέφυρα περιστρέφεται το ξέστρο επιφάνειας για την απομάκρυνση των επιπλεόντων, το ξέστρο σάρωσης στον πυθμένα της δεξαμενής για την συλλογή της ιλύος και το κυλινδρικό διάφραγμα (τύμπανο) που είναι στερεωμένο στο κέντρο της γέφυρας.



Εικόνα 4.13 Πρωτοβάθμια Καθίζηση (εικόνα ΚΕΛΘ)

Η τροφοδοσία των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης (ΔΠΚ) γίνεται από το φρεάτιο μερισμού, με αγωγό ο οποίος διέρχεται από το κέντρο του πυθμένα και ανερχόμενος κατακόρυφα οδηγεί τα λύματα στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσα στο κυλινδρικό διάφραγμα (καταστροφέας ενέργειας). Μετά το κυλινδρικό διάφραγμα τα λύματα ακολουθούν ακτινωτή ροή προς την περιφέρεια και καθιζάνουν, χωρίζονται σε διαυγές πρωτοβάθμιο επεξεργασμένο λύμα και πρωτοβάθμια ιλύς.

Τα λύματα υπερχειλίζουν περιμετρικά της δεξαμενής μέσω υπερχειλιστή τύπου V-notch γωνίας 90°. Οι εκροές του υπερχειλιστή μαζεύονται σε περιμετρικό κανάλι και οδηγούνται με αγωγό στο αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης.

Η πρωτοβάθμια ιλύς που καθιζάνει στον κωνικό πυθμένα της δεξαμενής με ξέστρο σάρωσης κατευθύνεται προς το κέντρο του κώνου. Η απομάκρυνση της πραγματοποιείται με αντλία και μέσω αγωγού οδηγείται στη δεξαμενή ζύμωσης.

Οι δεξαμενές καλύπτονται με μεταλλικό γεωδαιτικό θόλο για την συγκράτηση των αερίων ρύπων. Τα αέρια των δυο δεξαμενών μέσω αεραγωγών αναρροφούνται από την απόσμηση και οδηγούνται στην πλυντηρίδα, όπου και ξεπλένονται σε τρία στάδια, όπως και στην απόσμηση της προεπεξεργασίας.

4.3.6 Αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης

Τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης οδηγούνται μέσω αγωγού προς τη δεξαμενή του αντλιοστασίου ενδιάμεσης ανύψωσης. Οι τρεις αντλίες της δεξαμενής, παροχής 1080 m³/h σε

μανομετρικό 3,21 m επιτρέπουν την διέλευση σφαιρικών στερεών 100 mm και είναι ρυθμιζόμενης παροχής μέσω μετατροπέα συχνότητας σταθερής ροπής. Οι αντλίες ανυψώνουν τα λύματα στο φρεάτιο μερισμού (Εικόνα 4.14) και οδηγούνται προς το κανάλι τροφοδοσίας των βιοαντιδραστήρων.

Το κανάλι τροφοδοσίας επικοινωνεί και με τον προανοξικό αντιδραστήρα, στον οποίο εισέρχεται και η βιολογική ιλύς. Με φυσική ροή μέσω του καναλιού τροφοδοσίας τα αναμιγμένα λύματα με βιολογική ιλύς εισέρχονται στα τέσσερα διαμερίσματα των βιοαντιδραστήρων.



Εικόνα 4.14 Φρεάτιο μερισμού (εικόνα ΚΕΛΘ)

- Προανοξικός αντιδραστήρας

Στη δεξαμενή του προανοξικού αντιδραστήρα εισέρχεται η βιολογική ιλύς από την δευτεροβάθμιας καθίζησης, στη συνέχεια αναδεύεται με δυο αναδευτήρες και εισέρχεται στο κανάλι τροφοδοσίας των βιοαντιδραστήρων μέσω του φρεατίου εξόδου του προανοξικού αντιδραστήρα.

4.3.7 Βιολογικός αντιδραστήρας

Ο βιολογικός αντιδραστήρας ή βιοαντιδραστήρας (Εικόνα 4.15) είναι η δεξαμενή αερισμού, όπου οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται σε αιώρηση με τη βοήθεια του οξυγόνου αναπτύσσονται καταναλώνοντας τα συστατικά των λυμάτων.

Ο κάθε ένας από τους τέσσερις βιοαντιδραστήρες είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχει όγκο 4133 m³, επιφάνεια 16.532 m³ και ύψος 7 m. Είναι σχήματος Π και χωρισμένος σε δώδεκα διαμερίσματα πλάτους 5,4 m. Τα διαμερίσματα είναι σε σειρά και διαχωρίζονται μεταξύ τους με εγκάρσια τοιχία.

Τα ανάμικτα λύματα διέρχονται διαδοχικά από την πάνω στην κάτω πλευρά των διαχωριστικών τοιχίων, έτσι ώστε να αποφευχθεί αντίστροφη ροή κατά μήκος του αντιδραστήρα. Με τη ροή που δημιουργείται στον βιοαντιδραστήρα οι μικροοργανισμοί δεν καθιζάνουν στον πυθμένα, έτσι υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών, του οξυγόνου και των οργανικών ουσιών σε όλο τον όγκο του βιοαντιδραστήρα.

Στην έξοδο του βιοαντιδραστήρα τα ανάμικτα λύματα υπερχειλίζουν προς το κανάλι εξόδου και με φυσική ροή οδηγούνται στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

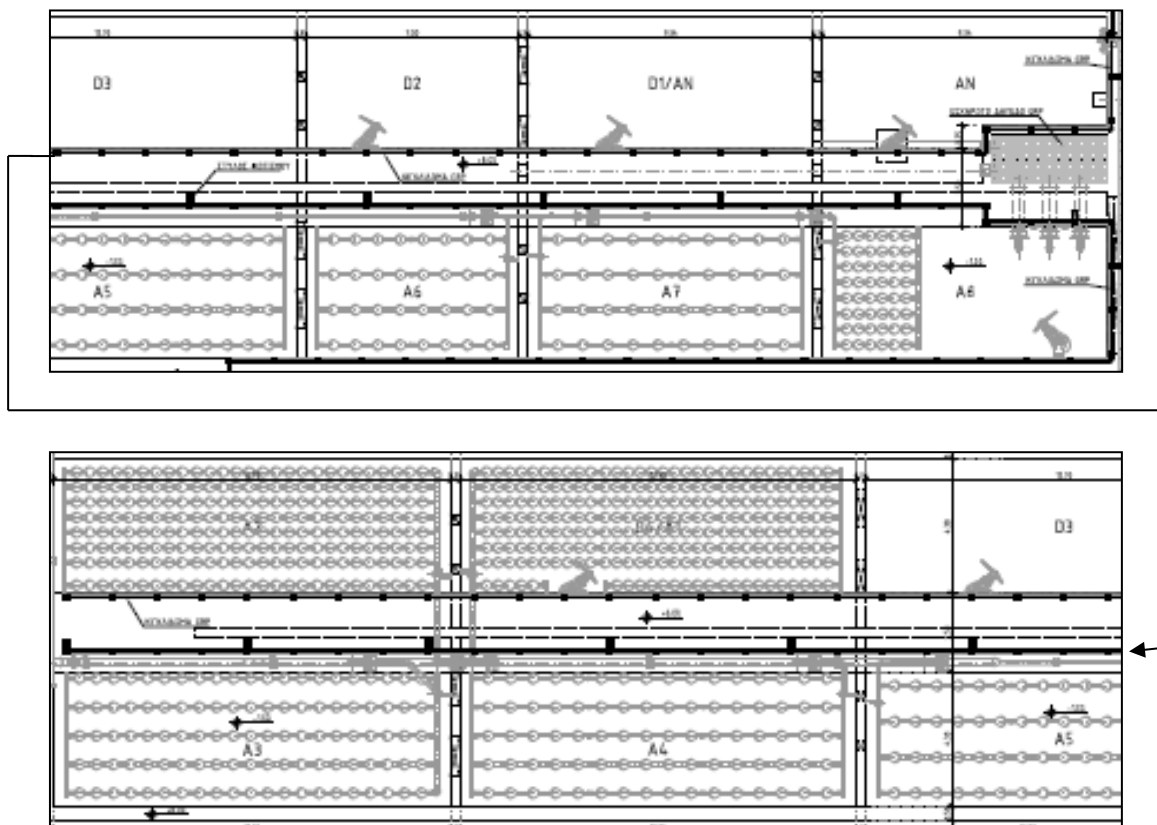


Εικόνα 4.15 Βιοαντιδραστήρας (εικόνα ΚΕΛΘ)

- Διαμερίσματα
Ο κάθε βιοαντιδραστήρας αποτελείται από δώδεκα διαφορετικά διαμερίσματα ή δεξαμενές (Εικόνα 4.16).
 - Το πρώτο διαμέρισμα είναι *αναερόβιο AN* και έχει όγκο 303 m^3 . Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από το κανάλι τροφοδοσίας μέσου ενός θυροφράγματος και εξέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος προς το $D_1\text{-AN}$, το αναερόβιο αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα.
 - Το δεύτερο διαμέρισμα είναι *αξονικό-αναερόβιο $D_1\text{-AN}$* και έχει όγκο 303 m^3 . Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος του AN και εξέρχονται από ορθογώνια οπή του πυθμένα προς το D_2 , το αξονικό-αναερόβιο αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα.
 - Το τρίτο διαμέρισμα είναι *αξονικό D_2* και έχει όγκο 227 m^3 . Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από ορθογώνια οπή του πυθμένα του $D_1\text{-AN}$ και

εξέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος προς το D₃, το αξονικό αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα.

- Το τέταρτο διαμέρισμα είναι αξονικό D₃ και έχει όγκο 411 m³. Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος D₂ και εξέρχονται από ορθογώνια οπή του πυθμένα του προς το D₄-A₁, το αξονικό αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα.
- Το πέμπτο διαμέρισμα είναι αξονικό-αεριζόμενο D₄-A₁ και έχει όγκο 411 m³. Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από ορθογώνια οπή στον πυθμένα του D₃ και εξέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος προς το A₂, το αξονικό-αεριζόμενο αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα και πλέγμα σωλήνων με στερεωμένες μεμβράνες για την διάχυση του αέρα.



Εικόνα 4.16 Διαμερίσματα βιοαντιδραστήρα (Υπηρεσία μελετών και κατασκευών του τομέα της αποχέτευσης ΕΥΔΑΠ)

- Τα επόμενα διαμερίσματα από το έκτο έως το εντέκατο A₂-A₃-A₄-A₅-A₆-A₇ είναι αεριζόμενα, A₂-A₃-A₄-A₅ έχουν όγκο 411 m³, A₆ 227 m³ και A₇ 227 m³. Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος D₄-A₁ στο A₂-A₃ και εξέρχονται από ορθογώνια οπή του

πυθμένα του προς το A₄. Συνεχίζουν διαδοχικά από την κάτω στην πάνω πλευρά των διαχωριστικών τοιχίων των διαμερισμάτων. Στα αεριζόμενα διαμερίσματα είναι εγκατεστημένο πλέγμα σωλήνων με στερεωμένες μεμβράνες για την διάχυση του αέρα.

- Το δωδέκατο (Εικόνα 4.17) είναι *αξονικό-αεριζόμενο D₅-A₈* και έχει όγκο 227 m³. Τα ανάμικτα λύματα εισέρχονται από ορθογώνια οπή του πυθμένα του A₇ και εξέρχονται από το διαχωριστικό τοίχιο του διαμερίσματος προς το κανάλι εξόδου του βιοαντιδραστήρα. Το αεριζόμενο αυτό διαμέρισμα έχει εγκατεστημένο έναν αναδευτήρα, πλέγμα σωλήνων με στερεωμένες μεμβράνες για την διάχυση του αέρα και τρεις αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας.



Εικόνα 4.17 Βιοαντιδραστήρας (εικόνα ΚΕΛΘ)

- Εσωτερική ανακυκλοφορία

Στο διαμέρισμα A₈ υπάρχουν εγκατεστημένες τρεις αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας, από τον πυθμένα της αερόβιας A₈ δεξαμενής επανακυκλοφορούν ανάμικτα λύματα προς την αξονική-αναερόβια D₁-AN και την αξονική D₂ δεξαμενή. Με την ανακυκλοφορία επιτυγχάνεται υψηλή συγκέντρωση μικροοργανισμών στις δεξαμενές D₁-AN και D₂ για την αποικοδόμηση του εισερχόμενου οργανικού φορτίου.

- Φυσητήρες

Οι τέσσερις φυσητήρες (Εικόνα 4.18) με εύρος παροχής 3300-9000 Nm³/h στα 600-800 mbar διοχετεύουν το οξυγόνο, μέσω ενός καταθλιπτικού αγωγού στον πυθμένα των δεξαμενών για τον αερισμό του ανάμικτου υγρού. Στον πυθμένα υπάρχει κλειστό πλέγμα από σωληνώσεις u-PVC και πάνω στο πλέγμα στερεωμένες μεμβράνες για την διάχυση του αέρα. Το σύστημα διάχυσης φουσαλίδας με μεμβράνες Membrane Disc Diffuser (Εικόνα 4.18)

δημιουργεί φυσαλίδες μικρής διαμέτρου και διοχετεύει το οξυγόνο που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών.



Εικόνα 4.18 Φυσητήρας - Σύστημα διάχυσης με μεμβράνες
(εικόνα ΚΕΛΘ)

4.3.8 Φρεάτιο μερισμού τελικής καθίζησης

Στο φρεάτιο διανομής μερισμού τελικής καθίζησης οδηγούνται τα ανάμικτα λύματα από την έξοδο των βιολογικών αντιδραστήρων και ισοκατανέμονται στις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Για την ισοκατανομή των ανάμικτων λυμάτων υπάρχουν δυο υπερχειλιστές. Οι υπερχειλιστές μέσω αγωγού οδηγούν τα ανάμικτα λύματα προς τις δεξαμενές τελικής καθίζησης, η επιλογή της δεξαμενής επιτυγχάνεται με θυροφράγματα.

Στο φρεάτιο μερισμού υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης θειικού αργιλίου, το οποίο παράγεται στο κτίριο χημικών, όταν απαιτείται απομάκρυνση φωσφόρου πλέον αυτής που επιτυγχάνεται στους βιολογικούς αντιδραστήρες.

4.3.9 Τελική καθίζηση

Η δευτεροβάθμια ή τελική καθίζηση (Εικόνα 4.19) αποτελείται από δυο δεξαμενές που είναι κυκλικής διαμέτρου 36 m και όγκου 8342 m³, στο κέντρο της κάθε μιας είναι στερεωμένη μια μεταλλική περιστρεφόμενη γέφυρα. Μαζί με τη γέφυρα περιστρέφεται το ξέστρο επιφάνειας για την απομάκρυνση των επιπλεόντων, το ξέστρο σάρωσης στον πυθμένα της δεξαμενής για την συλλογή της ιλύος και το κυλινδρικό διάφραγμα (τύμπανο) που είναι στερεωμένο στο κέντρο της γέφυρας.

Η τροφοδοσία των δεξαμενών τελικής καθίζησης (ΔΤΚ) γίνεται από το φρεάτιο μερισμού τελικής καθίζησης με αγωγό, ο οποίος διέρχεται από το

κέντρο του πυθμένα και ανερχόμενος κατακόρυφα οδηγεί τα ανάμικτα λύματα στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσα στο κυλινδρικό διάφραγμα (καταστροφέας ενέργειας). Μετά το κυλινδρικό διάφραγμα τα ανάμικτα λύματα ακολουθούν ακτινωτή ροή προς την περιφέρεια εκεί καθιζάνουν και χωρίζονται σε διαυγές δευτεροβάθμια επεξεργασμένο υγρό και βιολογική ιλύς.



Εικόνα 4.19 Τελική καθίζηση (εικόνα ΚΕΛΘ)

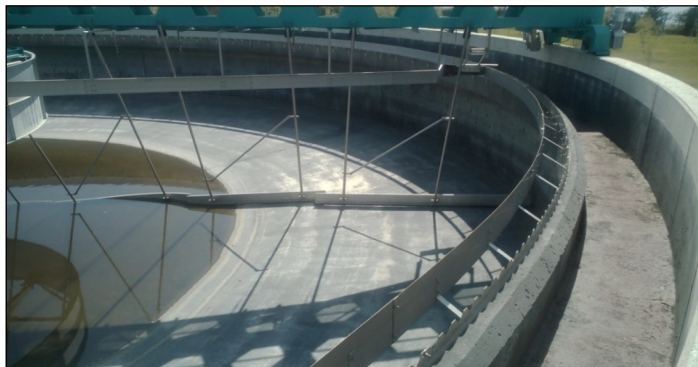
Τα διαυγή δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν περιμετρικά της δεξαμενής μέσω υπερχειλιστή τύπου V-notch γωνίας 90° (Εικόνα 4.20), οι εκροές του υπερχειλιστή μαζεύονται σε περιμετρικό κανάλι και οδηγούνται με αγωγό στα φίλτρα.



Εικόνα 4.20 Υπερχειλιστής - Περιμετρικό κανάλι (εικόνα ΚΕΛΘ)

Η βιολογική ιλύς (περίσσεια) που καθιζάνει στον κωνικό πυθμένα της δεξαμενής με ξέστρο σάρωσης (Εικόνα 4.21) κατευθύνεται προς το κέντρο του κώνου. Η απομάκρυνση της βιολογικής ιλύος από το κέντρο του κώνου πραγματοποιείται με αντλία και μέσω αγωγού οδηγείται στον προανοξικό αντιδραστήρα. Η επανακυκλοφορία της περίσσειας βιολογικής ιλύος γίνεται για

να διατηρηθεί επαρκής συγκέντρωση ενεργής ιλύος στους βιοαντιδραστήρες έτσι ώστε να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός επεξεργασίας.



Εικόνα 4.21 Ξέστρο σάρωσης ιλύς (εικόνα ΚΕΛΘ)

4.3.10 Ταχυδιυλιστήρια

Η εγκατάσταση διύλισης αποτελείται από πέντε ταχυδιυλιστήρια άμμου ορθογωνικής κλίνης (Εικόνα 4.22). Οι κλίνες διύλισης είναι κατάλληλες για την διύλιση 2010 m³/h δευτεροβάθμιων επεξεργασμένων λυμάτων. Ως υλικό διύλισης χρησιμοποιείται χαλαζιακή άμμος διαμέτρων ($d_{10\%}$) κόκκων 1,1-1,4 mm και συντελεστή ομοιομορφίας 1,27.



Εικόνα 4.22 Ταχυδιυλιστήρια (εικόνα ΚΕΛΘ)

Τα διαυγή δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα από την υπερχείλιση των δεξαμενών τελικής καθίζησης οδηγούνται μέσω αγωγού στην εγκατάσταση διύλισης ταχυδιυλιστήρια (φίλτρα). Τα ταχυδιυλιστήρια πραγματοποιούν το τελικό φιλτράρισμα των δευτεροβάθμιων επεξεργασμένων λυμάτων, από τον πυθμένα τους τα φιλτραρισμένα λύματα περνούν στο αντλιοστάσιο εξόδου.

4.3.11 Αντλιοστάσιο εξόδου

Τα φιλτραρισμένα λύματα από τα ταχυδιυλιστήρια μέσω αγωγού περνούν στην μονάδα απολύμανσης που βρίσκεται στο αντλιοστάσιο εξόδου, απολυμαίνονται σε κανάλι με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) και οδηγούνται στη δεξαμενή του αντλιοστασίου εξόδου.

Στην δεξαμενή εξόδου είναι εγκατεστημένες τρεις αντλίες εξόδου που συνδέονται με έναν κοινό αγωγό εξόδου όπου τροφοδοτεί το φρεάτιο φόρτισης των δυο υποθαλάσσιων αγωγών. Οι αντλίες εξόδου έχουν δυναμικότητα 1015 m³ σε μανομετρικό ύψος 5,7 m και είναι ρυθμιζόμενης παροχής μέσω μετατροπέα συχνότητας σταθερής ροπής.

Ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης έχει συνολικό μήκος 1620 m και βάθος εκβολής 14 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, με την εκβολή να πραγματοποιείται μέσω διαχυτήρα και στομιών. Την ίδια χάραξη ακολουθεί και ο αγωγός παράκαμψης (by-pass) μήκους 1000 m και βάθος εκβολής 10 m.

- Απολύμανση

Η απολύμανση είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών στα ύδατα του αποδέκτη.

Η μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (Εικόνα 4.23) έχει ικανότητα ακτινοβολίας έντασης 72.107 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, η μέση δόση ακτινοβολίας είναι 60.420 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ η οποία επαρκεί για την απολύμανση των λυμάτων στο όριο των 100 ολικών κολοβακτηριδίων/100 ml. Στην μονάδα υπεριώδους ακτινοβολίας υπάρχουν λυχνίες (λαμπτήρες) και μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων συντελείται η μετάλλαξη του DNA των μικροοργανισμών αναστέλλοντας την ικανότητα αναπαραγωγής τους.



Εικόνα 4.23 Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας και Λυχνίες UV
(εικόνα ΚΕΛΘ)

- Επαναχρησιμοποίηση

Στη δεξαμενή του αντλιοστασίου εξόδου είναι εγκατεστημένες δυο αντλίες για βιομηχανικό νερό παροχής 65 m³/h, παράλληλα υπάρχει και δίκτυο στην εγκατάσταση του ΚΕΛΘ για την επαναχρησιμοποίηση του βιομηχανικού νερού για τις ανάγκες της εγκατάστασης, με την λειτουργία του βιομηχανικού νερού εξοικονομείται μεγάλη ποσότητα καθαρού νερού δικτύου.

4.3.12 Ζύμωση - Βαρυτικός παχυντής ιλύος

- Δεξαμενή ζύμωσης ιλύος

Η πρωτοβάθμια ιλύς από την δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης οδηγείται με αντλία στην δεξαμενή ζύμωσης διαμέτρου 7 m και όγκου 204 m³, ενώ τα υγρά που υπερχειλίζουν οδηγούνται στον βιοαντιδραστήρα. Η ζύμωση γίνεται με αντλίες που αναδεύουν το περιεχόμενο της δεξαμενής. Η ιλύς από τον πυθμένα της δεξαμενής ζύμωσης οδηγείται στον βαρυτικό παχυντή.

Η ζύμωση της πρωτοβάθμιας ιλύος συμβάλλει στην ενίσχυση της βιολογικής απομάκρυνσης του φωσφόρου και του αζώτου, που επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση των επιπλεόντων υγρών.

- Βαρυτικός παχυντής ιλύος

Η ιλύς που εισέρχεται στον παχυντή διαμέτρου 13 m από την δεξαμενή ζύμωσης καθιζάνει υπό την επίδραση βαρύτητας και σαρώνεται προς το κέντρο της χοάνης με τη βοήθεια ξέστρου που περιστρέφεται. Η πάχυνση επιτυγχάνεται λόγω της βαρύτητας της ιλύος και καθώς καθιζάνει έχουμε αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών σε ποσοστό 6-8 %. Το υγρό που υπερχειλίζει περιμετρικά οδηγείται στο ενδιάμεσο αντλιοστάσιο. Η παχυμένη ιλύς που συγκεντρώνεται στο κέντρο του πυθμένα της δεξαμενής οδηγείται στη δεξαμενή ανάμιξης ιλύος.

4.3.13 Δεξαμενή επίπλευσης ιλύος

Η περίσσεια βιολογική ιλύς από τον προανοξικό αντιδραστήρα αντλείται προς την δεξαμενή επίπλευσης περίσσειας ιλύος, με δυνατότητα παροχής εισόδου 65 m³/h και συγκέντρωσης στερεών 5-8 gDS/l. Η εισερχόμενη ιλύς στη

δεξαμενή επίπλευσης παρασύρεται στην επιφάνεια της δεξαμενής από φυσαλίδες παρεχόμενου αέρα $45 \text{ m}^3/\text{h}$ και πίεσης $4,5 \text{ kg/cm}^2$. Στην συνέχεια συμπυκνώνεται και απομακρύνεται με επιφανειακό περιστρεφόμενο ξέστρο προς τη δεξαμενή ανάμιξης ιλύος.

4.3.14 Δεξαμενή ανάμιξης ιλύος

Η δεξαμενή ανάμιξης ιλύος παραλαμβάνει την ιλύς από τον παχυντή βαρύτητας και την ιλύς από τη δεξαμενή επίπλευσης περίσσειας ιλύος. Η δεξαμενή έχει διαστάσεις $6,5 \times 3,5 \text{ m}$ και ύψος $4,5 \text{ m}$, με οριζόντιο αναδευτήρα που διαθέτει πτερύγια. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ανάδευση της ιλύος, η αναμειγμένη ιλύς αντλείται προς τους χωνευτές.

4.3.15 Χώνευση

Οι δεξαμενές της χώνευσης όγκου $3.024 \text{ m}^3 > 2.500 \text{ m}^3$ είναι κατασκευασμένες από σκυρόδεμα, στην οροφή των χωνευτών υπάρχει μεταλλικός θόλος για την συγκράτηση των αερίων ενώ η εξωτερική επιφάνεια είναι μεταλλική. Τα πλευρικά τοιχώματα καθώς και ο θόλος καλύπτονται από θερμομονωτικό υλικό (Εικόνα 4.24).

Η ιλύς θερμαίνεται στον εναλλάκτη θερμότητας και εισέρχεται στον χωνευτή, όπου και αναμιγνύεται μαζί με την ανακυκλοφορούσα θερμή ιλύς. Με την θέρμανση και την απουσία αέρα επιτυγχάνουμε χώνευση δηλαδή παραγωγή μικροοργανισμών από το οργανικό φορτίο που φέρει η ιλύς. Έτσι προκύπτει ιλύς με πολύ μικρό οργανικό φορτίο και βιοαέριο, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4) σε ποσοστό 61-65 % και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) σε ποσοστό 34-38 %.



Εικόνα 4.24 Χωνευτές (εικόνα ΚΕΛΘ)

Το βιοαέριο που παράγεται μεταφέρεται από τον θόλο του χώνευτή σε αεριοφυλάκιο όπου και αποθηκεύεται (Εικόνα 4.25). Το αεριοφυλάκιο είναι διπλής μεμβράνης, η εξωτερική βρίσκεται υπό πίεση με τη βοήθεια φυσητήρα ενώ στην εσωτερική αποθηκεύεται το βιοαέριο. Η ωφέλιμη χωρητικότητα είναι 1.200 m^3 .



Εικόνα 4.25 Αεριοφυλάκιο (εικόνα ΚΕΛΘ)

Το πλεονάζον βιοαέριο από το αεριοφυλάκιο καίγεται σε δυο δίαυλους καύσης (Εικόνα 4.26). Ο κάθε δίαυλος επαρκεί για μέγιστη παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου $223 \text{ m}^3/\text{h}$.

Η ιλύς η οποία μετά την χώνευση έχει σταθεροποιηθεί οδηγείται σε δεξαμενή αποθήκευσης πριν την αφυδάτωση.



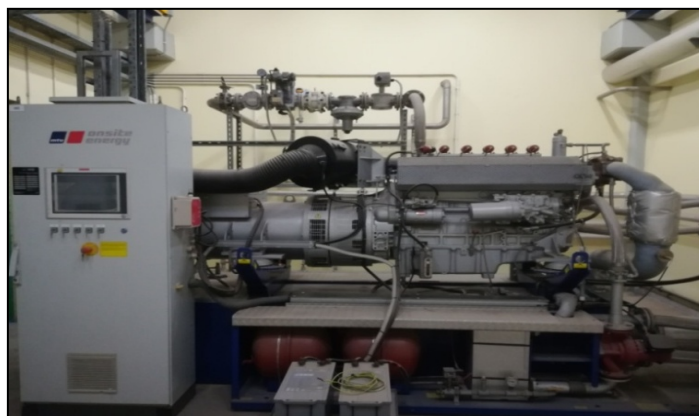
Εικόνα 4.26 Δίαυλοι καύσης (εικόνα ΚΕΛΘ)

4.3.16 Συμπαγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

Το βιοαέριο που παράγεται από την χώνευση αποθηκεύεται στο αεριοφυλάκιο, χρησιμοποιείται ως καύσιμο στη μονάδα συμπαγωγής

ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘΕ) (Εικόνα 4.27) και αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Η μονάδα (ΣΗΘΕ) είναι κινητήρας εσωτερικής καύσης με κατανάλωση βιοαερίου 100 m³/h και συνολικής ισχύος 0,25 MWe και παράγει ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της εγκατάστασης, ενώ είναι παράλληλα συνδεδεμένη και με το δίκτυο της ΔΕΗ. Η θερμική ενέργεια μέσω εναλλάκτη θερμότητας θερμαίνει κύκλωμα νερού για την εξυπηρέτηση των χωνευτών.



Εικόνα 4.27 Μονάδα συμπαραγωγής (εικόνα ΚΕΛΘ)

4.3.17 Αφυδάτωση

Η χωνεμένη ιλύς από την δεξαμενή αποθήκευσης οδηγείται στο κτίριο της αφυδάτωσης. Για την αφυδάτωση χρησιμοποιούνται δυο ταινιοφιλτρώπρες με δυναμικότητα 22-25 m³/h ιλύς (Εικόνα 4.28).



Εικόνα 4.28 Μονάδα Αφυδάτωσης (εικόνα ΚΕΛΘ)

Στην ιλύ προστίθενται κροκιδωτικά (πολυηλεκτρολύτες) για την επιτάχυνση της κροκίδωσης. Για την προετοιμασία του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη χρησιμοποιούνται δυο μονάδες ικανότητας 800 l/h σε 75 min (Εικόνα 4.29).

Το κροκιδωμένο μίγμα (ιλύς-πολυηλεκτρολύτης) με αγωγό περνάει στην ταινιοφιλτρόπρεσσα. Τα υγρά (στραγγίδια) του μίγματος πάνω στην ταινία αρχικά απομακρύνονται με βαρύτητα και στη συνέχεια συμπιέζονται ανάμεσα στις ταινίες με κυλίνδρους. Η διατομή τους σταδιακά μειώνεται ενώ αυξάνει και η πίεση στις ταινίες, έτσι επιτυγχάνεται η αφυδάτωση.



Εικόνα 4.29 Μονάδα προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη (εικόνα ΚΕΛΘ)

Τα στραγγίδια από την αφυδάτωση επιστρέφουν στην εγκατάσταση για περαιτέρω επεξεργασία. Η αφυδατωμένη ιλύς με την βοήθεια ταινιόδρομου (Εικόνα 4.30) μεταφέρεται σε κάδο (skip) και αποθηκεύεται.

Η αφυδατωμένη ιλύς από το ΚΕΛΘ μεταφέρεται για ξήρανση στην μονάδα ξήρανσης ιλύος στο ΚΕΛ Ψυττάλειας.



Εικόνα 4.30 Ταινιόδρομος-Κάδος (εικόνα ΚΕΛΘ)

4.4 Δειγματοληψία και αναλύσεις εργαστηρίου ΚΕΛΘ

Η περιγραφή του εργαστηριακού εξοπλισμού ο οποίος χρησιμοποιείται για τις εργαστηριακές αναλύσεις, οι μέθοδοι των εργαστηριακών αναλύσεων και τα σημεία δειγματοληψίας θα παρουσιαστούν αναλυτικά παρακάτω. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά από τις συσκευές των αναλυτών δείγματος και του εργαστηριακού εξοπλισμού προέρχονται από τα εγχειρίδια λειτουργίας των αντίστοιχων συσκευών.

4.4.1 Δειγματοληψία και συσκευές δειγματοληψίας

Για την μέτρηση της ποιότητας των λυμάτων πραγματοποιούνται μια σειρά από δειγματοληψίες στην εγκατάσταση, οι δειγματοληψίες αυτές κατηγοριοποιούνται σε:

- Στιγμιαίο δείγμα συλλέγεται σε ορισμένη χρονική στιγμή και απεικονίζει την σύσταση μόνο κατά τη συγκεκριμένη στιγμή της δειγματοληψίας.
- Σύνθετο δείγμα αποτελείται από έναν αριθμό δειγμάτων ορισμένου όγκου, τα οποία έχουν συλλεχθεί σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Η ανάλυση του σύνθετου δείγματος απεικονίζει τη μέση σύσταση σε μια ορισμένη χρονική περίοδο.
- Δείγμα από αυτόματους δειγματολήπτες, τα δείγματα αυτά είναι ορισμένου όγκου σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου συλλέγονται στο ίδιο δοχείο από τους αυτόματους δειγματολήπτες.
- Δείγμα από αυτόματους αναλυτές πεδίου, συλλέγεται αναλύεται και καταγράφεται από τους αυτόματους αναλυτές πεδίου σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η καταγραφή τους γίνεται σε ηλεκτρονικό αρχείο (γραφήματα).

4.4.2 Σημεία και συσκευές δειγματοληψίας

- Συσκευές δειγματοληψίας

Οι φορητές συσκευές που χρησιμοποιούνται για δειγματοληψία είναι τα δοχεία δειγματοληψίας (περιέκτες), πλαστικά ή γυάλινα ανάλογα με το υπό εξέταση δείγμα, χωρητικότητας τουλάχιστον 1 λίτρο (Εικόνα 4.31). Για βαθιές δεξαμενές που πρέπει να αποφευχθεί η επιφάνεια χρησιμοποιείται βαρύ μεταλλικό δοχείο με καπάκι και σχοινί.



Εικόνα 4.31 Περιέκτες - Μεταλλικό δοχείο (εικόνα ΚΕΛΘ)

Ο αυτόματος δειγματολήπτης (Εικόνα 4.32) συλλέγει δείγμα ορισμένου όγκου σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Τα δείγματα συλλέγονται στο ίδιο δοχείο αλλά υπάρχει η δυνατότητα η συλλογή να γίνει σε διαφορετικά δοχεία ορισμένου όγκου και σε διαφορετική χρονική περίοδο.



Εικόνα 4.32 Αυτόματος δειγματολήπτης (<https://www.endress.com>)

- Σημεία δειγματοληψίας

Τα σημεία από τα οποία συλλέγονται τα δείγματα από τους αυτόματους δειγματολήπτες και της φορητές συσκευές στην εγκατάσταση είναι:

- Προεπεξεργασία (αυτόματος δειγματολήπτης)
- Έξοδος βιοαντιδραστήρα ή από όλα τα τμήματά του (μεταλλικό δοχείο)
- Εκροή δεξαμενής τελικής καθίζησης (περιέκτης)
- RAS δεξαμενής τελικής καθίζησης (περιέκτης)
- Εκροή μετά την απολύμανση (αυτόματος δειγματολήπτης)

- SAS (περιέκτης)
- Τροφοδοσία αφυδάτωσης (περιέκτης)
- Έξοδος αφυδατωμένης ιλύος (Πλαστικές σακούλες δειγματοληψίας)
- Στραγγίδια αφυδάτωσης (περιέκτης)

4.4.3 Αναλύσεις εργαστηρίου και παραμέτρων

Στο εργαστήριο ελέγχονται σημαντικοί παράμετροι που σχετίζονται άμεσα με την απόδοση της λειτουργίας του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων. Στόχος είναι ο προσδιορισμός των ρύπων κατά την είσοδο του συστήματος και ο τρόπος απομάκρυνσης πριν αυτά διατεθούν στον θαλάσσιο αποδέκτη.

Όλες οι αναλύσεις γίνονται σύμφωνα με τις μεθοδολογίες και απαιτήσεις των Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater που είναι διεθνώς η πλέον δόκιμη και έγκυρη έκδοση τεχνικών ανάλυσης για τον προσδιορισμό της ποιότητας των υδάτων. Οι μεθοδολογίες αυτές έχουν αναπτυχθεί τις τελευταίες δεκαετίες από πλειάδα ερευνητών από όλο τον κόσμο μελών του "Standard Methods Committee (SMC)".

Αναλύσεις που πραγματοποιούνται στο εργαστήριο

- Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
- Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)
- Αμμωνιακό άζωτο (NH₃-N)
- Κατά kjedahl οργανικό άζωτο (TKN)
- Νιτρικά (NO₃⁻)
- Ολικός φωσφόρος (TP)
- Ολικά στερεά (TS)
- Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)
- Πτητικά στερεά (VS)
- Πτητικά αιωρούμενα στερεά (VSS)
- pH
- Αγωγιμότητα
- Αλκαλικότητα
- Σκληρότητα
- Μικροβιολογικά

4.4.3.1 Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Ορίζεται ως η παράμετρος της ισοδύναμης ποσότητας οξυγόνου που απαιτεί το οργανικό φορτίο των λυμάτων για να οξειδωθεί σε ισχυρά όξινες συνθήκες και να οδηγηθεί σε μια πιο σταθερή κατάσταση. Ο προσδιορισμός τους γίνεται με χρήση τυποποιημένων κυψελίδων (κιτ) και η μέτρηση πραγματοποιείται φωτομετρικά.

Φωτομετρική μέθοδος COD

Η μέτρηση πραγματοποιείται φωτομετρικά στα 600 nm με φωτόμετρο της εταιρείας HACH LANGE DR 3800. Αρχικά το δείγμα φέρεται σε κυψελίδα που περιέχει κατάλληλες ποσότητες αντιδραστηρίων ($K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , Ag_2SO_4).

Ανάλογα με τη συγκέντρωση του δείγματος η καμπύλη αναφέρεται στην κατανάλωση των διχρωμικών ιόντων. Η διαδικασία χώνευσης των δειγμάτων πραγματοποιείται σε θερμοαντιδραστήρα για 2 ώρες στους 148 °C. Μετά το πέρας της διεργασίας οι κυψελίδες φέρονται στο φασματοφωτόμετρο (Εικόνα 4.33) και μετριέται η τιμή COD.



Εικόνα 4.33 Φασματοφωτόμετρο (<https://gr.hach.com>)

Μεθοδολογία ανάλυσης

Πριν την έναρξη της ανάλυσης ο θερμοαντιδραστήρας τίθεται σε λειτουργία ώστε όταν τοποθετηθούν οι κυψελίδες με το δείγμα η θερμοκρασία να είναι 148 °C. Τα δείγματα ομογενοποιούνται πριν τον προσδιορισμό COD με ομογενοποιητή. Έπειτα πραγματοποιείται και προσδιορισμός COD στα διηθήματα των δειγμάτων. Στην περίπτωση αυτή κατάλληλη ποσότητα δείγματος μεταφέρεται στη συσκευή διήθησης, η οποία έπειτα από την αναρρόφηση αποσυναρμολογείται και λαμβάνεται το διήθημα.

Η κυψελίδα που χρησιμοποιείται είναι ένα πλήρες σετ της HACH, LCK514 100-2000 mg/l HR ή LCK314 15-150 mg/l LR (Εικόνα 4.34) και επιλέγεται ανάλογα με το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Στην περίπτωση που αναμένεται αποτέλεσμα στην περιοχή 100-150 mg/l πραγματοποιείται ανάλυση και με τα δύο kit HR & LR. Το Kit ανακινείται καλά ώστε να διαλυθεί το ίζημα στον πυθμένα του φιαλιδίου. Με αυτόματη πιπέττα (Brand 1-5 ml) προστίθενται 2 ml ομογενοποιημένου δείγματος στο kit. Έπειτα το kit ασφαρίζεται και ανακινείται καλά ώστε να αναμιχθεί καλά το δείγμα με τα αντιδραστήρια και τοποθετείται στον θερμοαντιδραστήρα στους 148 °C για δύο ώρες. Μετά από 2 ώρες χώνευσης το kit αφήνεται να έρθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, καθαρίζεται καλά με ακετόνη και τοποθετείται στο φασματοφωτόμετρο. Ο κωδικός του kit αναγνωρίζεται αυτόματα και στην οθόνη εμφανίζεται η μέτρηση του COD σε mg/l.



Εικόνα 4.34 Kit κυψελίδων COD (<https://gr.hach.com>)

4.4.3.2 Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅)

Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου είναι η απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου των μικροοργανισμών προκειμένου να αποικοδομήσουν βιολογικά τους ρύπους των λυμάτων και συγκεκριμένα τον οργανικό ρύπο. Είναι παράμετρος εκτίμησης της ισχύος της οργανικής ρύπανσης σε φυσικούς αποδέκτες και ο προσδιορισμός γίνεται με τη συσκευή μέτρησης BOD.

Μανομετρική μέθοδος

Είναι η μόνη μέθοδος προσδιορισμού με την οποία μπορεί να υπολογιστεί ο συντελεστής k όπου εκφράζει την ταχύτητα κατανάλωσης των οργανικών ουσιών από τους μικροοργανισμούς που περιέχονται στο δείγμα. Με τη μέθοδο αυτή αποφεύγεται η αραίωση των δειγμάτων. Η μέθοδος παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης της καμπύλης κατανάλωσης οξυγόνου. Η κατανάλωση του οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς στηρίζεται στις

κινητικές MONOD και αυτό δηλώνει εξάρτηση του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης από τη συγκέντρωση ενός υποστρώματος.

Η συσκευή μέτρησης BOD (Εικόνα 4.35) αποτελείται από 6 θέσεις τοποθέτησης γυάλινων φιαλών επώασης, χωρητικότητας 300 ml. Παρακολουθείται και καταγράφεται η πίεση και η μείωσή της στο χώρο της φιάλης, όπου σχετίζεται άμεσα με την τιμή BOD. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ελέγχου οι αναδευτήρες αναμειγνύουν το δείγμα, με αποτέλεσμα τη μετακίνηση του οξυγόνου από τον αέρα της φιάλης στο δείγμα. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται δεσμεύεται από στερεό καυστικό κάλιο (ΚΟΗ). Η θερμοκρασία επώασης είναι οι 20 ± 10 °C.



Εικόνα 4.35 Συσκευή μέτρησης BOD (<https://gr.hach.com>)

Μεθοδολογία ανάλυσης

Σε σκουρόχρωμη φιάλη εισάγεται κατάλληλη ποσότητα δείγματος, αφού πρώτα έχει ρυθμιστεί το pH περίπου στο 7. Προστίθενται τα θρεπτικά συστατικά στο διάλυμα και πωματίζεται αρχικά με πλαστικό πώμα που φέρει υποδοχή για το ΚΟΗ. Τοποθετείται το πλαστικό καπάκι με το ενσωματωμένο αισθητήριο μέτρησης μερικής πίεσης και αφήνεται στο θάλαμο για 5 μέρες. Ανά μία ώρα καταγράφεται μέτρηση που εκφράζεται μέσω της καμπύλης κατανάλωσης οξυγόνου του οργάνου.

4.4.3.3 Άζωτο

Το άζωτο βρίσκεται δεσμευμένο ως οργανικό άζωτο σε χημικές ουσίες βιολογικής προέλευσης υπό μορφή πρωτεϊνών ή υπό τη μορφή ανόργανων ενώσεων όπως αμμωνία, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα. Ως ολικό οξειδωμένο άζωτο

ορίζεται το άζωτο που βρίσκεται δεσμευμένο στα νιτρικά και νιτρώδη ιόντα. Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) ή ελεύθερης αμμωνίας (NH_3), ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία του διαλύματος.

Προσδιορισμός αμμωνιακού αζώτου

Υπολογίζεται η ποσότητα αμμωνίας που περιέχεται στα λύματα κατά την εισροή και την εκροή τους από σύστημα επεξεργασίας λυμάτων. Ο προσδιορισμός πραγματοποιείται με αλκαλική απόσταξη και τιτλοδότηση. Το μεγαλύτερο μέρος της αμμωνίας στα λύματα προέρχεται από την υδρόλυση της ουρίας και την απομόνωση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων. Η αμμωνία μετατρέπεται μέσω βιολογικής διεργασίας σε σταθερότερες μορφές αζώτου και τελικά ελαχιστοποιείται ή και εξαλείφεται από το σύστημα.

Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά kjeldahl

Μέσω αυτής της ανάλυσης υπολογίζεται το ολικό κλάσμα αζώτου που βρίσκεται σε οξειδωτική κατάσταση -3. Με τη μέθοδο αυτή δε μπορεί να συνυπολογιστεί οποιαδήποτε άλλη μορφή αζώτου.

Η μέθοδος kjeldahl είναι μια διαδικασία χώνευσης σε ισχυρά οξειδωτικό περιβάλλον παρουσία καταλύτη για τη μετατροπή του αζώτου της ελεύθερης αμμωνίας και των αμμωνιακών σε θειικό αμμώνιο. Η θερμοκρασία χώνευσης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 375 °C και 385 °C για να αποφευχθούν τα σφάλματα κατά τη διαδικασία αυτή.

Οι συσκευές προσδιορισμού αμμωνιακού αζώτου και ολικού αζώτου κατά kjeldahl είναι η αποστακτική στήλη, η πλυντηρίδα, η συσκευή χώνευσης και ο συλλέκτης υδρατμών (Εικόνα 4.36).



Εικόνα 4.36 Συσκευές αμμωνιακού αζώτου και ολικού αζώτου κατά kjeldahl
(<https://www.hach.com>)

Μεθοδολογία Ανάλυσης

Η συσκευή απόσταξης εκπλένεται με αποσταγμένο νερό. Ο όγκος δείγματος καθορίζεται από την αναμενόμενη περιοχή συγκέντρωσης του αμμωνιακού αζώτου.

Αρχικά προετοιμάζεται η συσκευή απόσταξης. Τοποθετείται η φιάλη απόσταξης με αποσταγμένο νερό και η συσκευή εκπλένεται. Συλλέγονται 250–300 ml αποστάγματος και το απόσταγμα απορρίπτεται. Σε μία φιάλη απόσταξης τοποθετείται η κατάλληλη ποσότητα δείγματος με ογκομετρική φιάλη των 25 ή 50 ή 100 ml, και σε άλλη μία φιάλη απόσταξης τοποθετούνται 50 ml αποσταγμένου νερού (τυφλό δείγμα). Στις φιάλες απόσταξης προστίθενται 1 ml ρυθμιστικού διαλύματος βόρακα ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) και 1 ml διαλύματος NaOH, 1 N με αυτόματη πιπέττα.

Σε κωνικές φιάλες των 300 ml φέρονται 50 ml διαλύματος βορικού οξέος (H_3BO_3) με ογκομετρική φιάλη των 50 ml και 4 σταγόνες διαλύματος μικτού δείκτη. Η κωνική φιάλη και η φιάλη απόσταξης τοποθετούνται στις κατάλληλες θέσεις στην αποστακτική στήλη, η οποία τίθεται σε λειτουργία. Η διαδικασία της απόσταξης διακόπτεται όταν στην κωνική φιάλη συλλεχθούν 200-230 ml αποστάγματος περίπου. Στη συνέχεια το απόσταγμα ογκομετρείται με τιτλοδότη διάλυμα H_2SO_4 0,02 N με προχοίδα των 25 ml. Η ογκομέτρηση σταματάει με την αλλαγή του χρώματος του δείκτη από πράσινο σε μωβ, όπου είναι και το τελικό της σημείο. Αρχικά πραγματοποιείται ο προσδιορισμός του αμμωνιακού αζώτου στο αποσταγμένο νερό και μετέπειτα στο δείγμα. Μετά το τέλος της παραπάνω διαδικασίας η συσκευή απόσταξης εκπλένεται με αποσταγμένο νερό κατά τον ίδιο τρόπο που πραγματοποιήθηκε στην αρχή της μεθόδου κατά την προετοιμασία της.

4.4.3.4 Νιτρικά (NO_3^-)

Η μέτρηση πραγματοποιείται με χρήση κυψελίδων από ένα πλήρες σετ της HACH, LCK 339 (Εικόνα 4.37). Τα νιτρικά ιόντα παρουσία θειικού και φωσφορικού οξέος αντιδρούν με την 2,6 - διμεθυλοφαινόλη και σχηματίζεται η ένωση 4 – νίτρο - 2,6 - διμεθυλοφαινόλη, η οποία προσδιορίζεται φωτομετρικά στα 370 nm.



Εικόνα 4.37 Kit κυψελίδων προσδιορισμού νιτρικών ιόντων
(<https://gr.hach.com>)

4.4.3.5 Φωσφόρος

Ο φωσφόρος στα λύματα απαντάται σε πολλές μορφές και συχνότερα με τη μορφή ορθοφωσφορικών (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) και πολυφωσφορικών ιόντων $[\text{Na}_3(\text{PO}_3)_6]$ αλλά και ως οργανικός φωσφόρος. Τα πολυφωσφορικά ιόντα στη φύση υδρολύονται στο νερό προς σταθερές ενώσεις ορθοφωσφορικών και ο δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις φωσφόρος με τη δράση βακτηρίων αποικοδομείται με τελικό προϊόν τα ορθοφωσφορικά ιόντα.

Εργαστηριακά ο ολικός φωσφόρος προσδιορίζεται με τη χρήση κυψελίδων με χρωματομετρική μέθοδος από ένα πλήρες σετ της HACH, με ονομασία LCK 348 και LCK 350 (εικόνα 4.38). Σε όξινο περιβάλλον το μολυβδαινικό αμμώνιο και το τρυγικό κάλιο αντιμονούλιο αντιδρούν με τα ορθοφωσφορικά και σχηματίζουν φωσφόρο-μολυβδαινικό συμπλόκο του αντιμονίου, όπου παρουσία ασκορβικού οξέος μετατρέπεται σε κυανό του φωσφο-μολυβδαίνιου.



Εικόνα 4.38 Kit κυψελίδων προσδιορισμού φωσφόρου (<https://ie.vwr.com>)

4.4.3.6 Στερεά ή στερεό υπόλειμμα

Τα στερεά υπολείμματα αποτελούν σωματίδια ενός δείγματος και είναι μέτρο αλλοίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του νερού ή γενικότερα ενός υγρού μέσου. Τα λύματα περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών

οργανικής ή ανόργανης προέλευσης. Οι κατηγορίες των στερεών που προσδιορίζονται είναι:

- *Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)*

Είναι τα σωματίδια που κατακρατούνται σε φίλτρο ινών υάλου με μέγεθος πόρων 0,45 μm μετά τη διήθηση με χρήση συσκευής διήθησης. Η Συσκευή Διήθησης Κενού (Εικόνα 4.39) αποτελείται από μια φιάλη διήθησης στο πάνω μέρος της οποίας έχει προσαρμοσμένο ένα χωνί Buchner, στο ακροφύσιο της έχει προσαρμόσει σωλήνα σιλικόνης και το άλλο άκρο το έχει τοποθετήσει σε αντλία κενού. Η ποσότητα επιλογής δείγματος εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε στερεά. Ειδικότερα το στερεό υπόλειμμα δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 200 mg.



Εικόνα 4.39 Συσκευή διήθησης Buchner και αντλία κενού
(εικόνα εργαστηρίου ΚΕΛΘ)

Μεθοδολογία ανάλυσης

Πριν την έναρξη της ανάλυσης τίθεται σε λειτουργία ο φούρνος ώστε όταν τοποθετηθούν τα δείγματα η θερμοκρασία να είναι 103-105 °C. Συναρμολογείτε η συσκευή διήθησης με την αντλία κενού, ο ηθμός τοποθετείται προσεκτικά με λαβίδα και η συσκευή τίθεται σε λειτουργία. Λαμβάνεται κατάλληλη ποσότητα δείγματος, η οποία μεταφέρεται στη συσκευή διήθησης. Στη συνέχεια ξεπλένονται τα τοιχώματα της συσκευής διήθησης με αποσταγμένο νερό και συνεχίζεται η αναρρόφηση για 3 min με σκοπό την πλήρη διήθηση του ηθμού. Ο ηθμός απομακρύνεται προσεκτικά από τη συσκευή διήθησης και τοποθετείται στην αντίστοιχη κάψα, η οποία μετέπειτα μεταφέρεται στο φούρνο στους 103-105 °C για μια ώρα. Μετά την πάροδο της μίας ώρας η κάψα με τον ηθμό τοποθετείται στον ξηραντήρα ώστε να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος και έπειτα ο ηθμός ζυγίζεται.

- *Ολικά στερεά (TS)*

Είναι το σύνολο των αιωρούμενων και διαλυμένων στερεών σε ένα δείγμα. Το δείγμα φέρεται σε κάψα και παραμένει σε θερμοκρασία 103-105 °C έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος. Θα πρέπει τα δείγματα να είναι ομογενοποιημένα για να αποφευχθούν σφάλματα στη μέτρηση. Η ποσότητα επιλογής δείγματος εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε στερεά.

Μεθοδολογία ανάλυσης

Οι καθαρές κάψες τοποθετούνται στο φούρνο στους 103-105 °C για μία ώρα. Έπειτα τοποθετούνται σε ξηραντήρα ώστε να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι κάψες ζυγίζονται πριν από τη χρήση τους. Πριν την έναρξη της ανάλυσης τίθεται σε λειτουργία και προθερμαίνεται ο φούρνος ώστε να φτάσει τη θερμοκρασία 103-105 °C.

Επιλέγονται 5–50 gr δείγματος. Το δείγμα τοποθετείται σε προζυγισμένη κάψα, το βάρος κάψας και δείγματος ζυγίζεται. Στα στερεά δείγματα η κάψα τοποθετείται στον φούρνο στους 103–105 °C για 24 ώρες ενώ στα παχύρευστα δείγματα η κάψα πρώτα τοποθετείται σε υδατόλουτρο έως ότου εξατμιστεί η υγρή φάση του δείγματος και μετά μεταφέρεται στον φούρνο στους 103–105 °C για μία ώρα. Μετά την πάροδο του απαιτούμενου χρόνου η κάψα με το δείγμα τοποθετείται στον ξηραντήρα ώστε να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος και έπειτα ζυγίζεται.

- *Αιωρούμενα πτητικά στερεά (VSS)*

Είναι η ποσότητα οργανικού υπολείμματος που έχει παραμείνει στον ηθμό μετά από καύση στους 550±50 °C.

Μεθοδολογία ανάλυσης

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως και στην περίπτωση του προσδιορισμού των ολικών αιωρούμενων στερεών. Έπειτα ο ηθμός φέρεται σε κάψα και τοποθετείται στο πυριαντήριο στους 550 °C για μία ώρα. Μετά την πάροδο της μίας ώρας η κάψα με τον ηθμό τοποθετείται στον ξηραντήρα ώστε να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έπειτα ο ηθμός ζυγίζεται.

Για τον έλεγχο ποιότητας των ηθμών, σε κάθε νέα παραλαβή παρτίδας, σε 5 δείγματα ηθμών αφού περάσουν 20 ml αποσταγμένου νερού (τυφλό δείγμα) τοποθετούνται στο πυριαντήριο στους 550 °C για 1 ώρα και ελέγχεται εάν υπάρχει μείωση βάρους. Σε περίπτωση που υπάρχει απώλεια βάρους η

διαδικασία επαναλαμβάνεται και εάν επαληθευτεί και πάλι η απώλεια βάρους οι ηθμοί κρίνονται ακατάλληλοι.

- **Ολικά πτητικά στερεά (VS)**

Είναι η ποσότητα του ολικού στερεού υπολείμματος μετά από καύση στο πυριαντήριο στους 550 ± 50 °C. Δίνει κατά προσέγγιση την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη των απόβλητων.

Μεθοδολογία ανάλυσης

Οι καθαρές κάψες τοποθετούνται στο πυριαντήριο στους 550 °C για μία ώρα. Έπειτα μεταφέρονται σε ξηραντήρα ώστε να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι κάψες ζυγίζονται πριν από τη χρήση τους και στη συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία προσδιορισμού των ολικών στερεών. Έπειτα οι κάψες τοποθετούνται στο πυριαντήριο στους 550 °C για μία ώρα. Μετά την πάροδο της μίας ώρας η κάψα με το δείγμα τοποθετείται στον ξηραντήρα ώστε να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος και έπειτα ζυγίζεται.

4.4.3.7 Πεχάμετρο

Το pH είναι μια φυσική παράμετρος που προσδιορίζεται ποτενσιομετρικά (ηλεκτρομετρική μέθοδος). Γίνεται με χρήση ειδικών οργάνων που ονομάζονται πεχάμετρα (Εικόνα 4.40) και φέρουν ηλεκτρόδιο υάλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς Ag/AgCl, ενσωματωμένο με αισθητήριο θερμοκρασίας. Η μέτρηση αυτή δηλώνει την τάση των λυμάτων να υιοθετούν ελαφρώς όξινη ή αλκαλική συμπεριφορά. Το pH των λυμάτων κυμαίνεται στη περιοχή 6,5 - 8,5.



Εικόνα 4.40 Πεχάμετρο (<https://www.hach.com>)

4.4.3.8 Αγωγιμότητα (Conductivity)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός διαλύματος είναι η ικανότητα του νερού να άγει ηλεκτρικά φορτία και συνδέεται άμεσα με την ποσότητα των ιόντων και κατά επέκταση των αλάτων, την ευκινησία και το σθένος αυτών. Η μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι SIEMENS/cm (S/cm). Η μέτρηση αυτή γίνεται με ειδικό όργανο που είναι το αγωγιμόμετρο HACK MM347 (Εικόνα 4.41). Η αγωγιμότητα σχετίζεται με την αλατότητα.



Εικόνα 4.41 Μονάδα μέτρησης αγωγιμότητας (<https://es.hach.com>)

4.4.3.9 Αλκαλικότητα (Alkalinity)

Αλκαλικότητα είναι η ικανότητα ενός μέσου να εξουδετερώνει οξέα. Ορίζεται ως η απαιτούμενη ποσότητα οξέος για την εξουδετέρωση των βάσεων που ως επί το πλείστον οφείλονται στην παρουσία ανθρακικών, δισανθρακικών ιόντων και υδροξυλίωντων.

Η αλκαλικότητα προσδιορίζεται ογκομετρικά και εκφράζεται ως ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) mg/l. Ο προσδιορισμός γίνεται με τη χρήση πεχάμετρου. Κατάλληλη ποσότητα δείγματος φέρεται σε ποτήρι ζέσεως και ογκομετρείται με διάλυμα οξέος. Το δείγμα βρίσκεται υπό συνεχή ανάδευση και η ογκομέτρηση σταματάει όταν το pH έχει τιμή 4.

4.4.3.10 Σκληρότητα (Hardness)

Η σκληρότητα του νερού είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 .

Διακρίνεται στην ολική, ανθρακική (παροδική) σκληρότητα και μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα. Η μέτρησή της πραγματοποιείται με τυποποιημένες κυψελίδες από ένα πλήρες σετ της HACH, με ονομασία LCK 327 κιτ (Εικόνα 4.42). Η μέτρηση της απορρόφησης πραγματοποιείται στα 570 nm. Τα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου σχηματίζουν μωβ συμπλόκο παρουσία δείκτη φθαλεΐνης.



Εικόνα 4.42 Κιτ κυψελίδων σκληρότητας (<https://uk.hach.com>)

4.4.3.11 Μικροβιολογικά (Fecal Coliforms)

Σκοπός της μέτρησης αυτής είναι να υπολογιστεί το πλήθος συγκεκριμένων βακτηρίων στην τελική εκροή της εγκατάστασης. Πραγματοποιείται εργαστηριακά προσδιορισμός κοπρικών κολοβακτηριδίων με τη μέθοδο μεμβρανών σε εμπλουτισμένο θρεπτικό υλικό λακτόζης και θερμοκρασία επώασης $44,5 \pm 0,2$ °C για 24 ± 2 ώρες. Ορισμένη ποσότητα m-fc agar διαλύεται σε νερό και προστίθεται διάλυμα ροζολικού οξέος 1 %. Η προσθήκη ροζολικού μπορεί να αποφευχθεί αν δεν υπάρχουν παρεμποδίσσεις. Έπειτα φέρεται σε αποστειρωμένο πλαστικό τρυβλίο (Εικόνα 4.43) μιας χρήσης και αποθηκεύεται στο ψυγείο για 10 μέρες. Το pH του θρεπτικού μέσου πρέπει να είναι $7,4 \pm 0,2$.



Εικόνα 4.43 Πλαστικό τρυβλίο (<https://www.medilab.gr>)

Ο εξοπλισμός αποστειρώνεται στον αποξηραντικό κλίβανο και χρησιμοποιούνται αποστειρωμένοι ηθμοί διαμέτρου 0,2 μm. Κατάλληλη ποσότητα δείγματος διηθείται προκειμένου οι αποικίες των βακτηρίων να είναι από 20 έως 60. Πριν τη διήθηση εκπλένεται η συσκευή διήθησης με 3 δόσεις των 30 ml νερού. Ο ηθμός μεταφέρεται στο θρεπτικό υλικό και μετά στον κλίβανο επώασης. Για μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων τα δείγματα αναλύονται εις διπλούν και ελέγχονται με τον ίδιο τρόπο. Το νερό χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών.

4.4.4 Αυτόματοι αναλυτές δείγματος

Οι αυτόματοι αναλυτές που υπάρχουν εγκατεστημένοι στο ΚΕΛΘ είναι ο αναλυτής τοξικότητας, ο αναλυτής COD, ο αναλυτής φωσφόρου, ο αναλυτής αμμωνιακών και ο αναλυτής νιτρικών. Οι τιμές των αναλυτών καταγράφονται σε γράφημα στο scada.

4.4.4.1 Αναλυτής τοξικότητας

Ο αναλυτής τοξικότητας (Εικόνα 4.44) είναι εγκατεστημένος στο κτίριο της προεπεξεργασίας. Η λειτουργία του είναι συνεχόμενη, με χρόνο απόκρισης 3-5 λεπτά και εύρος μέτρησης 0-100 % τοξικότητας. Είναι εξοπλισμένος με βιοαντιδραστήρα αυτόματης βαθμονόμησης.

Αρχή μεθόδου Μέτρησης

Η τροφοδοσία του βιοαντιδραστήρα επιτυγχάνεται με διοχέτευση συγκεκριμένης αναλογίας λύματος-νερού στο δοχείο για να εξασφαλιστεί το απαραίτητο οργανικό φορτίο και οξυγόνο για τη διατήρηση της βιομάζας.

Η αναλογία λύματος-νερού μεταβάλλεται αυτόματα από τον αναλυτή όταν η κατανάλωση οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς ελαττωθεί κατά 20 % από την επιθυμητή τιμή που έχει οριστεί. Αυτό είναι ένα μέτρο εκτίμησης όταν στον αναλυτή εισέρχεται τοξικό λύμα. Απαραίτητη παράμετρος αποτελεί ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου στο εισερχόμενο λύμα.



Εικόνα 4.44 Αναλυτής τοξικότητας (<http://envitech.co.uk>)

4.4.4.2 Αναλυτής COD

Ο αναλυτής COD (Εικόνα 4.45) είναι εγκατεστημένος στο φρεάτιο μερισμού του ενδιάμεσου αντλιοστασίου ανύψωσης. Η λειτουργία του είναι συνεχόμενη με υψηλή ακρίβεια 50-5.000 mg/l και μικρή κατανάλωση αντιδραστηρίων.

Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο δηλώνει την απαίτηση του οργανικού φορτίου σε οξυγόνο προκειμένου να οξειδωθεί. Τα χλωριόντα του δείγματος μπορεί να προκαλέσουν θετικό σφάλμα στο αποτέλεσμα του COD γιατί μπορεί να οξειδωθούν σε χλώριο (Cl_2). Για τον λόγο αυτό διάλυμα πυκνού θειικού οξέος προστίθεται αρχικά στο δείγμα για να αποφευχθεί το σφάλμα στη μέτρηση του COD.

Έπειτα προστίθεται διχρωμικό κάλιο ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) που οξειδώνει το οργανικό φορτίο του δείγματος. Η μέτρηση είναι αποτέλεσμα του σχηματισμού ιόντων χρωμίου (Cr^{3+}) από την κατανάλωση των διχρωμικών ιόντων ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). Ο προσδιορισμός γίνεται φωτομετρικά και η απορρόφηση μετράτε στα 589 nm.

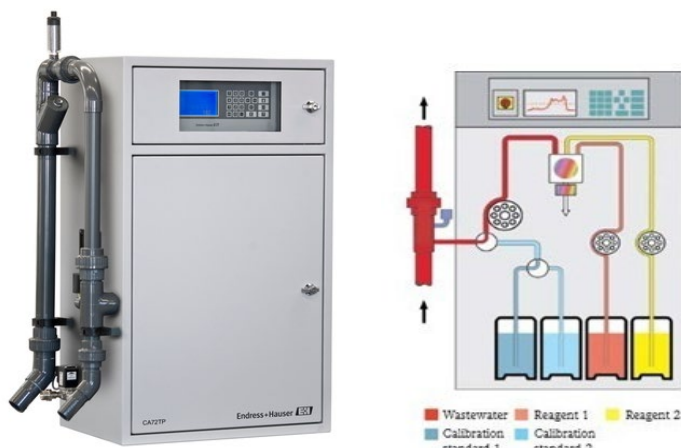


Εικόνα 4.45 Αναλυτής COD (<https://www.endress.com>)

4.4.4.3 Αναλυτής φωσφόρου

Ο αναλυτής φωσφόρου (Εικόνα 4.46) είναι εγκατεστημένος στο κτίριο του αντλιοστασίου εξόδου, στο φρεάτιο εξόδου. Η λειτουργία του είναι συνεχόμενη με εύρος μέτρησης 0-5 mg/l, έχει αυτόματη βαθμονόμηση δύο σημείων με απλή προετοιμασία δείγματος και μικρή απαίτηση συντήρησης.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση των ορθοφωσφορικών ιόντων με μολυβδαίνιο σε όξινο διάλυμα προς σχηματισμό ενός κίτρινου φωσφομολυβδαινικού συμπλόκου. Το σύμπλοκο αυτό αντιδρά με ιόντα βαναδίου για να σχηματίσει τελικά κίτρινο βαναδο-μολυβδαινο-φωσφορικό οξύ.



Εικόνα 4.46 Αναλυτής φωσφόρου (<https://www.si.endress.com>)

Η μέτρηση γίνεται φωτομετρικά σε περιοχή μήκους κύματος από 380-480 nm. Ο απαιτούμενος χρόνος για κάθε στάδιο της μέτρησης μπορεί να ρυθμιστεί

χειροκίνητα. Ο αναλυτής μετράει τη συγκέντρωση των φωσφορικών στην τελική εκροή στο φρεάτιο εξόδου.

4.4.4.4 Αναλυτής αμμωνιακών

Ο αναλυτής αμμωνιακών ιόντων (Εικόνα 4.47) είναι εγκατεστημένος στο κτίριο του αντλιοστασίου εξόδου στο φρεάτιο εξόδου. Η λειτουργία του είναι συνεχόμενη, με εύρος μέτρησης από 0,02 mg/l, έχει αυτόματο σύστημα βαθμονόμησης και καθαρισμού.



Εικόνα 4.47 Αναλυτής αμμωνιακών ιόντων (<https://www.endress.com>)

Η διαδικασία προσδιορισμού χρησιμοποιεί τη φασματοφωτομετρική μέθοδο με το κυανό της ινδοφαινόλης. Το διχλωροϊσοκυανουρικό νάτριο και το σαλικυλικό νάτριο σχηματίζουν μπλε διάλυμα παρουσία αμμωνιακών ιόντων. Η απορρόφηση μετράτε στα 660 nm και είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αμμωνιακών του δείγματος. Ο αναλυτής πραγματοποιεί μέτρηση τυφλού δείγματος ως σημείο αναφοράς.

Το μήκος κύματος για τη μέτρηση αναφοράς είναι ορισμένο στα 880 nm, το οποίο συνυπολογίζεται τελικά στο αποτέλεσμα της τελικής συγκέντρωσης.

4.4.4.5 Αναλυτής νιτρικών

Ο αναλυτής νιτρικών (Εικόνα 4.48) είναι εγκατεστημένος στο κτίριο του αντλιοστασίου εξόδου στο φρεάτιο εξόδου. Η λειτουργία του είναι συνεχόμενη και η μέτρηση γίνεται χωρίς χρήση χημικών διεργασιών ή αντιδραστηρίων.

Η μέθοδος μέτρησης στηρίζεται στα ιόντα των νιτρικών που απορροφούν την ακτινοβολία UV σε εύρος μήκους κύματος από 190 έως 230 nm. Επίσης

και τα νιτρώδη παρουσιάζουν απορρόφηση σε αυτό το εύρος. Η ένταση απορρόφησης είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των νιτρικών και των νιτρωδών, ενώ πραγματοποιείται και μέτρηση αναφοράς σε μήκος κύματος 254 nm.



Εικόνα 4.48 Αναλυτής νιτρικών (<https://www.endress.com>)

5. Μετρήσεις και αποτελέσματα του ΚΕΛΘ

Για την παρακολούθηση της λειτουργίας του ΚΕΛΘ λαμβάνονται στιγμιαία και σύνθετα δείγματα εισερχόμενων και επεξεργασμένων λυμάτων και υπόκεινται σε εργαστηριακές αναλύσεις. Τα στιγμιαία δείγματα λαμβάνονται από το προσωπικό από την έξοδο του βιοαντιδραστήρα, την έξοδο της τελικής καθίζησης, την τροφοδοσία του προανοξικού (RAS), την τροφοδοσία της δεξαμενής αποθήκευσης (SAS) και την αφυδάτωση. Τα σύνθετα δείγματα λαμβάνονται από τους εγκατεστημένους αυτόματους δειγματολήπτες στο κτίριο της προεπεξεργασίας (μετά τη λεπτοεσχάρωση) και στο κτίριο του αντλιοστασίου εξόδου (μετά τη διύλιση).

Οι εργαστηριακές αναλύσεις εκτελούνται στο εργαστήριο του ΚΕΛΘ αλλά και στο εργαστήριο της ΥΠ.Ε.Π.Β.Α.Λ (Υπηρεσίας Ελέγχου Ποιότητας Βιομηχανικών Αποβλήτων και Λυμάτων) στον Ακροκέραμο με την αποστολή σε αυτή μια φορά κάθε εβδομάδα δείγμα λύματος και ιλύος.

Οι αναλύσεις βαρέων μετάλλων στα εισερχόμενα λύματα και στην αφυδατωμένη ιλύς εκτελούνται μόνο στο εργαστήριο του Ακροκέραμου μια φορά την εβδομάδα, καθότι το χημικό εργαστήριο του ΚΕΛΘ δεν διαθέτει τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη διενέργεια των αναλύσεων αυτών.

5.1 Μετρήσεις εισόδου εξόδου λυμάτων στο ΚΕΛΘ

Στα παρακάτω διαγράμματα και πίνακες καταγράφεται η παροχή εισόδου και οι μετρήσεις των εργαστηριακών αναλύσεων, του οργανικού φορτίου (BOD_5 , COD), των αιωρούμενων στερεών (TSS), του ολικού φωσφόρου (TP), του ολικού αζώτου (TN), των αμμωνιακών (NH_4^+-N), των εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων που δέχεται το ΚΕΛΘ.

5.1.1 Μετρήσεις παροχής εισόδου λυμάτων

Η μέτρηση της παροχής των εισερχόμενων λυμάτων γίνεται από το ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο. Στον Πίνακα 5.1 παρατηρούμε τον μέσο όρο παροχής εισόδου των λυμάτων και την μέγιστη παροχή εισόδου λυμάτων ανά έτος που δέχεται το ΚΕΛΘ από το 2013 έως 2020.

Πίνακας 5.1 Μέσος όρος και μέγιστη εισερχόμενη παροχή κάθε έτος.

Έτος	Μέσος Όρος m ³ /day	Μέγιστη παροχή m ³
2013	2185	3650
2014	2218	3845
2015	2686	4125
2016	3510	4884
2017	4378	6642
2018	4904	10194
2019	5550	8115
2020	5867	8689

Από τις παραπάνω καταγραφές παρατηρείται ότι η ετήσια παροχή των εισερχόμενων λυμάτων παρουσιάζει σημαντική αύξηση με την πάροδο του χρόνου. Ειδικότερα, ο μέσος όρος παροχής από τα 2185 m³/d το έτος 2013 έχει φτάσει στα 5867 m³/d το έτος 2020, καταγράφοντας έτσι μια αύξηση περισσότερο από το διπλάσιο. Αυτή η αύξηση είναι αποτέλεσμα της συνεχούς αύξησης των συνδέσεων στο αποχετευτικό σύστημα, όπου το έτος 2020 αγγίζει το 90 % των προβλεπόμενων συνδέσεων και το 28 % εισερχόμενων λυμάτων της συνολικής δυναμικότητας του ΚΕΛΘ.

Ο σχεδιασμός του ΚΕΛΘ έγινε για να εξυπηρετεί πληθυσμό 117.000 κατοίκων με μέση ημερήσια παροχή 21.000 m³/d, η τελευταία απογραφή πληθυσμού το 2011 αριθμούσε 78.302 κάτοικους. Η ημερήσια παροχή λυμάτων που μπορεί να δεχθεί η εγκατάσταση σε σχέση με τον πληθυσμό της περιοχής είναι 14.000 m³/d. Οι ενεργές συνδέσεις έχουν προχωρήσει περίπου στο 90 % έτσι η πραγματική παροχή λυμάτων που μπορεί να δεχθεί το ΚΕΛΘ είναι 12.680 m³/d.

Συγκρίνοντας την ημερήσια πραγματική παροχή λυμάτων των ενεργών συνδέσεων με το μέσο όρο της παροχής του 2020 που δέχεται το ΚΕΛΘ το ποσοστό λειτουργίας φτάνει το 46,5 %

Στον Πίνακα 5.2 καταγράφεται καθημερινά η παροχή εισόδου ανά ώρα, το άθροισμα εκκινήσεων των αντλιών (αντλιοστάσιο εισόδου) καθώς και το ποσοστό (%) λειτουργίας του μετατροπέα συχνότητας σταθερής ροπής.

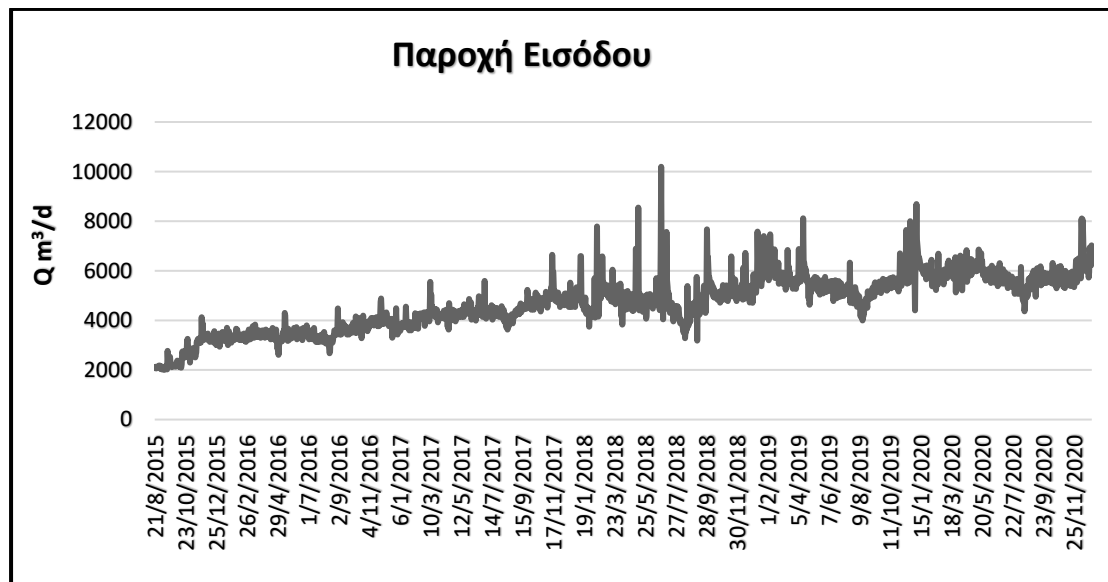
Πίνακας 5.2 Μετρήσεις Παροχής- Θερμοκρασίας - Ph - Οξυγονόμετρα

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Ωρα	Φορές ανά ώρα ΕΚΚΙΝΗΣΗ Η αντλιας	%	m3 totalizer	m3/h	ΠΕΧΑΜΕ ΤΡΟ ανα ώρα ΕΙΣΟΔΟΣ Ο200ΙΗΤ 01 (Ph)	ΘΕΡΜΟΚ ΡΑΣΙΑ ανά ώρα ΕΙΣΟΔΟΣ (°C)	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #5	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #6	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #7	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #8	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #9	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #10	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #11	#2 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #12	#3 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #8	#3 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #9	#3 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #10	#3 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #11	#3 ΟΞΥΓΟΝΟ ΜΕΤΡΟ #12
08:00 ειως 09:00	4	85	124	124	7,88	22,87	4,3	3,7	4,2	4,6	3,9	4,1	3,7	3,2	5,4	3	4	3,6	5,7
09:00 ειως 10:00	5	85	480	356	7,9	23,48													
10:00 ειως 11:00	5	85	639	159	8,02	23,73	2,9	2,3	3	3,9	3,7	3,8	3,7	3,1	2,3	2,8	5	4	5,7
11:00 ειως 12:00	5	85	876	237	8,01	23,96													
12:00 ειως 13:00	5	85	1196	320	7,95	23,39	2,1	2,4	3	3,6	3,3	3,3	3,1	2,7	0,8	2,9	4,1	3	4,2
13:00 ειως 14:00	5	85	1410	214	7,96	24,16													
14:00 ειως 15:00	4	85	1752	342	7,96	24,29	2,9	2,5	2	2,8	4,2	2,6	3,8	3	1,2	1,6	2,7	2,1	2,7
15:00 ειως 16:00	5	85	2000	248	7,93	24,29													
16:00 ειως 17:00	4	85	2307	307	7,94	24,42	3,1	2,4	2,9	3,1	5,4	3,1	5	3,3	1,6	2,4	2,4	2,6	3
17:00 ειως 18:00	5	85	2591	284	7,89	24,36													
18:00 ειως 19:00	4	85	2946	355	7,88	24,43	3,2	2,3	2,7	3,2	5,4	3	5,2	3,6	2,6	3,2	3,4	2,7	3,3
19:00 ειως 20:00	4	85	3240	294	7,89	24,42													
20:00 ειως 21:00	4	85	3580	340	7,91	24,45	3,4	2,5	2,8	3,2	5,7	3,1	5,2	3,7	3,6	3	3,6	3	3,7
21:00 ειως 22:00	4	85	3916	336	7,88	24,42													
22:00 ειως 23:00	5	85	4211	295	7,87	24,64	3,8	2,5	3,1	3,6	5,6	3,3	5,1	3,6	3,9	3,1	4,1	3,2	3,8
23:00 ειως 24:00	4	85	4520	309	7,91	24,67													
24:00 ειως 01:00	5	85	4805	285	7,83	24,66	3,5	2,1	2,2	2,9	4,5	2,7	4,3	3,2	5,3	3,1	4,3	4	5,6
01:00 ειως 02:00	5	85	5051	246	7,89	24,56													
02:00 ειως 03:00	4	85	5269	218	7,82	23,88	3,3	2,5	2,8	3,1	4,7	2,9	4,4	3,4	6,1	3,2	4,3	4,2	6,2
03:00 ειως 04:00	4	85	5432	163	7,88	23,96													
04:00 ειως 05:00	5	85	5533	101	7,82	23,2	3,5	2,5	3	3,5	4,8	3,1	4,5	3,3	8,5	3,2	4,1	4,3	6,7
05:00 ειως 06:00	3	85	5660	127	7,81	22,84													
06:00 ειως 07:00	5	85	5888	228	7,79	22,52	2,3	2,9	3,5	4,8	3,1	4,4	3,2	3,2	9,4	4,4	4,6	4,6	7,4
07:00 ειως 08:00	4	85	5992	104	7,81	23,71													
				-5992															
	107																		
ΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΧΗΣ				5992															
PH average					7,89292														
TEMP average						23,9713													

Η εισερχόμενη παροχή λυμάτων καταγράφεται στον αθροιστή (totalizer του scada) και αντιγράφεται στον Πίνακα 5.2, έτσι έχουμε τα εισερχόμενα κυβικά (m³) κάθε ώρα καθώς και το ημερήσιο άθροισμα. Οι τιμές της θερμοκρασίας, του pH και των οξυγονόμετρων μεταφέρονται στον πίνακα από τις ενδείξεις του scada. Τις τιμές θερμοκρασίας και του pH δίνει όργανο μέτρησης που είναι εγκατεστημένο στο χώρο του αντλιοστασίου εισόδου, έτσι υπολογίζεται ο μέσος ημερήσιος όρος. Τις τιμές των οξυγόνων δίνουν τα οξυγονόμετρα που είναι εγκατεστημένα στα διαμερίσματα του βιοαντιδραστήρα. Οι εκκινήσεις των

αντλιών και το ποσοστό λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών καταγράφονται από τις ενδείξεις του scada.

Στο Διάγραμμα 5.1 απεικονίζεται η παροχή εισόδου των λυμάτων από το 2015 έως το τέλος του 2020.



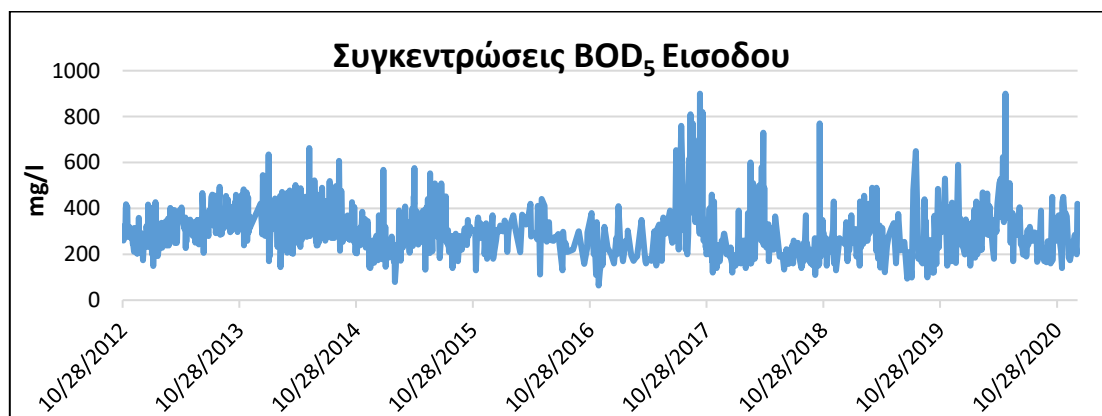
Διάγραμμα 5.1 Εισερχόμενη παροχή

Η μέγιστη παροχή καταγράφεται συνήθως τους χειμερινούς μήνες και σε έντονες βροχοπτώσεις και σχετίζεται με τα ύδατα της βροχής που εισρέουν στο δίκτυο από τις υδρορροές των κατοικιών που είναι συνδεδεμένες παράνομα με το δίκτυο αποχέτευσης. Η ελάχιστη παροχή παρουσιάζεται τους καλοκαιρινούς μήνες και συνήθως τον Αύγουστο, λόγω της χαμηλής βροχόπτωσης.

5.1.2 Μετρήσεις εισόδου

Μετά από αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε σύνθετα δείγματα του εγκατεστημένου αυτόματου δειγματολήπτη στο κτίριο της προεπεξεργασίας καταγράφηκαν οι μετρήσεις συγκεντρώσεων οργανικού φορτίου (BOD₅, COD), αιωρούμενων στερεών (TSS), ολικού φωσφόρου (TP), ολικού αζώτου (TN) και αμμωνιακών (NH₄⁺-N) από τα εισερχόμενα λύματα που δέχεται το ΚΕΛΘ για το χρονικό διάστημα 2012 έως το τέλος του 2020. Οι τιμές των μετρήσεων παρουσιάζονται στα διαγράμματα.

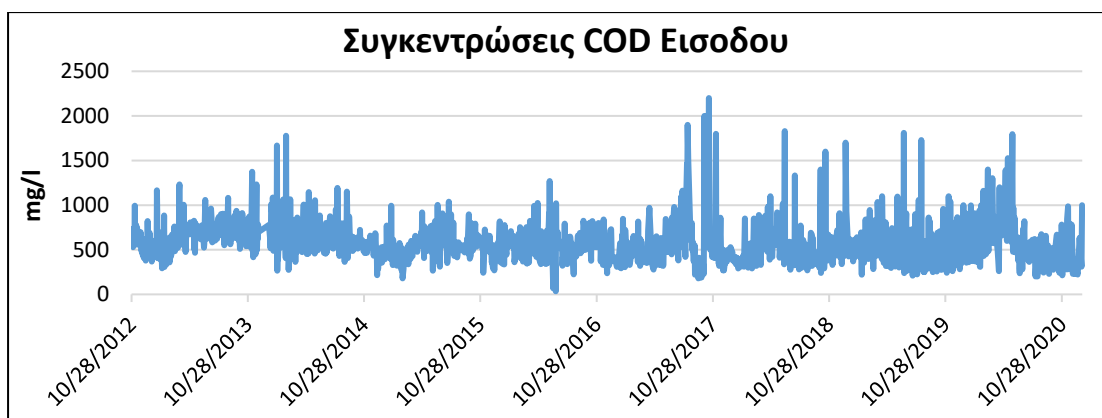
Στο Διάγραμμα 5.2 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου (BOD₅) από 1843 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 298,3 mg/l.



Διάγραμμα 5.2 Συγκεντρώσεις εισόδου οργανικού φορτίου (BOD₅)

Παρατηρούμε ότι γενικά μέχρι το πρώτο εξάμηνο του 2017 οι τιμές εισόδου του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅) των λυμάτων κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με κάποιες αυξήσεις τα έτη 2014 και 2015. Ωστόσο μετά το πρώτο εξάμηνο του 2017 γίνεται φανερό ότι τα επίπεδα του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅) αυξάνονται σημαντικά μέχρι και λίγο πριν το τέλος της χρονιάς. Στη συνέχεια τα επίπεδα επανέρχονται στα ίδια με τα προηγούμενα έτη. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅) είναι η παράμετρος που χρησιμοποιείται συχνά για τον καθορισμό του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων. Η συγκεκριμένη αύξηση υποδηλώνει την αύξηση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων εκείνο το χρονικό διάστημα.

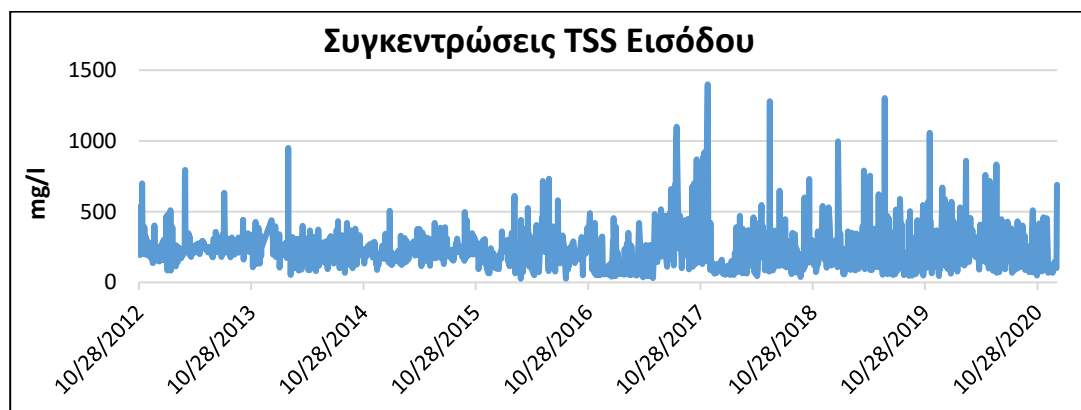
Στο Διάγραμμα 5.3 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου (COD) από 1842 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 580,8 mg/l.



Διάγραμμα 5.3 Συγκεντρώσεις εισόδου οργανικού φορτίου (COD)

Η ίδια τάση με αυτή του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD_5) καταγράφεται το ίδιο χρονικό διάστημα και για το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), παρατηρείτε ότι γενικά μέχρι το πρώτο εξάμηνο του 2017 οι τιμές εισόδου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα, αλλά μετά το δεύτερο εξάμηνο του 2017 τα επίπεδα των ανωτέρω παραμέτρων αυξάνονται.

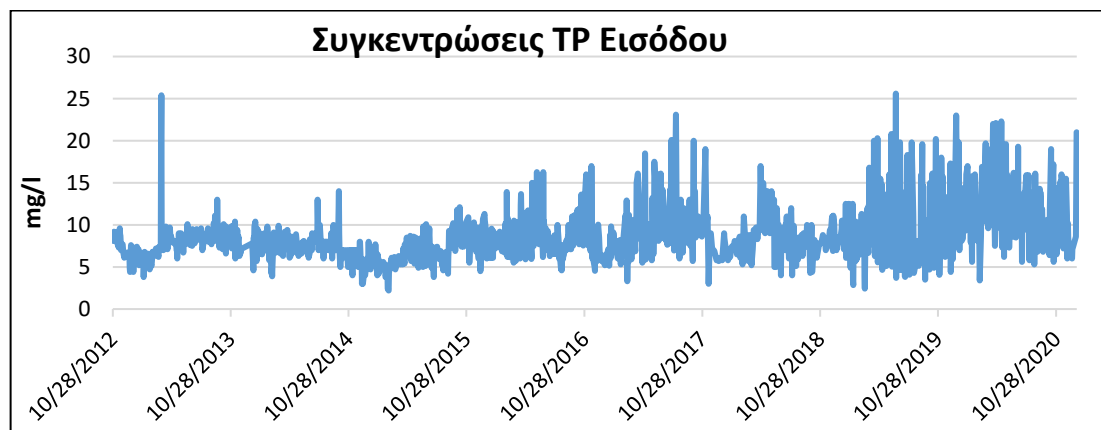
Στο Διάγραμμα 5.4 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών (TSS) από 1841 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 234,8 mg/l.



Διάγραμμα 5.4 Συγκεντρώσεις εισόδου αιωρούμενων στερεών (TSS)

Τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) παρατηρείτε ότι έχουν και αυτά την ίδια τάση με τις άλλες μελετώμενες παραμέτρους το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD_5) και το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD). Μέχρι το πρώτο εξάμηνο του 2017 οι τιμές εισόδου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Αλλά μετά το δεύτερο εξάμηνο του 2017 τα επίπεδα των ανωτέρω παραμέτρων αυξάνονται με εξαίρεση ένα ελάχιστο επίπεδο τιμών στις αρχές του 2018.

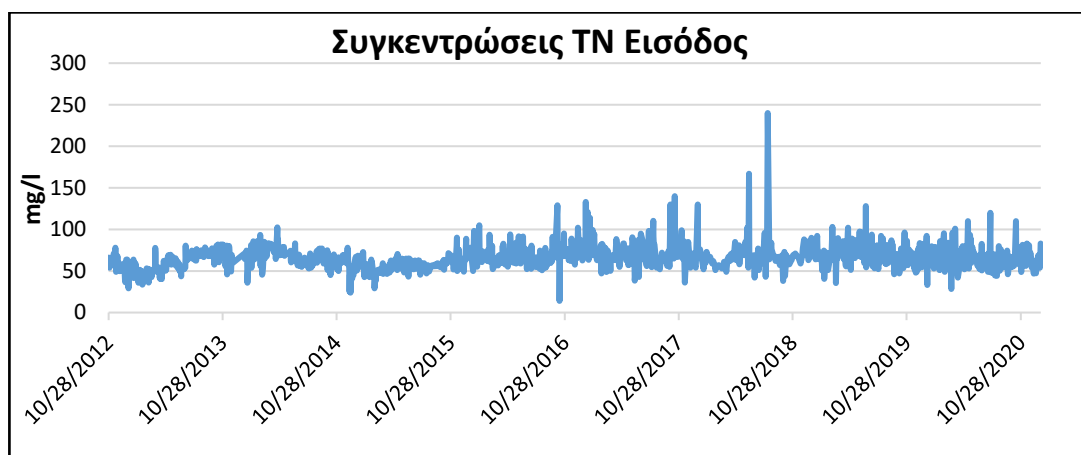
Στο Διάγραμμα 5.5 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου (TP) από 1677 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 7,81 mg/l.



Διάγραμμα 5.5 Συγκεντρώσεις εισόδου ολικού φωσφόρου (TP)

Ο ολικός φωσφόρος (TP) σε αντίθεση με τις άλλες μελετώμενες παραμέτρους παρουσιάζει αύξηση από την αρχή του 2019 η οποία διατηρείται έως τα τέλη του 2020 και σχετίζεται κατά πάσα πιθανότητα από λύματα που εισέρχονται στο δίκτυο από κάποια ή κάποιες βιομηχανικές δραστηριότητες.

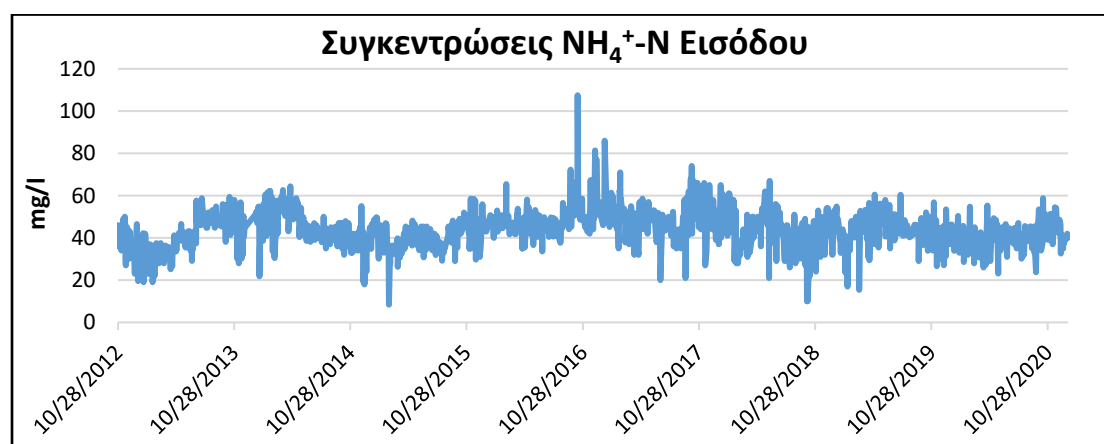
Στο Διάγραμμα 5.6 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου (TN) από 1665 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 62,16 mg/l.



Διάγραμμα 5.6 Συγκεντρώσεις εισόδου ολικού αζώτου (TN)

Ωστόσο, τα επίπεδα του ολικού αζώτου (TN) δεν παρουσιάζουν τα ίδια επίπεδα αύξησης, δηλαδή αυξάνονται αλλά όχι με τη ίδια τάξη μεγέθους όπως των ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS). Καταγράφοντας ένα μέγιστο στα τέλη του 2018, το οποίο ωστόσο δε διατηρείται και επανέρχονται στα ίδια επίπεδα με τα προηγούμενα έτη.

Στο Διάγραμμα 5.7, απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) από 1826 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 41,86 mg/l.



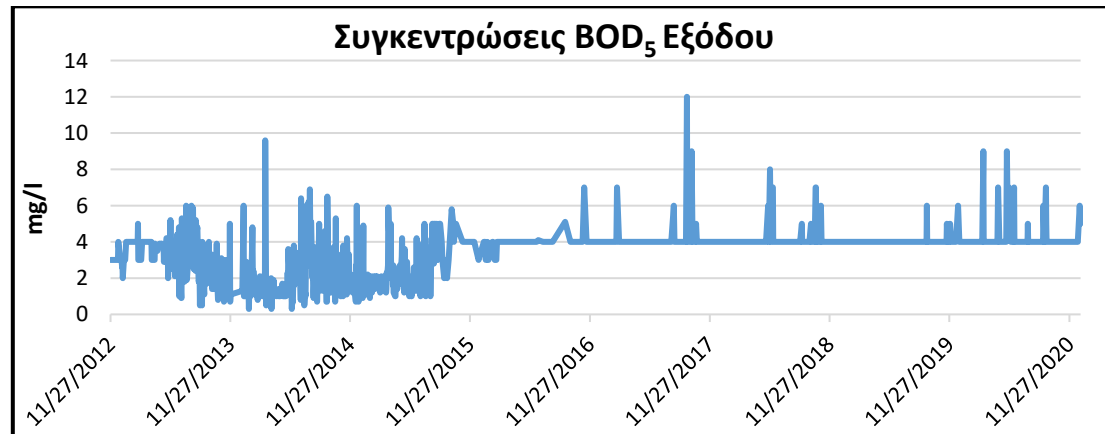
Διάγραμμα 5.7 Συγκεντρώσεις εισόδου αμμωνιακών ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)

Αξίζει να σημειωθεί πως τα επίπεδα του αμμωνιακού αζώτου (NH_4^{+-}N) που σχετίζεται με την ανθρωπίνη δραστηριότητά δεν ακολουθούν το ίδιο μοτίβο μεταβολής, όπως οι άλλες παράμετροι, αλλά αντίθετα διατηρεί σταθερά επίπεδα τιμών σε όλο το διάστημα μελέτης, καταγράφοντας μικρή αύξηση μετά το δεύτερο εξάμηνο του 2017 το οποίο διατηρείται έως τα τέλη του 2020 και ένα μέγιστο στα τέλη του 2016.

5.1.3 Μετρήσεις εξόδου

Μετά από αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε σύνθετα δείγματα του εγκατεστημένου αυτόματου δειγματολήπτη στο αντλιοστάσιο εξόδου καταγράφηκαν οι μετρήσεις οργανικού φορτίου (BOD_5 , COD), αιωρούμενων στερεών (TSS), ολικού φωσφόρου (TP), ολικού αζώτου (TN), αμμωνιακών (NH_4^{+-}N) και νιτρικών (NO_3^{-}N) από τα εξερχόμενα λύματα που δέχεται το ΚΕΛΘ για το χρονικό διάστημα 2012 έως 2020, οι τιμές των μετρήσεων παρουσιάζονται στα διαγράμματα.

Στο Διάγραμμα 5.8 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου (BOD_5) από 1310 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 3,32 mg/l.

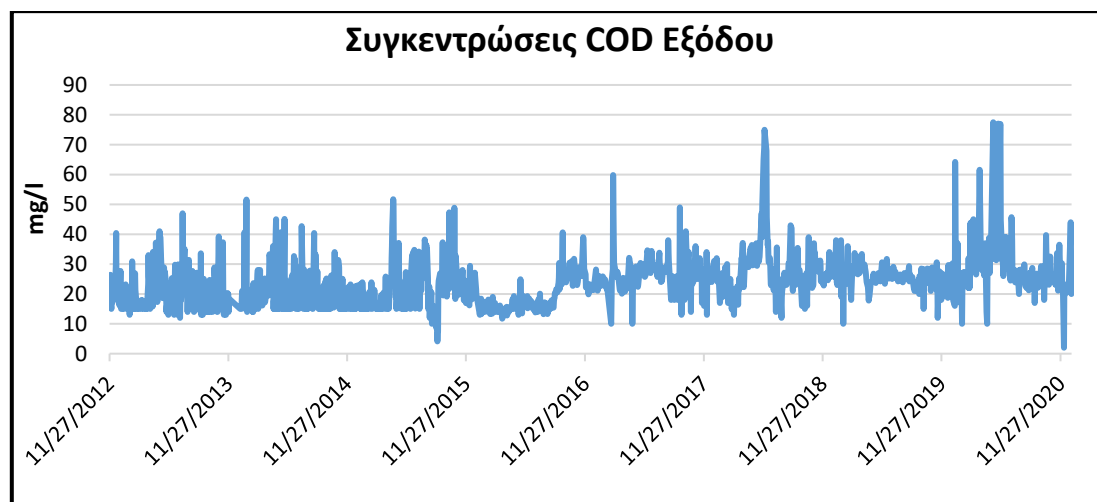


Διάγραμμα 5.8 Συγκεντρώσεις εξόδου οργανικού φορτίου (BOD_5)

Παρατηρείτε ότι οι τιμές εξόδου του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD_5) των λυμάτων παρουσιάζει σημαντική μείωση σε σχέση με τις τιμές εισόδου. Αξίζει να αναφερθεί πως τα επίπεδα εξόδου αυξάνονται σημαντικά στο ίδιο σημείο που καταγράφεται αύξηση των επιπέδων εισόδου στα λύματα, δηλαδή μετά το πρώτο εξάμηνο του 2017. Ο μέσος όρος εισόδου είναι 289,3 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 3,32 mg/l. Το

ποσοστό μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅) φτάνει 99 %. Είναι προφανές πως αυτή η μείωση οφείλεται στην επεξεργασία των λυμάτων από το σταθμό επεξεργασίας.

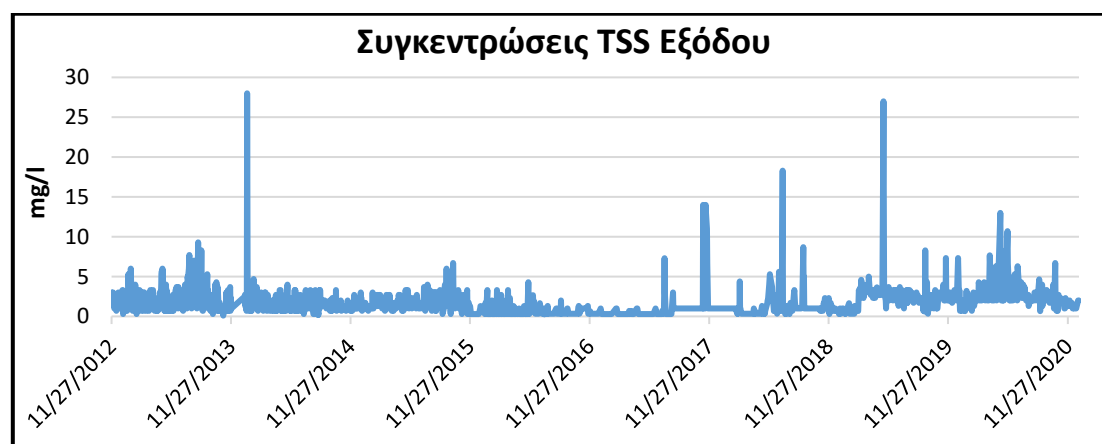
Στο Διάγραμμα 5.9 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου (COD) από 1832 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 23,58 mg/l.



Διάγραμμα 5.9 Συγκεντρώσεις εξόδου οργανικού φορτίου (COD)

Η ίδια τάση μείωσης με αυτή του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅) καταγράφεται το ίδιο χρονικό διάστημα και για το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD). Ο μέσος όρος εισόδου είναι 580,6 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 23,58 mg/l. Το ποσοστό μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) φτάνει 96 %.

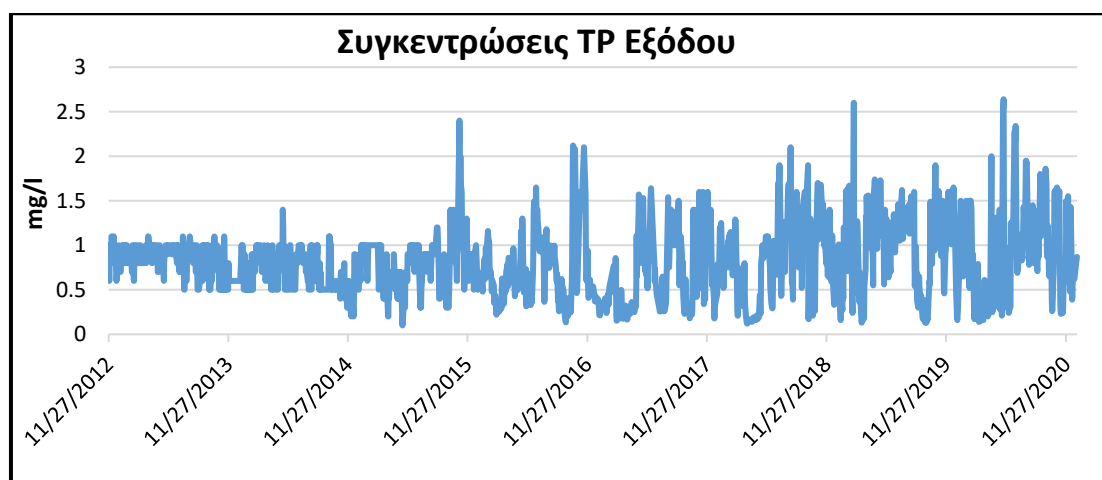
Στο Διάγραμμα 5.10 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών (TSS) από 1835 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 1,69 mg/l.



Διάγραμμα 5.10 Συγκεντρώσεις εξόδου αιωρούμενων στερεών (TSS)

Η ίδια τάση μείωσης με το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅) και το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) καταγράφεται και στα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS). Παρατηρείτε ότι γενικά μέχρι το δεύτερο εξάμηνο του 2018 οι τιμές εξόδου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα, αλλά μετά το πρώτο εξάμηνο του 2019 τα επίπεδα των ανωτέρω τιμών αυξάνονται. Ο μέσος όρος εισόδου είναι 234,8 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 1,69 mg/l. Το ποσοστό μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων στα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) φτάνει 99 %.

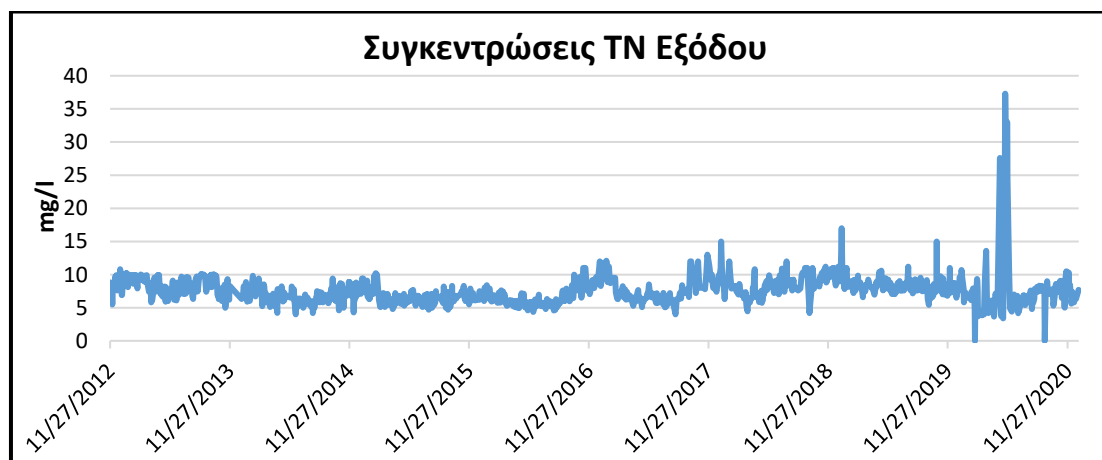
Στο Διάγραμμα 5.11 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου (TP) από 1790 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 0,79 mg/l.



Διάγραμμα 5.11 Συγκεντρώσεις εξόδου ολικού φωσφόρου (TP)

Ο ολικός φωσφόρος (TP) παρατηρείται ότι παρουσιάζει μείωση σε σχέση με τις τιμές εισόδου και διατηρεί σταθερά επίπεδα τιμών έως το δεύτερο εξάμηνο του 2017 όπου και καταγράφεται ένα μέγιστο, έπειτα παρουσιάζει αύξηση την οποία διατηρεί έως το τέλος του 2020. Ο μέσος όρος εισόδου του ολικού φωσφόρου (TP) είναι 7,81 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 0,79 mg/l. Το ποσοστό μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων του ολικού φωσφόρου (TP) φτάνει 91 %.

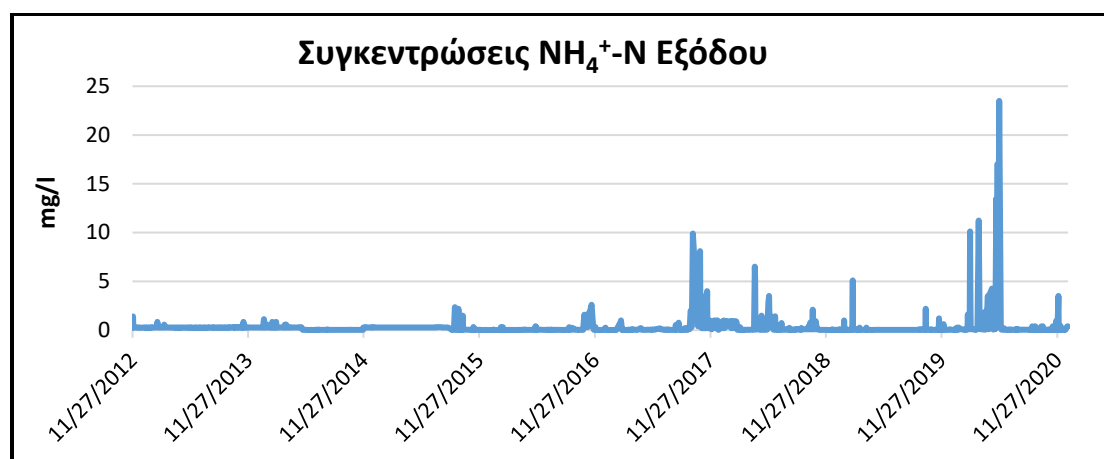
Στο Διάγραμμα 5.12 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου (TN) από 1631 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 7,54 mg/l.



Διάγραμμα 5.12 Συγκεντρώσεις εξόδου ολικού αζώτου (TN)

Το ολικό άζωτο (TN) παρουσιάζει μείωση σε σχέση με τις τιμές εισόδου και διατηρεί σταθερά επίπεδα τιμών έως το 2019 με εξαίρεση το πρώτο εξάμηνο του 2020 όπου και καταγράφεται ένα μέγιστο. Ο μέσος όρος εισόδου του ολικού αζώτου (TN) είναι 62,16 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 7,54 mg/l. Το ποσοστό μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων του ολικού φωσφόρου (TP) φτάνει 89 %.

Στο Διάγραμμα 5.13 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) από 1808 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 0,32 mg/l.

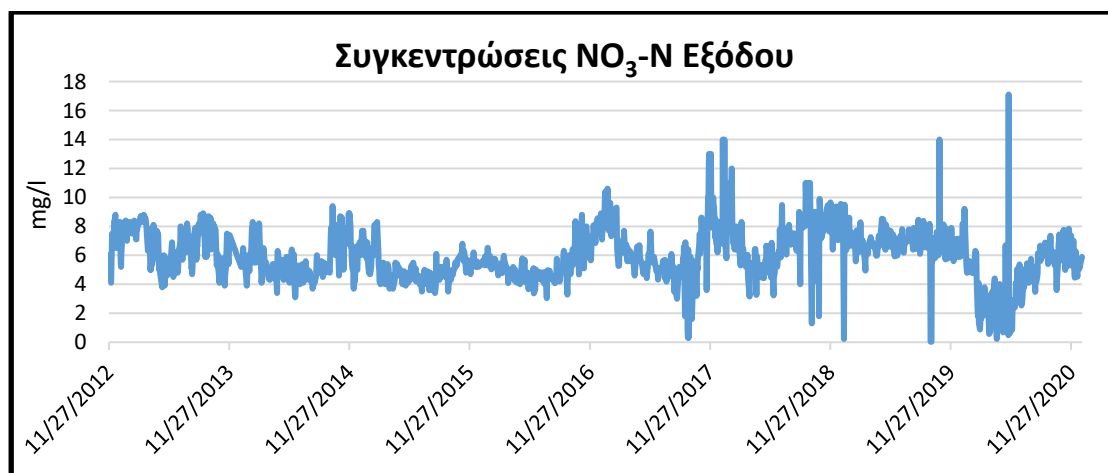


Διάγραμμα 5.13 Συγκεντρώσεις εξόδου αμμωνιακών ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)

Ο μέσος όρος εισόδου του αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) είναι 41,86 mg/l σε σύγκριση με τις τιμές εξόδου που ο μέσος όρος είναι 0,32 mg/l. Το ποσοστό

μείωσης εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων του αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) φτάνει 99,2 %.

Στο Διάγραμμα 5.14 απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ($\text{NO}_3\text{-N}$) από 1844 αναλύσεις δειγμάτων με μέσο όρο 6,01 mg/l.



Διάγραμμα 5.14 Συγκεντρώσεις εξόδου νιτρικών ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Τα επίπεδα του αζώτου (N) δεν ακολουθούν το ίδιο μοτίβο μεταβολής, όπως οι άλλες παράμετροι. Παρουσιάζουν μείωση σε σχέση με τις τιμές εισόδου και διατηρούν σταθερά επίπεδα σε όλο το διάστημα μελέτης. Το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) καταγράφει μέγιστο αμέσως μετά το δεύτερο εξάμηνο του 2017 και το πρώτο εξάμηνο του 2020. Ενώ το νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$) παρουσιάζει αυξομειώσεις με μικρές διακυμάνσεις του μέσου όρου οι οποίες διατηρούνται έως το τέλος του 2019, όπου παρατηρούμε μια σημαντική μείωση έως το πρώτο εξάμηνο του 2020.

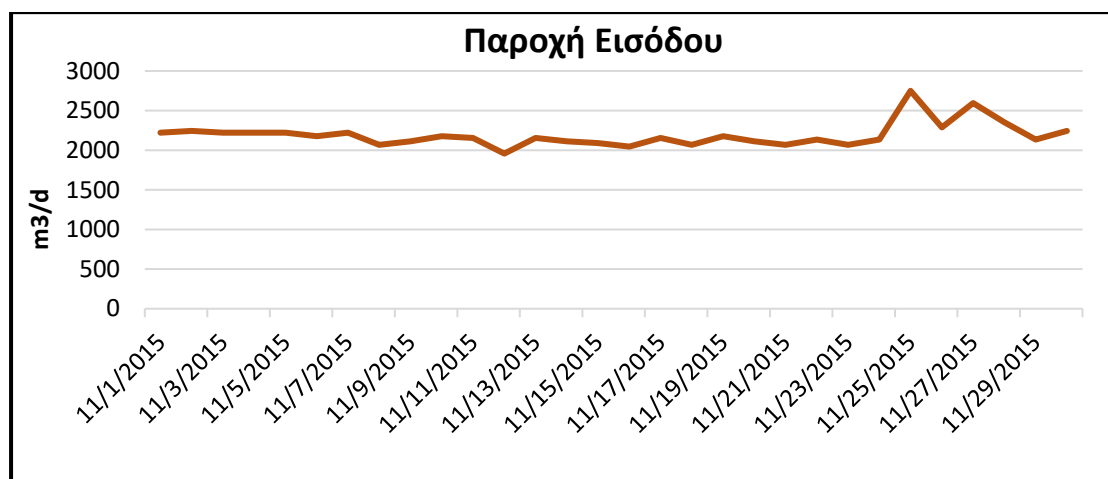
5.2 Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου εξόδου λυμάτων στο ΚΕΛΘ

Για την μηνιαία παρακολούθηση της λειτουργίας του κέντρου λαμβάνονται στιγμιαία ή σύνθετα δείγματα από το προσωπικό ή από τους αυτόματους δειγματολήπτες, εισερχόμενων και επεξεργασμένων λυμάτων. Οι εργαστηριακές αναλύσεις εκτελούνται στο εργαστήριο του ΚΕΛΘ, αλλά συμπληρωματικά και στο εργαστήριο στον Ακροκέραμο.

Μετά από εργαστηριακές αναλύσεις καταγράφονται σε πίνακες και διαγράμματα οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων των εισερχόμενων και εξερχόμενων λυμάτων, της ιλύος καθώς και οι αναλύσεις βαρέων μετάλλων για τον Νοέμβριο του 2015.

5.2.1 Μηνιαίες μετρήσεις εισόδου

Στο Διάγραμμα 5.15 απεικονίζεται η παροχή εισόδου των εισερχόμενων λυμάτων για τον μήνα Νοέμβριο του έτους 2015, μέσα από πλήθος 30 τιμών.



Διάγραμμα 5.15 Εισερχόμενη παροχή για τον μήνα Νοέμβριο

Στον Πίνακα 5.3 καταγράφεται η μέση και μέγιστη μηνιαία τιμή της παροχής εισόδου εισερχόμενων λυμάτων, η μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας, του pH, του οργανικού φορτίου (BOD₅, COD), των αιωρούμενων στερεών (TSS), του ολικού φωσφόρου (TP), του ολικού αζώτου (TN) και αμμωνιακών (NH₄⁺-N) των εισερχομένων λυμάτων για τον μήνα Νοέμβριο. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε σύνθετα δείγματα του εγκατεστημένου αυτόματου δειγματολήπτη στην προεπεξεργασία.

Πίνακας 5.3 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εισερχόμενων λυμάτων ΚΕΛΘ

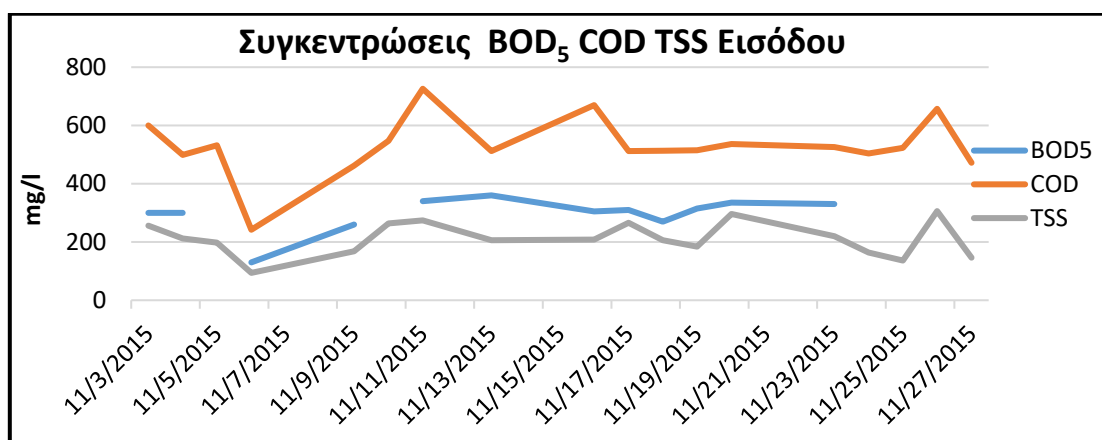
Λειτουργική Παράμετρος	Μέση Τιμή
Παροχή	2.190 m ³ /d
Μέγιστη παροχή	2.750 m ³
pH	7,63
θερμοκρασία	21,8 °C
BOD ₅	293 mg/l
COD	522 mg/l
TSS	204 mg/l
TN	63,0 mg/l
TP	8,10 mg/l
NH ₄ ⁺ -N	45,8 mg/l

Η μέση ημερήσια παροχή των εισερχόμενων λυμάτων ανήλθε στα 2.190 m³/d, παρουσιάζοντας μείωση 19% σε σχέση με τον μέσο όρο του 2015 που είναι 2.686 m³/d. Ο μήνας χαρακτηρίζεται γενικά άνυδρος δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες βροχοπτώσεις, με μοναδική εξαίρεση την 25^η Νοεμβρίου όπου η εισερχόμενη ημερήσια παροχή ανήλθε στα 2.750 m³/d.

Η καταγραφόμενη θερμοκρασία των εισερχόμενων λυμάτων προσδιορίζεται κατά μέσο όρο στους 21.8 °C, σημειώνοντας μείωση σε σχέση με τον μέσο όρο του 2015 που είναι 22,5 °C, αυτό οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες γιατί ο Νοέμβριος είναι μήνας του χειμώνα.

Η μέση τιμή του pH 7,63 προκύπτει από τη συνεχή καταγραφή του οργάνου μέτρησης, που είναι εγκατεστημένο στο χώρο του αντλιοστασίου εισόδου.

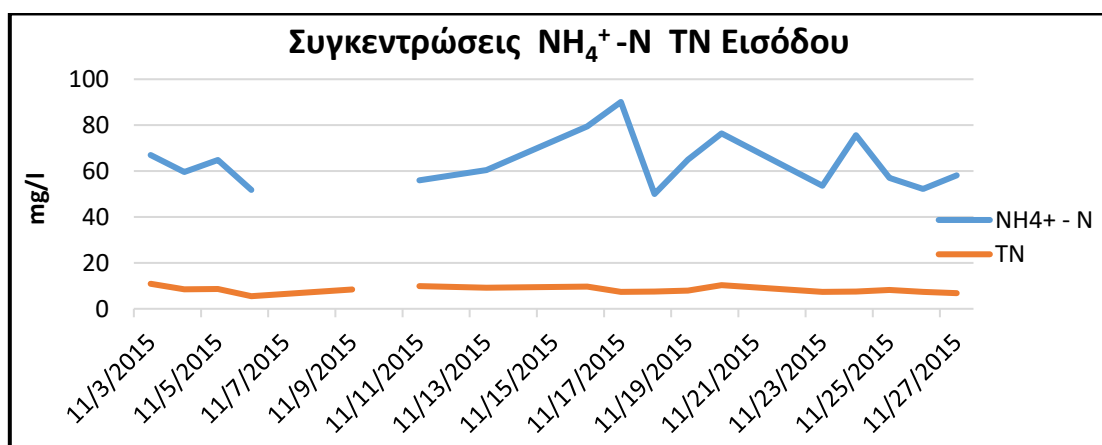
Στα Διάγραμμα 5.16 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων οργανικού φορτίου (BOD₅, COD) από 7 αναλύσεις δειγμάτων και αιωρούμενων στερεών (TSS) από 19 αναλύσεις δειγμάτων των εισερχόμενων λυμάτων.



Διάγραμμα 5.16 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εισόδου (BOD₅, COD, TSS)

Τα εισερχόμενα φορτία ήταν όλα ελαφρώς μειωμένα για το μήνα Νοέμβριο σε σχέση με τον μέσο όρο των μετρήσεων εισόδου. Ο μέσος όρος συγκέντρωσης των φορτίων εισόδου του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅), του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) και αιωρούμενων στερεών (TSS), είναι 293 mg/l, 522 mg/l και 204 mg/l αντίστοιχα.

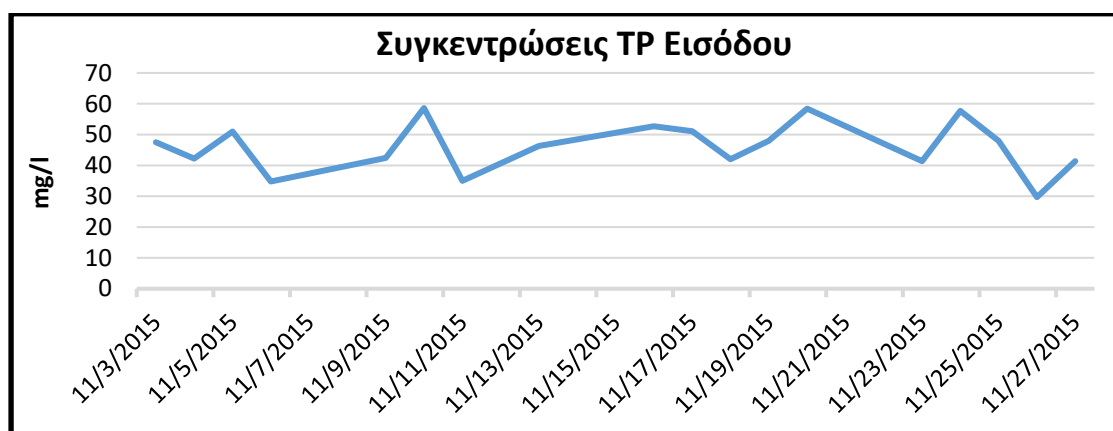
Στο Διάγραμμα 5.17 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου (TN) από 18 αναλύσεις δειγμάτων και αμμωνιακών (NH₄⁺-N) από 20 αναλύσεις δειγμάτων των εισερχόμενων λυμάτων.



Διάγραμμα 5.17 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εισόδου (TN, NH₄⁺-N)

Οι συγκεντρώσεις αμμωνιακού (NH₄⁺-N) και ολικού αζώτου (TN) στην είσοδο είναι κατά μέσο όρο 45,8 mg/l και 63 mg/l αντίστοιχα.

Στο Διάγραμμα 5.18 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου (TP) από 19 αναλύσεις δειγμάτων των εισερχομένων λυμάτων.



Διάγραμμα 5.18 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εισόδου (TP)

Η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου (TP) στην είσοδο προσδιορίστηκε στα 8,10 mg/l.

Στον Πίνακα 5.4 παρουσιάζεται ο μέσος όρος συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων από 6 σύνθετα δείγματα στα εισερχόμενα λύματα. Οι αναλύσεις εκτελούνται στο διαπιστευμένο χημικό εργαστήριο της ΥΠ.Ε.Π.Β.Α.Λ στον Ακροκέραμο.

Πίνακας 5.4 Συγκεντρώσεις Βαρέων Μετάλλων εισερχόμενων λυμάτων

Συγκεντρώσεις Μετάλλων	Τιμή (mg/l)
Ni	14
Zn	0,25
Cr	12,0
Cd	<1,0
Hg	<1,0
Cu	52
Pb	21
As	<5,0

Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα εισερχόμενα λύματα ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αποδεικνύουν την εισροή λυμάτων αμιγούς αστικής προέλευσης στο ΚΕΛΘ.

5.2.2 Μετρήσεις εξόδου μηνιαίες

Στον Πίνακα 5.5 καταγράφεται η μέση μηνιαία τιμή συγκέντρωσης του οργανικού φορτίου (BOD₅, COD), των αιωρούμενων στερεών (TSS), του ολικού φωσφόρου (TP), του ολικού αζώτου (TN), των αμμωνιακών (NH₄⁺-N) και των νιτρικών (NO₃-N) των εξερχόμενων επεξεργασμένων λυμάτων για τον μήνα Νοέμβριο του 2015, μετά από αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε σύνθετα δείγματα του εγκατεστημένου αυτόματου δειγματολήπτη στο αντλιοστάσιο εξόδου μετά την διύλιση.

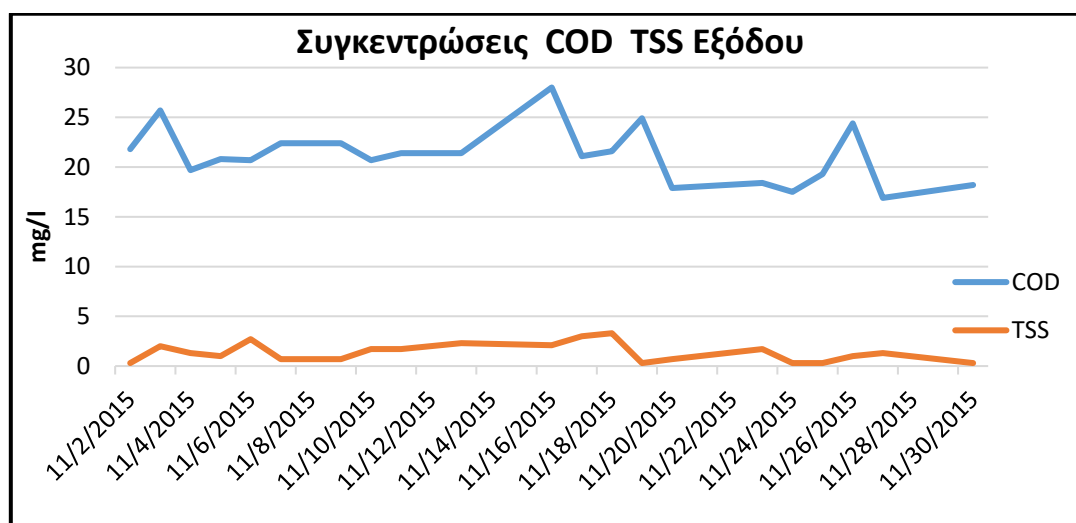
Η μέση τιμή του pH προκύπτει από τη συνεχή καταγραφή του οργάνου μέτρησης, που είναι εγκατεστημένο στο χώρο του αντλιοστασίου εξόδου.

Πίνακας 5.5 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εξερχόμενων λυμάτων

Λειτουργική Παράμετρος	Μέση Τιμή
pH	7,6
BOD ₅	5 mg/l
COD	21,2 mg/l
TSS	1,4 mg/l
TP	0,96 mg/l
TN	6,66 mg/l
NH ₄ ⁺ -N	0,041 mg/l
NO ₃ -N	5,71 mg/l
NO ₂ -N	0,005 mg/l

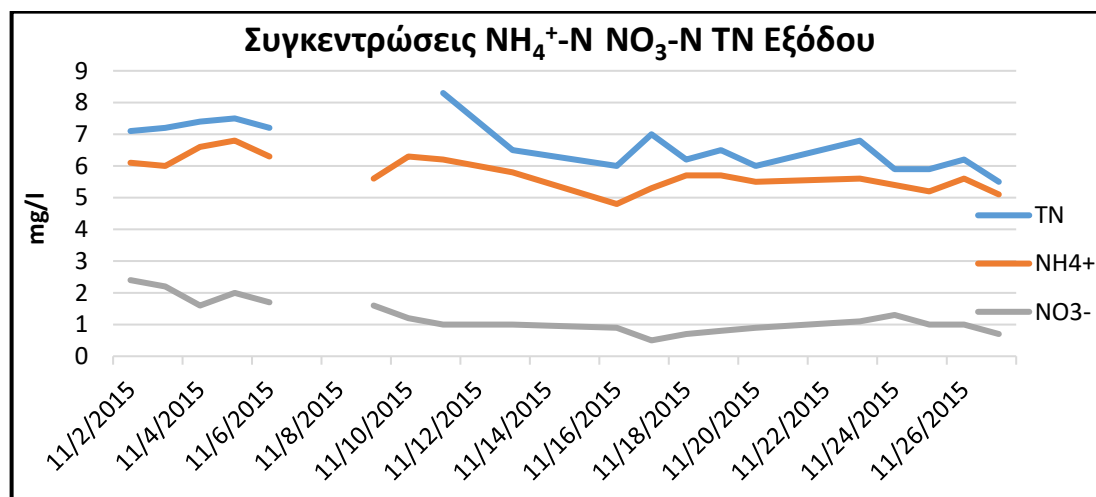
Η μέση τιμή του pH των εισερχόμενων λυμάτων ήταν 7,63 ενώ η μέση τιμή των εξερχόμενων λυμάτων 7,6 με μικρή μείωση.

Διάγραμμα 5.19 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων οργανικού φορτίου (COD) και αιωρούμενων στερεών (TSS) από 21 αναλύσεις δειγμάτων των εξερχόμενων λυμάτων.



Διάγραμμα 5.19 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εξόδου (COD, TSS)

Διάγραμμα 5.20 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου (TN) και των αμμωνιακών ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) από 20 αναλύσεις δειγμάτων των εξερχόμενων λυμάτων.

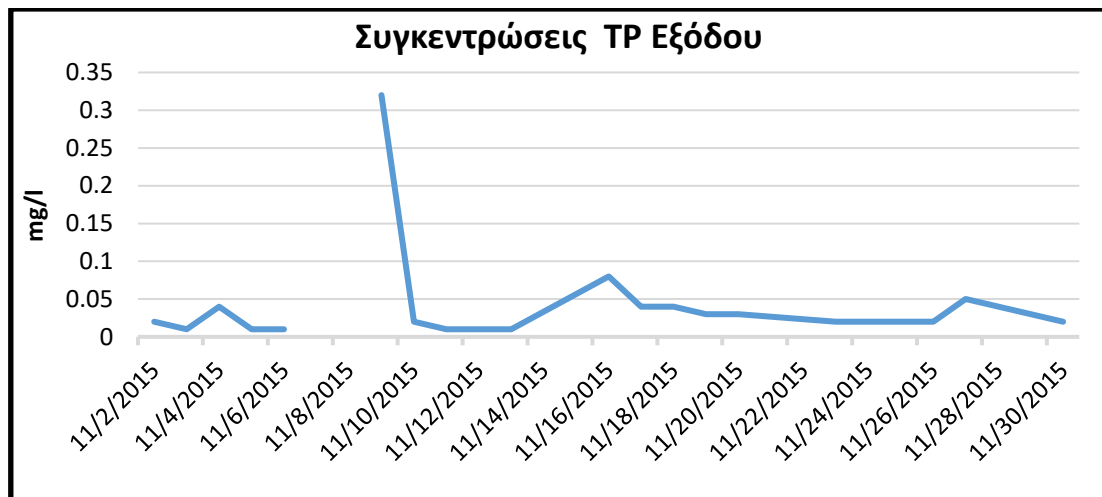


Διάγραμμα 5.20 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εξόδου (TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$)

Οι τιμές των εξερχόμενων φορτίων παρατηρείται ότι παρουσιάζουν μείωση σε σχέση με τις τιμές εισόδου, αυτό οφείλεται στην επεξεργασία των λυμάτων. Η μείωση αυτή σε ποσοστό επί τις εκατό για το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD_5) φτάνει το 98 %, για το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) φτάνει το 96

%, για τα αιωρούμενα στερεά (TSS) φτάνει το 99 % και για το ολικό άζωτο (TN) φτάνει το 89 %.

Διάγραμμα 5.21 απεικονίζονται οι μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου (TP) από 15 αναλύσεις δειγμάτων των εξερχόμενων λυμάτων.



Διάγραμμα 5.21 Μηνιαίες συγκεντρώσεις εξόδου TP

Η μείωση σε ποσοστό επί τις εκατό για τον ολικό φωσφόρο (TP) φτάνει το 85 %, η συγκέντρωση στην εκροή διατηρήθηκε εντός των επιτρεπόμενων ορίων (μικρότερη από 1 mg/l) και για αυτό απαιτήθηκε ειδική κατανάλωση 1,8 kg Al/kg TP που απομακρύνεται. Σημειώνεται ότι στις δύο πρώτες εβδομάδες του μήνα Νοεμβρίου, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση ολικού φωσφόρου (TP) στα σύνθετα δείγματα εκροής, με τιμές TP > 1 mg/l, λόγω βλάβης του συστήματος παρασκευής διαλύματος κροκιδωτικού.

Οι μέσοι όροι των μετρήσεων του μήνα στις αναλύσεις των δειγμάτων εξόδου προσδιορίζονται εντός των ορίων τελικής εκροής όπως προδιαγράφονται στους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους της εγκατάστασης με την ΚΥΑ 127443/30-6-2010.

5.2.3 Μηνιαία απόδοση εγκατάστασης

Στον Πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ο βαθμός απόδοσης, όπως προκύπτει από τις μέσες μηνιαίες μετρήσεις εισόδου εξόδου για τον Νοέμβριο του 2015.

Πίνακας 5.6 Μηνιαίος βαθμός απόδοσης απομάκρυνσης

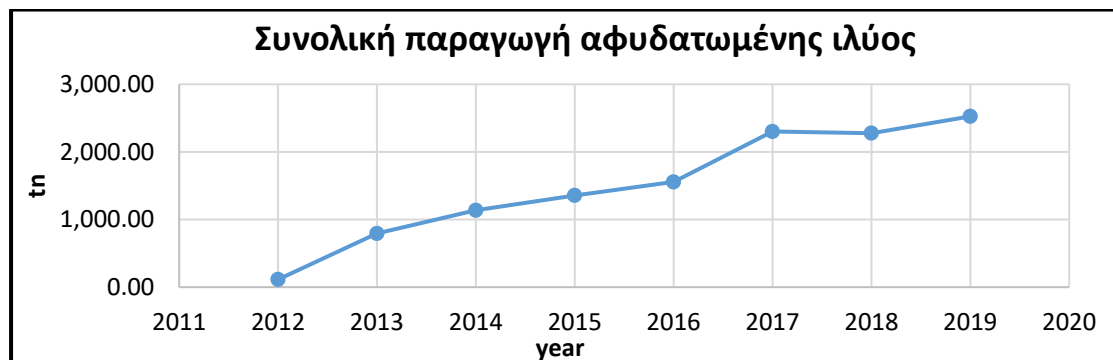
Παράμετρος Ελέγχου	Βαθμός Απόδοσης
Οργανικού φορτίου BOD ₅	98 %
Οργανικού φορτίου COD	96 %
Αιωρούμενων στερεών TSS	99 %
Ολικού φωσφόρου TP	85 %
Ολικού αζώτου TN	89 %

Στην έξοδο προσδιορίστηκαν τιμές συγκεντρώσεων του βιομηχανικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD₅) 5 mg/l με ποσοστό απομάκρυνσης οργανικού φορτίου 98 %, του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) 21,2 mg/l με ποσοστό απομάκρυνσης 96 % και αιωρούμενων στερεών (TSS) 1,4 mg/l με ποσοστό απομάκρυνσης 99 %. Το ολικό άζωτο (TN) εντός των επιτρεπόμενων ορίων εκροής, μικρότερο από 10 mg/l, με μέση τιμή 6,7 mg/l και ποσοστό απομάκρυνσης 89 %. Η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου (TP) διατηρήθηκε εντός των επιτρεπόμενων ορίων με μέση τιμή 0,96 mg/l και ποσοστό απομάκρυνσης 85 %.

Η απόδοση της εγκατάστασης του ΚΕΛΘ για τον μήνα Νοέμβριο του έτους 2015 κυμαίνεται γενικά σε ικανοποιητικά επίπεδα.

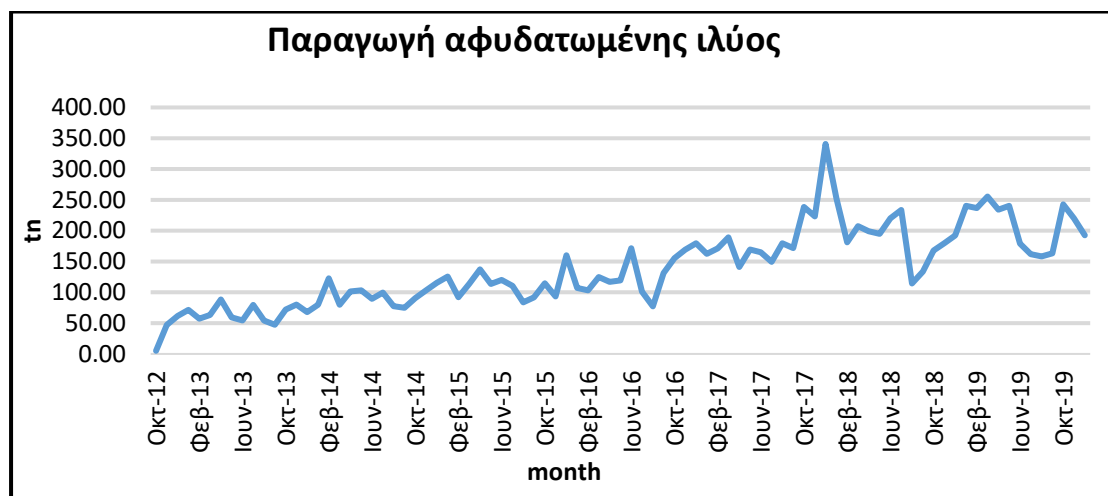
5.3 Μετρήσεις μονάδας αφυδάτωσης στο ΚΕΛΘ

Η συνολική ποσότητα παραγωγής αφυδατωμένης ιλύος από την αρχή της λειτουργίας του ΚΕΛΘ έως τον Δεκέμβριο του 2019 (Διάγραμμα 5.22) είναι 12.059,96 tn.



Διάγραμμα 5.22 Συνολική παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος

Η παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος σε τόνους αναλυτικά κάθε μήνα από την αρχή της λειτουργίας του ΚΕΛΘ έως τον Δεκέμβριο του 2019 (Διάγραμμα 5.23).



Διάγραμμα 5.23 Παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος

Η παραγωγή της ιλύος είναι αυξανόμενη κάθε χρόνο και συσχετίζεται άμεσα με την συνεχόμενη αύξηση της παροχής εισόδου λυμάτων. Το ποσοστό των στερεών στην αφυδατωμένη ιλύς είναι περίπου 18 % (ξηρότητα αφυδατωμένης ιλύος). Η αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται στο ΚΕΛ της Ψυττάλειας, μετά την ξήρανση. Το σύνολο της ιλύος που έχει υποστεί ξήρανση οδηγείται για καύση.

5.3.1 Μηνιαίες μετρήσεις μονάδας αφυδάτωσης

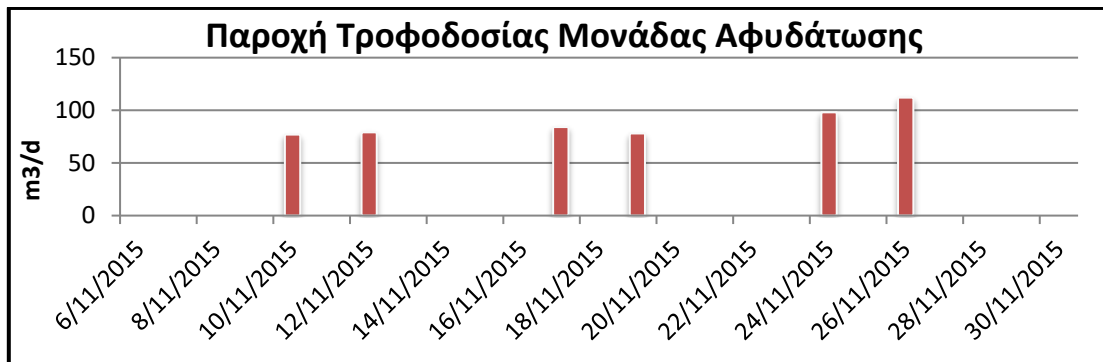
Στον Πίνακα 5.7 παρουσιάζονται από 8 δείγματα οι μέσες μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων τροφοδοτούμενης ιλύος (TS), αφυδατωμένης ιλύος (TS) και στραγγιδίων (TS). Η δειγματοληψία αυτών γίνεται με φορητές πλαστικές συσκευές (περιέκτες). Η τιμή της παροχής τροφοδοσίας και της παροχής των στραγγιδίων στην μονάδα αφυδάτωσης προκύπτει από τη συνεχή καταγραφή μετρήσεων των παροχόμετρων που είναι εγκατεστημένα στο χώρο της αφυδάτωσης. Η συνολική μηνιαία ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος αναφέρεται στο σύνολο των ζυγολογίων που εκτελέστηκαν κατά τη διάρκεια του μήνα Νοεμβρίου 2015.

Πίνακας 5.7 Μηνιαίες μετρήσεις μονάδας αφυδάτωσης

Λειτουργική Παράμετρος	Μέση Τιμή	Λειτουργική Παράμετρος	Μέση Τιμή
Παροχή τροφοδοσίας	23,80 m ³ /d	TS στραγγιδίων	1,06 g/l
Παροχή στραγγιδίων	32,4 m ³ /d	Δόση πολυηλεκτρολύτη	5 kg PE/tn TS
TS Τροφοδοτούμενης ιλύος	32,9 g/l	Συνολική Ποσότητα	Τιμή
TS Αφυδατωμένης ιλύος	19,3 %	Αφυδατωμένης ιλύος	93,4 tn/month

Η ξηρότητα της αφυδατωμένης ιλύος κυμάνθηκε με μέση τιμή μήνα στο 19,3 %. Για τη διατήρηση της ξηρότητας της ιλύος σε αυτά τα επίπεδα απαιτήθηκε αυξημένη κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη και επομένως παραμένει μεγαλύτερη ως προς την ειδική κατανάλωση σχεδιασμού (με χωνεμένη ιλύς).

Διάγραμμα 5.24 παρουσιάζεται η παροχή τροφοδοσίας της μονάδας αφυδάτωσης.



Διάγραμμα 5.24 Παροχή τροφοδοσίας της μονάδας αφυδάτωσης

Η μονάδα αφυδάτωσης λειτουργεί δυο ημέρες κάθε εβδομάδα, η παροχή τροφοδοσίας της εξαρτάται από τη στάθμη και το χρόνο της παχυμένης περίσσειας ιλύος που αποθηκεύεται στη δεξαμενή χωνεμένης ιλύος. Ένας ακόμη βασικός παράγοντας τροφοδοσίας της μονάδας αφυδάτωσης είναι η ποσότητα της καθημερινής περίσσειας ιλύος που απομακρύνεται από την βιολογική βαθμίδα.

Στον Πίνακα 5.8 παρουσιάζεται ο μέσος όρος συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων από 8 δείγματα της αφυδατωμένης ιλύος. Οι αναλύσεις εκτελούνται στο διαπιστευμένο χημικό εργαστήριο της ΥΠ.Ε.Π.Β.Α.Λ στον Ακροκέραμο.

Πίνακας 5.8 Αναλύσεις βαρέων μετάλλων αφυδατωμένης ιλύος

Λειτουργική Παράμετρος	Τιμή (mg/kg TS)	Λειτουργική Παράμετρος	Τιμή (mg/kg TS)
Ni	34	Hg	3,6
Zn	510	Cu	200
Cr	35	Pb	130
Cd	< 1,0	As	<5,0

Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην αφυδατωμένη ιλύς ήταν χαμηλές και αποδεικνύουν την εισροή λυμάτων αμιγούς αστικής προέλευσης στο ΚΕΛΘ.

5.4 Εσχαρίσματα του ΚΕΛΘ

Τα εσχαρίσματα από την χονδροεσχάρωση την λεπτοεσχάρωση και η άμμος από την εξάμμωση συλλέγονται σε κάδους αποθήκευσης και οδηγούνται σε ΧΥΤΑ όπως προβλέπει η περιβαλλοντική μελέτη. Οι κάδοι μεταφορτώνονται σε καδοφόρα και μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις παραλαβής του ΕΔΣΝΑ στην θέση ΧΥΤΑ Φυλής. Το σύνολο των εσχαρισμάτων καταγράφεται στον Πίνακα 5.9 για τη περίοδο από το 2015 έως το 2020.

Πίνακας 5.9 Εσχαρίσματα ΚΕΛΘ 2015 – 2020

Ημερομηνία	Σύνολο (kg/y)	Ημερομηνία	Σύνολο (kg/y)
2015	11.480	2018	11.920
2016	15.470	2019	16.760
2017	12.510	2020	17.420

Παρατηρούμε ότι από το 2015 έως 2020 καταγράφεται συνεχή αύξηση των εσχαρισμάτων, η αύξηση αυτή είναι αποτέλεσμα της συνεχούς αύξησης της παροχής εισερχόμενων λυμάτων στο ΚΕΛΘ.

6. Συμπεράσματα

Η παροχή των εισερχόμενων λυμάτων είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με την δυναμικότητα που έχει το ΚΕΛΘ να επεξεργάζεται λύματα. Παρουσιάζει όμως αύξηση με την πάροδο του χρόνου και έχει φτάσει στο 28 % της δυναμικότητας του κέντρου. Η συγκεκριμένη αύξηση είναι αποτέλεσμα της σταδιακής αύξησης των συνδέσεων στο αποχετευτικό σύστημα που αγγίζει το 90 % των προβλεπόμενων συνδέσεων.

Στις μετρήσεις εισόδου μέχρι το πρώτο εξάμηνο του 2017 οι τιμές εισόδου του βιοχημικά απαιτούμενου, του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου και των ολικά αιωρούμενων στερεών των λυμάτων κυμαίνονται σε σταθερά επίπεδα. Τα έτη 2014 και 2015 παρουσιάζονται κάποιες μικρές αυξήσεις, μετά το δεύτερο εξάμηνο του 2017 τα επίπεδα αυξάνονται σημαντικά μέχρι και λίγο πριν το τέλος της χρονιάς του 2018 όπου και επανέρχονται στα ίδια. Η συγκεκριμένη αύξηση μπορεί και να υποδηλώνει την αύξηση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων εκείνο το χρονικό διάστημα.

Ο ολικός φωσφόρος σε αντίθεση με τις άλλες μελετώμενες παραμέτρους παρουσιάζει αύξηση από την αρχή του 2018 η οποία διατηρείται έως τα τέλη του 2020. Αξίζει να σημειωθεί πως τα επίπεδα του αμμωνιακού αζώτου δεν ακολουθούν το ίδιο μοτίβο μεταβολής, αλλά αντίθετα διατηρεί σταθερά επίπεδα τιμών σε όλο το διάστημα μελέτης, με εξαίρεση ένα μέγιστο στα τέλη του 2016.

Στις μετρήσεις εξόδου μετά την επεξεργασία των λυμάτων οι τιμές του βιοχημικά απαιτούμενου και του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου παρουσιάζουν σημαντική μείωση σε σύγκριση με την αντίστοιχες τιμές εισόδου. Παρόμοια μείωση παρατηρείται και στα επίπεδα των τιμών εξόδου για τις παραμέτρους των ολικά αιωρούμενων στερεών, του ολικού φωσφόρου, του ολικού αζώτου και του αμμωνιακού αζώτου.

Αξίζει να αναφερθεί πως στις μετρήσεις εξόδου τα επίπεδα του βιοχημικά απαιτούμενου και του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου αυξάνονται στο ίδιο σημείο που καταγράφεται αύξηση των επιπέδων και στις τιμές εισόδου, δηλαδή μετά το πρώτο εξάμηνο του 2017.

Μετά την επεξεργασία των λυμάτων από το ΚΕΛΘ ο μέσος όρος των μετρήσεων στις αναλύσεις των δειγμάτων εξόδου προσδιορίζεται εντός των επιτρεπόμενων ορίων της τελικής εκροής και ο βαθμός απόδοσης

απομάκρυνσης της εγκατάστασης υπερκαλύπτει τα απαιτούμενα όρια ελάχιστης ποσοστιαίας μείωσης εκροής.

Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα εισερχόμενα λύματα και στην αφυδατωμένη ιλύς είναι ιδιαίτερα χαμηλές και αποδεικνύουν την εισροή λυμάτων αστικής κυρίως προέλευσης στο ΚΕΛΘ.

Η συνολική ποσότητα παραγωγής αφυδατωμένης ιλύος από την αρχή της λειτουργίας του κέντρου παρουσιάζει αυξητικές τάσεις ανά έτος .

7. Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

Chenoweth, J., Hadjinicolaou, P., Bruggeman, A., Lelieveld, J., Levin, Z., Lange, M.A., Xoplaki, E. & Hadjikakou, M. (2011). Impact of climate change on the water resources of the eastern Mediterranean and Middle East region: Modeled 21st century changes and implications. *Water Resources Research*, 47, W06506.

Dionisi, D. (2017). *Biological Wastewater Treatment Processes, Mass and Heat Balances*, CRC Press.

Dubois, D. Prasadarao, N. V., Mittal, R., Bret, L., ROujou-Gris, M. & Bonnet, R. (2009). CTX-M β -Lactamase production and virulence of *Escherichia coli* K1. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (12).

Eriksson, E., Auffarth, K., MogensHenze & Ledin, A. (2002). Characteristics of grey wastewater, *Urban Water*, 4, 85–104.

Fatta-Kassinou, Despo, Dionysiou, Dionysios D. & Kümmerer, Klaus (2016). *Wastewater Reuse and Current Challenges. The Handbook of Environmental Chemistry*, Springer.

Ferronato, N. & Torretta, V. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1060.

Ganesh, K. (2017). *Governance of Urban Wastewater Reuse for Agriculture. A Framework for Understanding and Action in Metropolitan Region*, Springer.

Ibanez, J.G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C. & Fregoso-Infante, A. (2007). *Mono Mohan Singh, Environmental Chemistry Fundamentals*, Springer.

Ilias, A., Panoras, A. & Angelakis, A. (2014). Wastewater Recycling in Greece: The Case of Thessaloniki, *Sustainability*, 6, 2876-2892.

Kumar, V., Othman, N. & Asharuddin S. (2017). Applications of Natural Coagulants to Treat Wastewater – A Review, MATEC Web of Conferences, 103, 06016.

Lettinga, G. (1995). Anaerobic digestion and wastewater treatment systems. *Antonie van Leeuwenhoek*, 67, 3-28.

Manahan, S.E. (2016). *Environmental Chemistry 10th Edition*, 2017 by CRC Press.

Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*; McGraw Hill: New York.

Oladejo, J., Shi, K., Luo, X., Yang, G. & Wu, T. (2019) A review of sludge-to-energy recovery methods. *Energies*, 12, 1–38.

Philandras, C.M., Nastos, P.T. & Repapis, C.C. (2008). Air temperature variability and trends over Greece. *Global NEST Journal*, 10, 273–285.

Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M. & Imboden, D.M. (2016). *Environmental Organic Chemistry*, 3rd Edition, Wiley.

Sharma, A.K., Baliyan, P. & Kumar, P. (2017). Air pollution and public health: the challenges for Delhi, India, *Reviews on Environmental Health*.

Sun, Y., Chen, Z., Wu, G., Wu, Q., Zhang, Niu, Z. et al. (2016). Characteristics of water quality of municipal wastewater treatment plants in China: Implications for resources utilization and management. *Journal of Cleaner Production* [Internet], 131, 1–9.

Van Haandel, A. & Van der Lubbe, J. (2012). *Design and Optimisation of Activated Sludge Systems. Handbook of Biological Wastewater Treatment: Second Edition*, IWA Publishing.

Wijaya, I.M.W. & Soedjono, E.S. (2018). Physicochemical Characteristic of Municipal Wastewater in Tropical Area: Case Study of Surabaya City, Indonesia, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 135, 012018.

Woltersdorf, L., Liehr, S. & Döll, P. (2015). Rainwater Harvesting for Small-Holder Horticulture in Namibia: Design of Garden Variants and Assessment of Climate Change Impacts and Adaptation, *Water*, 7(4), 1402-1421.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγγελάκης, Α.Ν. & Παρανυχιανάκης, Ν.Β. (2005). Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών υγρών αποβλήτων, ανάγκη θέσπισης κριτηρίων, διαχείριση Υγρών Αποβλήτων με Αποκεντρωμένα Συστήματα Επεξεργασίας. Καρδίτσα 14-15 Οκτ.

Αγγελάκης, Α. & Βούρβαχη, Κ. & Διαβάτης, Η. & Ευμορφοπούλου, Α. & Κάρτσωνας, Ν. & Μαμάης, Δ. & Μποσδογιάννη, Α. & Στάμου Α. (2005), Εναλλακτικοί τρόποι διαχείρισης των παραπροϊόντων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, ΤΕΕ, Αθήνα.

Αναγνώστου, Χ. (2018). Άρθρο στον ιστότοπο Athens Voice 7/3/2018, του Διευθυντή Ερευνών στο Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας του ΕΛΚΕΘΕ.

Βαλαβανίδης, Π.Α. & Βλαχογιάννη, Θ. (2012). Πράσινη χημεία και πράσινη τεχνολογία, Σύγχρονα θέματα.

Βασιλείου, Γ. (2015). Συνέντευξη Αντιπεριφερειάρχη Δυτ. Αττικής στην διαδικτυακή εφημερίδα Φύλαρχος, 27/8/2015.

Βλυσίδης, Α. (2006). Τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βλυσίδης, Α. (2007). Υγρή βιομηχανική ρύπανση, παραδόσεις του μαθήματος του εξαμήνου Σχολής Χημικών Μηχανικών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Βιομηχανική Ρύπανση, Αθήνα.

Δεληαργύρης, Γ. Παπαγγελής, Σ. (2008). Μελέτη για τη σταθεροποίηση της αποκρυστάλλιμης ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων κατά την ανάμιξη με ιπτάμενη τέφρα, Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας, Κοζάνη.

Γιαννόπουλος, Σ. (2002β). Σημειώσεις Αποχετεύσεων, Τεύχος Α, Έκδοση Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.

Ε.Υ.Δ.Α.Π. (2010). Τεχνική Περιγραφή Έργων Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Θριάσιου Πεδίου, Αθήνα.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2010). Εφαρμογή της Οδηγίας 91/271/ΕΚ Κατάσταση στην Ελλάδα 2009, Αθήνα.

Κούγκολος, Α. (2005). Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική, Εκδόσεις Τζιόλη, Θεσσαλονίκη.

Κουτσογιάννης, Δ. (2011). Σχεδιασμός αστικών δικτύων αποχέτευσης, Έκδοση 4, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Λυμπεράτος, Γ. (2003). Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων. Αστικά Λύματα, Α΄ Τόμος, ΕΑΠ, Πάτρα

Μάνιος, Θ. (2007). Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση, Σημειώσεις μαθήματος Τμήματος Μηχανολογίας Α.Τ.Ε.Ι., Κρήτη.

Μαρκαντωνάτος, Γ.Π. (1990). Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων, Β΄ Έκδοση, Αθήνα.

Μαρκαντωνάτος, Γ. Π. (1994). Στοιχεία υγιεινής περιβάλλοντος και υγειονομικής μηχανικής, Αθήνα.

Νταράκας, Ε. (2014). Διαχείριση στερεών αποβλήτων, Θεσσαλονίκη.

Νταράκας, Ε. (2010). Διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, Θεσσαλονίκη.

Πάσσιος, Ι. (2010). Βασικοί Συλλεκτές και Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας και Διάθεσης Λυμάτων στο Θριάσιο Πεδίο, Ε.Υ.Δ.Α.Π., Ελευσίνα.

Σαρηγιάννης, Δ. (2015). Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων - Τριτοβάθμια Επεξεργασία, Θεσσαλονίκη.

Στάμου, Α. & Βογιατζής, Ζ. (1994). Βασικές Αρχές και Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., Αθήνα.

Στάμου, Α. (1995). Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Τραγανίτης, Σ. & Σκουμπούρης, Ι. (1995). Οδηγός Λειτουργίας Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων, Εκδόσεις Ε.Ε.Τ.Α.Α., Αθήνα.

Τσαντίλας, Χ. (2012). Γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος, ΕΘΙΑΓΕ.

Τσώνης, Π. Σ. (2004). Επεξεργασία Λυμάτων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Φίλιππας Άγγελος (2009). Διαχείριση ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ευρώπη με έμφαση στην Ελλάδα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Φυτιάνος, Κ. & Σαμαρά - Κωνσταντίνου Κ. (2009). Χημεία Περιβάλλοντος, Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Διαδικτυακές Πηγές

<https://www.eydap.gr/TheCompany/DrainageAndSewerage/>

<http://portal.eydap.gr>

https://www.eydap.gr/userfiles/thriasio_project_presentation_2010

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=251&language=el-GR>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=P25AiMwRwdk%3D&tabid=251>

<https://www.hellenicparliament.gr>

https://www.eydap.gr/userfiles/c3c4382d-a658-4d79-b9e2-ecff7ddd9b76/Fact_Sheet_%CE%9A%CE%95%CE%9B%CE%98_1.pdf

<https://www.eydap.gr/userfiles/c3c4382d-a658-4d79-b9e2-ecff7ddd9b76/Fact%20Sheet%20%CE%9A%CE%95%CE%9B%CE%98.pdf>

<https://www.politeianet.gr/ekdotis/sugchrona-themata-3949>

<http://www.eleusina.gr/news/singlenews/18-07-30/>

<http://astikalimata.ypeka.gr/Services/Pages/WtpViewApp.aspx#>

<https://curia.europa.eu/>

<https://www.thriassio.gr/>

<https://paraponofylis.blogspot>

<https://fylarhos.blogspot.com>