



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΜΣ «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ: Η
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΡΑΦΑΕΛΛΑ - ΕΛΕΝΗ

ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΥ ΣΟΦΙΑ - (ΑΕΜ 66)

ΚΑΣΤΟΡΙΑ, ΜΑΪΟΣ 2020

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΜΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη πρακτικών διαχείρισης υγρών αποβλήτων από
βιομηχανικές μονάδες: Η περίπτωση του ΑΗΣ Αγ.
Δημητρίου

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΡΑΦΑΕΛΛΑ ΕΛΕΝΗ

ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΥ ΣΟΦΙΑ - (ΑΕΜ 66)

ΚΑΣΤΟΡΙΑ, ΜΑΪΟΣ 2020

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Πιστοποιείται ότι η μεταπτυχιακή εργασία με θέμα:

«Μελέτη πρακτικών διαχείρισης υγρών αποβλήτων από βιομηχανικές μονάδες: Η περίπτωση του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου

της μεταπτυχιακής φοιτήτριας του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της
Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας

ΠΡΩΤΟΓΕΡΟΥ ΣΟΦΙΑ του ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ

Αριθμός Ειδικού Μητρώου: 66

Παρουσιάστηκε δημόσια και εξετάσθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών στις

___ / ___ / 2020

Ο επιβλέπων: Οι συνεπιβλέποντες:

Ραφαέλλα - Ελένη
Σωτηροπούλου

Contents

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
Abstract	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1. ΥΓΡΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	19
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	19
1.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	19
1.2.1. Φυσικά χαρακτηριστικά	20
1.2.2. Χημικά χαρακτηριστικά	23
1.2.3. Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	32
1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	33
1.3.1 Προεπεξεργασία	35
1.3.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	36
1.3.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	38
1.3.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	43
1.3.5 Απολύμανση.....	45
1.4 ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	49
2. Ο ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ	53
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	53
2.2 Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	56
2.2.1 Χαρακτηριστικά του λιγνίτη	56
2.2.2 Ο ελληνικός λιγνίτης	57
3. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	63
3.1 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	63
3.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	64
3.3 ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ- <i>ΛΙΜΝΗ ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ ΚΑΙ ΡΕΜΑ ΣΟΥΛΟΥ</i>	92
3.4 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΕ ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	93
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	97

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ρυπογόνες ουσίες του νερού [33]	20
Πίνακας 2: Περιγραφικές οσμές συχνότερων ενώσεων [3].....	21
Πίνακας 3: Τύποι στερεών που περιέχονται στα λύματα [26].....	22
Πίνακας 4: Κύρια ανόργανα συστατικά υγρών αποβλήτων[26].....	23
Πίνακας 5: Παρουσία αζώτου και φωσφόρου στα λύματα [26]	26
Πίνακας 6: Οργανικά χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων [26].....	31
Πίνακας 7: Βιολογικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων [26]	32
Πίνακας 8: Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης [22]	48
Πίνακας 9: κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης λυμάτων [37]	51
Πίνακας 10: Σταθμοί της περιοχής Κοζάνης-Φλώρινας και εγκατεστημένη ισχύς ανά σταθμό	53
Πίνακας 11: Μονάδες ηλεκτροπαραγωγής Αγίου Δημητρίου [30].....	55
Πίνακας 12: Θερμογόνος δύναμη και αποθέματα λιγνίτη ανά περιοχή [30]	57
Πίνακας 13: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2014 [39]59	
Πίνακας 14: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2015 [40]60	
Πίνακας 15: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2016 [41]61	
Πίνακας 16: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2017 [42]62	
Πίνακας 17: Οριακές τιμές χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων 2014, 2015.....	64
Πίνακας 18: Οριακές τιμές χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων 2016, 2017.....	65
Πίνακας 19: Μηνιαίες τιμές παροχής και pH υδατικών αποβλήτων 2014 .	70
Πίνακας 20: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2014	71
Πίνακας 21: Μηνιαίες τιμές παροχής και pH υδατικών αποβλήτων 2015 .	76
<i>Πίνακας 22: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2015</i>	77
Πίνακας 23: Μηνιαίες τιμές παροχής pH και θερμοκρασίας υδατικών αποβλήτων 2016	83
Πίνακας 24: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2016	84
Πίνακας 25: Μηνιαίες τιμές παροχής pH και θερμοκρασίας υδατικών αποβλήτων 2017	90
Πίνακας 26: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2017	91
Πίνακας 27: Συνεχείς μετρήσεις 2014.....	101
Πίνακας 28: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2014	103
Πίνακας 29: Συνεχείς μετρήσεις 2015.....	105
Πίνακας 30: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2015	107
Πίνακας 31: Συνεχείς μετρήσεις 2016.....	109
Πίνακας 32: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2016	111

Πίνακας 33: Συνεχείς μετρήσεις 2017.....	113
Πίνακας 34: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2017	115

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	34
Διάγραμμα 2: Γραφική απεικόνιση εγκατεστημένης ισχύς των έξι λιγνιτοπαραγωγικών σταθμών της περιοχής Κοζάνης-Φλώρινας	53
Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2014 [39].....	59
Διάγραμμα 4: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2015 [40].....	60
Διάγραμμα 5: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2016 [41].....	61
Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2017	62
Διάγραμμα 7: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2014 ...	66
Διάγραμμα 8: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2014.	66
Διάγραμμα 9: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2014.....	67
Διάγραμμα 10: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2014	68
Διάγραμμα 11: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2014	68
Διάγραμμα 12: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2014.....	69
Διάγραμμα 13: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2014.....	69
Διάγραμμα 14: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2015..	72
Διάγραμμα 15: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2015	72
Διάγραμμα 16: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2015	73
Διάγραμμα 17: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2015	74
Διάγραμμα 18: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2015	74
Διάγραμμα 19: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2015.....	75
Διάγραμμα 20: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2015.....	75
Διάγραμμα 21: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2016..	78
Διάγραμμα 22: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2016	78

Διάγραμμα 23: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2016	79
Διάγραμμα 24: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2016	80
Διάγραμμα 25: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2016.....	80
Διάγραμμα 26: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2016	81
Διάγραμμα 27: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2016.....	81
Διάγραμμα 28: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις COD ανά εβδομάδα 2016.....	82
Διάγραμμα 29: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις χρώματος ανά εβδομάδα 2016.....	82
Διάγραμμα 30: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2017..	85
Διάγραμμα 31: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2017	86
Διάγραμμα 32: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2017	86
Διάγραμμα 33: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2017	87
Διάγραμμα 34: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2017	87
Διάγραμμα 35: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2017.....	88
Διάγραμμα 36: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2017.....	88
Διάγραμμα 37: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις COD ανά εβδομάδα 2017.....	89
Διάγραμμα 38: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις χρώματος ανά εβδομάδα 2017.....	89

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου εργασίας κυρία Ραφαέλλα-Ελένη Σωτηροπούλου για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά και για την καθοδήγηση της κατά την διάρκεια της εκπόνησης της.

Εν συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους.

Τέλος θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και ιδιαίτερα στον αδερφό μου και να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την ηθική συμπαράσταση και στήριξη καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος Π.Μ.Σ. "Τεχνολογίες Διαχείρισης και Αξιοποίησης Ενεργειακών Πόρων" του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Πρόκειται για μελέτη των μεθόδων επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Στο πρώτο μέρος της εργασίας αναφέρθηκαν τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων, τα οποία συμβάλουν άμεσα στην σωστή επιλογή των μεθόδων επεξεργασίας που θα εφαρμοστούν στην εκάστοτε περίπτωση. Στην συνέχεια έγινε ανάλυση των κυριότερων μεθόδων επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων οι οποίες εφαρμόζονται κατά τα διάφορα στάδια επεξεργασίας. Αναφορά έγινε επίσης και στους τρόπους διάθεσης και επαναχρησιμοποίησης τους. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας μελετήθηκε το παράδειγμα του Ατμοηλεκτρικού Σταθμού του Αγίου Δημητρίου στην Κοζάνη. Αναφέρθηκαν κάποια γενικά χαρακτηριστικά του σταθμού καθώς επίσης και του λιγνίτη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο στις μονάδες της Δυτικής Μακεδονίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος αναλύονται οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του σταθμού και όπου απαιτείται έγινε προσπάθεια βελτίωσης τους, ενώ παρατίθενται αναλυτικοί πίνακες και διαγράμματα που αφορούν τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων.

Abstract

This master thesis was carried out in the framework of the graduate program "Technologies for the Management and Exploitation of Energy Resources" of the Department of Mechanical Engineering of the University of Western Macedonia. This is a study of the industrial wastewater treatment methods. The first part of the work mentions the physical, chemical and biological characteristics of the waste, which contribute directly to the correct selection of the treatment methods to be applied in each case. The main applied methods of processing industrial waste during the various processing stages were then analysed. Reference was also made to the ways in which they were disposed and reused. In the second part of the work, the case study of the Steam Power Station of Agios Dimitrios in Kozani was studied. Some general characteristics of the plant as well as lignite, which is used as fuel, were mentioned. Finally, the wastewater treatment facilities of the plant are analysed and where necessary an effort has been made to improve them, while detailed tables and diagrams concerning the characteristics of wastewater are presented.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Ορόσημο της ιστορίας αποτελεί η βιομηχανική επανάσταση που συνέβη στο διάστημα 1760-1860. Αφετηρία αποτέλεσε η Αγγλία γρήγορα όμως επεκτάθηκε και σε όλη την υφήλιο. Χαρακτηρίζεται από ραγδαίες μεταβολές και ανακατατάξεις οι οποίες συμβάλουν στην μετάβαση από την αγροτική μέχρι τότε κοινωνία, στην βιομηχανική. Κατά την βιομηχανική επανάσταση παρατηρείται εκτεταμένη χρήση νέων τεχνικών μέσων που περιορίζαν την χειρωνακτική εργασία με αποτέλεσμα την μεγάλη αύξηση της παραγωγής με ταυτόχρονη μείωση του κόστους. Η αξιοποίηση νέων μορφών ενέργειας καθώς και η εφαρμογή καινοτομιών ήταν επίσης κάποια από τα χαρακτηριστικά της βιομηχανικής επανάστασης. Η αστικοποίηση ευνοήθηκε πολύ καθώς όλο και περισσότεροι άφηναν τις επαρχίες και πήγαιναν στις πόλεις με σκοπό να δουλέψουν στα εργοστάσια, γεγονός που αύξησε τις απαιτήσεις σε κατασκευές και τεχνικά έργα. Η οικονομική εξέλιξη και η βελτίωση του τρόπου ζωής που απέφερε δεν μπορεί να αμφισβητηθεί. Η βιομηχανία ανήκει στον δευτερογενή τομέα και σε συνδυασμό με τον πρωτογενή πλέον αποτελούν τα θεμέλια της παγκόσμιας οικονομίας. Τι αντίκτυπο είχε όμως όλη αυτή η τεράστια βιομηχανική εξέλιξη στο περιβάλλον; Είναι πλέον βέβαιο ότι η ανάγκη για ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών στην βιομηχανία είναι απαραίτητη. Η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι γεγονός και είμαστε όλοι υπεύθυνοι για το μέλλον του πλανήτη μας. Οι επίκτητες ανάγκες μας ωθούν σε όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση προϊόντων αλλά και ενέργειας με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η παραγωγή με σκοπό την κάλυψη αυτών των αναγκών. Δεν μπορούμε όμως να εθελοτυφλούμε στα μείζονα προβλήματα που δημιουργούνται εξαιτίας της υπερκατανάλωσης καθώς το περιβάλλον είναι αυτό που πονάει και υποφέρει όλα τα δεινά. Τι εννοούμε όμως με τους όρους ρύπανση και μόλυνση;

Ρύπανση: με τον όρο ρύπανση αναφερόμαστε στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε ανεπιθύμητο παράγοντα (ρύπος) ο οποίος έχει αρνητικές επιδράσεις στην υγεία, την επιβίωση ή τις δραστηριότητες του ανθρώπου και των άλλων οργανισμών. Οποιοδήποτε υλικό θα μπορούσε να αποτελέσει ρύπο εφόσον ο ρυθμός εισαγωγής του στο σύστημα είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό εξαγωγής του ή την αδρανοποίηση του. Οι ρύποι στην βιομηχανία μπορεί να είναι ανεπιθύμητα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία αποβάλλονται είτε ως παραπροϊόντα είτε ως απόβλητα και είναι απαραίτητη η επεξεργασία τους. Η ρύπανση επίσης θα μπορούσε να πάρει την μορφή ανεπιθύμητων εκπομπών ενέργειας όπως έκλυση θερμότητας, θόρυβος ή ακτινοβολία.

Μόλυνση: Η μόλυνση αποτελεί κατηγορία ρύπανσης με την διαφορά ότι σε αυτή τη περίπτωση συναντάμε παθογόνους μικροοργανισμούς στο σύστημα.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι βιομηχανικές απορρίψεις λυμάτων στο περιβάλλον φέρουν διάφορους τύπους ρύπων στους ποταμούς, στις λίμνη και στα υπόγεια ύδατα. Η ποιότητα του γλυκού νερού είναι πολύ σημαντική καθώς καταναλώνεται ιδιαίτερα από τον άνθρωπο για πόση, για κολύμβηση, για άρδευση και σε πολλές άλλες εφαρμογές. Η παρουσία μολυσματικών ουσιών από βιομηχανική ρύπανση μέσα στο νερό μπορεί να μειώσει την απόδοση των καλλιεργειών και την ανάπτυξη του φυτού και να βλάψει επίσης τον υδρόβιο οργανισμό. Η άμεση επίδραση των λυμάτων στο περιβάλλον γίνεται όταν αυτά συμβάλλουν στη μόλυνση και την καταστροφή των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας που ζουν σε αυτά, εκθέτοντάς τα σε επιβλαβείς χημικές ουσίες που διαφορετικά δεν θα υπήρχαν στη φυσική πορεία των πραγμάτων. Τα απόβλητα είναι μια από τις χειρότερες πηγές και φορείς ασθενειών. Σύμφωνα με μια έκθεση της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, πάνω από 3.4 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένεια που προκαλείται από το νερό. Τα απόβλητα λυμάτων από βιομηχανίες, απορρίπτονται αρκετές φορές σε γειτονικούς αποδέκτες επηρεάζοντας τα υδατικά συστήματα και το έδαφος. Ορισμένα από αυτά τα απόβλητα είναι ανεπεξέργαστα ή ανεπαρκώς επεξεργασμένα, προκαλώντας έτσι σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία. Η ποιότητα των λυμάτων είναι υπεύθυνη για την υποβάθμιση των υδάτινων σωμάτων που τα δέχονται. Τα μη επαρκώς επεξεργασμένα λύματα προκαλούν φαινόμενα ευτροφισμού και δημιουργούν συνθήκες κατάλληλες για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και βακτηριδίων, αυξάνοντας την τοξικότητα των υδάτων. Εκτός από την επίδραση στα υδατικά συστήματα, τα λύματα συμβάλουν και στην υποβάθμιση του εδάφους. Προκειμένου να συμμορφωθούν οι βιομηχανικές μονάδες με τις νομοθεσίες και τις κατευθυντήριες γραμμές για τα λύματα, εφάρμοσαν συστήματα επεξεργασίας πριν από την απόρριψη. Τα συστήματα αυτά θα βοηθήσουν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων για το κοινό, την υγεία και το περιβάλλον [2, 12, 20],[10, 13]

Ρύπανση υδάτων: Ως ρύπανση υδάτων εννοούμε κάθε χημική, φυσική ή βιολογική μεταβολή στην ποιότητα των υδάτων που μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα στην δημόσια υγεία. Η χημική ρύπανση συμβαίνει εξαιτίας επιβλαβών ουσιών, οργανικών ανόργανων και μικροοργανισμών, τα οποία ρυπαίνει ποτάμια, λίμνες, ωκεανούς, υδροφόρο ή οποιοδήποτε υδατικό σύστημα, επηρεάζοντας και προκαλώντας τεράστιες ζημιές στο περιβάλλον

και τους ζωντανούς οργανισμούς που ζούνε σε αυτό. Το νερό είναι μοναδικά ευάλωτο στη ρύπανση. Γνωστός ως "καθολικός διαλύτης", μπορεί να διαλύσει περισσότερες ουσίες από οποιοδήποτε άλλο υγρό στη γη. Οι περισσότερες χημικές ρυπάνσεις προκαλούνται από την βιομηχανία και από την γεωργία. Στην γεωργία η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων έχει άσχημες συνέπειες για το περιβάλλον. Στη βιομηχανία παράγονται καθημερινά τεράστιες ποσότητες αποβλήτων τα οποία περιέχουν τοξικά χημικά και ρύπους όπως μόλυβδο, υδράργυρο, θείο, ασβέστιο, νιτρικά και άλλα επιβλαβή. Το χειρότερο είναι ότι πολλές βιομηχανίες δεν έχουν προνοήσει για τη διαχείριση αυτών των αποβλήτων και απλά διαθέτουν τα τοξικά τους απόβλητα χωρίς την απαραίτητη επεξεργασία σε θάλασσες, λίμνες, κανάλια κ.α. ρυπαίνοντας ή μολύνοντας επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.

Ρύπανση εδάφους: Ο όρος ρύπανση του εδάφους αναφέρεται στη μείωση της ικανότητας να επιτελέσει τις βασικές του λειτουργίες εξαιτίας της εναπόθεσης οργανικών και ανόργανων ουσιών. Η ανθρωπογενής ρύπανση του εδάφους είναι σημαντικό παγκόσμιο ζήτημα και εξαιτίας της χρόνιας παρουσίας τέτοιων ρύπων υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Θερμική ρύπανση: Η θερμική ρύπανση ορίζεται ως ξαφνική αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας ενός φυσικού σώματος νερού (ωκεανός, λίμνη ή ποτάμι) εξαιτίας της ανθρώπινης επιρροής. Πλέον έχει γίνει αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα ότι η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας σε έναν παραλήπτη θα μπορούσε δυνητικά να αποτελέσει παράγοντα οικολογικού προβλήματος. Ο μεγαλύτερος παράγοντας θερμικής ρύπανσης είναι οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου τα θερμικά φορτία προκύπτουν από την απόρριψη του νερού ψύξης. Ο βαθμός θερμικής ρύπανσης καθορίζεται από το ποσό της θερμότητας που απορρίπτεται στο νερό ψύξης. Κάποιες από τις σημαντικότερες οικολογικές συνέπειες της θερμικής ρύπανσης είναι οι παρακάτω:

- ✓ Μείωση της ποσότητας του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου (Dissolved Oxygen)

Η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου. Η αύξηση της θερμοκρασίας συντελεί στην μείωση του DO με επακόλουθο τη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών η οποία τελικά οδηγεί σε ασφυξία φυτών και ζώων.

- ✓ Αύξηση των τοξινών

Με τη συνεχή ροή απόρριψης υψηλής θερμοκρασίας από τις βιομηχανίες, υπάρχει μια τεράστια αύξηση των τοξινών που εισέρχονται στο φυσικό σώμα του νερού.

- ✓ Απώλεια της βιοποικιλότητας

Οι αλλαγές στο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσουν ορισμένα είδη οργανισμών να μετατοπίσουν τη βάση τους σε κάποιο άλλο μέρος.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα βιομηχανικά απόβλητα είναι αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας των βιομηχανικών μονάδων και διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες οι οποίες είναι τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια απόβλητα. Τα απόβλητα ποικίλουν ανάλογα με τον κλάδο της βιομηχανίας από όπου προέρχονται [33]. Κάποιες από τις συνηθέστερες βιομηχανικές μονάδες είναι οι εξής:

- ✓ Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και μεταποίησης γάλακτος
- ✓ Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και μεταποίησης για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από ζωικές πρώτες ύλες
- ✓ Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και μεταποίησης για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από φυτικές πρώτες ύλες
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις φινιστιρίων-βαφών
- ✓ Βυρσοδεψεία
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις χαρτοποιίας
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής και μεταποίησης μετάλλων
- ✓ Χημικές εγκαταστάσεις παραγωγής φωσφορούχων, αζωτούχων ή καλιούχων λιπασμάτων
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής εκρηκτικών υλών
- ✓ Βιομηχανικές εγκαταστάσεις παραγωγής οργανικών χημικών (πχ. χρωμάτων, απορρυπαντικών)
- ✓ Βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ένας άλλος τρόπος διάκρισης των βιομηχανικών αποβλήτων είναι με βάση την επικινδυνότητα τους.

- ✓ Μη επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα τα οποία αποτελούν το 99% των δηλωμένων ποσοτήτων στην Ελλάδα
- ✓ Επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα: εμφανίζουν μία ή περισσότερες από τις θεσμοθετημένες επικίνδυνες ιδιότητες (εκρηκτικό, οξειδωτικό, εύφλεκτο, ερεθιστικό, επιβλαβές, τοξικό, διαβρωτικό, μολυσματικό, μεταλλαξιογόνο, οικοτοξικό, κλπ.). Περιέχουν συγκεκριμένα επικίνδυνα στοιχεία σε συγκεντρώσεις άνω του θεσμοθετημένου ορίου.

Για την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων έχουν θεσπιστεί ειδικοί κανόνες οι οποίοι ορίζουν τον τρόπο επεξεργασίας και διάθεσης τους.

ΤΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορέσουν οι βιομηχανικές μονάδες να απορρίψουν τα υγρά τους απόβλητα σε επιφανειακά ύδατα ή στο έδαφος, είναι η κατάλληλη επεξεργασία τους και η τήρηση περιβαλλοντικών προδιαγραφών και οριακών τιμών. Οι κανόνες αυτοί απαγορεύουν την μεταβολή των φυσικοχημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων και του εδάφους[29] Η Ελληνική νομοθεσία για την επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων είναι η παρακάτω:

Ελληνική νομοθεσία για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα:

- ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192Β): Καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Επίσης αφορά ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα περιέχοντα κυρίως οργανικό φορτίο και τα οποία μπορούν να διοχετευτούν σε 4 αποχετευτικά δίκτυα και σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων, αφού προηγουμένως έχουν υποβληθεί σε προκαταρκτική επεξεργασία.
- Υγειονομική διάταξη Ε1β 221/65 (ΦΕΚ 138/Β): «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε με την Υ.Α. Γ1/17831/71 (ΦΕΚ 986/Β) και Υ.Α. Γ4/1305/74 (ΦΕΚ 801/Β).
- ΚΥΑ 4859/726/01 (ΦΕΚ 253/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 74/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976».
- ΚΥΑ 55648/2210/91 (ΦΕΚ 323Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».
- ΠΥΣ 255/94 (ΦΕΚ 123/Α): Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ' αριθ. 55648/2210/1991 ΚΥΑ «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».
- ΥΑ 90461/2193/94 (ΦΕΚ 843/Β): Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ' αριθ. 55648/2210/1991 ΚΥΑ «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».
- ΠΥΣ 73/90 (ΦΕΚ 90/Α): «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου».

- ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197/Α): «Προστασία υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον».
- ΚΥΑ 26857/553/88 (ΦΕΚ 196/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων νερών από απόρριψη επικίνδυνων ουσιών».
- ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».
- ΥΑ 45/2280/83 (ΦΕΚ 720/Β): «Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής Πρωτευούσης από ρυπάνσεις και μολύνσεις».
- ΥΑ 15519/83 (ΦΕΚ 455/Β): «Περί των όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών».
- Π5 179182/656/79 (ΦΕΚ 582/Β): «Περί διαθέσεως υγρών αποβλήτων από τις παραγωγικές διαδικασίες των βιομηχανιών περιοχής Μείζονος Περιοχής Πρωτευούσης δια του δικτύου υπονόμων και των ρευμάτων που εκτρέπονται στον 5 Κ.Α.Α. και που εποπτεύονται από τον ΟΛΠ με αποδέκτη τη θαλάσσια περιοχή Κερατσινίου Πειραιώς».
- Ν. 743/77 (ΦΕΚ 319/Α): «Περί προστασίας του θαλασσιού περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων».

Διανομαρχιακές Αποφάσεις για διάθεση υγρών αποβλήτων

- 5340/85 Κοινή Απόφαση Νομαρχών Ημαθίας, Θεσσαλονίκης και Πέλλας Αριθ. Οικ. "Ειδικοί όροι διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και καθορισμός της ανώτερης τάξης χρήσης των νερών του ποταμού Λουδία"
- 330/81 Διανομαρχιακή Απόφαση, νομαρχών Αχαΐας, Αιτωλίας & Ακαρνανίας, Βοιωτίας, Δυτικής Αττικής, Κορινθίας και Φωκίδος "Περί Διάθεσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στους κόλπους Κορινθιακό και Πατραϊκό"
- 5ΥΠ/ Β3/ Φ75/ οικ. 36726 Διανομαρχιακή Απόφαση των νομαρχών Πέλλας και Φλώρινας "Ειδικοί όροι διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και καθορισμός της ανωτέρας τάξης χρήσης των νερών της λίμνης Βεγορίτιδας"
- 6550/81 Κοινή Απόφαση Νομαρχών Σερρών και Δράμας Αριθ. 6550/81 "Περί χρήσεως των νερών του ποταμού Αγγίτη και των χειμάρρων, τάφρων και διωρύγων που καταλήγουν σ' αυτόν και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς".
- 17823/81 Διανομαρχιακή Απόφαση, νομαρχών Ανατολικής Αττικής, Συτικής Αττικής, Πειραιώς και Κορινθίας "Περί διαθέσεως υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στο Σαρωνικό Κόλπο"

1. ΥΓΡΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ένα από τα πλέον κοινά υποπροϊόντα βιομηχανικών ή εμπορικών δραστηριοτήτων είναι τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα, δηλαδή το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των εμπορικών προϊόντων σε κάθε βιομηχανία, σε όλες σχεδόν τις φάσεις της παραγωγής. Στο σημείο εκροής των παραγωγικών διεργασιών, οι όγκοι των υγρών αποβλήτων είναι μεγάλοι, η ροή τους δεν είναι πάντα σταθερή και η ποιότητα τους εξαρτάται από το είδος της παραγωγικής διαδικασίας και από τις ύλες που χρησιμοποιούνται. Η οργανική ύλη, τα μέταλλα και τα υπόλοιπα επιβλαβή συστατικά που βρίσκονται στα απόβλητα πρέπει να αφαιρεθούν προτού το νερό να αποφορτιστεί με ασφάλεια στο έδαφος, σε υδατικά συστήματα ή να χρησιμοποιηθεί ξανά στις εγκαταστάσεις των βιομηχανιών [31, 33]

1.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Πριν από τη συζήτηση σχετικά με την επεξεργασία και την αποκατάσταση των υδάτων, θα πρέπει να γνωρίζουμε τον ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτήρα των ρυπαντών του νερού. Πολλοί ρύποι υπάρχουν στα λύματα, αλλά η τοξικότητα παρατηρείται μόνο πέραν ενός ορισμένου ορίου που ονομάζεται επιτρεπόμενο όριο. Ο τύπος των ρύπων που υπάρχουν στα λύματα εξαρτάται από τη φύση των δραστηριοτήτων απελευθέρωσης βιομηχανικών, γεωργικών και αστικών λυμάτων. Οι διάφοροι τύποι ρύπων ύδατος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως ανόργανες, οργανικές και βιολογικές. Οι πιο συνηθισμένοι ανόργανοι ρύποι ύδατος είναι τα βαρέα μέταλλα, τα οποία είναι ιδιαίτερα τοξικά και καρκινογόνα. Επιπλέον, νιτρικά, θειικά, φωσφορικά, φθοριούχα και χλωριούχα έχουν επίσης μερικά σοβαρά επικίνδυνα αποτελέσματα. Οι τοξικοί οργανικοί ρύποι προέρχονται από παρασιτοκτόνα που περιλαμβάνουν εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα φαινόλες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, αλογονωμένοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, φορμαλδεΐδη, απορρυπαντικά, έλαια, λίπη κλπ. Επιπλέον, φυσιολογικοί υδρογονάνθρακες, αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, πρωτεΐνες, βρίσκονται επίσης στα λύματα. Διαφορετικοί τύποι μικροβίων που αναπτύσσονται στα λύματα μπορεί να είναι υπεύθυνοι για διαφορετικούς τύπους ασθενειών. Τα επιβλαβή μικρόβια περιλαμβάνουν βακτήρια, μύκητες, άλγη, πλαγκτόν, ιούς και άλλα σκουλήκια. Αυτοί οι ρύποι ύδατος παραμένουν είτε σε διαλυμένη, κολλοειδή ή σε αιωρούμενη μορφή [31,33] Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ρυπογόνες ουσίες που απαντώνται στο νερό.

Πίνακας 1: Ρυπογόνες ουσίες του νερού [33]

ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
1. Αλογονωμένες οργανικές ουσίες από τις οποίες δύνανται να προκύψουν ανάλογου είδους ενώσεις μέσα στο υδάτινο περιβάλλον.
2. Οργανοφωσφορικές ενώσεις
3. Οργανοκασσιτερικές ενώσεις
4. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες
5. Ανθεκτικοί υδρογονάνθρακες και ανθεκτικές βιοσυσσωρευόμενες τοξικές ουσίες
6. Κυανιούχες ενώσεις
7. Μέταλλα και οι ενώσεις τους
8. Αρσενικό και οι ενώσεις του
9. Παρασιτοκτόνα και φυτοφάρμακα
10. Αιωρούμενες ουσίες
11. Ουσίες που συμβάλουν στον ευτροφισμό (κυρίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα)
12. Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο οξυγόνου (BOD, COD)

1.2.1. Φυσικά χαρακτηριστικά

Τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είναι η ολική περιεκτικότητα σε στερεά, το χρώμα, η οσμή και η θερμοκρασία.

- **Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία των λυμάτων είναι σημαντική για δύο λόγους. Πρώτον, οι βιολογικές διεργασίες εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και δεύτερον οι χημικές αντιδράσεις και οι ταχύτητες αντίδρασης, καθώς και η υδρόβια ζωή είναι ευαίσθητες ακόμη και σε μικρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία είναι πολύ σημαντική στα βιολογικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων λόγω των επιπτώσεών της στην ανάπτυξη μικροβίων. Ενώ οι περισσότεροι μικροοργανισμοί είναι σε θέση να υπάρχουν σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, υπάρχει συνήθως μια βέλτιστη θερμοκρασία στην

οποία κάθε είδος μεγαλώνει καλύτερα. Οι ξαφνικές μεταβολές της θερμοκρασίας επηρεάζουν τη μικροβιακή δραστηριότητα η οποία έχει αντίκτυπο σε διαδικασίες όπως η κροκίδωση λόγω των αλλαγμένων επιφανειακών ιδιοτήτων των μικροβιακών κυττάρων. Όσον αφορά το οξυγόνο, είναι γνωστό ότι η διαλυτότητα του στο νερό μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις συνθήκες που επικρατούν στους αποδέκτες. Οι καλύτερες θερμοκρασίες για την επεξεργασία των λυμάτων κυμαίνονται από 25 έως 35 ° C. Γενικά, η δραστηριότητα βιολογικής επεξεργασίας επιταχύνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες και επιβραδύνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, αλλά η υπερβολική ζέστη ή το κρύο μπορεί να σταματήσει συνολικά τις διεργασίες επεξεργασίας [3, 31, 33].

• Οσμή

Η οσμή αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τη αξιολόγηση των λυμάτων. Τα φρέσκα λύματα συνήθως δεν έχουν έντονα άσχημη οσμή, ενώ σε λύματα τα οποία έχουν υποστεί βακτηριακή αποσύνθεση υπό αναερόβιες συνθήκες, προκύπτουν ενώσεις οι οποίες προκαλούν πλήθος δυσάρεστων οσμών. Η κύρια ένωση που προκαλεί δυσάρεστη οσμή είναι το υδρόθειο. Κάποιες επιπλέον άσχημες οσμές παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα [3].

Πίνακας 2: Περιγραφικές οσμές συχνότερων ενώσεων [3]

Χημική ένωση	Χημικός τύπος	Περιγραφική οσμή
Υδρόθειο	H ₂ S	Σάπια αυγά
Αμμωνία	NH ₃	Ούρα
Αμίνες	CH ₃ (CH ₂) _n NH ₂	Ψάρι
Μερκαπτάνες	CH ₃ SH, CH ₃ (CH ₂) _n SH	Σάπιο κρέας
Διαμίνες	NH ₂ (CH ₂) _n NH ₂	Σάπια σάρκα
Οργανικά σουλφίδια	(CH ₃) ₂ S, CH ₃ SSCM ₃	Σάπιο λάχανο
Στατόλη	C ₈ H ₅ NHCH ₃	Κόπρανα

• Χρώμα

Το χρώμα αποτελεί δείκτη για την γενικότερη κατάσταση των λυμάτων. Απόβλητα με ανοιχτό καφέ χρώμα έχουν δημιουργηθεί σχετικά πρόσφατα. Το γκρι χρώμα φανερώνει λύματα τα οποία έχουν υποστεί κάποιον βαθμό αποσύνθεσης. Τέλος, αν το χρώμα είναι σκούρο γκρι ή μαύρο, τα λύματα έχουν υποστεί εκτεταμένη βακτηριακή δράση και αποσύνθεση υπό αναερόβιες συνθήκες. Το μαύρο χρώμα των λυμάτων οφείλεται τις περισσότερες φορές σε σχηματισμό σουλφιδίων, ιδιαίτερα του θειούχου σιδήρου το οποίο προκύπτει όταν παράγεται υδρόθειο υπό αναερόβιες συνθήκες και συνδυάζεται με δισθενές μέταλλο, όπως ο σίδηρος, που μπορεί να υπάρχει [3, 16, 26].

- **Ολική περιεκτικότητα σε στερεά**

Όλοι οι ρύποι του νερού, με εξαίρεση τα διαλυμένα αέρια, συμβάλλουν στο φορτίο των στερεών. Στην επεξεργασία των λυμάτων, τα στερεά μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με το μέγεθος και την κατάστασή τους, τα χημικά τους χαρακτηριστικά και τον διακανονισμό τους. Με βάση το μέγεθος και την κατάσταση τους διακρίνονται στα αδιάλυτα στερεά ή αλλιώς αιωρούμενα και στις διαλυμένες στο νερό ενώσεις. Οι διαλυμένες στο νερό ενώσεις αποτελούνται από σωματίδια μικρού μεγέθους και είναι ικανές να διέρχονται από φίλτρο (διηθήσιμο) ενώ τα αιωρούμενα στερεά είναι μεγαλύτερων διαστάσεων και συγκρατούνται (μη διηθήσιμο). Σε μια ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των διαλυμένων στερεών και των αιωρούμενων, συναντώνται τα κολλοειδή στερεά τα οποία από αναλύσεις νερού προκύπτει ότι τις περισσότερες φορές είναι διηθήσιμα. Με βάση τα χημικά τους χαρακτηριστικά διακρίνονται σε πτητικά στερεά τα οποία εξατμίζονται σε υψηλή θερμοκρασία (600°C) και είναι συνήθως οργανικά και σε σταθερά στερεά τα οποία είναι ανόργανα και δεν εξατμίζονται. Τέλος ανάλογα με τον διαχωρισμό τους διακρίνονται σε σταθερά αιωρούμενα και μη σταθερά αιωρούμενα. Ως σταθερά στερεά θεωρούνται εκείνα που μπορούν να απομακρυνθούν με καθίζηση εντός μιας ώρας. Για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε αιωρούμενα στερεά πραγματοποιείται ξήρανση και έπειτα ζύγιση του υπολείμματος που αφαιρέθηκε με διήθηση. Η οργανική ύλη των υγρών αποβλήτων αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπη [3, 16, 26]. Στον πίνακα 3 αναφέρονται οι τύποι στερεών που περιέχονται στα λύματα.

Πίνακας 3: Τύποι στερεών που περιέχονται στα λύματα [26]

Ανάλυση	Συντομογραφία	Σημασία αποτελεσμάτων ανάλυσης
Ολικά στερεά	<i>TS</i>	Να εκτιμηθούν οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων και να προσδιοριστούν οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι και διαδικασίες για την επεξεργασία τους.
Ολικά πτητικά στερεά	<i>TVS</i>	
Ολικά σταθερά στερεά	<i>TFS</i>	
Ολικά αιωρούμενα στερεά	<i>TSS</i>	
Πτητικά αιωρούμενα στερεά	<i>VSS</i>	
Σταθερά αιωρούμενα στερεά	<i>FSS</i>	
Ολικά διαλυμένα στερεά	<i>TDS</i>	
Πτητικά διαλυμένα στερεά	<i>VDS</i>	
Ολικά σταθερά διαλυμένα στερεά	<i>FDS</i>	
Καθιζάνοντα στερεά		Να υπολογίζονται εκείνα τα στερεά που θα κατακαθίσουν λόγω βαρύτητας

Κατανομή μεγέθους σωματιδίων	PSD	Να εκτιμηθεί η απόδοση των διαδικασιών επεξεργασίας
------------------------------	-----	---

- **Αγωγιμότητα**

Η αγωγιμότητα αποτελεί ουσιαστικά την ικανότητα του νερού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Είναι σημαντική παράμετρος για τον καθορισμό της ποιότητας των υγρών αποβλήτων και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παρουσία διαλυμένων ιόντων (άλατα, οξέα, βάσεις) στα λύματα αφού αυτά είναι που μεταφέρουν τον ηλεκτρισμό. Εκτός από την συγκέντρωση των ιόντων, ρόλο στην αγωγιμότητα παίζει και το μέγεθος και το σθένος τους. Συνήθως τα ανόργανα οξέα, βάσεις, άλατα που βρίσκονται στο νερό έχουν αρκετά μεγαλύτερη αγωγιμότητα σε σχέση με τα οργανικά. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι επηρεάζεται από τις διάφορες μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού. Τέλος αποτελεί δείκτη για τον προσδιορισμό των διαλυμένων ιόντων ή μεταλλοϊόντων στα βιομηχανικά απόβλητα και άρα κριτήριο για τον τρόπο επεξεργασίας τους.

1.2.2. Χημικά χαρακτηριστικά

1.2.2.1 Ανόργανα χημικά χαρακτηριστικά

Τα κύρια ανόργανα συστατικά των λυμάτων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4: Κύρια ανόργανα συστατικά υγρών αποβλήτων[26]

Ανάλυση	συντομογραφία	Σημασία αποτελεσμάτων ανάλυσης
Συνολικό άζωτο	TN	Χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των θρεπτικών συστατικών και του βαθμού αποικοδόμησης των υγρών αποβλήτων. Οι ενώσεις που οξειδώνονται μπορεί να χρησιμεύσουν ως
Οργανικό άζωτο	ORG N	
Ελεύθερη αμμωνία	NH ₄ ⁺	
Νιτρικά	NO ₃ ⁻	
Νιτρώδη	NO ₂ ⁻	
Ανόργανος φώσφορος	Inorg P	
Οργανικός φώσφορος	Org P	
Συνολικός φώσφορος	TP	

		μέτρο του βαθμού οξείδωσης.
pH	$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$	Μέτρο οξύτητας ή αλκαλικότητας ενός υδάτινου συστήματος
Αλκαλικότητα	$\Sigma \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^- - \text{H}^+$	Μέτρο ρυθμιστικής ικανότητας των αποβλήτων
Χλωριούχα	Cl^-	Εκτίμηση καταλληλότητας υγρών αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση και άρδευση
Ενώσεις θείου	SO_4^{2-}	Εκτίμηση πιθανότητας δημιουργίας οσμών, πιθανότητα να επηρεάσουν την επεξεργασία της ιλύος
Μέταλλα	As, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Pb, Mg, Hg, Mo, Ni, Se, Na, Zn	Εκτίμηση καταλληλότητας επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων, έλεγχος τοξικότητας
Διάφορα αέρια	$\text{O}_2, \text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{CH}_4$	Εκτίμηση παρουσίας ή απουσίας τους

- Άζωτο

Στον κύκλο του στη βιόσφαιρα, το άζωτο εναλλάσσεται μεταξύ των διαφόρων μορφών του και της κατάστασης οξείδωσης, οι οποίες προκύπτουν από διάφορες βιοχημικές διεργασίες. Στο υδάτινο μέσο, το άζωτο μπορεί να βρεθεί με διάφορες μορφές. Μία μορφή αζώτου είναι η αμμωνία η οποία και αποτελεί αρχικό προϊόν της αποσύνθεσης των αζωτούχων οργανικών. Στην συνέχεια μπορεί να προκύψει νιτροποίηση δύο σταδίων όπου στο πρώτο στάδιο η αμμωνία μετατρέπεται σε νιτρώδη και στο δεύτερο στάδιο τα νιτρώδη μετατρέπονται σε νιτρικά. Το άζωτο είναι ένα στοιχείο μεγάλης σημασίας όσον αφορά την παραγωγή και τον έλεγχο της ρύπανσης των υδάτων, κυρίως για τις ακόλουθες πτυχές:

Ρύπανση των υδάτων

- Το άζωτο είναι απαραίτητο θρεπτικό συστατικό που οδηγεί, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, στο φαινόμενο του ευτροφισμού
- μπορεί να οδηγήσει σε κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου λόγω των διαδικασιών μετατροπής της αμμωνίας σε νιτρώδες και αυτό με την σειρά του σε νιτρικά

- με τη μορφή ελεύθερης αμμωνίας είναι άμεσα τοξικό για τα ψάρια.
- με τη μορφή νιτρικών αλάτων συνδέεται άμεσα με διάφορες με ασθένειες

Επεξεργασία λυμάτων

- Το άζωτο είναι απαραίτητη θρεπτική ουσία για τους υπεύθυνους μικροοργανισμούς στην επεξεργασία λυμάτων
- Στις διεργασίες μετατροπής της αμμωνίας σε νιτρώδες, και του νιτρώδες σε νιτρικό άλας (νιτροποίηση), οδηγεί κατανάλωση οξυγόνου και αλκαλικότητας.
- Η διαδικασία μετατροπής νιτρικών σε αέριο άζωτο (απονιτροποίηση), η οποία μπορεί να λάβει χώρα σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, οδηγεί:
 - α) Στην εξοικονόμηση οξυγόνου και αλκαλικότητας (όταν συμβαίνει σε ελεγχόμενη μορφή) ή
 - β) στην υποβάθμιση της καθιζήσεως της ιλύος (όταν δεν ελέγχεται).

Ο προσδιορισμός της επικρατούσας μορφής αζώτου σε ένα υδατικό σύστημα μπορεί να προσφέρει ενδείξεις σχετικά με το στάδιο της ρύπανσης που επικρατεί. Αν η ρύπανση είναι πρόσφατη, το άζωτο είναι κυρίως με τη μορφή οργανικού άζωτου ή αμμωνίας, ενώ με την διέλευση του χρόνου συναντάται με τη μορφή νιτρικών (οι συγκεντρώσεις νιτρωδών είναι συνήθως χαμηλές). Η απομάκρυνση του γίνεται κυρίως με βιολογικές διεργασίες.[26]

- **Φώσφορος**

Είναι μια φυσική θρεπτική ουσία που βρίσκεται στο έδαφος και απαιτείται από όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Ο φωσφόρος (φωσφορικά), μαζί με το άζωτο (νιτρικά), είναι ένα βασικό φυτικό θρεπτικό συστατικό που προσλαμβάνεται από τα φυτά για την ανάπτυξη τους. Ωστόσο, όταν αυτά τα θρεπτικά συστατικά διατίθενται σε υπερβολικές ποσότητες μπορεί να οδηγήσουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Στα ακατέργαστα λύματα εμφανίζεται με διάφορες μορφές φωσφορικού άλατος σε διαλυμένη ή στερεά μορφή. Προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον, οι βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων αναλαμβάνουν τη μείωση των επιπέδων του φωσφόρου, έτσι ώστε τα επεξεργασμένα λύματα να πληρούν τα περιβαλλοντικά πρότυπα πριν από την απόρριψή τους σε ένα τοπικό υδατικό σύστημα. Οι κυριότερες μέθοδοι απομάκρυνσης του φωσφόρου είναι η βιολογική και η φυσικοχημική. Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου μπορεί να επιτευχθεί με την μέθοδο της ενεργούς ιλύς υπό αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Η χημική επεξεργασία για την αφαίρεση του φωσφόρου περιλαμβάνει την προσθήκη μεταλλικών αλάτων για αντίδραση με τον διαλυτό φώσφορο και δημιουργία στερεών τα οποία αφαιρούνται με διαδικασίες καθίζησης ή επίπλευσης [26].

Πίνακας 5: Παρουσία αζώτου και φωσφόρου στα λύματα [26]

Συνολικό άζωτο	Το συνολικό άζωτο περιλαμβάνει το οργανικό άζωτο, την αμμωνία, τα νιτρικά και τα νιτρώδη. Είναι βασικό θρεπτικό συστατικό των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στις βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας. Το οργανικό άζωτο και η αμμωνία αποτελούν το λεγόμενο συνολικό άζωτο Kjeldahl.
• Οργανικό άζωτο	Το οργανικό άζωτο βρίσκεται σε μορφή πρωτεϊνών, αμινοξέων και ουρίας
• Αμμωνία	Παράγεται στο πρώτο στάδιο αποσύνθεσης του οργανικού αζώτου
• Νιτρικά	Προκύπτει από την οξείδωση της αμμωνίας.
• Νιτρώδη	Τελικό στάδιο οξείδωσης της αμμωνίας
Συνολικός φώσφορος	Ο φώσφορος μπορεί να βρίσκεται σε οργανική ή ανόργανη μορφή. Είναι σημαντικό θρεπτικό συστατικό στην βιολογική επεξεργασία
• Οργανικός φώσφορος	Βρίσκεται σε συνδυασμό με οργανική ύλη
• Ανόργανος φώσφορος	Ορθοφωσφορικά και πολυφωσφορικά

- Βαρέα μέταλλα

Ως βαρέα μέταλλα ορίζονται τα χημικά στοιχεία που έχουν υψηλό ατομικό και ειδικό βάρος. Κάποια από τα κύρια μέταλλα που προκαλούν τοξικότητα είναι το αρσενικό, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το νικέλιο, το κάδμιο, το αργίλιο, το ασήμι και το βηρύλλιο. Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει ανάγκη από κάποια μέταλλα αλλά όταν οι ποσότητες τους ξεπερνούν κάποια όρια καταλήγουν να γίνονται τοξικά. Τα τοξικά μέταλλα μπορεί να απορρίπτονται από τις βιομηχανικές μονάδες και σε μορφή αλάτων τα οποία αναμιγνύονται με τα νερά και εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα μέσω της γεωργίας και της άμεσης κατανάλωσης του νερού. Η επίδραση τους στην υγεία είναι πολύ

σημαντική, επηρεάζοντας το κεντρικό νευρικό σύστημα, τα νεφρά, τους πνεύμονες, ενώ μπορεί να συμβάλουν στην εμφάνιση πολλών μορφών καρκίνου. Ορισμένες από τις βιομηχανίες που απορρίπτουν βαρέα μέταλλα είναι η βιομηχανία χάλυβα και κλωστοϋφαντουργίας, οι βιομηχανίες αυτοκινήτων, οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, η εξορυκτική βιομηχανία, η βιομηχανία βαφών, η πετροχημική βιομηχανία, φαρμακευτική βιομηχανία, βυρσοδεψία κ.α. Πολλές αποτελεσματικές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια για την απομάκρυνση αυτών των τοξικών μετάλλων όπως η αντίστροφη όσμωση, η προσρόφηση, η υπερδιήθηση, η καθίζηση και ιοντοεναλλαγή. Όλες οι παραπάνω μέθοδοι είναι αποτελεσματικές αλλά δεν είναι οικονομικά αποδοτικές. Η πιο οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος είναι η προσρόφηση [11, 14, 22].

- pH

Το pH αποτελεί δείκτη για τον χαρακτηρισμό των συνθηκών των λυμάτων ως όξινα ή αλκαλικά. Οι ιδανικές συνθήκες χαρακτηρίζονται από ουδέτερο pH=7. Έχει άμεση επίδραση στην ικανότητα επεξεργασίας λυμάτων, ανεξάρτητα από το εάν η επεξεργασία είναι φυσική, χημική ή βιολογική. Οι αυξομειώσεις του, προκαλούν ανεπιθύμητες καταστάσεις και επηρεάζουν τις διαδικασίες επεξεργασίας, δημιουργώντας προβλήματα διάβρωσης και φθοράς στους αγωγούς και στα μηχανήματα. Μετά τον προσδιορισμό των ρύπων που βρίσκονται στα λύματα, θα πρέπει να καθοριστούν οι τιμές εισόδου και εξόδου του pH ταυτόχρονα με τον καθορισμό των μεθόδων επεξεργασίας και διεργασιών της διαδικασίας. Χρειάζεται χρόνος παραμονής κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας λυμάτων για να ρυθμιστεί κατάλληλα το pH. Ένα πολύ στενό εύρος pH (δηλ. 7,0 έως 8,0) απαιτεί μικρότερο χρόνο επαφής ή παραμονής σε σύγκριση με ευρύτερο εύρος pH (δηλ., 7,0 έως 10,0), έτσι η διαδικασία επηρεάζεται από την απαιτούμενη περιοχή ρύθμισης του pH. Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την ρύθμιση και τον έλεγχο του είναι οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της επεξεργασίας των αποβλήτων και αυτό γιατί οι διάφορες ουσίες έχουν και διαφορετικούς χρόνους αντίδρασης. Στην πραγματικότητα, το pH ουσιαστικά δεν αλλάζει αμέσως. Ο ρυθμός μεταβολής εξαρτάται από τους χρόνους χημικής αντίδρασης, οι οποίοι συνδέονται άμεσα με τον όγκο της δεξαμενής, την ποσότητα ανάμειξης και όλες τις άλλες πτυχές της διαδικασίας επεξεργασίας. Επιπλέον ο εξοπλισμός, και τα όργανα που χρησιμοποιούνται κατά την επεξεργασία έχουν μεγάλη επιρροή στην τελική τιμή του pH. Τελικά, ο αυστηρός έλεγχος του pH βελτιώνει την επεξεργασία των λυμάτων και ταυτόχρονα μειώνει τη χρήση χημικών και το σχετικό κόστος, με αποτέλεσμα την αύξηση της κερδοφορίας [4].

- Αλκαλικότητα

Η αλκαλικότητα είναι η ικανότητα ενός υγρού ή μιας ουσίας να εξουδετερώνει τα οξέα και είναι υπεύθυνη για τη ρύθμιση του pH των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Στα βιομηχανικά λύματα οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αλκαλικότητα περιλαμβάνουν κυρίως τον τύπο των διαλυμένων ανόργανων και οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στα λύματα, την ποσότητα της αιωρούμενης οργανικής ύλης και την ποσότητα διττανθρακικού άλατος στο νερό.

Δύο παράγοντες έχουν μεγάλη σημασία για την προκύπτουσα αλκαλικότητα της εκροής από ένα προηγμένο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων.

- ✓ Τα διαφορετικά συστήματα βιολογικής επεξεργασίας έχουν διαφορετική επίδραση στην αλκαλικότητα των λυμάτων. Τα συστήματα χωρίς νιτροποίηση έχουν συνήθως ελάχιστη επιρροή στην αλκαλικότητα, ενώ τα συστήματα με νιτροποίηση μπορούν να προκαλέσουν σημαντική απώλεια αλκαλικότητας. Περίπου το ήμισυ της αλκαλικότητας που χάνεται από τη νιτροποίηση μπορεί να αποκατασταθεί εάν το σύστημα έχει σχεδιαστεί και για απονιτροποίηση.
- ✓ Οι διαφορετικές χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση του φωσφόρου επηρεάζουν διαφορετικά την αλκαλικότητα των λυμάτων.

Όταν είναι γνωστά τα χαρακτηριστικά των ακατέργαστων λυμάτων, ιδιαίτερα η αλκαλικότητα, το άζωτο και το φώσφορο, οι απαιτήσεις για τον έλεγχο του pH μπορούν να υπολογιστούν για διαφορετικούς συνδυασμούς βιολογικών και χημικών συστημάτων επεξεργασίας [4, 19].

1.2.2.2 Οργανικά χημικά χαρακτηριστικά

Οργανική ύλη

Η οργανική ύλη που υπάρχει στα λύματα είναι ένα χαρακτηριστικό που έχει μεγάλη σημασία καθώς είναι η κύρια αιτία ρύπανσης των υδάτων και του εδάφους. Τα οργανικά που περιέχονται στα λύματα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες.

- Βιοαποικοδομήσιμα οργανικά
- Δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά

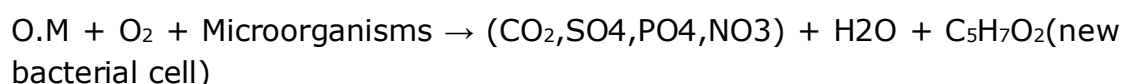
Τα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά αποτελούνται κυρίως από πρωτεϊνικές ενώσεις (40%), υδρογονάνθρακες (25-50%), έλαια και λίπη (10%). Εάν διατεθούν στο περιβάλλον χωρίς προηγούμενη επεξεργασία η βιολογική αποικοδόμηση τους μπορεί να οδηγήσει στην ελάττωση των φυσικών πηγών

οξυγόνου και στην ανάπτυξη σηπτικών συνθηκών. Οι **πρωτεΐνες**, όταν βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στα απόβλητα, είναι υπεύθυνες για τις οσμές που προκύπτουν κατά την διαδικασία της αποσύνθεσης. Η σύσταση τους βασίζεται στον άνθρακα, το οξυγόνο, το υδρογόνο και το άζωτο. Οι **υδρογονάνθρακες** είναι ενώσεις κάποιες από τις οποίες μπορεί να είναι εύκολα διασπώμενες όπως π.χ. τα σάκχαρα ενώ άλλες διασπώνται δυσκολότερα π.χ. τα άμυλα. Η πλειονότητα των υδρογονανθράκων βρίσκεται στο πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Τα **λίπη και έλαια** είναι ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από υδρογονάνθρακες και χαρακτηρίζονται από την δυσκολία στην απομάκρυνση τους από τα απόβλητα. Σε μικρότερη ποσότητα από αυτή των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών, συναντώνται και τα δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά. Αυτά αποτελούνται από απορρυπαντικά, φαινόλες, φυτοφάρμακα, παρασιτοκτόνα και άλλα. Οι φαινόλες παρατηρούνται κυρίως σε απόβλητα διυλιστηρίων, χαλυβουργία, φαρμακοβιομηχανίες κ.α. Όσον αφορά τα παρασιτοκτόνα είναι ελάχιστα βιοδιασπώμενα με αποτέλεσμα την έντονη συσσώρευση τους και σε συνδυασμό με την τοξικότητα τους αποτελούν επικίνδυνο ρύπο. Τα απορρυπαντικά περιέχουν συνήθως επιβλαβείς παράγοντες για το νερό, σχηματίζουν υπερβολικό αφρισμό και μειώνουν την ποιότητα του νερού.

Σε πρακτικό επίπεδο, δεν είναι συνήθως απαραίτητο να ταξινομηθεί η οργανική ύλη με τους όρους που περιεγράφηκαν παραπάνω. Αυτό που είναι απαραίτητο όμως για την επιλογή της ιδανικής μεθόδου βιολογικής επεξεργασίας, είναι η μέτρηση της ποσότητας της οργανικής ύλης [27, 28]. Αυτή η ανάγκη οδήγησε στην ανάπτυξη εργαστηριακών μεθόδων οι οποίες χρησιμοποιούνται έως σήμερα (πίνακας 6). Αυτές οι μέθοδοι είναι οι παρακάτω:

- Βιοχημική ζήτηση οξυγόνου (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

Είναι ο σημαντικότερος δείκτης για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του νερού. Πρόκειται για την μέτρηση η οποία ορίζει την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους αερόβιους βιολογικούς οργανισμούς έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί πλήρης βιολογική αποσύνθεση των ανθρακούχων οργανικών ενώσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ρύπανση ενός λύματος τόσο περισσότερη οργανική ύλη είναι παρούσα με αποτέλεσμα να είναι και μεγαλύτερος ο αριθμός BOD. Το BOD αποτελεί ουσιαστικά μία έμμεση μέθοδο για την μέτρηση της βιοαποικοδομήσιμης οργανικής ύλης σε έναν όγκο λυμάτων. Τα σταθερά τελικά προϊόντα που παράγονται είναι μη επιβλαβή και μπορεί να είναι CO₂, SO₄, PO₄ και NO₃. Μια απλοποιημένη μορφή αερόβιας αποσύνθεσης είναι:



Για να πραγματοποιηθεί πλήρης σταθεροποίηση χρειάζονται περίπου 20 μέρες. Αυτό αντιστοιχεί στην συνολική βιοχημική ζήτηση οξυγόνου (BOD_u).

Ωστόσο, για να μειωθεί ο χρόνος για τη δοκιμή εργαστηρίου, και να επιτρέψει μια σύγκριση των διαφόρων αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκαν ορισμένες τυποποιήσεις (BOD₅).

Ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων BOD₅ πραγματοποιείται την 5η ημέρα και γίνεται συσχέτιση με την τελική συνολική κατανάλωση BOD_u. Το BOD₅ αποτελεί περίπου το 60-70% του συνολικού BOD [1, 26,].

- Ζήτηση χημικού οξυγόνου (Chemical Oxygen Demand, COD)

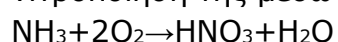
Η μέθοδος COD μετρά την κατανάλωση οξυγόνου η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα της χημικής οξείδωσης της οργανικής ύλης. Αποτελεί και αυτήν μία έμμεση ένδειξη του επιπέδου της υπάρχουσας οργανικής ύλης στον όγκο λυμάτων. Η κύρια διαφορά με την μέθοδο BOD είναι ότι η BOD σχετίζεται με τη *βιοχημική οξείδωση* του οργανικού μέρους η οποία διεξάγεται εξ ολοκλήρου από μικροοργανισμούς ενώ στην COD πραγματοποιείται χημική οξείδωση της οργανικής ύλης. Σε αυτήν την περίπτωση για να μετρηθεί το οξυγόνο χρησιμοποιείται ισχυρός οξειδωτικός παράγοντας (διχρωμικό κάλιο) σε όξινο περιβάλλον. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την οξείδωση σχεδόν όλων των οργανικών ακόμα και των μη βιολογικά αποδομήσιμων σε αντίθεση με την μέθοδο BOD. Γι' αυτόν τον λόγο το απαιτούμενο οξυγόνο που προκύπτει από την μέθοδο COD είναι πάντα μεγαλύτερο από αυτό της μεθόδου BOD. Ως εκ τούτου, η δοκιμή μπορεί να υπερεκτιμήσει το οξυγόνο που απαιτείται για την βιολογική επεξεργασία των λυμάτων. Σε αντίθεση με την BOD, η COD χρειάζεται μόνο δύο με τρεις ώρες για να ολοκληρωθεί [26].

- Ολικό οργανικό άνθρακα (Total Organic Carbon, TOC)

Σε αυτή τη δοκιμή ο οργανικός άνθρακας μετράτε απευθείας και όχι έμμεσα με τον προσδιορισμό του οξυγόνου που καταναλώθηκε, σε αντίθεση με τις δύο προηγούμενες δοκιμές. Η δοκιμή TOC μετρά όλο τον άνθρακα που απελευθερώνεται με τη μορφή CO₂, το οποίο παράγεται κατά την οξείδωση του άνθρακα [26].

- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο του αζώτου (Nitrogenous Oxygen Demand, NOD)

Και αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως ως δείκτης ποιότητας νερού. Σε περίπτωση που υπάρχει αμμωνία στα λύματα τότε μπορεί να προκύψει νιτροποίηση της μέσω της εξής αντίδρασης:



Το NBOD είναι ουσιαστικά το οξυγόνο που απαιτείται για τη βιολογική αποικοδόμηση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων των υγρών αποβλήτων (κυρίως NH₃) σε νιτρώδη άλατα. Η νιτροποίηση μπορεί να ξεκινήσει ραγδαία μετά την έκτη μέρα καθώς οι νιτροποιητές έχουν συνήθως πιο αργούς ρυθμούς ανάπτυξης [26].

Πίνακας 6: Οργανικά χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων [26]

Ανάλυση	Συντομογραφία	Σημασία αποτελεσμάτων ανάλυσης
Ολικό βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο του άνθρακα	UBOD	Μέτρο ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται για την βιολογική αποικοδόμηση των αποβλήτων
5 ημερών βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο του άνθρακα	BOD ₅	
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο του αζώτου	NOD	Μέτρο ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται για την βιολογική οξείδωση του αζώτου των αποβλήτων σε νιτρικά
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο	COD	Χρησιμοποιείται συχνά ως υποκατάστατο της ανάλυσης BOD
Ολικός οργανικός άνθρακας	TOC	

1.2.2.3 Αέρια χημικά χαρακτηριστικά

- Διαλυμένο οξυγόνο

Πρόκειται για την ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό. Είναι σημαντικός δείκτης για τον καθορισμό της ποιότητας του νερού και τον έλεγχο του βαθμού ρύπανσης. Αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ύπαρξη αερόβιων μικροοργανισμών στο νερό. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι μικρή ενώ μειώνεται περαιτέρω με την αύξηση της θερμοκρασίας και την μείωση της πίεσης και της καθαρότητας. Λόγω αυτού, οποιαδήποτε μεγάλη κατανάλωση έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου. Η μείωση του οφείλεται στην αναπνοή των μικροοργανισμών που εμπλέκονται στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης [26].

- Μεθάνιο

Στα υγρά απόβλητα εκτός από διαλυμένο οξυγόνο μπορεί να υπάρχει και μεθάνιο. Πρόκειται για άχρωμο, άοσμο εύφλεκτο και με μεγάλη θερμογόνο

δύναμη αέριο. Στα ανεπεξέργαστα λύματα η ποσότητα του μεθανίου είναι μικρή. Ο σχηματισμός του λαμβάνει χώρα κατά την αναερόβια αποσύνθεση της οργανικής ύλης με παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων. Σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού όπου η επεξεργασία γίνεται με αναερόβια χώνευση, το μεθάνιο που παράγεται χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας για την μονάδα [26].

1.2.3. Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά αφορούν τους διάφορους μικροοργανισμούς που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα. Αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι για την επεξεργασία των λυμάτων, καθώς αυτοί οι μικροοργανισμοί θα συμβάλουν στην αποικοδόμηση της οργανικής ύλης. Οι μικροοργανισμοί μπορούν να διακριθούν σε *αυτότροφους*, στην περίπτωση που καταναλώνουν CO₂ ή σε *ετερότροφους* όταν καταναλώνουν οργανικές ενώσεις. Ανάλογα με την θερμοκρασία που ευνοεί την ανάπτυξη τους διακρίνονται σε *ψυχρόφιλους*, *μεσόφιλους* και *θερμόφιλους* μικροοργανισμούς. Ένας άλλος τρόπος διάκρισης τους γίνεται με βάση την ανάγκη τους σε οξυγόνο. Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν την ανάγκη οξυγόνου για ανάπτυξη τους ονομάζονται *αερόβιοι* συναντώνται κυρίως στην επιφάνεια των υγρών όπου και υπάρχει οξυγόνο. Αντίθετα οι μικροοργανισμοί οι οποίοι δεν χρειάζονται οξυγόνο, ονομάζονται *αναερόβιοι* και βρίσκονται στον πυθμένα των υγρών [26]. Οι κυριότεροι οργανισμοί των αποβλήτων είναι οι παρακάτω (πίνακας 7):

- Βακτήρια
- Άλγη
- Πρωτόζωα
- Μύκητες
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί
- Ιοί

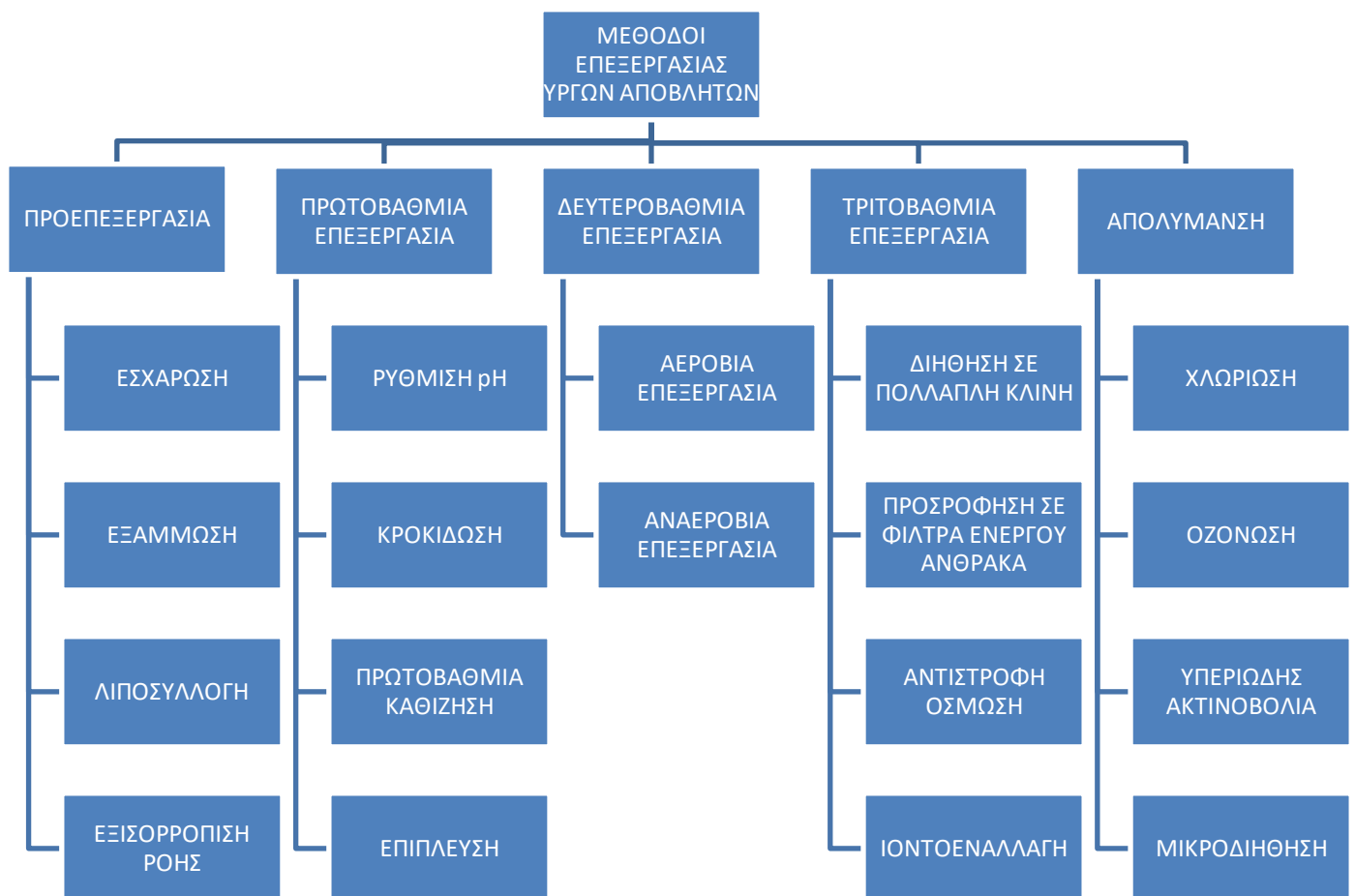
Πίνακας 7: Βιολογικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων [26]

Οργανισμός	Περιγραφή
Βακτηρίδια	<ul style="list-style-type: none"> • Μονοκύτταροι οργανισμοί • Βρίσκονται σε διάφορες μορφές και μεγέθη • Κύριοι υπεύθυνοι οργανισμοί για την σταθεροποίηση της οργανικής ύλης • Μερικά βακτήρια μπορεί να είναι παθογόνα και να προκαλούν διάφορες ασθένειες
Άλγη	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτότροφοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί • Δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα

	<ul style="list-style-type: none"> • Σημαντικοί για την παραγωγή οξυγόνου στα λύματα • Σε λίμνες και δεξαμενές νερού μπορεί να πολλαπλασιαστούν μειώνοντας την ποιότητα του νερού
Πρωτόζωα	<ul style="list-style-type: none"> • Συνήθως μονοκύτταροι οργανισμοί χωρίς κυτταρικό τοίχωμα • Στην πλειοψηφία τους είναι αερόβιοι οργανισμοί • Τρέφονται με βακτήρια, άλγη και άλλους μικροοργανισμούς • Πολλοί σημαντικοί για τις βιολογικές επεξεργασίες γιατί συμβάλουν στην διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ των διάφορων μικροοργανισμών • Μερικά μπορεί να είναι παθογόνα
Μύκητες	<ul style="list-style-type: none"> • Κυρίως αερόβιοι, ετερότροφοι, πολυκύτταροι οργανισμοί, δεν φωτοσυνθέτουν • Σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης • Μπορεί να αναπτυχθούν σε συνθήκες χαμηλού pH
Ιοί	<ul style="list-style-type: none"> • Παρασιτικοί οργανισμοί • Παθογόνοι οργανισμοί και συνήθως δύσκολο να αφαιρεθούν από τα λύματα

1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο απομάκρυνσης των ρυπογόνων ουσιών από τα προς επεξεργασία λύματα. Όταν κυριαρχούν οι φυσικές δυνάμεις χαρακτηρίζονται ως φυσικές διεργασίες (unit operations), ενώ όταν η απομάκρυνση των ουσιών πραγματοποιείται με χημικές ή βιολογικές αντιδράσεις οι μέθοδοι επεξεργασίας είναι γνωστές ως χημικές διεργασίες ή βιολογικές διεργασίες (unit processes) αντίστοιχα. Επιπλέον οι φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερα διαδοχικά στάδια ώστε να παρέχονται διάφοροι βαθμοί απομάκρυνσης των ρύπων. Τα στάδια αυτά είναι η προεπεξεργασία, η πρωτοβάθμια, η δευτεροβάθμια και η τριτοβάθμια επεξεργασία (διάγραμμα 1) [23, 25].



Διάγραμμα 1: Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

1.3.1 Προεπεξεργασία

Στόχος της προεπεξεργασίας είναι η απομάκρυνση ογκωδών στερεών τα οποία βρίσκονται συχνά σε ακατέργαστα λύματα. Αυτά τα στερεά μπορεί να είναι επιπλέοντα υλικά, ξύλα, χαλίκια, άμμος, γράσο κ.α. Η προεπεξεργασία των λυμάτων είναι απαραίτητη καθώς τα υλικά αυτά μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή του μηχανολογικού εξοπλισμού στα επόμενα στάδια της επεξεργασίας και να οδηγήσουν σε δυσλειτουργία και καθυστέρηση της διαδικασίας. Τα κυριότερα τμήματα της προεπεξεργασίας παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω [25,26].

1.3.1.1. Εσχάρωση

Η εσχάρωση είναι η πρώτη μονάδα σε όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Οι σχάρες και τα κόσκινα είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την κατακράτηση ογκωδών οργανικών και ανόργανων στερεών, που βρίσκονται στα εισερχόμενα στη μονάδα επεξεργασίας λύματα. Ο κύριος σκοπός της διεργασίας είναι να αφαιρεθούν τα στερεά υλικά που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιά στον μηχανολογικό εξοπλισμό επεξεργασίας και θα αποτελούσαν αιτία μείωσης της απόδοσης ολόκληρου του συστήματος. Οι εσχάρες ταξινομούνται γενικά σε δυο κατηγορίες με βάση το μέγεθος των ανοιγμάτων τους:

1. Εσχάρωση αδρομερών

Χρησιμοποιούνται συνήθως σταθερές εσχάρες τριών κατηγοριών όπως:

- Χονδρές εσχάρες με διάκενα 40-150 mm
- Μεσαίες εσχάρες με διάκενα 20-40 mm
- Λεπτές εσχάρες με διάκενα 5-20 mm

2. Εσχάρωση λεπτοφυών

Πρόκειται ουσιαστικά για κόσκινα τα οποία αποτελούνται από υφάσματα φιλτραρίσματος και έχουν ανοίγματα που κυμαίνονται από 0.23 - 3.3 mm

1.3.1.2. Εξάμμωση

Η εξάμμωση έχει σαν στόχο την απομάκρυνση κυρίως ανόργανων σωματιδίων όπως κόκκοι άμμου, σωματίδια αργίλου ή χαλίκια, με διάμετρο μεγαλύτερη των 0.2mm. Η εξάμμωση, όπως και η εσχάρωση, είναι πολύ σημαντική διαδικασία για την ασφάλεια του μηχανολογικού εξοπλισμού. Επιπλέον με αυτήν την διεργασία αποφεύγεται ο συχνός καθαρισμός της δεξαμενής χώνευσης της ιλύος από αδρανή ιζήματα. Η εξάμμωση πραγματοποιείται σε αμμοσυλλέκτες όπου και δημιουργούνται συνθήκες ροής κατάλληλες έτσι ώστε να ευνοείται η καθίζηση των ανόργανων στερεών ενώ τα οργανικά παραμένουν σε αιώρηση. Τα ανόργανα εξαιτίας του μεγαλύτερου ειδικού βάρους έχουν ταχύτητες καθίζησης μεγαλύτερες από αυτές των οργανικών.

1.3.1.3. Λιποσυλλογή

Οι λιπαρές και ελαιώδης προσμίξεις τείνουν να έχουν ειδικό βάρος μικρότερο από αυτό του νερού και γι' αυτόν τον λόγο ανέρχονται στην επιφάνεια του από όπου και αφαιρούνται με ξέστρο και οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία. Το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο έτσι ώστε να προληφθούν εμφράξεις του μηχανολογικού εξοπλισμού. Ανάλογα με την φύση των λιπών, αν για παράδειγμα βρίσκονται σε κολλοειδή μορφή, μπορεί να χρειαστεί ειδική επεξεργασία για την απομάκρυνση τους όπως π.χ. χημική κροκίδωση ή επίπλευση με αέρα. Τα λίπη και τα έλαια που συγκεντρώνονται καίγονται ή θάβονται υγειονομικά. Η διαδικασία μπορεί να γίνει σε ξεχωριστή δεξαμενή ή στην δεξαμενή της πρωτογενούς καθίζησης αναλόγως των αποβλήτων. Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 1 έως 15 λεπτά.

1.3.1.4. Εξισορρόπηση ροής

Η παροχή των υγρών αποβλήτων μεταβάλλεται συνεχώς ανάλογα με την εποχή, τον μήνα η ακόμα και την ώρα της μέρας. Αυτές οι έντονες διακυμάνσεις στην παροχή της ροής δύναται να ελαττώσουν την απόδοση των κατάντη διεργασιών. Προκειμένου αυτό να αποφευχθεί, πραγματοποιείται εξισορρόπηση της ροής. Σκοπός της διεργασίας είναι η εξομάλυνση των διακυμάνσεων στην παροχή της ροής και η κατά το δυνατόν σταθεροποίηση αυτής. Η πρόγνωση και δημιουργία σταθερών παροχών διευκολύνει τον σχεδιασμό του υδραυλικού και μηχανολογικού εξοπλισμού και βελτιώνει τον έλεγχο και την αξιοπιστία των φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται οι δεξαμενές εξισορρόπησης, στις οποίες το νερό αποθηκεύεται προσωρινά. Οι δεξαμενές μπορεί να είναι χωμάτινες, τσιμεντένιες ή χαλύβδινες με τις πρώτες να είναι και οι οικονομικότερες.

1.3.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Μετά το στάδιο της προεπεξεργασίας, κατά το οποίο έχει απομακρυνθεί ο μεγαλύτερος όγκος των στερεών από τα λύματα, ακολουθεί αυτό της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας. Στόχος σε αυτό το στάδιο είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και μέρους της οργανικής ύλης που παραμένουν στην ροή μετά την προεπεξεργασία. Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία χρησιμοποιούνται κυρίως φυσικές διεργασίες. Το αποτέλεσμα της πρωτογενούς επεξεργασίας είναι η δημιουργία ιλύος η οποία και θα επεξεργαστεί περαιτέρω κατά την δευτεροβάθμια επεξεργασία [10,25,26]. Οι διεργασίες που μπορούν να εφαρμοστούν περιλαμβάνουν τα εξής:

1.3.2.1. Ρύθμιση pH

Είναι εξαιρετικά σημαντικό μέτρο καθώς αποτελεί παράμετρο που επιδρά άμεσα στην ικανότητα επεξεργασίας των λυμάτων στα επόμενα στάδια, ανεξάρτητα από το αν η μετέπειτα διεργασία είναι φυσική, χημική ή βιολογική. Σε αντίθεση με τα οικιακά λύματα όπου η περιοχή pH είναι τυπικά 6.0 ~ 7.5, τα βιομηχανικά λύματα έχουν pH που ποικίλει σε πολύ μεγαλύτερο εύρος, από πολύ όξινο έως πολύ αλκαλικό. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των πολλών διαφορετικών ουσιών που μπορεί να περιέχουν τα λύματα και των μέσων έκπλυσης που χρησιμοποιούνται. Το pH εξαρτάται επίσης και από τη φάση αποδόμησης των αποβλήτων. Η διαδικασία για τη ρύθμιση του pH πραγματοποιείται μετά την ομογενοποίηση των λυμάτων είτε στην ίδια δεξαμενή είτε σε άλλη μικρότερη υπό συνθήκες πλήρους ανάδευσης με χημικό αναδευτήρα ή αέρα. Για την εξουδετέρωση των όξινων ροών χρησιμοποιείται συνήθως υδροξείδιο του ασβεστίου ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ή υδροξείδιο του νατρίου (NaOH). Το υδροξείδιο του ασβεστίου επιλέγεται συχνότερα επειδή είναι αρκετά πιο οικονομικό, το μειονέκτημα του όμως είναι ότι με την χρήση του παράγονται μεγάλες ποσότητες ιζημάτων. Για την διόρθωση των αλκαλικών λυμάτων προστίθεται συνήθως θειικό οξύ (H_2SO_4) ή διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Μπορεί επίσης να γίνει διοχέτευση των απαερίων CO_2 και SO_2 από τους ατμολέβητες. Η χρήση διοξειδίου του άνθρακα είναι πιο συχνή καθώς έχει πολλά θετικά σε σύγκριση με το θειικό οξύ. Αυτά είναι

- Χαμηλότερο κόστος
- Μειωμένη συγκέντρωση θειικών στα απόβλητα
- Καλύτερος έλεγχος του pH
- Καλύτερες συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας.

1.3.2.2. Κροκίδωση

Τα σωματίδια στα υγρά απόβλητα μπορούν να ταξινομηθούν σε αιωρούμενα και κολλοειδή. Κύρια διαφορά τους είναι το μέγεθος των σωματιδίων, με τα αιωρούμενα να είναι τα μεγαλύτερα και συνεπώς τα βαρύτερα εκ των δύο. Λόγω της διαφοράς αυτής στο μέγεθος και στο βάρος, η καθίζηση των κολλοειδών είναι αρκετά δυσκολότερη από αυτή των αιωρούμενων σωματιδίων με την πρώτη να απαιτεί ένα εύλογο χρονικό διάστημα. Η κροκίδωση χρησιμοποιείται προκειμένου να υποβοηθηθεί η καθίζηση των μικρότερων σωματιδίων. Είναι μια φυσικοχημική διεργασία κατά την οποία τα στερεά μετασχηματίζονται σε θρόμβους (κροκίδες και ιζήματα) με την βοήθεια κροκιδωτικών και αντιδραστηρίων συσσωμάτωσης.

1.3.2.3. Πρωτοβάθμια καθίζηση

Στόχος της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι η απομάκρυνση των στερεών τα οποία μπορεί να καθιζάνουν ή να επιπλέουν. Τα λύματα εισρέουν στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης και στη συνέχεια η ταχύτητα της ροής τους μειώνεται, με αποτέλεσμα, τα στερεά σωματίδια με πυκνότητα

μεγαλύτερης του νερού βυθίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής. Επιπλέον, τα σωματίδια με μικρότερη πυκνότητα αναδύονται στην επιφάνεια του νερού σχηματίζοντας ένα πολύ λεπτό στρώμα που μοιάζει με αφρό και μπορούν εύκολα να απομακρυνθούν. Το επεξεργασμένο πλέον νερό εξέρχεται από την δεξαμενή μέσω των υπερχειλιστών και οδηγείται από τα κανάλια εκροής στις επόμενες φάσεις επεξεργασίας του, ενώ το ίζημα (ιλύς) που έχει σχηματιστεί συλλέγεται με την βοήθεια ξέστρων και αποστέλνεται επίσης για περαιτέρω επεξεργασία.

Οι δεξαμενές καθίζησης είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν συνεχώς. Είναι συνήθως ορθογώνιες ή κυκλικές και έχουν χοάνες για τη συλλογή ιλύος. Οι περισσότερες δεξαμενές καθίζησης κατασκευάζονται με ελαφρώς κεκλιμένους πυθμένες και οι χοάνες ιλύος έχουν σχετικά απότομες πλευρές. Οι μη αυτοματοποιημένες δεξαμενές καθίζησης χρησιμοποιούνται μόνο σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις.

1.3.2.4. Επίπλευση

Μια επιπλέον διεργασία που στοχεύει στο διαχωρισμό των σωματιδίων που εμπεριέχονται στα λύματα είναι η επίπλευση. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται περιλαμβάνει τη δημιουργία φυσαλίδων από αέρα, ο οποίος εισάγεται μέσα στον όγκο των υγρών αποβλήτων υπό πίεση μερικών ατμοσφαιρών και στη συνέχεια εκτονώνεται σε ατμοσφαιρική πίεση. Κατά την άνοδο των φυσαλίδων προς την επιφάνεια, τα σωματίδια προσκολλώνται σε αυτές και έτσι παρασέρνονται στην επιφάνεια απ' όπου και μπορούν να συλλεχθούν. Με αυτόν τον τρόπο αναδύονται σωματίδια με γρήγορους ρυθμούς, ασχέτως με το αν η πυκνότητά τους είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτή του νερού. Σε διαφορετική περίπτωση τα σωματίδια αυτά θα παρέμεναν αναμειγμένα στα λύματα ή θα καθίζαναν μετά από ένα σαφώς μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η απόδοση της επίπλευσης μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση χημικών πρόσθετων.

1.3.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Ο κύριος στόχος της δευτερογενούς επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση της οργανικής ύλης, των αιωρούμενων στερεών που έχουν απομείνει και των θρεπτικών συστατικών και έπειτα ο διαχωρισμός της παραγόμενης ιλύος από τα υγρά τα οποία στην συνέχεια οδηγούνται προς την τριτοβάθμια επεξεργασία και την τελική τους διάθεση. Ενώ η προεπεξεργασία και η πρωτοβάθμια επεξεργασία αποτελούνται κυρίως από φυσικούς μηχανισμούς απομάκρυνσης ρύπων, στη δευτεροβάθμια επεξεργασία οι ρύποι αποδομούνται μέσω βιοχημικών αντιδράσεων με τη βοήθεια μικροοργανισμών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Οι μικροοργανισμοί αναπαράγονται καταναλώνοντας την οργανική ύλη. Στην συνέχεια

απομακρύνονται με **δευτερογενή καθίζηση**. Η βιολογική επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί σύνθετη διεργασία και υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που την επηρεάζουν.

- ✓ Η δομή και η σύνθεση της βιομάζας είναι πολύ ευαίσθητες στις ξαφνικές μεταβολές των περιβαλλοντικών παραγόντων όπως, το pH και η θερμοκρασία γι' αυτό και είναι απαραίτητος ο συνεχής τους έλεγχος.
- ✓ Υπάρχει ένας αριθμός τοξικών ή ανασταλτικών ενώσεων που εμποδίζουν την αποτελεσματικότητα αυτών των μικροβίων κατά την εκτέλεση ουσιαστικών διεργασιών [25,26].

1.3.3.1. Αερόβια επεξεργασία

Η αερόβια επεξεργασία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους ανάλογα με το αν οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε αιώρηση (ενεργός ιλύς, λίμνες ιλύος) ή προσκολλημένοι σε κάποια επιφάνεια (βιολογικά φίλτρα, περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι).

- Ενεργός ιλύς

Η επεξεργασία με την μέθοδο της ενεργούς ιλύος χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση πραγματοποιείται σε μια δεξαμενή αερισμού (πρωτοβάθμια δεξαμενή) στην οποία χορηγείται αέρας ή οξυγόνο. Οι αερόβιες συνθήκες επιτυγχάνονται με χρήση διαχυτήρων ή μηχανικών αεριστήρων οι οποίοι δίνουν την απαραίτητη ενέργεια για ανάδευση. Έτσι οι μικροοργανισμοί μετατρέπουν τις οργανικές ουσίες σε διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία, νιτρικά, φωσφορικά και θειικά άλατα. Στη δεύτερη φάση, και έπειτα από κάποιο χρόνο παραμονής, το υγρό που περιέχει τους μικροοργανισμούς μεταφέρεται σε μια δεύτερη δεξαμενή (δευτεροβάθμια δεξαμενή βιομάζας), στην οποία η μικροβιακή βιομάζα καθιζάνει, έχοντας καταναλώσει μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης. Το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας αυτής επανακυκλοφορεί στην δεξαμενή αερισμού ενώ το υπόλοιπο οδηγείται στην γραμμή επεξεργασίας λάσπης. Σημαντική παράμετρος για τον προσδιορισμό του ρυθμού επεξεργασίας και τον υπολογισμό των διαστάσεων εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού είναι ο λόγος των οργανικών ουσιών (BOD5) προς την ποσότητα των μικροοργανισμών (F/M). Για τον σχεδιασμό μιας μονάδας βιολογικού καθαρισμού αρχικά υπολογίζεται το φορτίο οργανικών (BOD5) που εισέρχεται καθημερινά και στην συνέχεια γίνεται παραδοχή για την τιμή F/M οπότε και προκύπτει η απαιτούμενη ποσότητα των μικροοργανισμών που πρέπει να εισέλθει στο σύστημα για ομαλή λειτουργία της επεξεργασίας. Τέλος, με βάση τις τιμές που προέκυψαν υπολογίζεται ο απαιτούμενος όγκος δεξαμενής. Όταν τα επεξεργασμένα υγρά αποβάλλονται σε ευαίσθητο αποδέκτη, τότε απαραίτητη είναι η εφαρμογή της ενεργούς ιλύος και κατά την τριτοβάθμια επεξεργασία με

σκοπό την αποτελεσματικότερη απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου.

Κάποια παραδείγματα ενεργού ιλύος είναι τα εξής:

- ✓ Αεριζόμενες λίμνες
- ✓ Δεξαμενές σταθεροποίησης
- ✓ Αεριζόμενες δεξαμενές

- Βιολογικά φίλτρα /Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι

Το βιολογικό φίλτρο περιλαμβάνει κλίνη με διηθητικό μέσο, πάνω στο οποίο βρίσκονται προσκολλημένοι οι μικροοργανισμοί. Οι οργανισμοί αυτοί δρουν με τρόπο ανάλογο αυτού της ενεργού ιλύος, καταναλώνουν δηλαδή την οργανική ύλη που βρίσκεται στα λύματα με την βοήθεια οξυγόνου. Στη συνέχεια μέσα σε δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης πραγματοποιείται απομάκρυνση των μικροοργανισμών από την επιφάνεια του διηθητικού μέσου. Ίδιος είναι και ο τρόπος λειτουργίας των περιστρεφόμενων δίσκων. Σε αυτήν την περίπτωση οι μικροοργανισμοί είναι κολλημένοι σε επίπεδες επιφάνειες οι οποίες περιστρέφονται.

- Βιοαντιδραστήρας μεμβρανών MBR

Η τεχνολογία βιοαντιδραστήρων μεμβράνης (MBR) έχει εξελιχθεί ως τεχνολογία επεξεργασίας λυμάτων έναντι της συμβατικής μεθόδου ενεργούς ιλύος η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον για βιολογική επεξεργασία λυμάτων τον τελευταίο αιώνα. Η μέθοδος MBR αποτελεί στην πραγματικότητα μία από τις σημαντικότερες καινοτομίες στην επεξεργασία λυμάτων, καθώς ξεπερνά τα μειονεκτήματα της ενεργούς ιλύος. Αποτελεί ουσιαστικά έναν συνδυασμό της μεθόδου ενεργούς ιλύος και της μεθόδου της διήθησης (μικροδιήθηση ή υπερδιήθηση), με αποτέλεσμα να καταργείται η ανάγκη τελικών δεξαμενών καθίζησης. Το χρησιμοποιούμενο μέσο είναι οι μεμβράνες οι οποίες έχουν μεγάλο βαθμό διαπερατότητας και τοποθετούνται είτε εντός του αερόβιου αντιδραστήρα είτε εκτός. ο καθαρισμός τους γίνεται με αερισμό ή με αντίστροφη έκπλυση και ανά διαστήματα με χρήση χημικών διαλυμάτων. Απαραίτητη είναι η προεπεξεργασία για την προστασία της μεμβράνης. Ο εκτιμώμενος χρόνος ζωής τους κυμαίνεται από τρία έως δέκα χρόνια ανάλογα με την ποιότητα των λυμάτων, την ποιότητα της μεμβράνης καθώς επίσης και την επεξεργασία που έχει προηγηθεί. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των MBR μεμβρανών έναντι της μεθόδου ενεργούς ιλύος είναι τα εξής [28]:

Πλεονεκτήματα

- ✓ Υψηλή ποιότητα εκροών
- ✓ Μεγαλύτεροι όγκοι φόρτωσης
- ✓ Μικρότεροι υδραυλικοί χρόνοι παραμονής
- ✓ Μικρότερη ποσότητα πλεονάζουσας ιλύς η οποία είναι πλήρως σταθεροποιημένη

- ✓ Μικρότερη απαιτούμενη έκταση εγκατάστασης αφού δεν απαιτείται τελική δεξαμενή καθίζησης (1/10)
- ✓ Δυνατότητα ταυτόχρονης νιτροποίησης-απονιτροποίησης

Μειονεκτήματα

- ✓ Υψηλό ενεργειακό κόστος
- ✓ Υψηλό κόστος συντήρησης(5-10% υψηλότερο)
- ✓ Υψηλό κόστος αντικατάστασης μεμβράνης
- ✓ Τακτικός καθαρισμός μεμβράνης

1.3.3.2. Αναερόβια επεξεργασία

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία και τελικά την αποδόμηση των οργανικών αποβλήτων με αποτέλεσμα την παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού (ιλύς) και βιοαερίου. Καθώς η ποσότητα των οργανικών στερεών μειώνεται στη λάσπη μετά από αυτή τη διαδικασία, η επεξεργασμένη ιλύς είναι ευκολότερη στη διάθεσή της εξαιτίας του μικρότερου όγκου. Επιπλέον, η μικροβιακή δράση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βοηθά επίσης στην παραγωγή βιοαερίου (μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καθαρή πηγή ενέργειας.

Η διεργασία αναερόβιας χώνευσης πραγματοποιείται σε μια κλειστή δεξαμενή όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες. Η δεξαμενή, η οποία ονομάζεται χωνευτήρας ή αντιδραστήρας, διαθέτει μία είσοδο για την ιλύ και δύο εξόδους, μία για το παραγόμενο βιοαέριο και μία για την βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη. Η διαδικασία εκτελείται με τη συμβολή μικροοργανισμών υπό αναερόβιες συνθήκες. Αυτό την κάνει να διαφέρει από την αερόβια χώνευση, κατά την οποία απαιτείται οξυγόνο, με αποτέλεσμα να θεωρείται πιο οικονομική μέθοδος αφού δεν χρησιμοποιούνται συστήματα αερισμού. Η αναερόβια χώνευση είναι μία σύνθετη βιοχημική διεργασία η οποία λαμβάνει χώρα σε τρία κύρια στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη διάσπαση των οργανικών πολυμερών, όπως οι υδατάνθρακες, σε διαλυτά παράγωγα τα οποία είναι διαθέσιμα για άλλα βακτήρια. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται **υδρόλυση**. Το δεύτερο στάδιο ονομάζεται **οξεογένεση**, είναι ταχύ και περιλαμβάνει την πέψη των διαλυτών στερεών που προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο δίνοντας διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία υδρογόνο και οργανικά οξέα. Τα βακτήρια αυτού του σταδίου είναι οξεογόνα, ανήκουν σε ποικίλα γένη όπως *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Aerobacter*, *Psuedomonas* κ.λ.π. και μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλη κλίμακα pH. Στο τελικό στάδιο τα οργανικά οξέα που παράγονται στο προηγούμενο στάδιο χρησιμοποιούνται από ορισμένα μικρόβια και ως αποτέλεσμα δημιουργούνται αέρια μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό το στάδιο είναι πιο αργό και ονομάζεται **μεθανογένεση** καθώς οδηγεί στην παραγωγή μεθανίου. Τα μικρόβια που εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία είναι επίσης

αναερόβια και ανήκουν στα γένη *Methanococcus*, *Methanobacterium* και *Methanosarcina*. Γενικά, πέραν του ότι είναι συγκριτικά οικονομική, η αναερόβια χώνευση είναι ευεργετική και για το περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στη μείωση των στερεών της ιλύς με αποτέλεσμα τη μείωση των τελικών όγκων επεξεργασμένων αποβλήτων που πρόκειται να διατεθούν ενώ ταυτόχρονα παράγει βιοαέριο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καθαρή πηγή ενέργειας.

Η αναερόβια χώνευση επιτυγχάνεται βέλτιστα μεταξύ 30 έως 38 βαθμών. Η υπερφόρτωση μπορεί να παράγει γρήγορα οργανικά οξέα στον χωνευτή και μπορεί να εμποδίσει το βραδύτερο στάδιο αεριοποίησης. Συνολικά, η διαδικασία μετατρέπει περίπου το 40% έως το 60% των οργανικών στερεών σε μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Η χημική σύνθεση του αερίου είναι 60-65% μεθάνιο, 30-35% διοξείδιο του άνθρακα, και μικρές ποσότητες H_2 , N_2 , H_2S και H_2O . Από αυτά, το μεθάνιο είναι το πιο πολύτιμο. Η μέθοδος των αναερόβιων λυμάτων χρησιμοποιείται για την επεξεργασία διαφόρων βιομηχανικών ρευμάτων (γεωργικές, τροφικές και ποτά, γαλακτοκομικές, χαρτοπολτού, χαρτιού και κλωστοϋφαντουργίας), καθώς και από αστικές λυματολάσπες και απόβλητα. Οι αναερόβιες τεχνολογίες αναπτύσσονται συνήθως για ρεύματα με υψηλές συγκεντρώσεις οργανικού υλικού (μετρούμενες ως υψηλό BOD, COD ή TSS), συχνά πριν από την αερόβια επεξεργασία. Η αναερόβια επεξεργασία χρησιμοποιείται επίσης για εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως η επεξεργασία ρευμάτων αποβλήτων με ανόργανα ή χλωριωμένα οργανικά υλικά και είναι κατάλληλη για την επεξεργασία θερμών βιομηχανικών λυμάτων.

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα αναερόβιας επεξεργασίας σε σύγκριση με την αερόβια επεξεργασία [18, 23]:

Πλεονεκτήματα

- ✓ Χαμηλή ενεργειακή απαίτηση λόγω παραγωγής βιοαερίου
- ✓ Χαμηλή παραγωγή βιολογικής ιλύος με αποτέλεσμα μικρότερο κόστος επεξεργασίας και διάθεσης
- ✓ Γρήγορη επανεκκίνηση
- ✓ Απαίτηση λιγότερων θρεπτικών συστατικών
- ✓ Επεξεργασία μεγαλύτερων ρυπαντών φορτίων με αποτέλεσμα την ανάγκη μικρότερου αντιδραστήρα και μικρότερου χώρου εγκατάστασης

Μειονεκτήματα

- ✓ Μεγάλος χρόνος εκκίνησης λόγω χαμηλού ρυθμού ανάπτυξης μεθανογόνων μικροοργανισμών
- ✓ Ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία της αναερόβιας εκροής
- ✓ Ανάγκη για ρύθμιση της αλκαλικότητας των αποβλήτων

- ✓ Παραγωγή δυσάρεστων οσμών λόγω υδρόθειου
- ✓ Υψηλός βαθμός ευαισθησίας σε τοξικά σοκ
- ✓ Μείωση του ρυθμού των αντιδράσεων με μείωση της θερμοκρασίας

1.3.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων, γνωστή και ως προηγμένη επεξεργασία, είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση ανθεκτικών ουσιών οι οποίες είναι αδύνατο να απομακρυνθούν κατά την πρωτογενή και δευτερογενή επεξεργασία. Περιλαμβάνει μια σειρά επιπρόσθετων βημάτων μετά τη δευτερογενή επεξεργασία για περαιτέρω μείωση των οργανικών, θολότητας, ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου, μετάλλων και παθογόνων έτσι ώστε η διάθεση τους να μην εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον και την δημόσια υγεία. Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι απαραίτητη στην περίπτωση που τα λύματα πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν για άρδευση και στοχεύει στα παρακάτω:

- ✓ Απομάκρυνση υπολειμματικών θρεπτικών συστατικών
- ✓ Διήθηση αιωρούμενων στερεών
- ✓ Απομάκρυνση ιόντων
- ✓ Απόσμηση και αποχρωματισμός

Τα παραπροϊόντα της τριτογενούς επεξεργασίας περιλαμβάνουν την ανόργανη και σταθεροποιημένη λάσπη η οποία είναι πλέον κατάλληλη για απόθεση σε χώρους στερεών αποβλήτων. Οι διαδικασίες επεξεργασίας μπορεί να είναι φυσικές, φυσικοχημικές ή βιολογικές[5,14,40] Οι κυριότερες είναι οι εξής:

1.3.4.1. Διήθηση σε πολλαπλή κλίνη

Η κύρια φυσική μέθοδος επεξεργασίας είναι η διήθηση κατά την οποία το νερό διέρχεται μέσα από τα φίλτρα με σκοπό την κατακράτηση αιωρούμενων στερεών τα οποία δεν μπόρεσαν να απομακρυνθούν κατά την διάρκεια των προηγούμενων σταδίων επεξεργασίας. Είναι πολύ σημαντική διεργασία γιατί βελτιώνει κατά πολύ την ποιότητα των λυμάτων. Οι συνήθεις διατάξεις βασίζονται στη διήθηση των επεξεργασμένων αποβλήτων, με βαρύτητα ή υπό πίεση, σε κλίνες αποτελούμενες από αλληπάλληλα στρώματα άμμου και ανθρακίτη [33].

1.3.4.2. Προσρόφηση σε φίλτρα ενεργού άνθρακα

Όπως είναι γνωστό, ο ενεργός άνθρακας έχει την ιδιότητα να συγκρατεί με προσρόφηση μεγάλο μέρος οργανικών και ανόργανων ουσιών. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται κατά την τριτοβάθμια επεξεργασία με σκοπό τον τελικό καθαρισμό των αποβλήτων από τις εναπομείναντες οργανικές και ανόργανες ουσίες, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει και στον αποχρωματισμό τους. Ο συνηθέστερος τρόπος λειτουργίας του είναι με διοχέτευση των αποβλήτων μέσα σε μια στήλη στην οποία και περιέχεται ο ενεργός άνθρακας σε κοκκώδη μορφή. Απαραίτητη είναι η τακτική αναζωογόνηση του άνθρακα με καύση ή εξανθράκωση των οργανικών ουσιών κατακράτησης έτσι ώστε να διατηρείται η προσροφητική του ικανότητα [33].

1.3.4.3. Αντίστροφη όσμωση

Κατά την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των διαλυτών οργανικών και ανόργανων ρύπων (συνολικά διαλυμένα στερεά, τα βαρέα μέταλλα, τους ιούς, τα βακτήρια). Αυτό συμβαίνει με την διέλευση των λυμάτων από ημιπερατή μεμβράνη, σε συνθήκες υπερπίεσης, όπου και κατακρατείται το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών ενώσεων και συμπυκνώνεται. Έτσι προκύπτουν από την επεξεργασία αποβλήτων δύο ρεύματα. Ένα με μειωμένη περιεκτικότητα σε διαλυμένα στερεά και ένα πυκνό διάλυμα. Ο σημαντικότερος παράγοντας για την επεξεργασία βιομηχανικών λυμάτων με αντίστροφη όσμωση είναι η προεπεξεργασία των λυμάτων έτσι ώστε να προστατευτεί η μεμβράνη από την οργανική ρύπανση και τη χημική υποβάθμιση. Πριν ληφθεί υπόψη η αντίστροφη όσμωση, απαιτείται πλήρης ισορροπία κατιόντων –ανιόντων. Τα υψηλά επίπεδα BOD και COD μπορούν επίσης να συμβάλλουν στην ρύπανση της μεμβράνης. Χρησιμοποιούνται πάνω από 100 διαφορετικά υλικά για να κατασκευαστούν μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης, ωστόσο οι δύο πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεμβράνες κατασκευάζονται από οξική κυτταρίνη (CA) και σύνθετο λεπτό φιλμ πολυαμιδίου (TFC). Η διαμόρφωση των μεμβρανών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως σπειροειδής ή σωληνοειδής διαμόρφωση, σε επίπεδες πλάκες ή σε πλαίσιο. Η επιλογή του τύπου μεμβράνης που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση γίνεται ανάλογα με την θερμοκρασία, το pH και τα γενικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός υγρού απόβλητου. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ο μεγάλος βαθμός απομάκρυνσης οργανικών και αλάτων. Η χρήση όμως αυτής της μεθόδου είναι περιορισμένη εξαιτίας των παρακάτω μειονεκτημάτων [5, 17, 33]:

- ✓ Υψηλό κόστος εγκατάστασης
- ✓ Υψηλό κόστος λειτουργίας με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας
- ✓ Δύσκολη και ακριβή η επεξεργασία και διάθεση του πυκνού διαλύματος

1.3.4.4. Ιοντοεναλλαγή

Η ιοντοεναλλαγή περιγράφει μια συγκεκριμένη χημική διαδικασία στην οποία τα ανεπιθύμητα διαλυμένα ιόντα ανταλλάσσονται με άλλα ιόντα με παρόμοιο φορτίο. Η διαδικασία ανταλλαγής συμβαίνει ανάμεσα σε ένα στερεό (ρητίνη ή ζεόλιθο) και ένα υγρό (νερό). Κατά τη διαδικασία, οι λιγότερο επιθυμητές ενώσεις ανταλλάσσονται με εκείνες που θεωρούνται επιθυμητές. Τα επιθυμητά ιόντα φορτώνονται στο υλικό ρητίνης. Στην ανταλλαγή κατιόντων κατά την επεξεργασία του νερού, τα μη επιθυμητά θετικά φορτισμένα ιόντα των λυμάτων που έρχονται σε επαφή με την ιοντοανταλλακτική ρητίνη ανταλλάσσονται με τα επιθυμητά θετικά φορτισμένα ιόντα που είναι διαθέσιμα στην επιφάνεια ρητίνης, τα οποία είναι συνήθως ιόντα νατρίου. Στη διαδικασία ανταλλαγής ανιόντων πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με αρνητικό ιόν αντικατάστασης συνήθως χλωριούχο. Διάφοροι μολυσματικοί παράγοντες - συμπεριλαμβανομένων των νιτρικών, φθοριούχων, θειικών και αρσενικού - μπορούν να απομακρυνθούν με την διαδικασία της ιοντοεναλλαγής. Αυτές οι ρητίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό για την απομάκρυνση των ιοντικών ρύπων από το νερό. Τα αφαιρούμενα ιόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους άλλους τομείς της βιομηχανίας. Σε περίπτωση όμως που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα διάθεσης, εξαιτίας των αλάτων και των βαρέων μετάλλων. Ένας άλλος τρόπος είναι η χρήση βιομηχανικών ορυκτών με ιοντοεναλλακτικές ιδιότητες για την δέσμευση των ανεπιθύμητων ιόντων [5, 33].

1.3.5 Απολύμανση

Η απολύμανση αποτελεί το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας των αποβλήτων πριν την τελική τους διάθεση στους υδάτινους αποδέκτες ή την επαναχρησιμοποίηση τους. Τα βιομηχανικά απόβλητα συχνά μολύνονται με παθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς οι οποίοι σε περίπτωση που δεν απομακρυνθούν αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία. Γι' αυτόν τον λόγο η απολύμανση θεωρείται πρωταρχικός μηχανισμός για την καταστροφή των παθογόνων αυτών οργανισμών με σκοπό να αποτραπεί η εξάπλωση των μεταδοτικών ασθενειών στους μεταγενέστερους χρήστες και το περιβάλλον. Η αναγκαιότητα απολύμανσης αξιολογείται κατά περίπτωση ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υδάτινου αποδέκτη, την προέλευση και τα χαρακτηριστικά των προς διάθεση αποβλήτων. Για να είναι αποτελεσματική η απολύμανση θα πρέπει να ισχύουν τα εξής κριτήρια:

- ✓ Να καταστρέφει τους παθογόνους μικροοργανισμούς έτσι ώστε να πληρούνται τα επιτρεπόμενα όρια
- ✓ Να μην οδηγεί σε αύξηση της τοξικότητας των αποβλήτων
- ✓ Να είναι αξιόπιστη και με χαμηλό κόστος

- ✓ Να μην οδηγεί σε αυξητικούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον λόγω της μεταφοράς, αποθήκευσης, ή χειρισμό χημικών ή υποπροϊόντων απολύμανσης.

Στόχος όλων των μεθόδων απολύμανσης είναι η αποτελεσματική απομάκρυνση των βακτηριδίων, ιών και όλων των παθογόνων μικροοργανισμών. Οι κυριότερες από αυτές τις μεθόδους διακρίνονται σε [7, 27]:

- ✓ Χημικές μεθόδους (π.χ. χλωρίωση, οζόνωση)
- ✓ Φυσικές (πχ υπεριώδης ακτινοβολία, μικροδιήθηση)
- ✓ Βιολογικές (ενεργός ιλύς)

1.3.5.1. ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Το χλώριο χρησιμοποιείται για την απολύμανση των λυμάτων είτε σε αέρια μορφή (Cl_2) είτε ως υποχλωριώδη άλατα. Σε οποιαδήποτε μορφή και να βρίσκεται, αντιδρά με το νερό προς σχηματισμό υποχλωριώδους οξέος (HOCl), το οποίο δίνει στην συνέχεια το υποχλωριώδες ιόν με την εξής αντίδραση:



Εκτός από τις δύο μορφές που αναφέραμε, το χλώριο μπορεί να βρεθεί και σε μορφή μονοχλωραμίνης (NH_2Cl) και διχλωροαμίνης (NHCl_2). Για το ποια μορφή θα κυριαρχήσει παίζει ρόλο ένας συνδυασμός παραγόντων όπως η θερμοκρασία, το pH, η συγκέντρωση αμμωνίας. Είναι σημαντική η γνώση της κυρίαρχης μορφής χλωρίου για τη διαδικασία της απολύμανσης γιατί με τις διάφορες μορφές έρχονται ποικίλες οξειδωτικές δυνάμεις άρα και διαφορετικοί βαθμοί απολύμανσης. Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης επίσης ποικίλει ανάλογα την φύση των μικροοργανισμών. Το χλώριο είναι πολύ αποτελεσματικό ενάντια στα εντερικά βακτήρια, όπως το *E. coli*, αλλά λιγότερο αποτελεσματικό εναντίον άλλων βακτηριακών ειδών. Η αποτελεσματική απολύμανση με χλώριο εξαρτάται από τον σωστό συνδυασμό pH, συγκέντρωσης χλωρίου και το χρόνο επαφής καθώς και τα επίπεδα αμμωνίας και αιωρούμενων στερεών.

Πρέπει πάντα να γίνεται έλεγχος των παραπροϊόντων που προκύπτουν από τις χημικές αντιδράσεις κατά την απολύμανση με την μέθοδο της χλωρίωσης γιατί οι χλωρο-οργανικές ενώσεις, κυρίως τα τριαλομεθάνια που προκύπτουν έχουν ενοχοποιηθεί για επιπτώσεις στην υγεία εξαιτίας της έντονης τοξικότητάς τους [7, 27].

1.3.5.2. ΟΖΟΝΩΣΗ

Η απολύμανση με οζόνωση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών ως οξειδωτικών παραγόντων. Η οζόνωση είναι πιο αποτελεσματική έναντι των ιών και των βακτηριδίων από την χλωρίωση, άλλα προκύπτουν προβλήματα στην απολύμανση όταν οι συνθήκες δεν είναι οι ιδανικές. Η χαμηλή διαλυτότητα του όζοντος στο νερό είναι ο κύριος παράγοντας που μειώνει σημαντικά την ικανότητα απολύμανσης. Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης εξαρτάται από την ευαισθησία των προς απομάκρυνση οργανισμών, την επαφή, το χρόνο και τη συγκέντρωση του όζοντος.

Τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος απολύμανσης με όζον περιλαμβάνουν [6]:

- ✓ Παρασκευή αερίου τροφοδοσίας
- ✓ Παραγωγή όζοντος
- ✓ Επαφή αποβλήτων με το όζον
- ✓ Καταστροφή του όζοντος

1.3.5.3. ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η απολύμανση των λυμάτων με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) είναι μια φυσική διαδικασία που κυρίως περιλαμβάνει τη διέλευση των αποβλήτων δίπλα από μια πηγή UV (λάμπα). Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των λυμάτων πριν από την επεξεργασία τους. Με καλύτερη ποιότητα των λυμάτων έρχεται μια πιο αποτελεσματική διαδικασία απολύμανσης UV. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν σχηματίζονται παραπροϊόντα τα οποία θα είχαν αντίκτυπο στο περιβάλλον. Το μειονέκτημα είναι ότι τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι μόνιμα και να προκύψει επανεμφάνιση μικροβιακών οργανισμών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μία σύντομη σύγκριση των τριών επικρατέστερων μεθόδων απολύμανσης, από την οποία προκύπτει το συμπέρασμα ότι η απολύμανση με όζον έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους όσον αφορά την αποτελεσματικότητα απολύμανσης, την επικινδυνότητα των χημικών και των παραπροϊόντων καθώς επίσης και το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας [7, 27].

Πίνακας 8: Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης [22]

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ		
	ΟΖΟΝΩΣΗ	U.V.	ΧΛΩΡΙΩΣΗ
Απομάκρυνση κολοβακτηριδίων	πολύ καλή	πολύ καλή	πολύ καλή
Απομάκρυνση ιών	πολύ καλή	καλή	μέτρια
Πιθανότητες ανάπτυξης μικροοργανισμών	καμία	σημαντική	ελάχιστη
Επίδραση στο υδάτινο περιβάλλον του αποδέκτη	καμία	καμία	αύξηση διαλυτών στερεών
Παραπροϊόντα απολύμανσης	κανένα	κανένα	αλογονοφόρμια
Επικινδυνότητα παραπροϊόντων	μηδενική	μηδενική	μεγάλη
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	καμία	καμία	μεγάλη
Κόστος εγκατάστασης	σημαντικό	σημαντικό	μέσο
Κόστος λειτουργίας και συντήρησης	μέσο	σημαντικό	μέσο
Προσωπικό λειτουργίας	Δεν απαιτείται επιπλέον προσωπικό	1 άτομο/βάρδια	1 άτομο/βάρδια
Απαιτούμενη έκταση	μέση	μικρή	μεγάλη

1.3.5.4. ΜΙΚΡΟΔΙΗΘΗΣΗ

Με την τεχνολογία των μεμβρανών πραγματοποιείται φιλτράρισμα των μικροοργανισμών που βρίσκονται στα απόβλητα με φυσικό τρόπο. Σε αυτήν την μέθοδο δεν απαιτείται προσθήκη αντιδραστήρων χημικών ουσιών, γεγονός το οποίο συμβάλει στο να μην παραχθούν τοξικά υποπροϊόντα απολύμανσης. Η μικροδιήθηση είναι η πιο εμπορικά βιώσιμη τεχνολογία για την απολύμανση των αποβλήτων. Τα λύματα διέρχονται μέσα από μεμβράνες, στην επιφάνεια των οποίων υπάρχουν εκατομμύρια μικροσκοπικοί πόροι. Αυτοί οι πόροι επιτρέπουν στα απόβλητα να ρέουν ενώ ταυτόχρονα δρουν ως φυσικό εμπόδιο για τα σωματίδια και τους μικροοργανισμούς. Η μικροδιήθηση μειώνει αποτελεσματικά τα σωματίδια, τα βακτήρια και μια σειρά από ιούς, φύκια και πρωτόζωα. Τα κύρια

μειονεκτήματα της μικροδιήθησης είναι το υψηλό κόστος, καθώς επίσης και η διαχείριση των μολυσματικών προϊόντων που προκύπτουν μετά τον καθαρισμό των μεμβρανών [7].

1.4 ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

✓ ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι καθοριστικής σημασίας για να μπορέσει να ακολουθήσει η διάθεση τους. Σε περίπτωση που δεν είναι επαρκής μπορεί να προκληθούν σημαντικοί κίνδυνοι για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Οι χώροι διάθεσης θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να προκαλούν τις λιγότερες δυνατές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να γίνονται περιβαλλοντικές μελέτες οι οποίες να αξιολογούν την χρήση της γης, τους τοπικούς κλιματικούς παράγοντες, την τοπογραφία του τόπου, την ταυτοποίηση των ευαίσθητων υδάτινων πόρων, των στρωμάτων του εδάφους, της μετακίνησης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και το ιστορικό της περιοχής. Με στόχο την ενίσχυση της προστασίας των υδάτων, το υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας έχει θεσπίσει γενικούς κανόνες που αφορούν την διάθεση των υγρών αποβλήτων [2, 10].

✓ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ

Η συνεχής κατανάλωση νερού έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση των διαθέσιμων πηγών γύρω από τις βιομηχανικές περιοχές. Επιπλέον, η απόρριψη λυμάτων σε φυσικά υδάτινα ρεύματα, τα οποία δεν έχουν υποστεί την απαραίτητη επεξεργασία, έχει προκαλέσει ρύπανση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων. Αυτοί οι λόγοι οδήγησαν σε τεχνολογικές εξελίξεις οι οποίες καθιστούν δυνατή την επεξεργασία λυμάτων με σκοπό την βιομηχανική επαναχρησιμοποίησή τους. Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων στις διάφορες βιομηχανίες εξαρτάται από

- ✓ τον όγκο των αποβλήτων,
- ✓ τη συγκέντρωση και τα χαρακτηριστικά τους,
- ✓ τις διαθέσιμες τεχνολογίες επεξεργασίας,
- ✓ τη λειτουργία και το κόστος συντήρησης,
- ✓ τη διαθεσιμότητα ακατέργαστου νερού και
- ✓ τα πρότυπα εκροής.

Οι διάφορες βιομηχανίες θα πρέπει να λάβουν υπόψιν τους ταχέως εξαντλούμενους πόρους, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την δημόσια υγεία. Κατά τον προηγούμενο αιώνα, η ταχεία ανάπτυξη έχει βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο και την ποιότητα ζωής εκατομμυρίων ανθρώπων. Αυτή η ανάπτυξη όμως έχει έρθει με κόστος τριάντα φορές αύξηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και πενταπλάσια αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής. Ως αποτέλεσμα, υπάρχουν σημαντικές ποσότητες φυσικών πόρων οι οποίοι καταναλώθηκαν από τη βιομηχανία, αφήνοντας τη γη εξαντλημένη για τις επόμενες γενιές. Μεγάλο μέρος των αποβλήτων που παράγονται από αυτές τις δραστηριότητες απορρίπτονται απευθείας σε φυσικά υδατικά συστήματα. Σε αναπτυγμένες χώρες, η βιομηχανία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού και αντιπροσωπεύει 50 έως 80 τοις εκατό της συνολικής ζήτησης, σε αντίθεση με τις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής. Σε πολλές χώρες, τα υψηλά ποσοστά κατανάλωσης κατά την τελευταία δεκαετία έχουν υπερβεί την ικανότητα να αναπληρώνουν τις φθίνουσες πηγές με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος ακατέργαστου νερού για βιομηχανικές εφαρμογές. Η επαναχρησιμοποίηση ή η ανακύκλωση του νερού είναι ζωτικής σημασίας για την Ευρώπη, διότι:

- ✓ αυξάνει το διαθέσιμο πόρο νερού
- ✓ Μειώνει τον ευτροφισμό
- ✓ μπορεί να μειώσει το κόστος στη ζήτηση ενέργειας

Η λειψυδρία είναι ένα πιεστικό πρόβλημα σε όλο τον κόσμο. Πολλές χώρες θα αντιμετωπίσουν σοβαρή έλλειψη νερού κατά τις επόμενες δεκαετίες και αυτό έχει γίνει θέμα τόσο για τον δημόσιο όσο και για τον ιδιωτικό τομέα. Η ποιότητα που απαιτείται για την απόρριψη λυμάτων πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ανησυχίες σχετικά με τη δημόσια υγεία και την ασφαλή χρήση. Η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης, αποτελεί σημαντική συνιστώσα τόσο της διαχείρισης των λυμάτων όσο και της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης λυμάτων που δεν απαιτούν ποιότητα πόσιμου νερού. Οι τύποι επαναχρησιμοποίησης λυμάτων κατατάσσονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:

- ✓ αστικές χρήσεις,
- ✓ βιομηχανικές χρήσεις,
- ✓ γεωργικές χρήσεις και
- ✓ επαναφόρτιση υπογείων υδάτων

Σύμφωνα με τα συστατικά των ρύπων, την τεχνολογία επεξεργασίας λυμάτων και την ποιότητα του νερού που λαμβάνεται, ο τύπος και το σύστημα επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων επιλέγονται λαμβάνοντας υπόψη τους πιθανούς περιορισμούς λόγω των επιπέδων υπολειπόμενου φορτίου. Το νερό παρέχεται από εταιρείες νερού ως υπηρεσία και έχει πολλούς άλλους βιομηχανικούς σκοπούς. Η καταλληλότητα των

επεξεργασμένων λυμάτων στη βιομηχανία εξαρτάται από τη διαδικασία και τον συγκεκριμένο σκοπό και μπορεί να απαιτούνται διαφορετικοί βαθμοί καθαρισμού [10, 19, 31]. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μερικές από τις κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων:

Πίνακας 9: κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης λυμάτων [37]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ
1. Άρδευση αγροτικών καλλιεργειών - άρδευση συγκομιδής - εμπορικά φυτώρια	<ul style="list-style-type: none"> - επίδραση της ποιότητας νερού, ιδιαίτερα των αλάτων στο έδαφος και στην συγκομιδή - Ανησυχίες για την δημόσια υγεία σε σχέση με τους μικροοργανισμούς (βακτηρίδια, ιούς και παράσιτα) - Ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών αν δεν γίνει καλή διαχείριση - Εμπορικότητα της σοδιάς και δημόσια αποδοχή
2. Άρδευση αστικού πρασίνου - Πάρκα - Αυλές σχολείων - Γήπεδα γκολφ - Νεκροταφεία κ.α.	
3. Επαναχρησιμοποίηση στην βιομηχανία - Ψύξη - Τροφοδοσία λέβητα - Νερό επεξεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> - Τα συστατικά των επεξεργασμένων λυμάτων σχετίζονται με τον σχηματισμό πουρί, την διάβρωση, την βιολογική ανάπτυξη και την δυσσομία - Ανησυχίες για την δημόσια υγεία, μεταφορά μικροσταγονιδίων με οργανικά και παθογόνους μικροοργανισμούς στο νερό ψύξης και στα νερά διάφορων επεξεργασιών
4. Ενίσχυση και εξευγενισμός υπογείων υδροφόρων - Ανανέωση υπόγειων υδροφόρων	<ul style="list-style-type: none"> - Ίχνη οργανικών στα επεξεργασμένα λύματα και η τοξικολογική τους επίδραση - Ολικά διαλυμένα στερεά, μέταλλα, νιτρικά ιόντα και παθογόνοι μικροοργανισμοί στα επεξεργασμένα λύματα
5. Περιβαλλοντικές χρήσεις αναψυχής - Λίμνες - Ιχθυοκαλλιέργειες - Αύξηση παροχής ρευμάτων	<ul style="list-style-type: none"> - Ανησυχίες για την υγεία λόγω των βακτηριδίων και των ιών - Ευτροφισμός εξαιτίας του αζώτου και του φωσφόρου - Αισθητική (οσμές)

<p>6. Αστικές χρήσεις πλην ύδρευσης</p> <ul style="list-style-type: none">- Πυροπροστασία- Κλιματισμός- Πλύσιμο τουαλέτας	<ul style="list-style-type: none">- Ανησυχίες για την δημόσια υγεία σχετικά με την μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών από μικροσταγονίδια- Επίδραση της ποιότητας νερού στον σχηματισμό πουρί, την διάβρωση, στην βιολογική ανάπτυξη και στην δυσσομία- Πιθανές τυχόν διασταυρώσεις με το δίκτυο ύδρευσης
---	---

2. Ο ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ΔΕΗ είναι η κύρια εταιρία ηλεκτρισμού στην Ελλάδα, και κατέχει το 89% περίπου της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς της χώρας (12695 MW), η οποία προέρχεται από λιγνιτικές, υδροηλεκτρικές, πετρελαϊκές μονάδες, μονάδες φυσικού αερίου αιολικά και ηλιακά πάρκα. Σήμερα, οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί καλύπτουν το 42% της εγκατεστημένης ισχύος της ΔΕΗ και παράγουν το 56% της ετήσιας ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η περιοχή της Κοζάνης-Φλώρινας διαθέτει έξι συνολικά σταθμούς με 18 μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, η ισχύς των οποίων ανέρχεται σε 4388 MW. Οι έξι αυτοί σταθμοί και η παραγόμενη ισχύς τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα και παριστάνονται γραφικά στο διάγραμμα:

Πίνακας 10: Σταθμοί της περιοχής Κοζάνης-Φλώρινας και εγκατεστημένη ισχύς ανά σταθμό

Σταθμός	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)
ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	43
ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ	620
ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ	1250
ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	1595
ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	600
ΑΗΣ ΜΕΛΙΤΗΣ-ΑΧΛΑΔΑΣ	330
ΣΥΝΟΛΟ	4438



Διάγραμμα 2: Γραφική απεικόνιση εγκατεστημένης ισχύς των έξι λιγνιτοπαραγωγικών σταθμών της περιοχής Κοζάνης-Φλώρινας

Όπως είναι αναμενόμενο μιας τόσο μεγάλης έκτασης εγκατάσταση φέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες αντιμετωπίζονται από την πλευρά της ΔΕΗ με σύγχρονες τεχνολογικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων έτσι ώστε η επιβαρύνσεις στο περιβάλλον να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες και πάντα να συμβαδίζουν με τους θεσπισμένους περιβαλλοντικούς κανόνες [30].

- **Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Αγίου Δημητρίου**

Στην παρούσα εργασία θα εστιάσουμε στον ατμοηλεκτρικό σταθμό του Αγίου Δημητρίου. Ο ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου βρίσκεται στον νομό Κοζάνης κοντά στην εθνική οδό Κοζάνης-Θεσσαλονίκης και σε απόσταση 18Km από την πόλη της Κοζάνης. Αποτελείται από 5 Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής συνολικής ισχύος 1595 MW και είναι ο μεγαλύτερος Σταθμός Παραγωγής στην Ελλάδα. Οι εγκαταστάσεις του σταθμού καλύπτουν συνολική έκταση 3236 στρεμμάτων. Λόγω των μεγάλων κοιτασμάτων λιγνίτη στην περιοχή Κοζάνης- Πτολεμαΐδας, το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του σταθμού είναι ο τοπικός λιγνίτης ενώ ως βοηθητικό καύσιμο χρησιμοποιείται πετρέλαιο Diesel. Όλες οι μονάδες του σταθμού λειτουργούν σε 24ωρη βάση με μεταβαλλόμενο φορτίο. Τα λιγνιτορυχεία βρίσκονται σε απόσταση 16,5 Km περίπου από τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου και ο λιγνίτης μεταφέρεται κυρίως με ταινιοδρόμους και κάποιες μικρές ποσότητες με φορτηγά. Όταν οι μονάδες λειτουργούν σε πλήρες φορτίο, η ημερήσια κατανάλωση λιγνίτη του σταθμού είναι της τάξης των 68000 tn. Οι ανάγκες σε βιομηχανικό νερό καλύπτονται από την λίμνη Πολυφύτου μέσω τριών αντλιοστασίων συνολικής ικανότητας 8500 m³/h εξυπηρετώντας όλους τους ΑΗΣ του λεκανοπεδίου Κοζάνης-Πτολεμαΐδας. Το βιομηχανικό νερό χρησιμοποιείται κυρίως για την συμπλήρωση των απωλειών των ψυκτικών κυκλωμάτων αφού πρώτα έχει υποστεί αφαλάτωση. Ακατέργαστο νερό χρησιμοποιείται για τα συστήματα πυρόσβεσης του σταθμού και για την διαβροχή της τέφρας. Η ημερήσια κατανάλωση νερού από τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου είναι 4200 m³/h. Αποδέκτης των υγρών αποβλήτων του σταθμού είναι το ρέμα Σουλού με τελικό προορισμό την λίμνη Βεγορίτιδα.

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τα εξής βασικά τμήματα:

- **Σύστημα διακίνησης του λιγνίτη**, μέσω του οποίου τροφοδοτείται ο λιγνίτης. Αποτελείται από:
 - τις υπαίθριες αποθήκες λιγνίτη,
 - τους ταινιοδρόμους παραλαβής από το Νότιο Πεδίο και
 - από τη μονάδα θραύσης του λιγνίτη όπου πραγματοποιείται ο θρυμματισμός του σε κομμάτια μέγιστης διαμέτρου 4 cm.
- **Το Σύστημα Τροφοδοσίας και Επεξεργασίας Νερού**, το οποίο αποτελείται από:

- δύο συστήματα άντλησης νερού από τη λίμνη Πολύφυτου,
 - μονάδες παραγωγής αφαλατωμένου και αποσκληρυμένου νερού και σύστημα εξευγενισμού συμπυκνώματος,
 - σύστημα κατεργασίας υγρών αποβλήτων
 - πλήρες σύστημα κατεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (Σ.Κ.Υ.Β.Α)
- **Το Σύστημα Αποκομιδής Τέφρας**, το οποίο περιλαμβάνει:
 - τα ηλεκτροστατικά φίλτρα,
 - τα σιλό αποθήκευσης,
 - τις διατάξεις ύγρυνσης και εκφόρτωσης τέφρας,
 - τους ταινιοδρόμους για τη μεταφορά της και
 - σύστημα συλλογής της υγρής τέφρας από τις ταφρολεκάνες των λεβήτων.
 - **Το Σύστημα Μονάδων**, το οποίο περιλαμβάνει:
 - τους λέβητες ατμοποίησης,
 - τους συμπυκνωτές,
 - τις στροβιλογεννήτριες,
 - τις καπνοδόχους,
 - τους πύργους ψύξης,
 - τα κυκλώματα του νερού του αέρα καύσης και των καυσαερίων.

Πίνακας 11: Μονάδες ηλεκτροπαραγωγής Αγίου Δημητρίου [30]

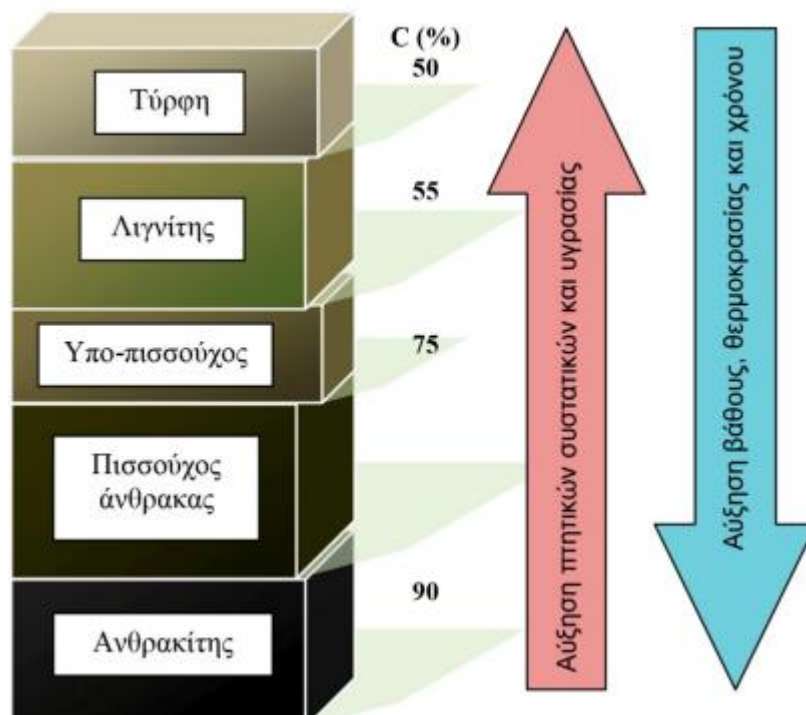
Μονάδα	Ονομαστική ισχύς (Mwe)	Καθαρή ισχύς (MWe)	Θερμική ισχύς(MWth)	Έτος έναρξης λειτουργίας	Ετήσια κατανάλωση λιγνίτη (εκατ. τόνοι)
1	300	274	762	1984	3,5
2	300	274	762	1984	3,5
3	310	283	787	1985	3,5
4	310	283	787	1986	3,5
5	375	342	892	1997	4,5
Σύνολο	1595	1456	3990		18,5

2.2 Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

2.2.1 Χαρακτηριστικά του λιγνίτη

Οι λιγνίτες ανήκουν στις στερεές οργανικές καύσιμες ύλες και εντάσσονται στην ευρύτερη οικογένεια των φτωχών γαιανθράκων. Προέρχονται από φυτικά υπολείμματα τα οποία υπέστησαν μια σειρά διεργασιών ενανθράκωσης οδηγώντας στον εμπλουτισμό τους σε άνθρακα. Οι κύριες χημικές μεταβολές που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της ενανθράκωσης, είναι η μείωση της υγρασίας και των πτητικών ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η περιεκτικότητά τους σε άνθρακα. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στην αύξηση του βάθους, της θερμοκρασίας και φυσικά χρειάζονται πολύ χρόνο για να πραγματοποιηθούν. Οι γαιάνθρακες διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Τύρφη,
- Λιγνίτης,
- Πισσούχοι άνθρακες,
- Ανθρακίτης,
- Γραφίτης.



Εικόνα 1: Κατάταξη γαιανθράκων μαζί με παγκόσμια αποθέματά τους και ποσοστό άνθρακα (Δ. Αχιλιάς)

Μερικές φορές ονομάζεται "καφέ άνθρακας", ο λιγνίτης είναι χαμηλής ποιότητα και ο πιο εύθραυστος άνθρακας. Αυτός ο μαλακότερος και γεωλογικά νεότερος άνθρακας βρίσκεται σχετικά κοντά στην επιφάνεια της γης. Από όλους τους τύπους άνθρακα, ο λιγνίτης περιέχει το χαμηλότερο επίπεδο σταθερού άνθρακα και το υψηλότερο επίπεδο υγρασίας. Έχει χαμηλά επίπεδα θείου και τέφρα αλλά υψηλά επίπεδα πτητικών ουσιών και παράγει υψηλά επίπεδα εκπομπών ατμοσφαιρικής ρύπανσης [15, 35].

2.2.2 Ο ελληνικός λιγνίτης

Ο λιγνίτης αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας και εδώ και πολύ καιρό χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας παρά τη συμβολή του στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Στην Ελλάδα πάνω από το 55% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της παρέχεται από λιγνίτη. Τα τελευταία 10 χρόνια βέβαια παρατηρείται μια σαφής υποχώρηση του μεριδίου του λιγνίτη στην κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό εξαιτίας της αύξησης του μεριδίου των ΑΠΕ και των υδροηλεκτρικών, καθώς και των εισαγωγών. Πολλά είναι όμως τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από την καύση του λιγνίτη με πιο σοβαρό την ατμοσφαιρική ρύπανση η οποία προκαλείται από τις μεγάλες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επομένως, τα προβλήματα σχετικά με την καύση και τη χρήση του λιγνίτη πρέπει να αντιμετωπίζονται με πιο αποτελεσματικό και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Η θερμογόνο δύναμη είναι 3-7 φορές μικρότερη από αυτή του λιθάνρακα και 5-10 φορές μικρότερη από του πετρελαίου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές ανά περιοχή εξόρυξης. Ένα μεγάλο θετικό του ελληνικού λιγνίτη σε σύγκριση με λιγνίτες άλλων χωρών, είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο. Τα ποσοστά της τέφρας κυμαίνονται στο 13%.

Πίνακας 12: Θερμογόνος δύναμη και αποθέματα λιγνίτη ανά περιοχή [30]

Περιοχή	Θερμογόνος δύναμη λιγνίτη (kcal/kg)	Αποθέματα λιγνίτη (εκ. Τόνοι)
Μεγαλόπολη	975-1380	223
Αμύνταιο	975-1380	1800
Φλώρινα	1261-1615	
Πτολεμαίδα	1261-1615	
Δράμα	975-1380	900
Ελασσόνα	1927-2257	169

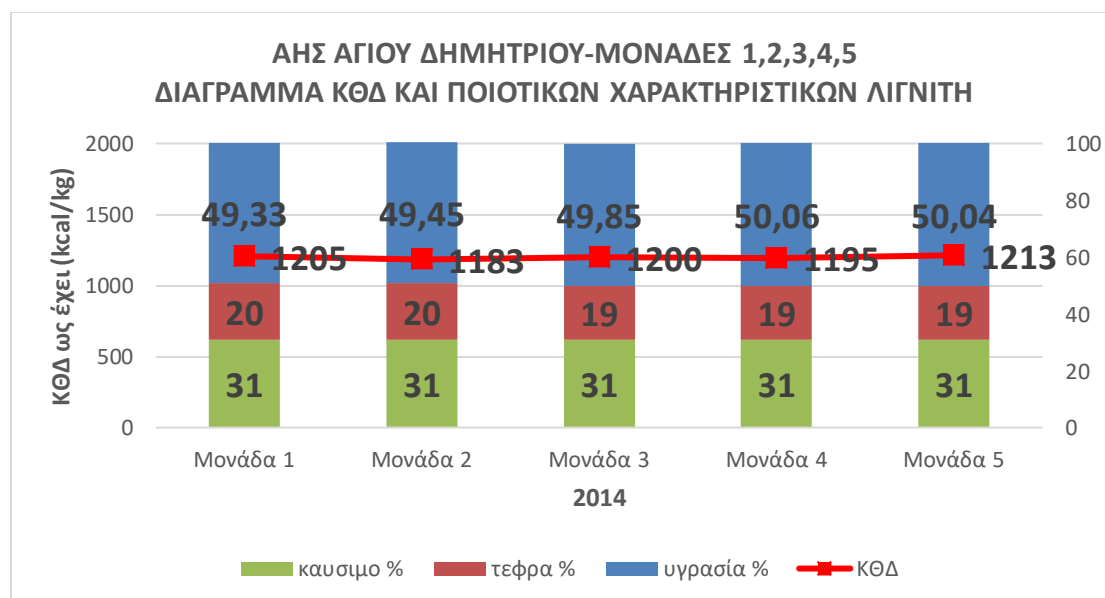
Στην περιοχή της δυτικής Μακεδονίας, αλλά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, υπάρχουν άφθονα κοιτάσματα λιγνίτη. Τα κυριότερα από αυτά εντοπίζονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Προαστείου, Αναργύρων, Αμυνταίου, Κομνηνών, Ανατολικού, Φλώρινας καθώς και τα κοιτάσματα της λεκάνης Κοζάνης - Σερβίων (Πετρανά). Η ετήσια εξόρυξη του λιγνίτη από την ΔΕΗ φτάνει τους 63 εκατομμύρια τόνους ενώ τα αποθέματα του ελληνικού λιγνίτη αγγίζουν τους 5 δισεκατομμύρια τόνους οι οποίοι υπολογίζεται ότι επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ελληνικών κοιτασμάτων είναι οι εναλλασσόμενες στρώσεις του λιγνίτη με άγονα υλικά, δηλαδή είναι πολυστρωματικά. Αφού πραγματοποιηθεί η εξόρυξη του, μεταφέρεται μέσω ταινιοδρόμων προς τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, ενώ τα άγονα υλικά επαναποθετούνται έτσι ώστε να αποφευχθεί η διατάραξη του τοπίου.

Ο λιγνίτης αποτελεί καύσιμο στρατηγικής σημασίας για την Ελλάδα έχοντας συμβάλει έντονα στην ανάπτυξη της οικονομίας της χώρας, αφού αποτελεί καύσιμο με ελεγχόμενο κόστος εξόρυξης ενώ ταυτόχρονα παρέχει ασφάλεια σε θέματα εφοδιασμού. Τα λιγνιτορυχεία προσφέρουν χιλιάδες θέσεις εργασίας και συμβάλουν στην μείωση της ανεργίας ιδιαίτερα στην ελληνική επαρχία. Ταυτόχρονα ευνοεί την επάρκεια της χώρας σε ορυκτά καύσιμα και περιορίζει την ανάγκη για εισαγωγές. Τα δικαιώματα της ΔΕΗ όσον αφορά τον λιγνίτη είναι της τάξεως του 60% [15,35].

- Στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά του λιγνίτη που χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για τα έτη 2014,2015,2016 όπως προέκυψαν από στοιχειακές αναλύσεις δειγμάτων:

Πίνακας 13: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2014 [39]

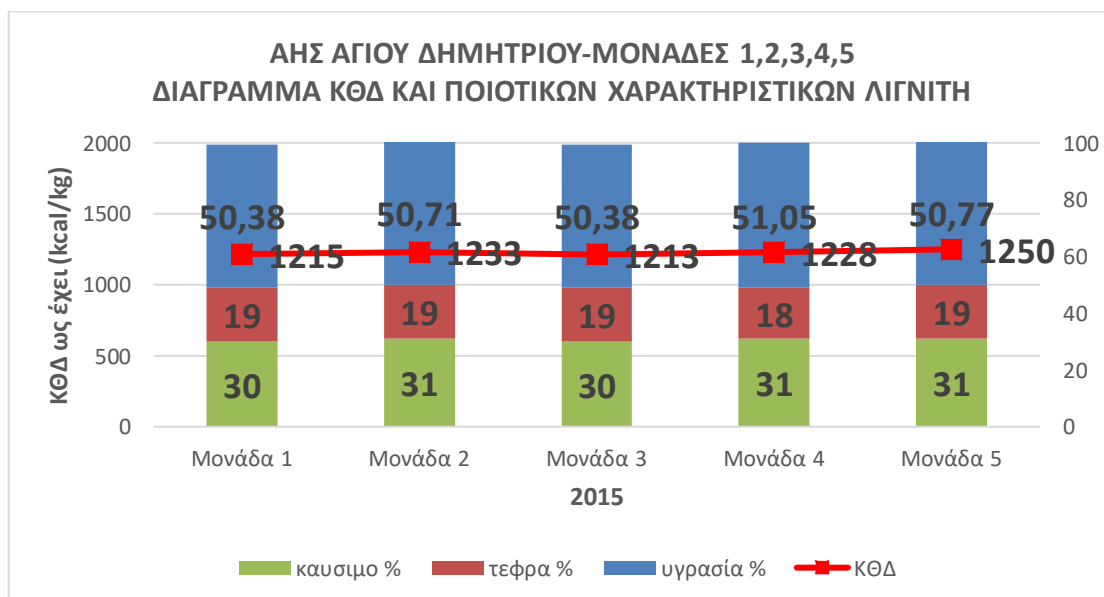
Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων έτους 2014				
ΛΙΓΝΙΤΗΣ				
Μετρ. Μέγεθος	Μονάδες	Ως έχει	Επί ξηρού	Επί καυσίμου
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	49,8		
ΤΕΦΡΑ	(%)	19,4	38,5	
ΠΤΗΤΙΚΑ	(%)	22,4	44,7	87,5
ΜΟΝ.ΑΝΘΡΑΚΑΣ	(%)	8,4	16,8	12,5
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	49,77		
ΤΕΦΡΑ	(%)	19,36	38,53	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	(%)	5,19	10,31	
ΑΝΘΡΑΚΑΣ ΟΡΓ	(%)	17,15	34,17	66,8
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	(%)	1,29	2,57	5,03
ΑΖΩΤΟ	(%)	0,48	0,96	1,87
ΘΕΙΟ	(%)	0,56	1,11	2,17
ΟΞΥΓΟΝΟ	(%)	6,2	12,35	24,13
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΑΝΩΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1555	3098	6054
ΚΑΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1195	2960	5785



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2014 [39]

Πίνακας 14: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2015 [40]

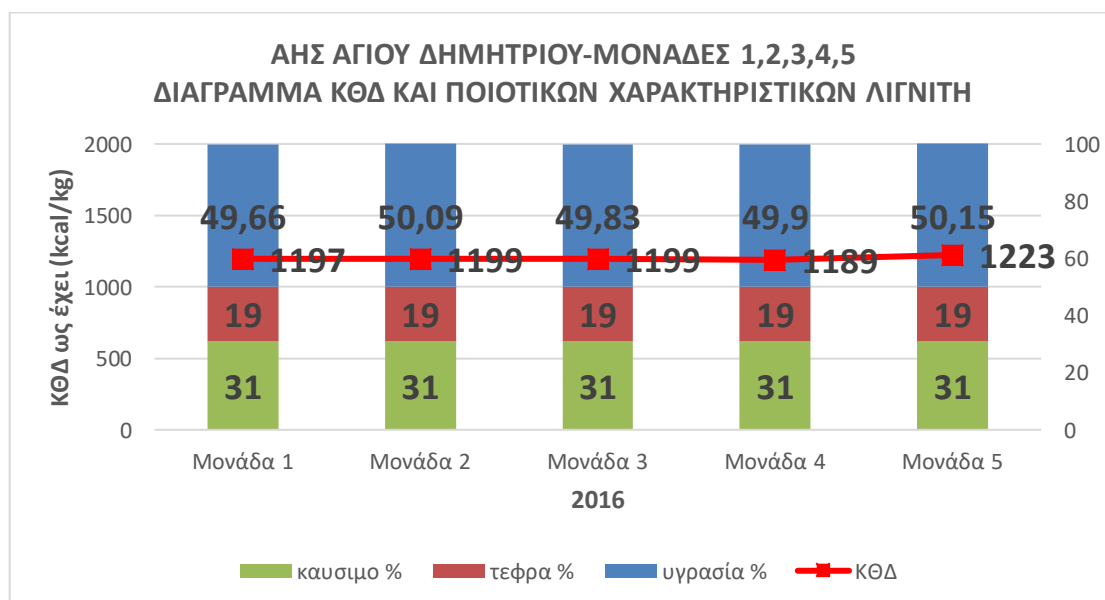
Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων έτους 2015				
ΛΙΓΝΙΤΗΣ				
Μετρ. Μέγεθος	Μονάδες	Ως έχει	Επί ξηρού	Επί καυσίμου
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	50,6		
ΤΕΦΡΑ	(%)	19	38,4	
ΠΤΗΤΙΚΑ	(%)	21,9	44,3	84,2
ΜΟΝ.ΑΝΘΡΑΚΑΣ	(%)	8,5	17,3	15,8
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	50,59		
ΤΕΦΡΑ	(%)	18,98	38,41	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	(%)	4,41	8,93	
ΑΝΘΡΑΚΑΣ ΟΡΓ	(%)	17,27	36,96	66,39
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	(%)	1,39	2,81	5,33
ΘΕΙΟ	(%)	0,51	1,03	1,95
ΑΖΩΤΟ	(%)	0,51	1,03	1,96
ΟΞΥΓΟΝΟ	(%)	6,34	12,84	24,38
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΑΝΩΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1575	3189	6055
ΚΑΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1206	3039	5770



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2015 [40]

Πίνακας 15: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2016 [41]

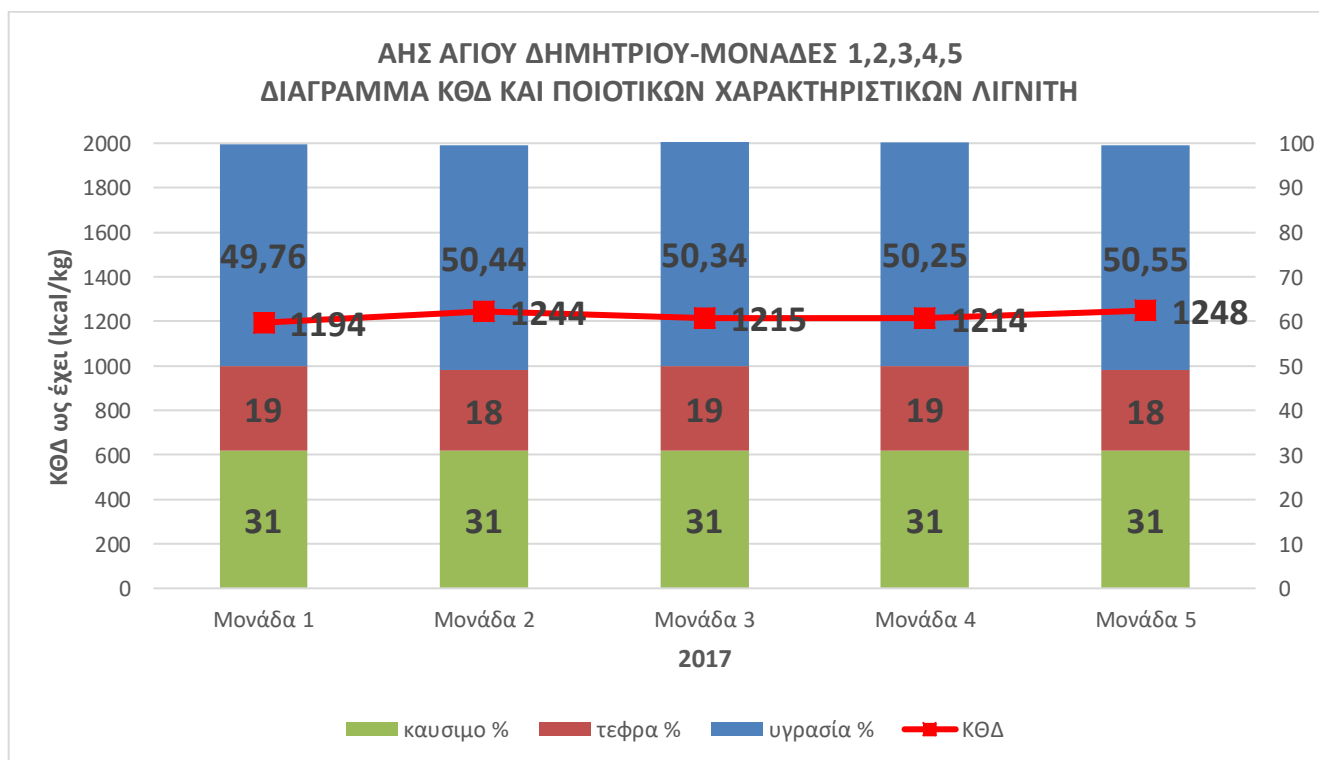
Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων έτους 2016				
ΛΙΓΝΙΤΗΣ				
Μετρ. Μέγεθος	Μονάδες	Ως έχει	Επί ξηρού	Επί καυσίμου
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	49,9		
ΤΕΦΡΑ	(%)	19,2	38,3	
ΠΤΗΤΙΚΑ	(%)	21,8	43,6	85,1
ΜΟΝ.ΑΝΘΡΑΚΑΣ	(%)	9,1	18,1	14,9
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	49,88		
ΤΕΦΡΑ	(%)	19,2	38,3	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	(%)	5,23	10,43	
ΑΝΘΡΑΚΑΣ ΟΡΓ	(%)	17,12	34,18	66,66
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	(%)	1,34	2,68	5,22
ΑΖΩΤΟ	(%)	0,54	1,08	2,11
ΘΕΙΟ	(%)	0,48	0,96	1,87
ΟΞΥΓΟΝΟ	(%)	6,2	12,37	24,13
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΑΝΩΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1558	3110	60,65
ΚΑΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1195	2967	57,85



Διάγραμμα 5: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2016 [41]

Πίνακας 16: Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων λιγνίτη έτους 2017 [42]

Μέσοι όροι στοιχειακών αναλύσεων έτους 2017				
ΛΙΓΝΙΤΗΣ				
Μετρ. Μέγεθος	Μονάδες	Ως έχει	Επί ξηρού	Επί καυσίμου
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	50,4		
ΤΕΦΡΑ	(%)	18,6	37,6	
ΠΤΗΤΙΚΑ	(%)	21,4	43,2	81,6
ΜΟΝ.ΑΝΘΡΑΚΑΣ	(%)	9,5	19,2	18,4
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΥΓΡΑΣΙΑ	(%)	50,4		
ΤΕΦΡΑ	(%)	18,65	37,59	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	(%)	4,65	9,38	
ΑΝΘΡΑΚΑΣ ΟΡΓ	(%)	17,45	35,2	66,35
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	(%)	1,38	2,78	5,24
ΑΖΩΤΟ	(%)	0,55	1,12	1,69
ΘΕΙΟ	(%)	0,44	0,89	2,1
ΟΞΥΓΟΝΟ	(%)	6,47	13,05	24,61
Σύνολο	(%)	100	100	100
ΑΝΩΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1581	31,95	6025
ΚΑΤ.ΘΕΡΜ.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	(Kcal/kg)	1213	30,46	57,44



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ΚΘΔ και ποιοτικών χαρακτηριστικών λιγνίτη στις πέντε μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2017

3. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

3.1 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Ο Σταθμός του Αγίου Δημητρίου έχει εγκατεστημένα τέσσερα συστήματα για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων του [38]:

1. Σύστημα επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία προέρχονται από τις αναγεννήσεις των ιοντοεναλλακτικών ρητινών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του αφαλατωμένου νερού και τον καθαρισμό του συμπυκνώματος των μονάδων.
2. Σύστημα επεξεργασίας αστικών λυμάτων με ημερήσια ικανότητα επεξεργασίας μέχρι 100m^3 . Συγκεκριμένα εφαρμόζεται αερόβια επεξεργασία λυμάτων με την μέθοδο της ενεργούς ιλύς. Για την ομαλή λειτουργία της μεθόδου προηγείται σύστημα απομάκρυνσης λιπών και λαδιών.
3. Σύστημα κατεργασίας βιομηχανικών υγρών αποβλήτων ονομαζόμενο S1, με ικανότητα επεξεργασίας $650\text{ m}^3/\text{h}$. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σε αυτό το σύστημα είναι η κροκίδωση και η καθίζηση. Η κροκίδωση χρησιμοποιείται προκειμένου να υποβοηθηθεί η καθίζηση των μικρότερων σωματιδίων. Κροκιδωτικά και αντιδραστήρια συσσωμάτωσης εισέρχονται στο σύστημα με σκοπό τον μετασχηματισμό των μικρότερων στερεών σε θρόμβους (κροκίδες και ιζήματα) με αποτέλεσμα την ευκολότερη καθίζηση τους και την τελική συλλογή τους.
4. Σύστημα τελικής επεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και των νερών της βροχής του σταθμού, που ονομάζεται S3. Στο σύστημα αυτό, που είναι ικανότητας $2000\text{ m}^3/\text{h}$, συγκεντρώνονται όλα τα απόβλητα από τα συστήματα βιολογικού καθαρισμού και από το σύστημα S1, τα απόνερα του συστήματος λιγνίτη καθώς και οι υπερχειλίσεις των πύργων ψύξης. Στις εγκαταστάσεις του γίνεται πρωτοβάθμια καθίζηση, κροκίδωση, δευτεροβάθμια καθίζηση και τελική ρύθμιση της οξύτητας των επεξεργασμένων απόνερων (pH), ούτως ώστε τα εξερχόμενα από το σταθμό νερά να είναι κατάλληλα για όλες τις χρήσεις πλην πόσης.

3.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Για την ομαλή λειτουργία του σταθμού και την τήρηση των περιβαλλοντικών μέτρων, γίνονται μετρήσεις των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων σε ημερήσια, εβδομαδιαία και μηνιαία βάση έτσι ώστε να διαβεβαιώνετε η καταλληλότερα τους για διάθεση. Τα στοιχεία δόθηκαν από την σταθμό του Αγίου Δημητρίου. Οι μετρήσεις που μελετήθηκαν αφορούν τα έτη 2014 - 2017.

- ❖ Στους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, αναφέρονται οι οριακές τιμές χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων που ισχύουν για τα έτη **2014** και **2015**, όπως δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 17: Οριακές τιμές χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων 2014, 2015

Χαρακτηριστικό	όριο
<i>Ενεργός οξύτητα pH</i>	6,5-8,5
<i>Θερμοκρασία</i>	25°C στην έξοδο του συστήματος επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων
<i>Αγωγιμότητα</i>	750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C)
<i>Διαλυμένα στερεά:</i>	600 mg/l
<i>Αιωρούμενα στερεά</i>	30 mg/l

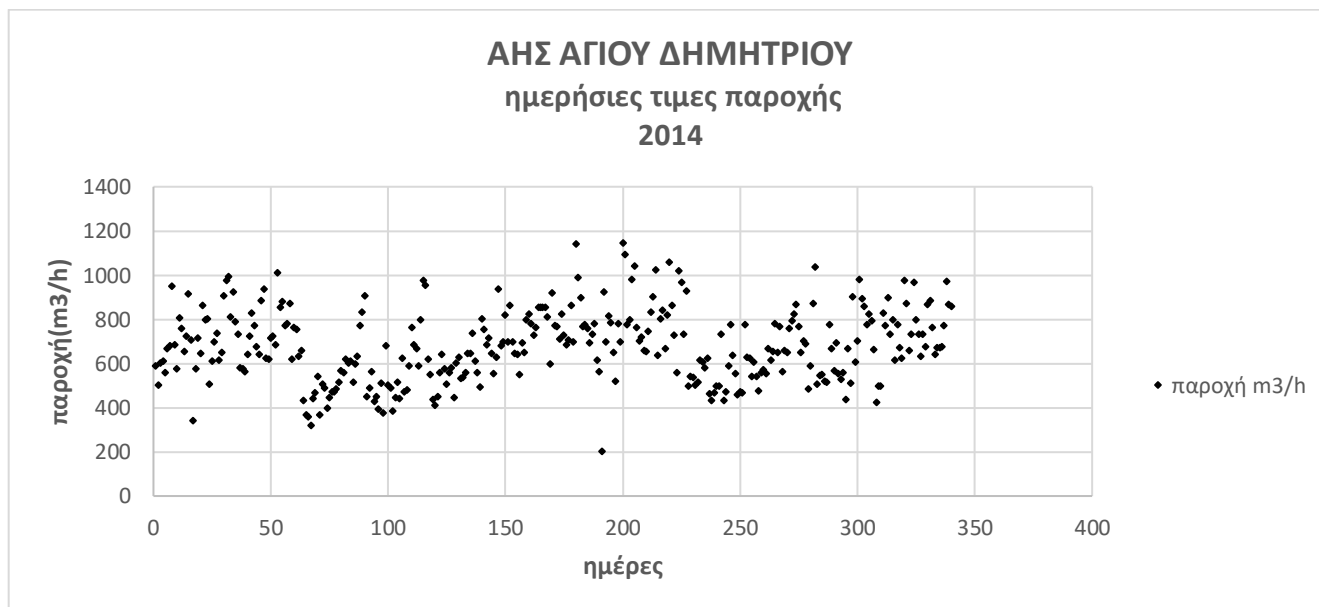
- ✓ *Λόγω της μεγάλης απόστασης του ΑΗΣ από τον τελικό αποδέκτη των υδατικών αποβλήτων (Λίμνη Βεγορίτιδα) επιτρέπεται παρέκκλιση του ορίου της θερμοκρασίας κατά 20%.*
- ❖ Στους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου ΚΥΑ Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε./94650/12.9.2006, Παρ.Β.1.2.1, καθορίζονται οι οριακές τιμές ποιότητας των υγρών αποβλήτων του ΑΗΣ έως τις **26.06.2016**.
- ❖ Στους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, ΥΠΕΝ/ΓΔΠΠ/ΔΙΠΑ/100422/27.06.2016, Παρ.Β.1.2.1.1 και Παρ.Β.1.2.1.1, αναφέρονται τα όρια εκπομπής διάθεσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων από **27.06.2016** και για το **2017**.

Πίνακας 18: Οριακές τιμές χαρακτηριστικών υδατικών αποβλήτων 2016, 2017

Χαρακτηριστικό	Όριο έως 26.06.2016	Όριο από 27.06.2016 και 2017
<i>Παροχή</i>	-	2000 m ³ /h
<i>Ενεργός οξύτητα pH</i>	6,5-8,5	6,5-8,5
<i>Θερμοκρασία</i>	25°C στην έξοδο του συστήματος επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων	35 °C
<i>Χρώμα</i>	Απορρόφηση 30 χρωματικών μονάδων κοβαλτίου-λευκόχρυσου	Απορρόφηση 50 χρωματικών μονάδων κοβαλτίου-λευκόχρυσου
<i>Αγωγιμότητα</i>	750 μS/cm (20°C) ή τιμή μικρότερη των αντίστοιχων τιμών των εισερχόμενων ακατέργαστων λυμάτων – αποβλήτων μειωμένες όμως κατά 10%	2500 μS/cm
<i>Διαλυμένα στερεά:</i>	600 mg/lit ή τιμή μικρότερη των αντίστοιχων τιμών των εισερχόμενων ακατέργαστων λυμάτων – αποβλήτων μειωμένες όμως κατά 10%	1500 mg/lit
<i>Αιωρούμενα στερεά</i>	30 mg/lit	30mg/L

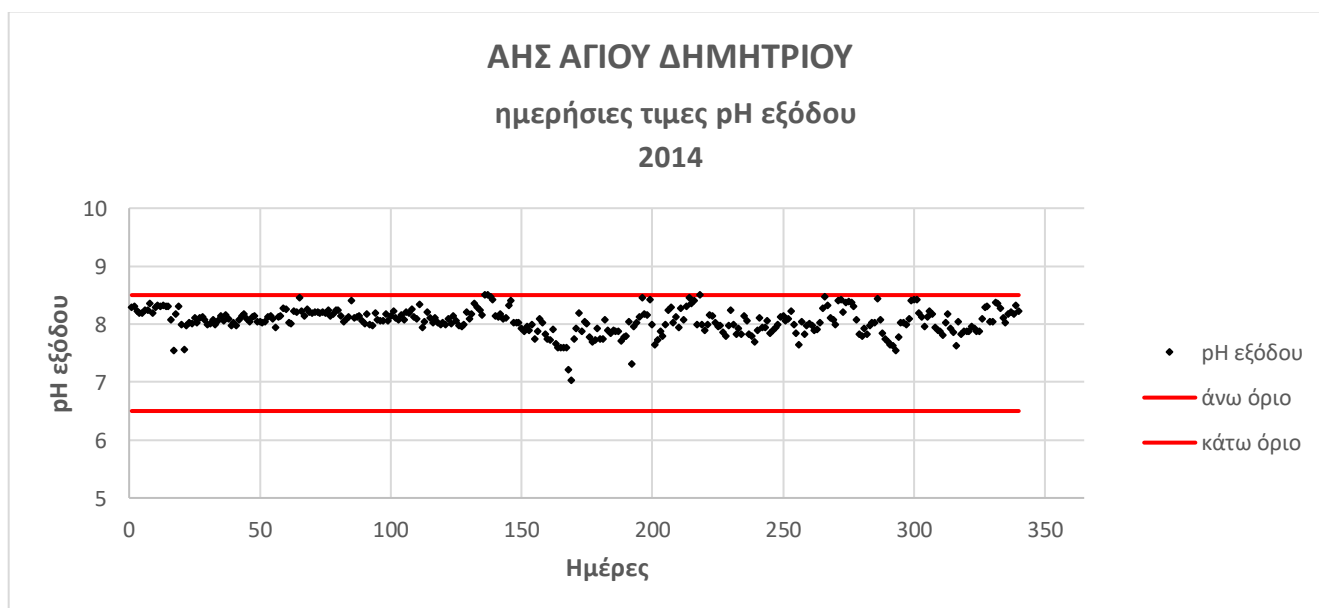
- **ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014**

- ❖ Μέτρηση ημερήσιας παροχής



Διάγραμμα 7: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2014

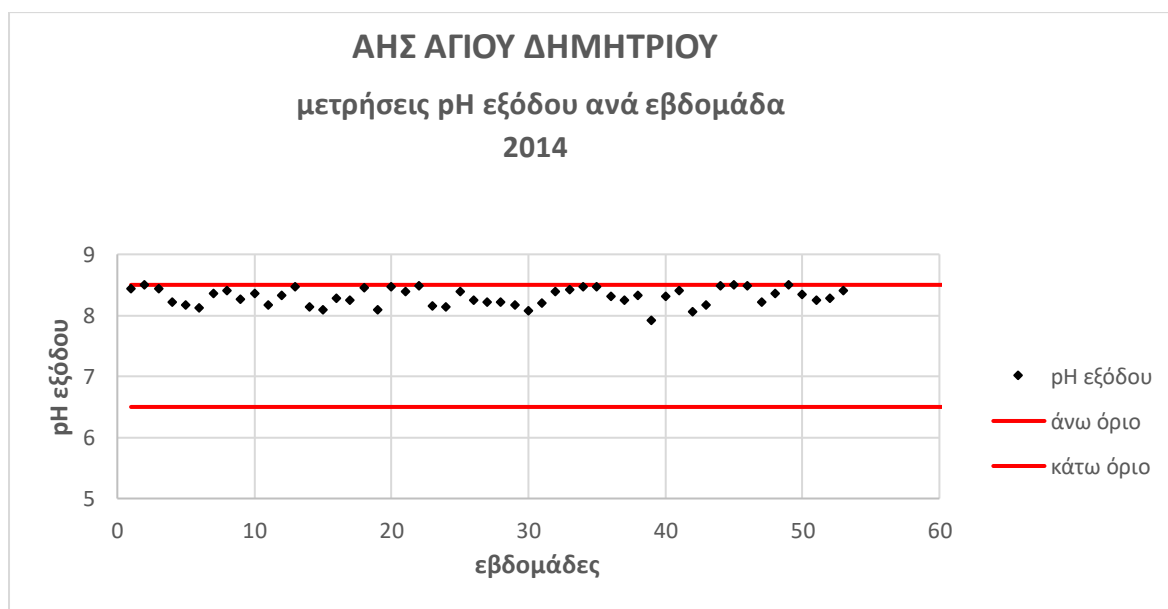
- ❖ Σε ό,τι αφορά τις **ημερήσιες** μετρήσεις, κατά τη διάρκεια του έτους δεν εμφανίστηκε καμία υψηλή τιμή pH.



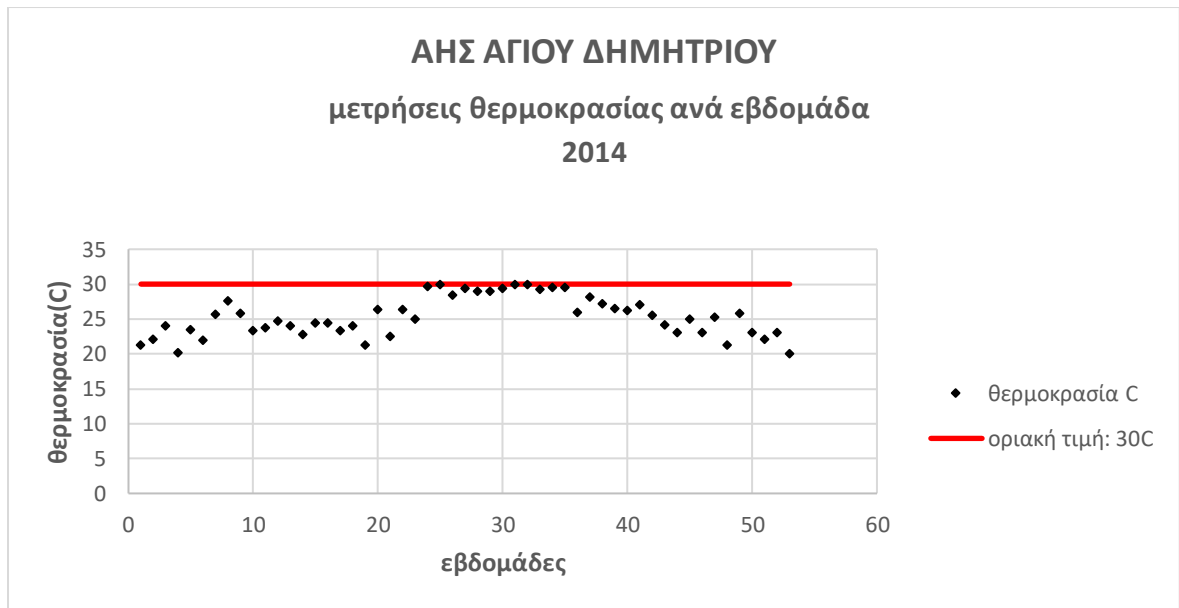
Διάγραμμα 8: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2014

❖ Σε ό,τι αφορά τις **περιοδικές** μετρήσεις, στα διαγράμματα που ακολουθούν:

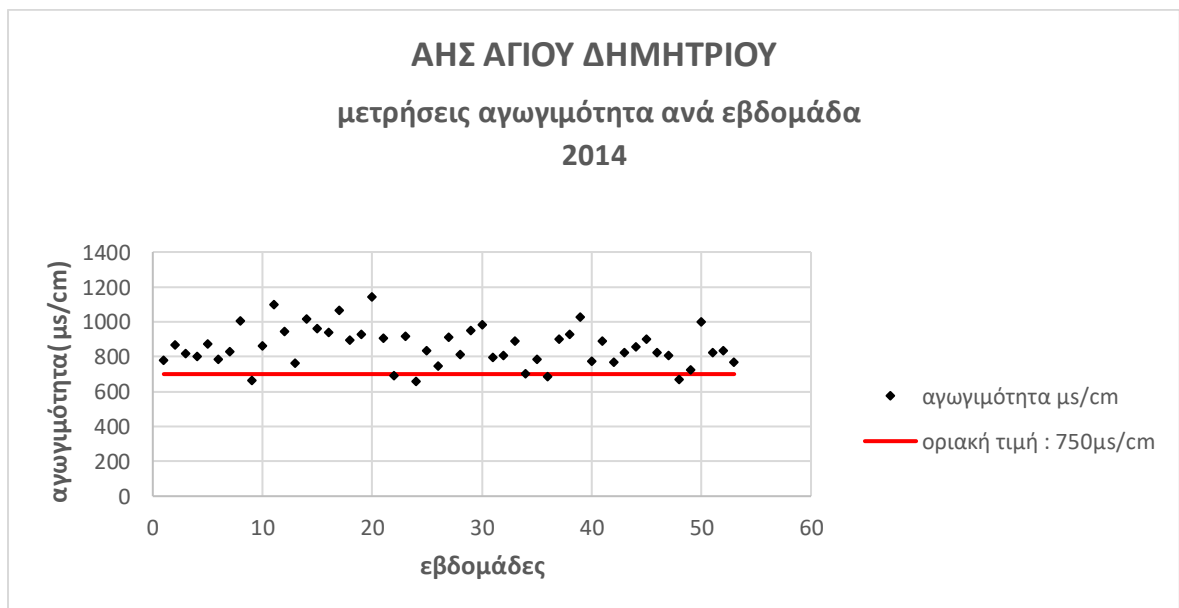
- ✓ στις τιμές του pH, της θερμοκρασίας και των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση.
- ✓ στις τιμές των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS) και της αγωγιμότητας παρατηρήθηκαν αρκετές υπερβάσεις των οριακών τιμών. Στις περιπτώσεις αυτές, η αλκαλικότητα εισόδου στο σύστημα είναι ιδιαίτερα αυξημένη με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η έγχυση μεγαλύτερης ποσότητας οξέος για τη ρύθμισή του. Η αυξημένη αυτή έγχυση οδηγεί στην αύξηση των διαλυμένων (μη καθιζανόντων) ιόντων (ολικά διαλυμένα στερεά) στο κατεργασμένο απόβλητο και κατά συνέπεια την αύξηση της αγωγιμότητας. Επομένως για τέτοιου είδους συστήματα επεξεργασίας και ρύθμισης pH αποβλήτων τα όρια της αγωγιμότητας και των διαλυμένων στερεών είναι χαμηλά και πρακτικά μη απολύτως εφικτά (ειδικά στην περίπτωση που το εισερχόμενο προς επεξεργασία απόβλητο χαρακτηρίζεται από υψηλή αλκαλικότητα).



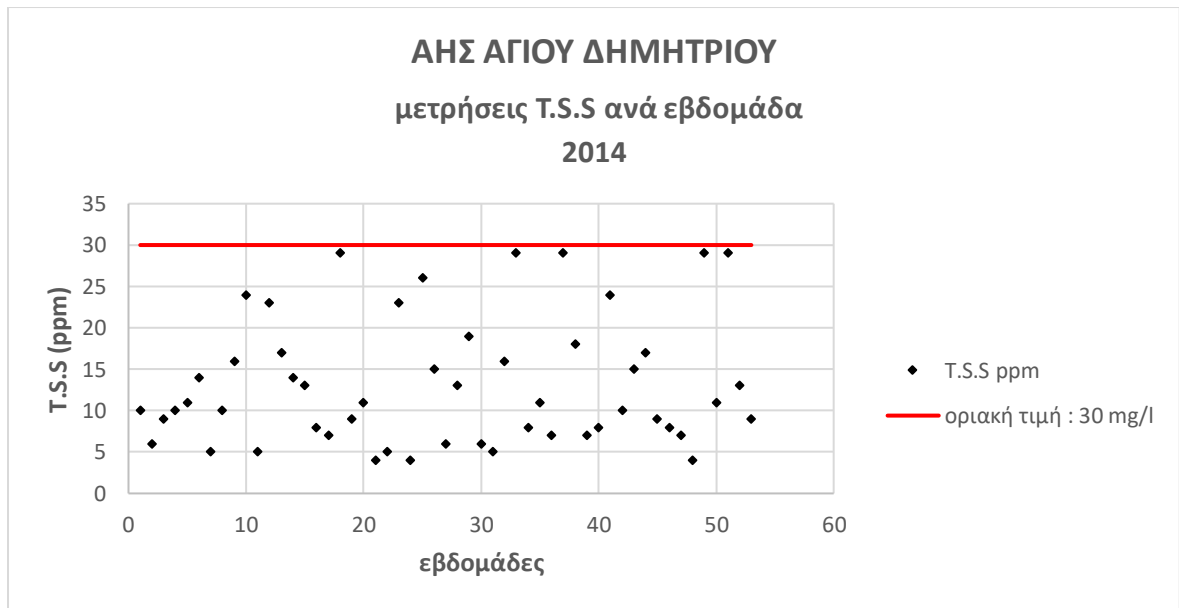
Διάγραμμα 9: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2014



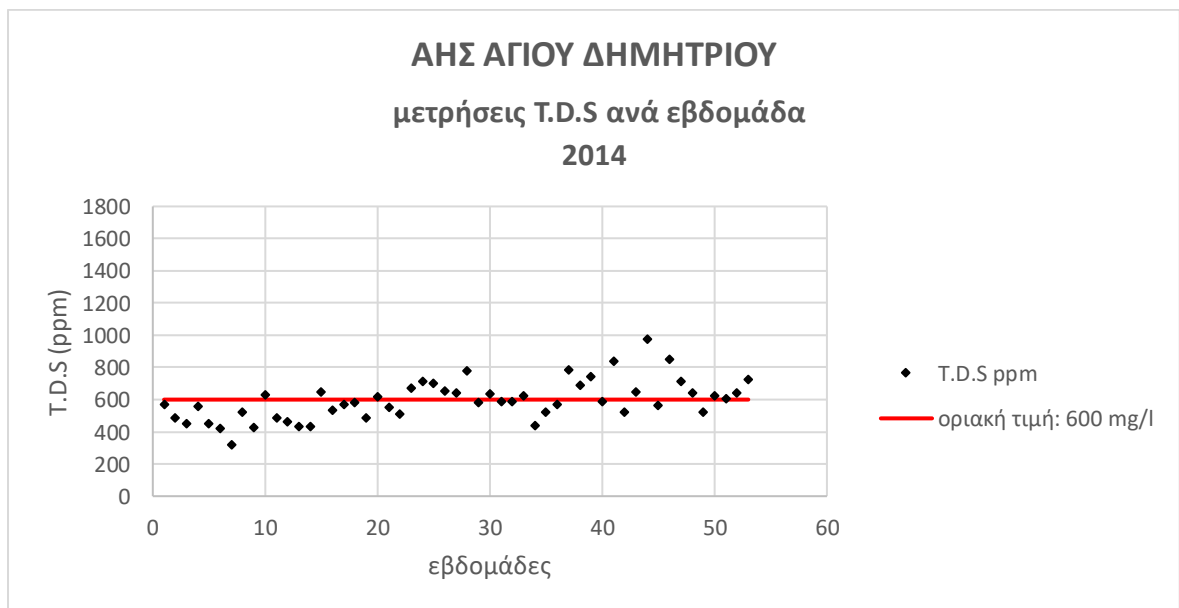
Διάγραμμα 10: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2014



Διάγραμμα 11: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2014



Διάγραμμα 12: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2014



Διάγραμμα 13: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2014

- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή των παραμέτρων pH και παροχής όπως απαιτείται από τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου.

Πίνακας 19: Μηνιαίες τιμές παροχής και pH υδατικών αποβλήτων 2014

	ΠΑΡΟΧΗ*	pH
ΜΗΝΑΣ	m^3/h	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	691	8,12
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	759	8,08
ΜΑΡΤΙΟΣ	552	8,17
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	558	8,1
ΜΑΙΟΣ	629	8,15
ΙΟΥΝΙΟΣ	757	7,76
ΙΟΥΛΙΟΣ	748	7,83
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	802	8,09
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	642	7,95
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	640	8,1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	667	7,99
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	763	8,04
Μ.Ο ΕΤΟΥΣ	684	8,03
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΤΟΥΣ ($m^3/year$)	5.533.055	
*Στις μηνιαίες τιμές δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν διακοπές παροχής, σε αντίθεση με τη συνολική παροχή του έτους στην οποία λαμβάνεται		

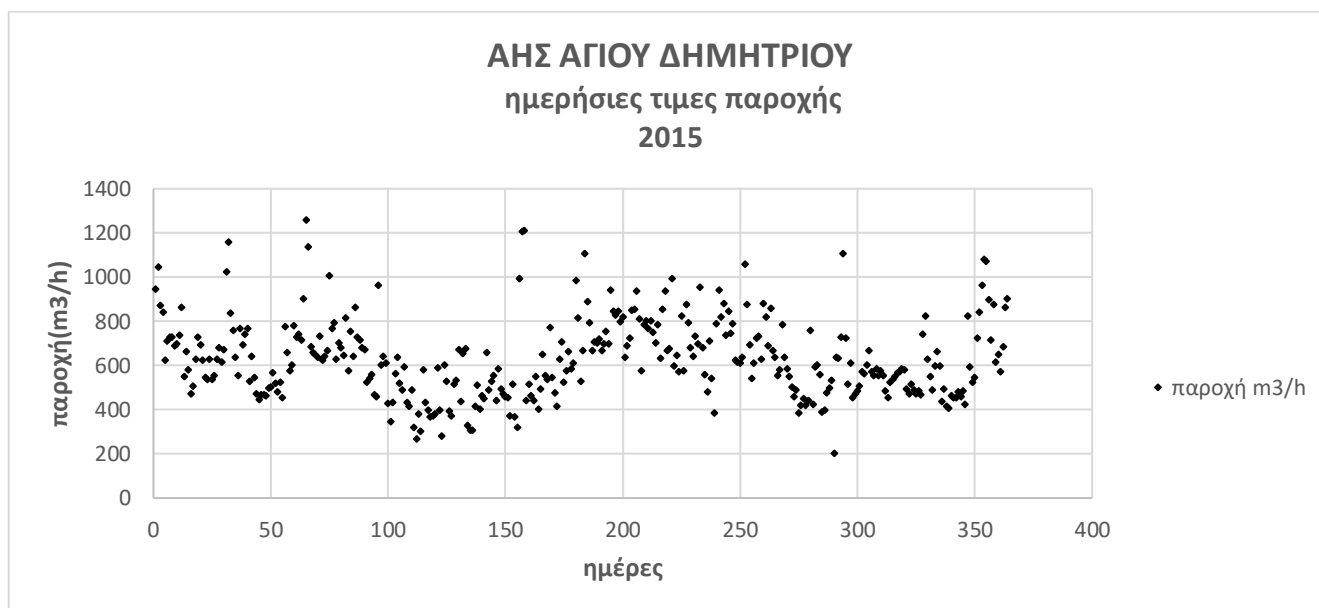
- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων ιχνοστοιχείων στα Υδατικά Βιομηχανικά Απόβλητα για το 2014 (Μηνιαίες Οριακές τιμές σύμφωνα με τις ΚΥΑ 50388/2003 & ΚΥΑ 4859/2001)

Πίνακας 20: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2014

Στοιχείο	Αρσενικό	Χρώμιο	Χαλκός	Νικέλιο	Μόλυβδος	Ψευδάργυρος	Αργίλιο	Βόριο	Σίδηρο	Μαγγάνιο
Σύμβολο	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Al	Ba	Fe	Mn
Μονάδες	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
Μηνιαία Οριακή τιμή	125	600	250	100	200	2000	2500	2500	7500	1000
Ημερ. Δείγματος										
Δείγμα Ιανουαρίου 2014	0,62	13,3	<2,0	3,1	2,9	4,7	536	25,3	232	8,4
Δείγμα Μαΐου 2014	<0,50	5,7	<2,0	2,8	2,8	3,4	304	21,7	194	3,3
Δείγμα Σεπτεμβρίου 2014	<0,50	8	11,4	5,1	5	6,6	384	57,6	85,6	7,5

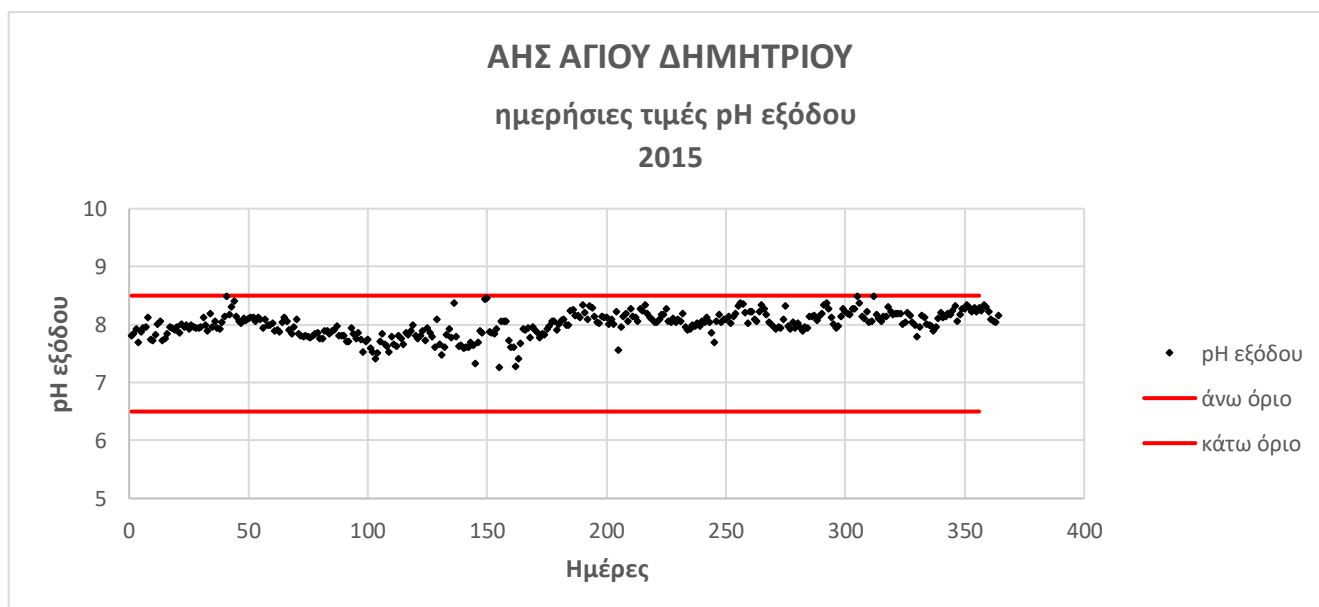
- ✓ Από τις μετρήσεις των ιχνοστοιχείων κατά την διάρκεια του έτους δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση.

• ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015



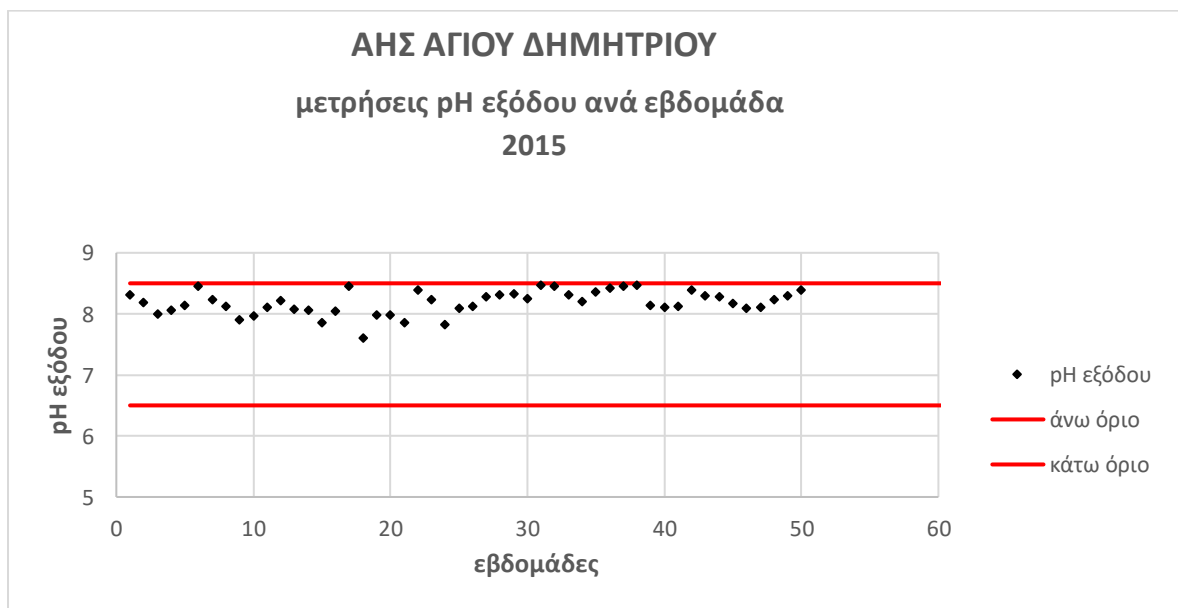
Διάγραμμα 14: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2015

- ❖ Σε ό,τι αφορά τις **συνεχείς** μετρήσεις, κατά τη διάρκεια του έτους δεν εμφανίστηκε καμία υψηλή ημερήσια τιμή pH.

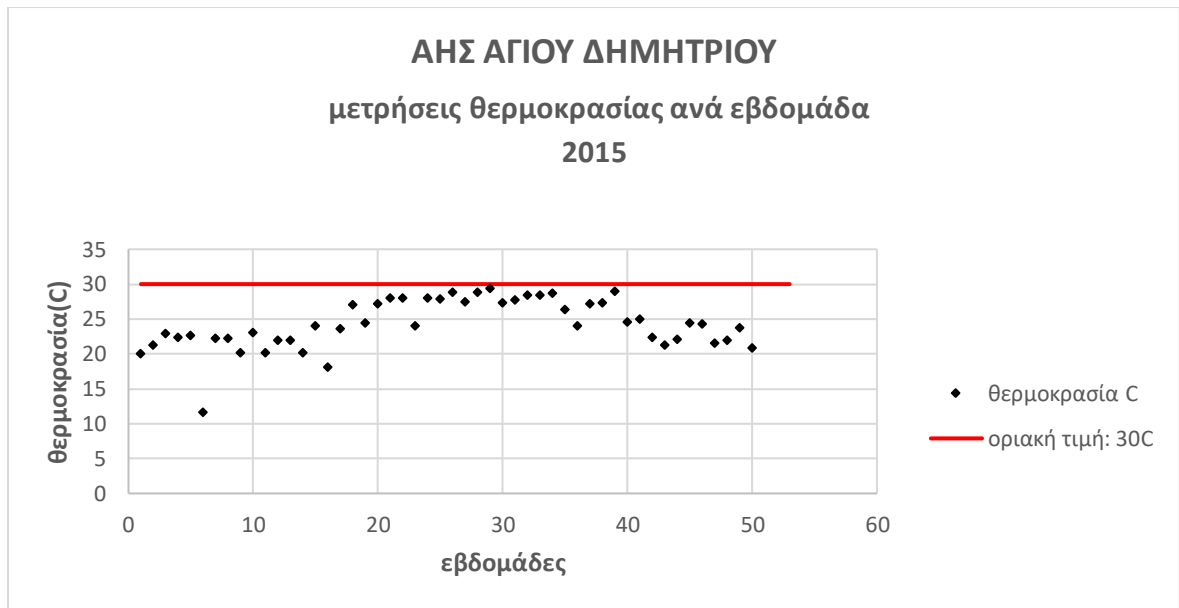


Διάγραμμα 15: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2015

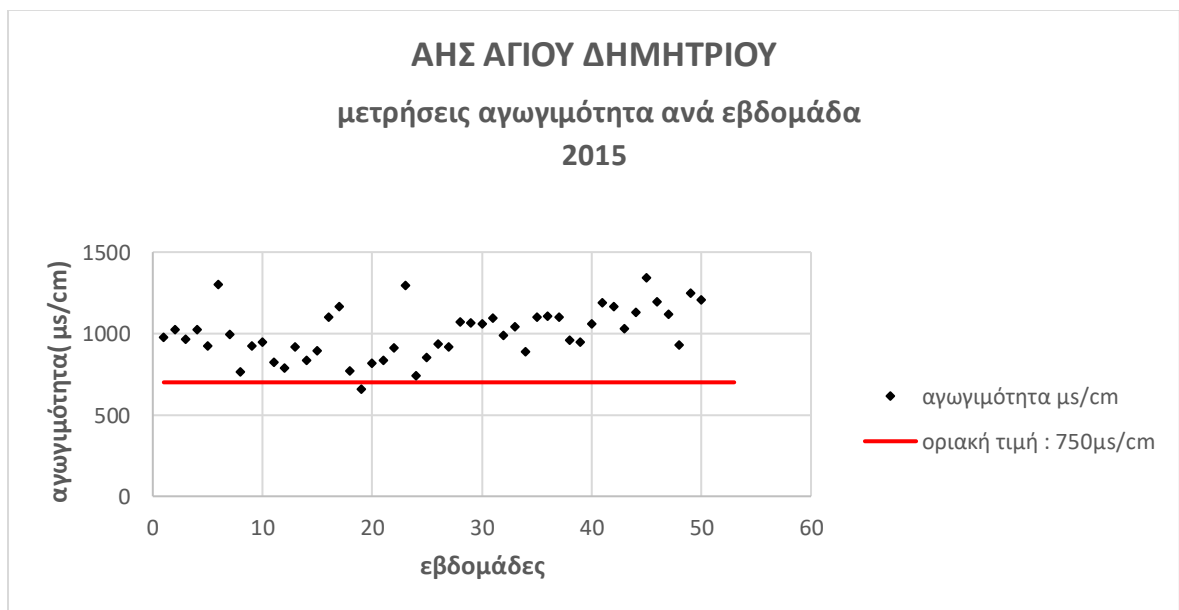
- ❖ Σε ό,τι αφορά τις **περιοδικές** μετρήσεις, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που ακολουθούν:
 - ✓ στις τιμές του pH, θερμοκρασίας και των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση.
 - ✓ στις τιμές των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS) και της αγωγιμότητας παρατηρήθηκαν αρκετές υπερβάσεις των οριακών τιμών. Στις περιπτώσεις αυτές, η αλκαλικότητα εισόδου στο σύστημα είναι ιδιαίτερα αυξημένη με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η έγχυση μεγαλύτερης ποσότητας οξέος για τη ρύθμισή του. Η αυξημένη αυτή έγχυση οδηγεί στην αύξηση των διαλυμένων (μη καθιζανόντων) ιόντων (ολικά διαλυμένα στερεά) στο κατεργασμένο απόβλητο και κατά συνέπεια την αύξηση της αγωγιμότητας. Επομένως για τέτοιου είδους συστήματα επεξεργασίας και ρύθμισης pH αποβλήτων τα όρια της αγωγιμότητας και των διαλυμένων στερεών είναι χαμηλά και πρακτικά μη απολύτως εφικτά (ειδικά στην περίπτωση που το εισερχόμενο προς επεξεργασία απόβλητο χαρακτηρίζεται από υψηλή αλκαλικότητα).



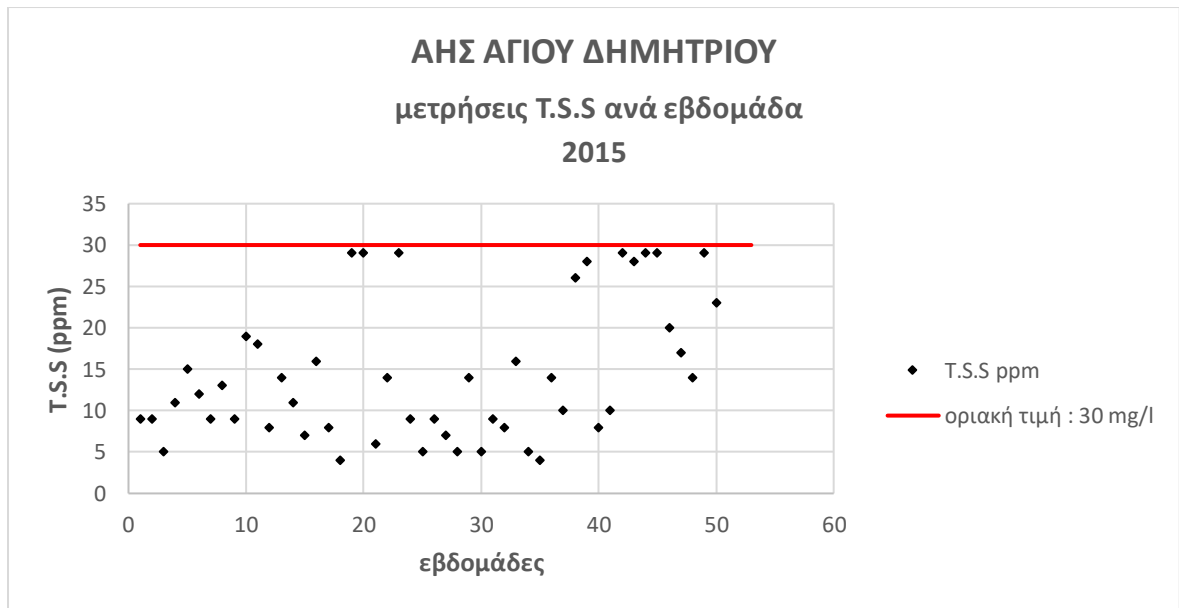
Διάγραμμα 16: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2015



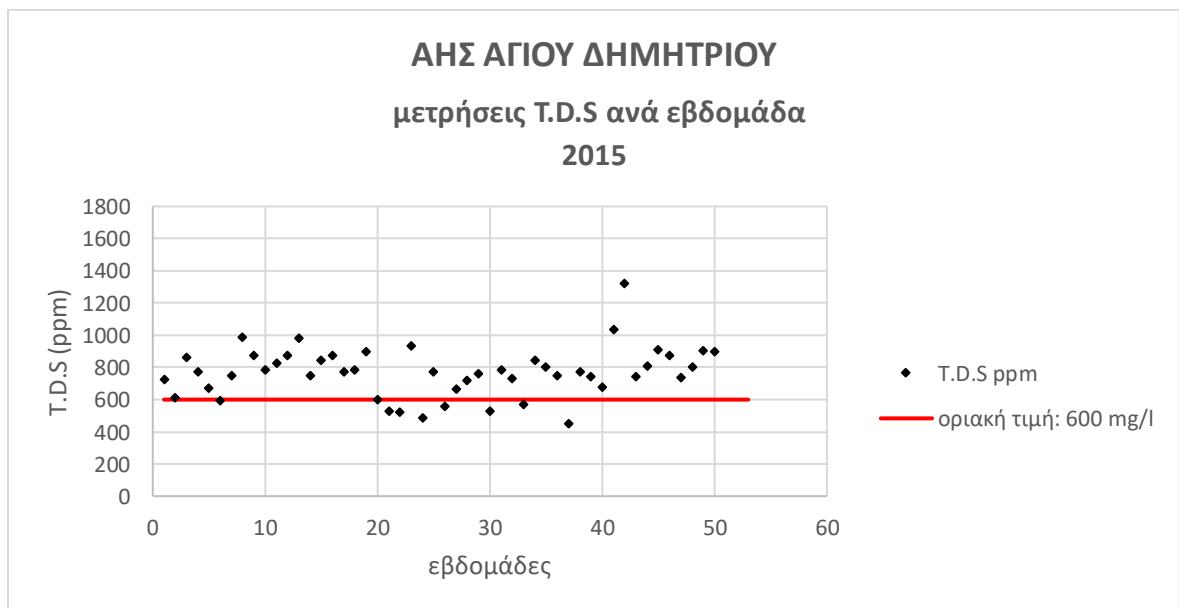
Διάγραμμα 17: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2015



Διάγραμμα 18: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2015



Διάγραμμα 19: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2015



Διάγραμμα 20: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2015

- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή των παραμέτρων pH και παροχής όπως απαιτείται από τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου.

Πίνακας 21: Μηνιαίες τιμές παροχής και pH υδατικών αποβλήτων 2015

	ΠΑΡΟΧΗ*	pH
<i>ΜΗΝΑΣ</i>	<i>m³/h</i>	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	687	7,92
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	610	8,1
ΜΑΡΤΙΟΣ	748	7,89
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	482	7,73
ΜΑΙΟΣ	482	7,81
ΙΟΥΝΙΟΣ	610	7,84
ΙΟΥΛΙΟΣ	764	8,12
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	717	8,09
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	702	8,11
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	531	8,11
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	557	8,16
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	650	8,17
<i>Μ.Ο ΕΤΟΥΣ</i>	628	8
<i>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΤΟΥΣ (m³/year)</i>	5.509.895	
<i>*Στις μηνιαίες τιμές δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν διακοπές παροχής, σε αντίθεση με τη συνολική παροχή του έτους στην οποία λαμβάνεται</i>		

- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων ιχνοστοιχείων στα Υδατικά Βιομηχανικά Απόβλητα για το 2015 (Μηνιαίες Οριακές τιμές σύμφωνα με τις ΚΥΑ 50388/2003 & ΚΥΑ 4859/2001)

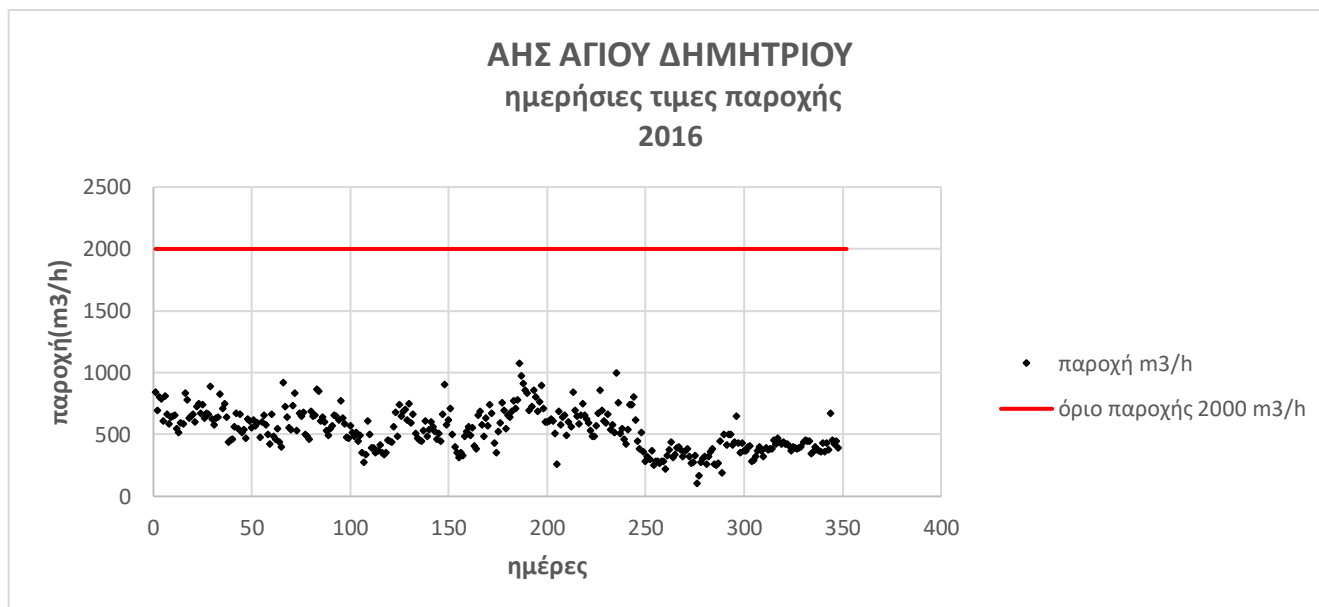
Πίνακας 22: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2015

Στοιχείο	Αρσενικό	Χρώμιο	Χαλκός	Νικέλιο	Μόλυβδος	Ψευδάργυρος	Αργίλιο	Βόριο	Σίδηρο	Μαγγάνιο
Σύμβολο	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Al	Ba	Fe	Mn
Μονάδες	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
Μηνιαία Οριακή τιμή	125	600	250	100	200	2000	2500	2500	7500	1000
Ημερ. Δείγμ.										
Δείγμα Ιανουαρίου 2015	0,52	7,5	<2,0	3,7	2,1	5,5	171	20,6	214	12,2
Δείγμα Ιούνιος 15	<0,50	3,6	4	2,8	3,9	24,8	454	29,2	11,9	0,6
Δείγμα Σεπτεμβρίου 2014	<0,2	3,5	3,7	5,5	5,1	32,8	105	31,7	10,6	15

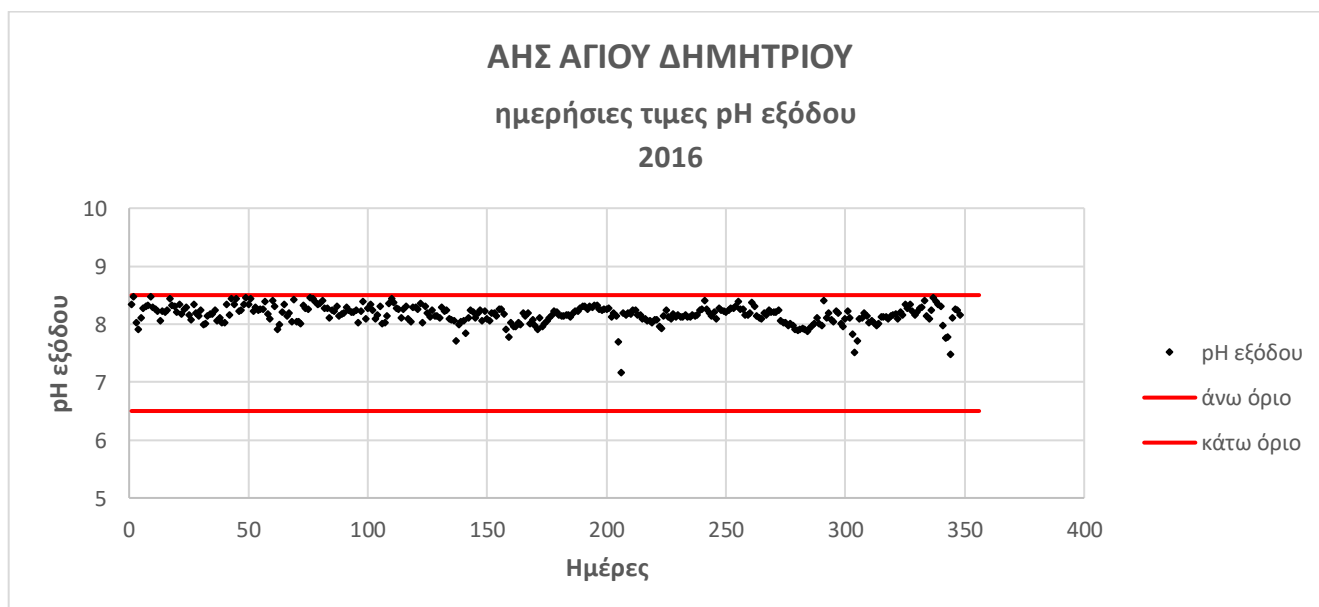
- ✓ Από τις μετρήσεις των ιχνοστοιχείων κατά την διάρκεια του έτους δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση.

• ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016

- ✓ Σε ό,τι αφορά τις **συνεχείς μετρήσεις**, κατά τη διάρκεια του έτους δεν εμφανίστηκε καμία υψηλή ημερήσια τιμή παροχής και pH.

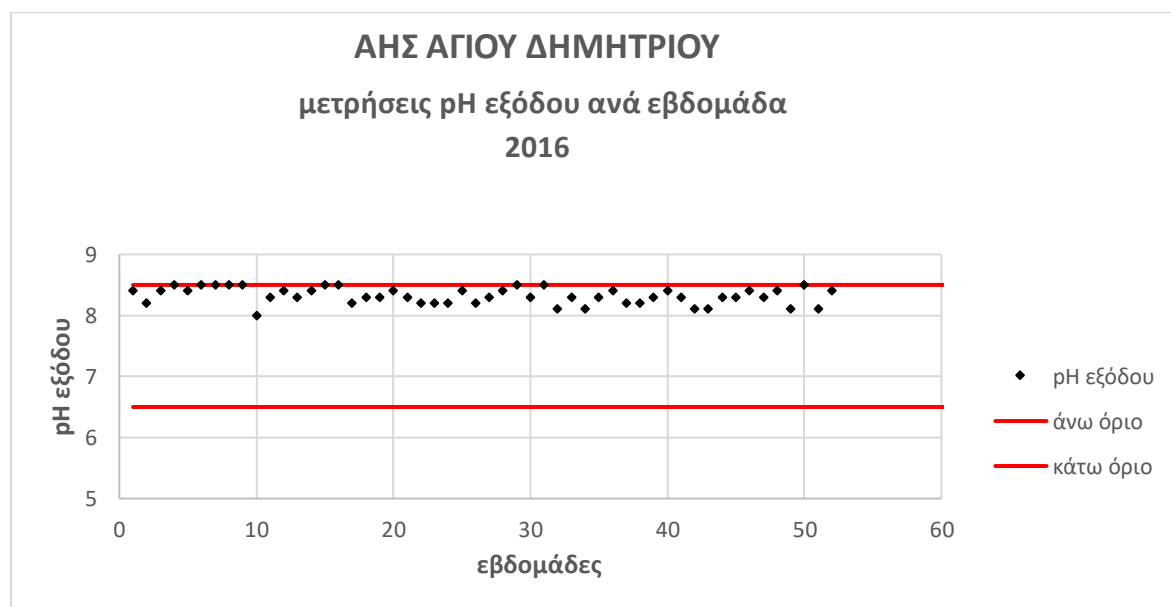


Διάγραμμα 21: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2016

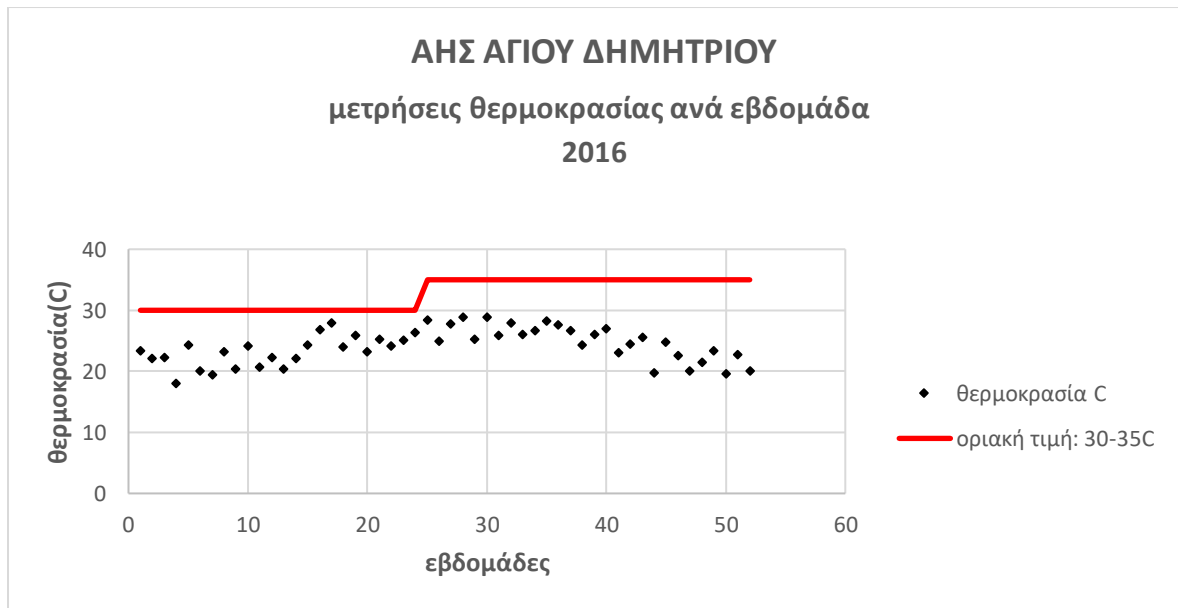


Διάγραμμα 22: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2016

- ✓ Σε ό,τι αφορά τις **περιοδικές** μετρήσεις, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που ακολουθούν:
- ✓ στις τιμές του pH, της θερμοκρασίας, των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS), του χρώματος και του COD δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση.
- ✓ στις τιμές των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS) και της αγωγιμότητας παρατηρήθηκε υπέρβαση των οριακών τιμών το πρώτο εξάμηνο του έτους. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της έγχυσης μεγάλης ποσότητας οξέος για την ρύθμιση των υψηλών τιμών pH και αλκαλικότητας που επικρατούν στην είσοδο του συστήματος. Η αυξημένη έγχυση οδηγεί σε αύξηση των διαλυμένων ιόντων στο κατεργασμένο απόβλητο και κατά συνέπεια αύξηση της αγωγιμότητας. Επομένως τα όρια της αγωγιμότητας και των διαλυμένων στερεών είναι χαμηλά και μη εφικτά.

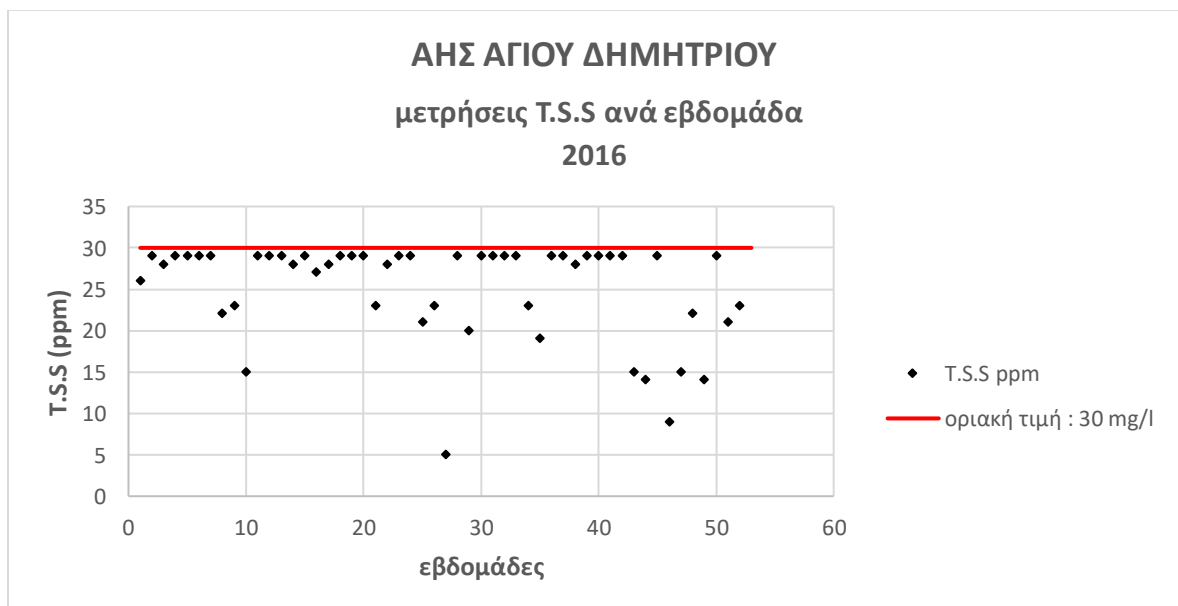


Διάγραμμα 23: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2016



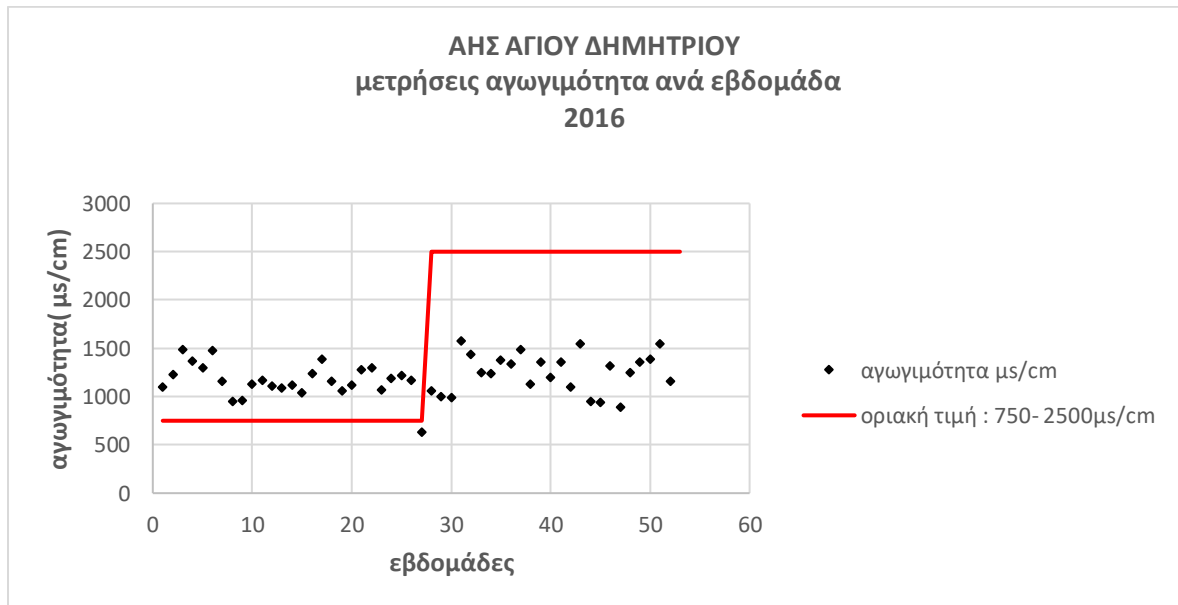
Διάγραμμα 24: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2016

- ✓ Λόγω της μεγάλης απόστασης του σταθμού από τον αποδέκτη, το όριο των 25-30°C που ίσχυε το πρώτο εξάμηνο του έτους θεωρείται ανέφικτο δεδομένου και της θερμοκρασίας του ακατέργαστου νερού που φτάνει τους θερινούς μήνες τους 31°C. Κατόπιν νέων μετρήσεων έγινε αλλαγή του ορίου. Επιπλέον η χρήση του νερού είναι κυρίως η ψύξη, όπου η αύξηση του κυμαίνεται στους 10°C.

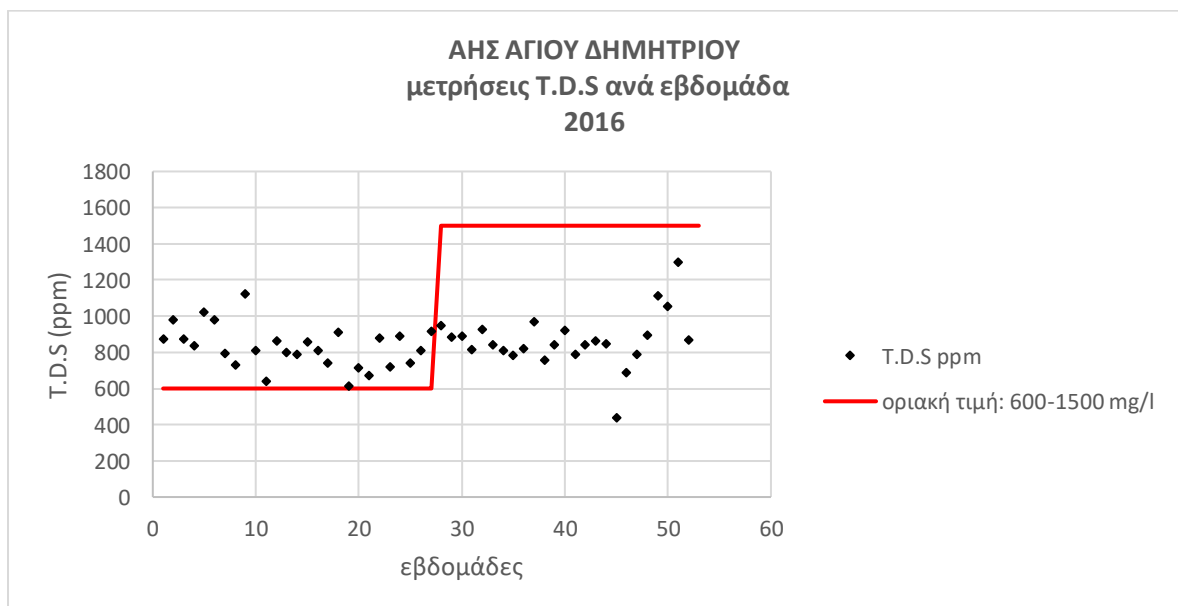


Διάγραμμα 25: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2016

- ✓ Για το πρώτο εξάμηνο του 2016, τα διαλυμένα στερεά και η αγωγιμότητα μπορούν να ξεπερνάνε το όριο των 600 mg/lit και 750 $\mu\text{s/cm}$ αντίστοιχα. Όμως δεν θα πρέπει να ξεπερνάνε τις τιμές εισόδου κατά 10% μειωμένες. Για το δεύτερο εξάμηνο του 2016 υιοθετήθηκαν τα όρια των 1500 mg/lit και 2500 $\mu\text{s/cm}$ για τα διαλυμένα στερεά και την αγωγιμότητα, αντίστοιχα παρόλη την επεξεργασία που υφίσταται το νερό, οι τιμές της αγωγιμότητας και των διαλυμένων στερεών παραμένουν υψηλές εξαιτίας της συμπύκνωσης που υφίσταται το νερό από την εξάτμιση στους πύργους ψύξης.

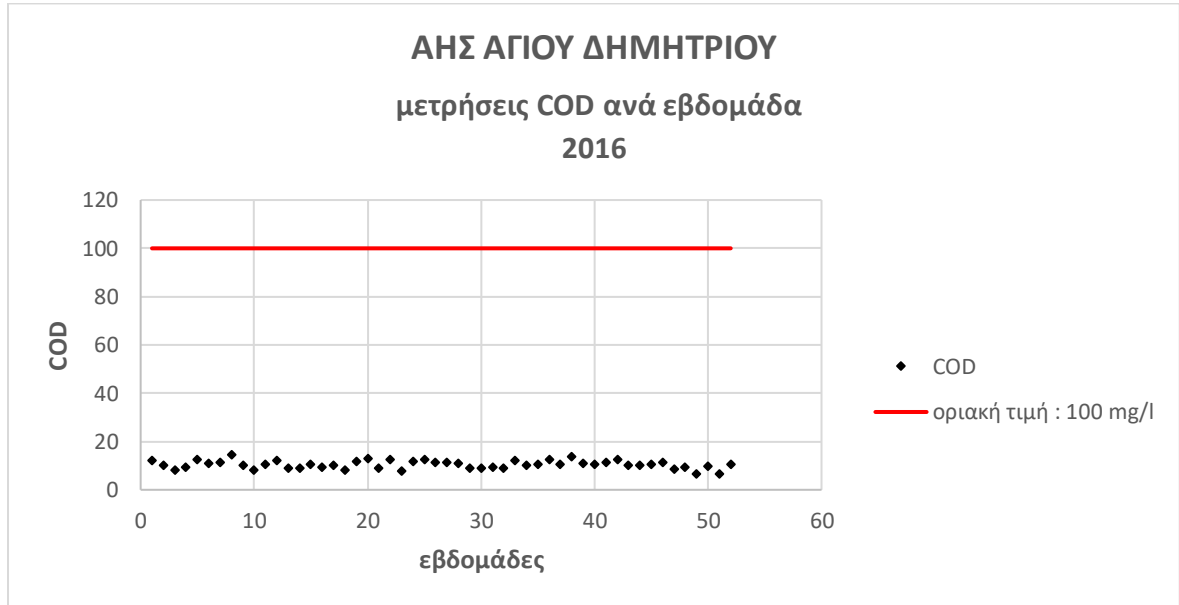


Διάγραμμα 26: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2016

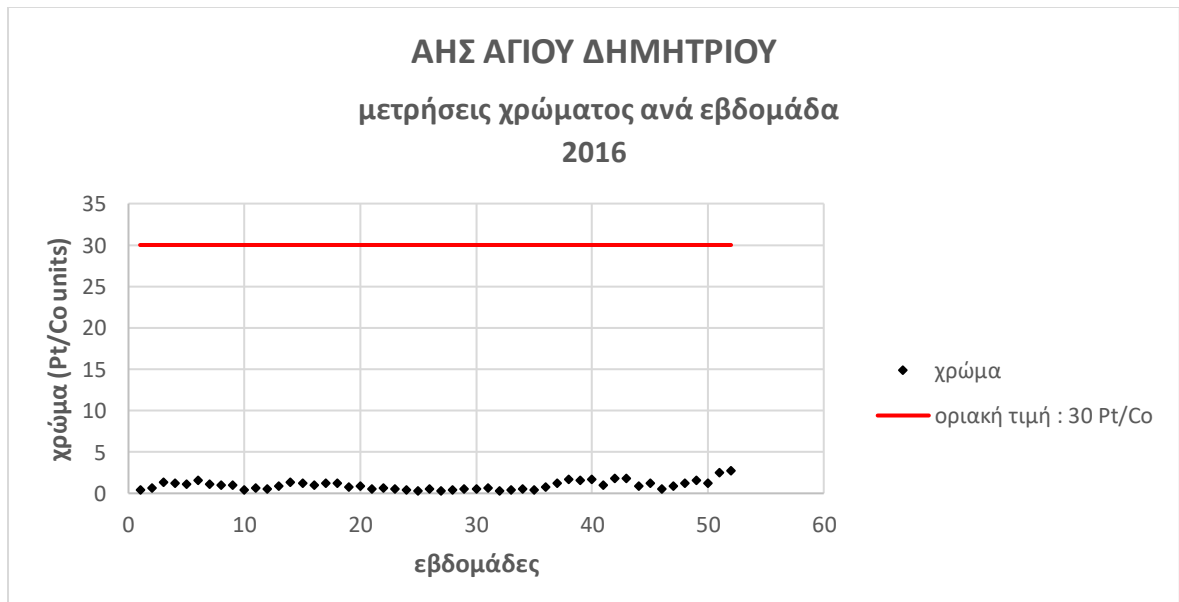


Διάγραμμα 27: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2016

- ✓ Η μέτρηση BOD5 έχει αντικατασταθεί με την μέτρηση COD. Δεδομένου ότι οι τιμές COD υπερβαίνουν πάντα τις τιμές BOD το υπάρχον όριο για BOD5 (25 mg/l) ικανοποιείται



Διάγραμμα 28: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις COD ανά εβδομάδα 2016



Διάγραμμα 29: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις χρώματος ανά εβδομάδα 2016

- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή των παραμέτρων pH και παροχής και θερμοκρασίας όπως απαιτείται από τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου.

Πίνακας 23: Μηνιαίες τιμές παροχής pH και θερμοκρασίας υδατικών αποβλήτων 2016

	ΠΑΡΟΧΗ *	pH	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
ΜΗΝΑΣ	m^3/h		°C
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	683	8,24	21,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	586	8,24	21,73
ΜΑΡΤΙΟΣ	618	8,24	21,6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	483	8,23	25,3
ΜΑΙΟΣ	585	8,13	24,6
ΙΟΥΝΙΟΣ	536	8,1	25,8
ΙΟΥΛΙΟΣ	714	8,2	27,68
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	603	8,07	26,96
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	536	8,21	26,13
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	311	8,09	25
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	406	8,06	21,68
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	418	8,18	21,43
Μ.Ο ΕΤΟΥΣ	538	8,17	24,1
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΤΟΥΣ ($m^3/year$)	4.772.184		
*Στις μηνιαίες τιμές δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν διακοπές παροχής, σε αντίθεση με τη συνολική παροχή του έτους στην οποία λαμβάνεται			

- ❖ Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι περιοδικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται στο σύστημα επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για το έτος 2016, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην ΑΕΠΟ του ΑΗΣ.

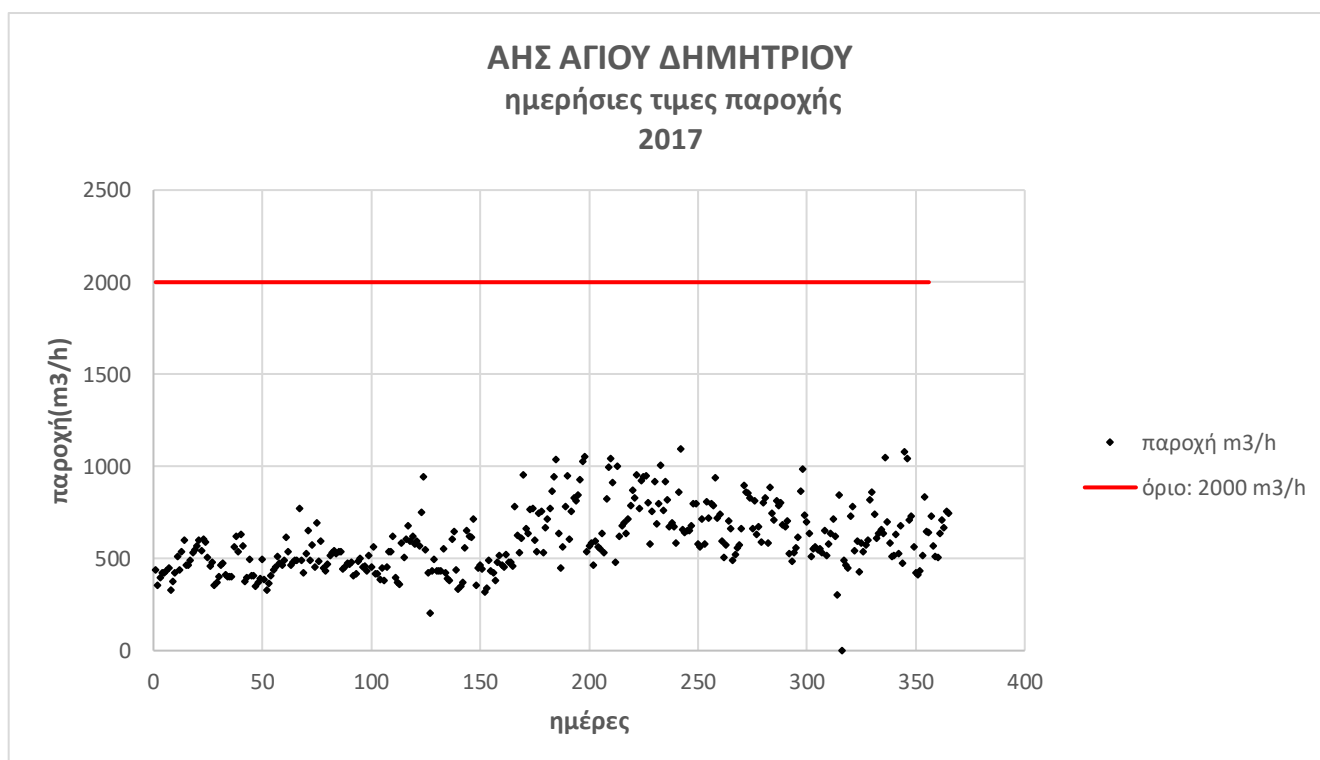
Πίνακας 24: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2016

Στοιχείο	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	P	Cl -	F -	N	PhOH
	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Οριακή τιμή	100	0,05	30	100	1	0,5	20	1000	2000	120	30	15	0,005
Φεβρουάριος 2016	<0,2	<0,2	9,2	<0,2	<0,1	2,5	3,5	17	<25	108	0,3	2,55	0,05
Ιούνιος 2016	<0,5	<0,2	3,9	4,8	<0,1	<2	3,8	4	<25	65,3	0,2	7,09	0,08
Οκτώβριος 2016	<0,5	0,37	2,5	<2	0,17	3,3	4,7	6,6	<25	78	<0,1	2,1	0,76

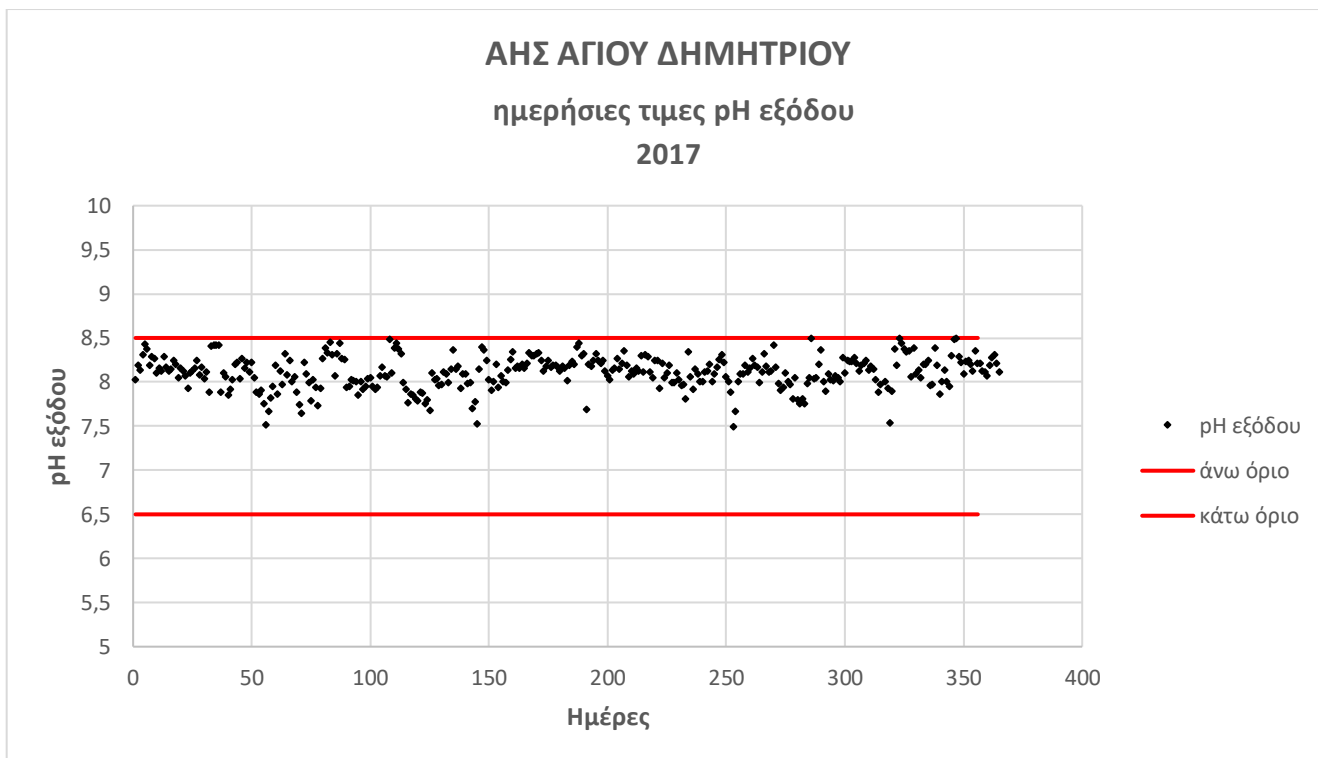
- ✓ Με βάση τα όρια που τίθενται στην ΑΕΠΟ παρατηρούνται υπερβάσεις στις μετρήσεις του Καδμίου, του Νικελίου και των φαινολών

- **ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017**

- ❖ Σε ό,τι αφορά τις **συνεχείς μετρήσεις**, κατά τη διάρκεια του έτους δεν εμφανίστηκε καμία υψηλή ημερήσια τιμή **παροχής** και **pH**.

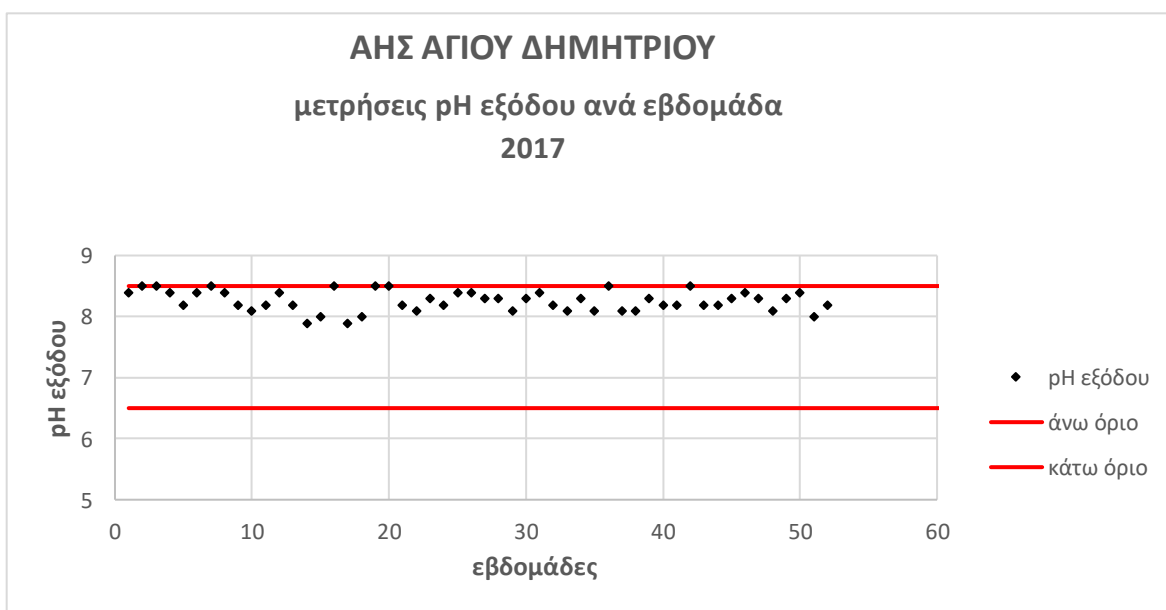


Διάγραμμα 30: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές παροχής 2017

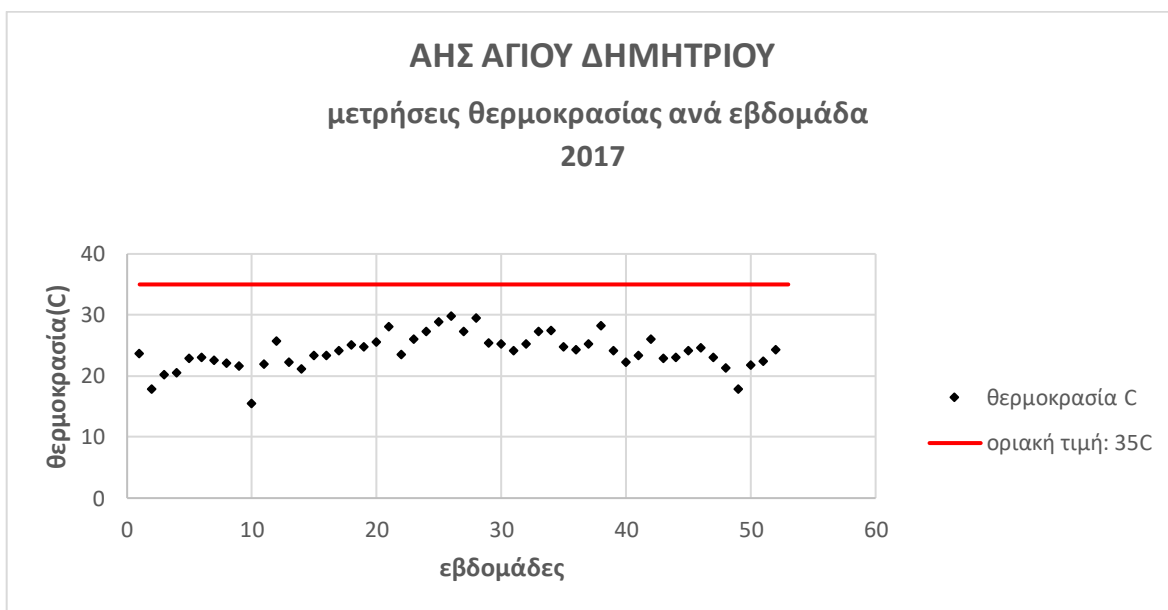


Διάγραμμα 31: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ημερήσιες τιμές pH εξόδου 2017

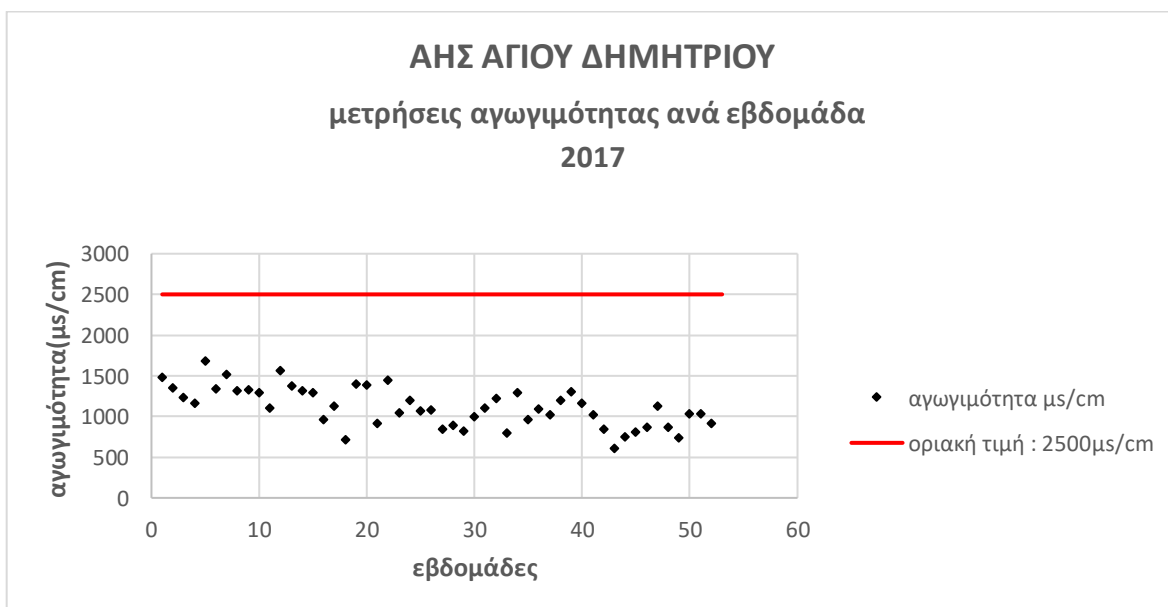
- ❖ Σε ό,τι αφορά τις **περιοδικές μετρήσεις** στην έξοδο του ΣΚΥΒΑ δεν παρατηρήθηκε καμία υπέρβαση στις μετρούμενες παραμέτρους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



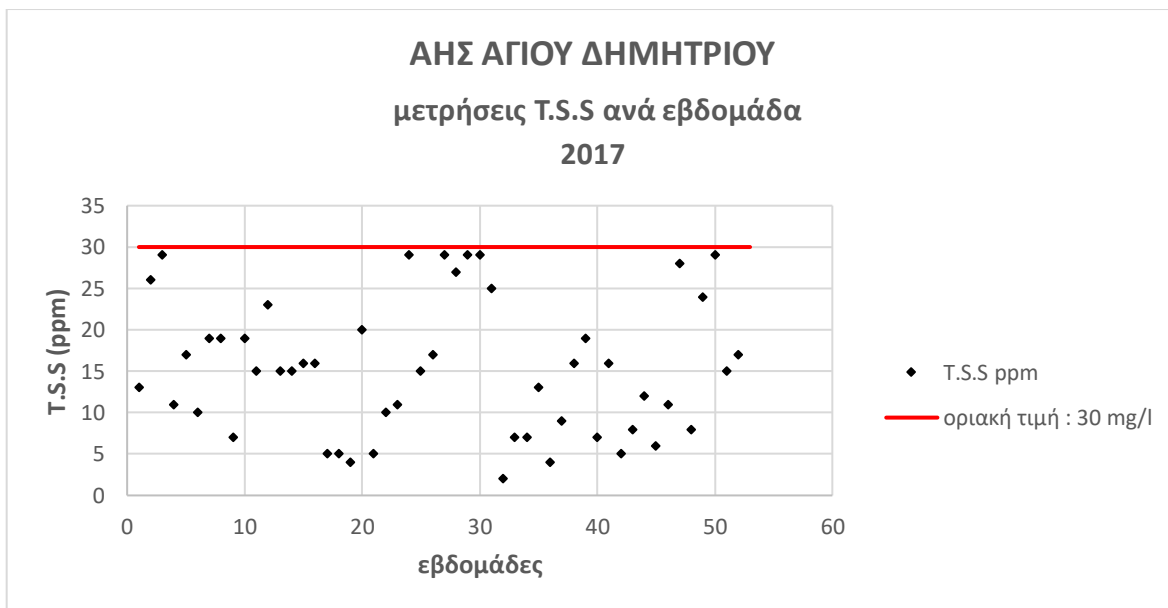
Διάγραμμα 32: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις pH εξόδου ανά εβδομάδα 2017



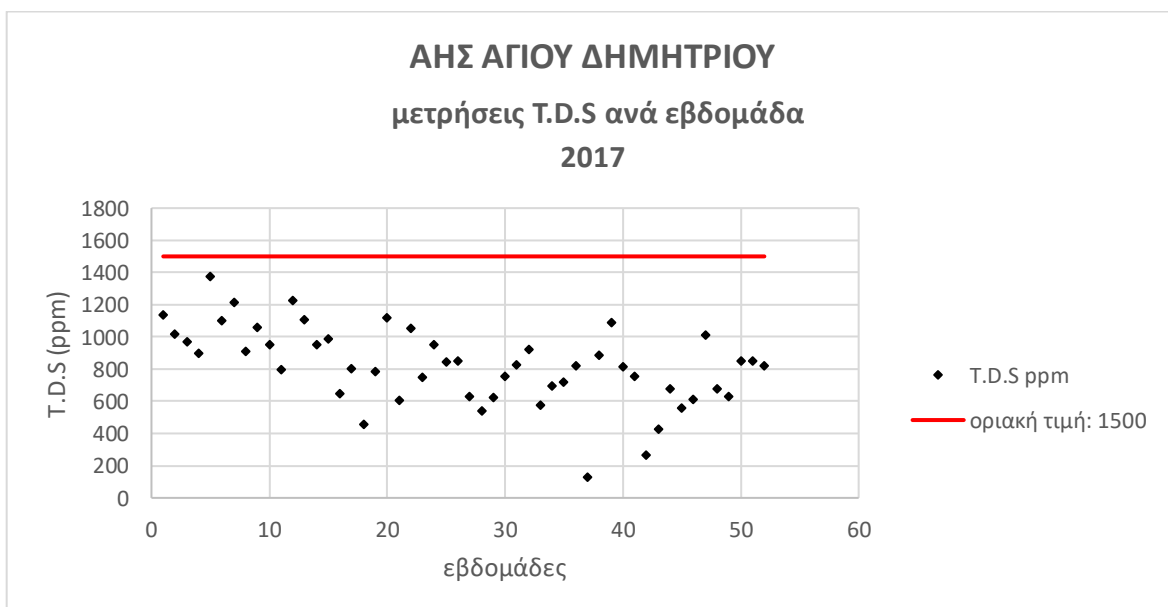
Διάγραμμα 33: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις θερμοκρασίας ανά εβδομάδα 2017



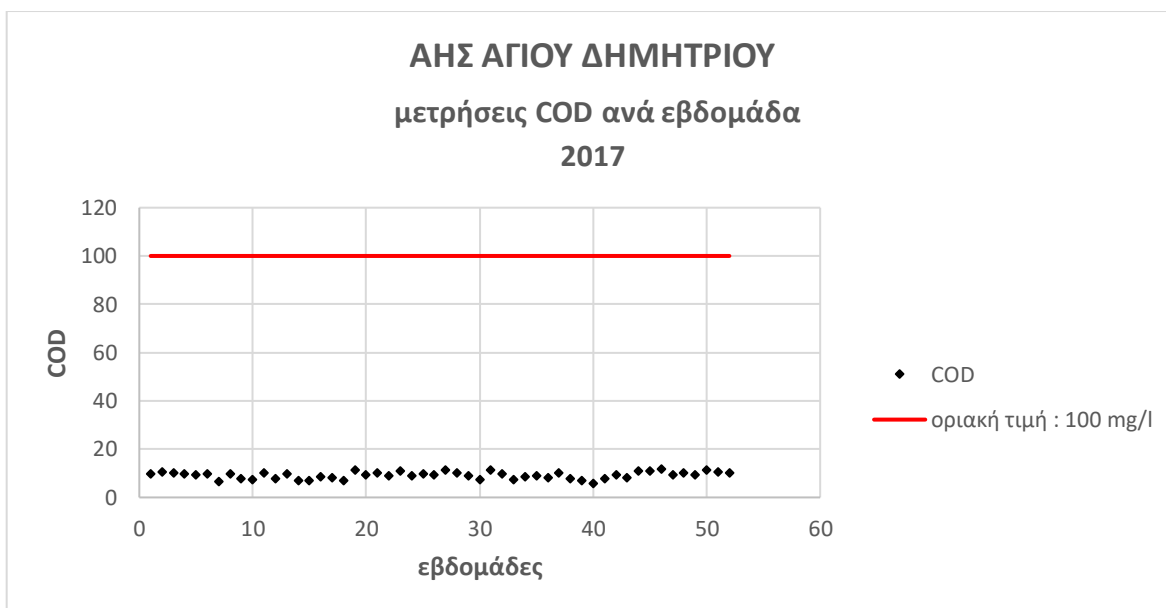
Διάγραμμα 34: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις αγωγιμότητα ανά εβδομάδα 2017



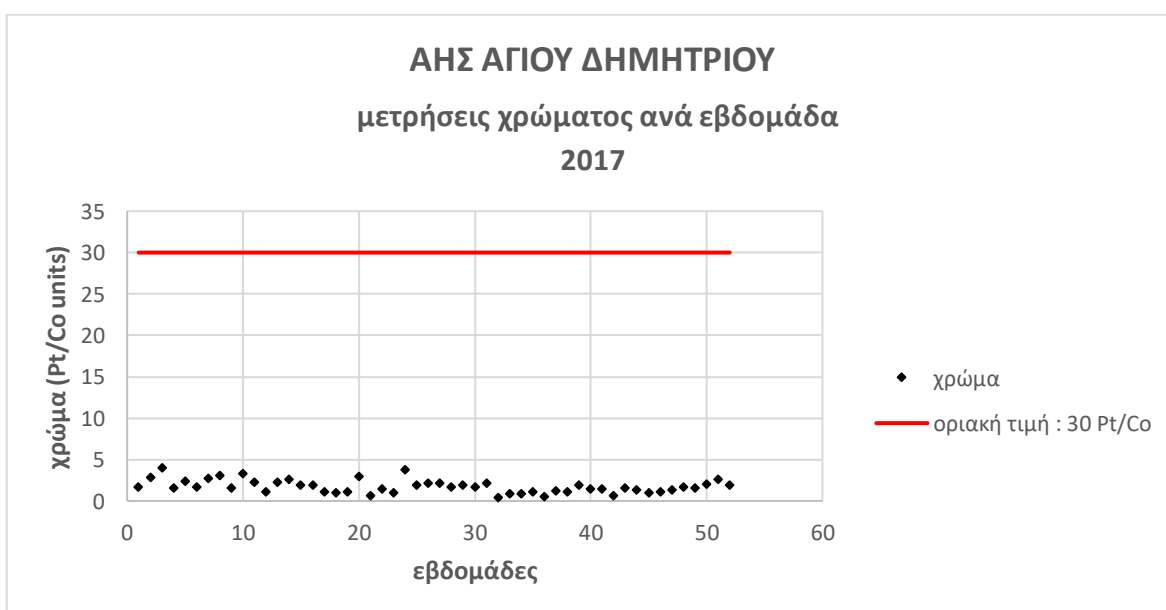
Διάγραμμα 35: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.S.S ανά εβδομάδα 2017



Διάγραμμα 36: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις T.D.S ανά εβδομάδα 2017



Διάγραμμα 37: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις COD ανά εβδομάδα 2017



Διάγραμμα 38: ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ μετρήσεις χρώματος ανά εβδομάδα 2017

- ❖ Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή των παραμέτρων pH, θερμοκρασίας και παροχής όπως απαιτείται από τους Περιβαλλοντικούς Όρους Λειτουργίας του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου.

Πίνακας 25: Μηνιαίες τιμές παροχής pH και θερμοκρασίας υδατικών αποβλήτων 2017

	ΠΑΡΟΧΗ*	pH	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
<i>ΜΗΝΑΣ</i>	<i>m³/h</i>		C
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	470	8,17	20,63
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	448	8,05	22,73
ΜΑΡΤΙΟΣ	520	8,09	21,5
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	489	8,04	23,08
ΜΑΙΟΣ	504	8,01	25,95
ΙΟΥΝΙΟΣ	571	8,18	27,16
ΙΟΥΛΙΟΣ	746	8,18	26,9
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	796	8,1	25,9
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	687	8,09	25,55
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	693	8,05	23,73
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	586	7,88	23,34
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	650	8,18	21,68
Μ.Ο ΕΤΟΥΣ	538	8,09	24,05
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΤΟΥΣ (m³/year)	5.252.418		
*Στις μηνιαίες τιμές δεν λαμβάνονται υπόψη τυχόν διακοπές παροχής, σε αντίθεση με τη συνολική παροχή του έτους στην οποία λαμβάνεται			

- ❖ Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι περιοδικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται στο σύστημα επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για το έτος 2017, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην ΑΕΠΟ του ΑΗΣ.

Πίνακας 26: Περιοδικές μετρήσεις ιχνοστοιχείων υγρών αποβλήτων 2017

Στοιχείο	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	P	Cl -	F -	N	CN	PhOH
	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Οριακή τιμή	100	0,05	30	100	1	0,5	20	1000	2000	120	30	15	0,03	0,005
Ιανουάριος 2017	0,5	0,2	6,7	5,7	0,1	4,8	2	11	25	3,5	85	0,1	0,01	
Ιούνιος 2017	0,5	0,2	2	2,9	0,1	2,9	3,9	20,8	25	2,83	69	0,11	0,01	0,06
Οκτώβριος 2017	1,2	0,2	3,5	2	0,1	3,6	2,6	9,7	25	3,07	58	0,1	0,01	0,05

- ✓ Με βάση τα όρια που τίθενται στην ΑΕΠΟ παρατηρούνται υπερβάσεις στις μετρήσεις του Καδμίου, του Νικελίου και των φαινολών.

3.3 ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ-ΛΙΜΝΗ ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑ ΚΑΙ ΡΕΜΑ ΣΟΥΛΟΥ

Η λίμνη Βεγορίτιδα αποτελεί φυσική λίμνη η οποία βρίσκεται στους νομούς Πέλλας, Κοζάνης και Φλώρινας. Παλιότερα η έκταση της λίμνης ήταν 65Km² και είχε βάθος 65m. Σήμερα, εξαιτίας των πολλών αντλήσεων για άρδευση και βιομηχανική χρήση η έκταση της καλύπτει μόλις 45Km² και το βάθος της μειώθηκε στα 45m. Η λίμνη είναι αποδέκτης υδάτων των τριών λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδας και Πετρών, ενώ το κύριο ρέμα τροφοδοσίας της είναι το ρέμα Σουλού όπου και γίνεται η διάθεση των υγρών αποβλήτων από τους σταθμούς της ΔΕΗ, των λιγνιτωρυχείων της και άλλων βιομηχανικών μονάδων της περιοχής. Η δραστηριότητα της ΔΕΗ επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα των υδάτων της λίμνης αυξάνοντας την συγκέντρωση των μετάλλων. Άλλες σημαντικές πηγές ρύπανσης ήταν μέχρι το 1998 το εργοστάσιο αζωτούχων λιπασμάτων της ΑΕΒΑΛ με σημαντικά φορτία αζωτούχων, καθώς και τα αστικά λύματα της Πτολεμαΐδας τα οποία προκαλούν αύξηση στις τιμές του φωσφόρου της λίμνης. Πηγή ρύπανσης αποτελεί και η έντονη γεωργική δραστηριότητα της περιοχής εξαιτίας της χρήσης φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και άλλων δύσκολα βιοδιασπώμενων οργανικών, ενώ δεν λείπουν και οι ανεξέλεγκτες γεωτρήσεις και καλλιέργειες. Η απόρριψη σκουπιδιών και οι χωματερές συμβάλουν στην ρυπαίνουν σημαντικά των υδροφόρο ορίζοντα και τη λίμνη [36].

Όπως προαναφέρθηκε, κύρια πηγή τροφοδοσίας της λίμνης Βεγορίτιδας είναι το ρέμα Σουλού. Πρόκειται για τεχνητό κανάλι μήκους 25Km το οποίο δημιουργήθηκε το 1954 με σκοπό την αποξήρανση της λεκάνης Σαριγκιόλ η οποία αποτελούσε έλος. Σήμερα αποτελεί αποστραγγιστικό κανάλι των επιφανειακών απορροών από την λεκάνη Σαριγκιόλ με εκβολές στην λίμνη της Βεγορίτιδας. Στο ρέμα Σουλού καταλήγουν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα των ορυχείων της ΔΕΗ και των ατμοηλεκτρικών σταθμών Αγίου Δημητρίου και Καρδιάς καθώς και αστικά απόβλητα. Έχει χαρακτηριστεί ως ευαίσθητος αποδέκτης υγρών αποβλήτων. Σύμφωνα με μετρήσεις μικροοργανικών και μετάλλων που πραγματοποιήθηκαν από το Πανεπιστήμιο Αιγίου για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ την περίοδο Φεβρουάριο 1999 - Σεπτέμβριο 1999 προέκυψε ότι οι ποσότητες επικίνδυνων ουσιών και βαρέων μετάλλων είναι περιορισμένες και στις περισσότερες περιπτώσεις εντός των θεσπισμένων ορίων. Αυτό σημαίνει ότι οι περισσότερες βιομηχανικές μονάδες της ευρύτερης περιοχής δεν παράγουν σημαντικά τοξικά απόβλητα. Η περιβαλλοντική σημασία του ρέματος είναι τεράστια λόγω της εκβολής του σε ευαίσθητο λιμναίο αποδέκτη (Βεγορίτιδα) αλλά και εξαιτίας της χρήσης των νερών του για άρδευση. Γι' αυτόν τον λόγο η συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων είναι απαραίτητη για τη πρόληψη της ρύπανσης αλλά και για την οικολογική ισορροπία της περιοχής [38].

3.4 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΕ ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως είναι γνωστό, ο λιγνίτης αποτελεί καύσιμο με μεγάλες περιβαλλοντικές συνέπειες. Στην Δυτική Μακεδονία εντοπίζονται πολλά προβλήματα που αφορούν τις ατμοσφαιρικές εκπομπές ρύπων από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, ενώ ταυτόχρονα σοβαρές είναι και οι επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων και στους υδάτινους πόρους. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος δεν περιορίζεται μόνο στην καύση του λιγνίτη αλλά και στην εξόρυξη και μεταφορά του. Γι' αυτόν τον λόγο παρατηρείται στροφή προς καθαρότερες τεχνολογίες, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά στην Ευρώπη γενικότερα. Όσον αφορά τους λιγνιτικούς σταθμούς της χώρας,, έχει ανακοινωθεί το κλείσιμο τους μέχρι το 2028.

Το αναλυτικό πλάνο της απολιγνιτοποίησης περιλαμβάνει την απόσυρση των ρυπογόνων λιγνιτικών μονάδων ισχύος περίπου 3,4GW έως το 2023. Συγκεκριμένα αποσύρονται οι μονάδες:

-2020:		Αμύνταιο				1-2
-2021:		Καρδιά				3-4
-2022:	Μεγαλόπολη	3	και	Αγ. Δημήτριος		1-4
-2023:	Μεγαλόπολη 4, Μελίτη 1 και Αγ. Δημήτριος 5.					

Το 2022 εντάσσεται στο σύστημα η νέα μονάδα Πτολεμαΐδα 5, η οποία θα συνεχίσει να λειτουργεί με λιγνίτη το αργότερο έως το 2028 και στη συνέχεια θα λειτουργήσει με διαφορετικό μείγμα καυσίμου.

Οι λιγνιτικές μονάδες θα αντικατασταθούν από μονάδες φυσικού αερίου, αποτελώντας μία άμεση λύση για την κάλυψη των απωλειών. Το φυσικό αέριο θα λειτουργήσει έως μεταβατικό καύσιμο το οποίο θα οδηγήσει τελικά σε άνθιση των ανανεώσιμων καθαρών πηγών ενέργειας.

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο που συνδυάζει υψηλή ενεργειακή απόδοση, επάρκεια φυσικών αποθεμάτων, ήπια περιβαλλοντική φόρτιση και σύγχρονες τεχνολογίες για την αξιοποίηση του.

Τα πλεονεκτήματα που καθιστούν το φυσικό αέριο ελκυστικό για ηλεκτροπαραγωγή είναι τα εξής:

- ✓ Μικρότερο κόστος κεφαλαίου για την κατασκευή μιας μονάδας
- ✓ Μικρότερος χρόνος κατασκευής και μικρότερος χρόνος εγκατάστασης
- ✓ Υψηλότερες ενεργειακές αποδόσεις που φτάνουν το 55%
- ✓ Μεγαλύτερη ευελιξία στις διακυμάνσεις ζήτησης φορτίου

- ✓ Μικρότερες δαπάνες διαχείρισης καυσίμου
- ✓ Μικρότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης μονάδας
- ✓ Χαμηλότερες εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα
- ✓ Ελάχιστο κόστος αντιρρύπανσης
- ✓ Ανταγωνιστικό κόστος παραγωγής της κιλοβατώρας

Από την άλλη υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όσον αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις της εγκατάστασης μονάδων φυσικού αερίου. Άμεσο αποτέλεσμα θα είναι η αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη του κόστους κεφαλαίου της επένδυσης αλλά και εξαιτίας της υψηλότερης τιμής του φυσικού αερίου σε σχέση με τον λιγνίτη. Κάτι ακόμα που προκαλεί προβληματισμό είναι η αβεβαιότητα των επενδυτών για τις μελλοντικές τάσεις των τιμών, αφού πλέον δεν θα υπάρχει 'ανεξαρτησία' όσον αφορά τα ορυκτά καύσιμα.

Στην Ελλάδα, η πρώτη χρήση φυσικού αερίου για ηλεκτροπαραγωγή έγινε το 1997 στον ΘΗΣ Αγίου Γεωργίου Κερατσινίου της ΔΕΗ με εγκατεστημένη ισχύς 360 MW, η οποία μέχρι τότε λειτουργούσε με πετρέλαιο. Σήμερα οι επιπλέον Μονάδες Φυσικού Αερίου Συνδυασμένου κύκλου της ΔΕΗ είναι η μονάδα της Κομοτηνής με εγκατεστημένη ισχύς 485MW, και οι τρεις μονάδες του Λαυρίου με 1121MW εγκατεστημένη ισχύ [32, 34].

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το νερό είναι το δεύτερο σημαντικότερο στοιχείο της φύσης για κάθε ζωντανό οργανισμό. Η επαρκής επεξεργασία των λυμάτων δεν είναι μόνο σημαντική για το περιβάλλον αλλά και για την ανθρώπινη ευημερία. Σήμερα όλο και περισσότερες επιχειρήσεις χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού υψηλής ποιότητας, κάτι το οποίο είναι όλο και πιο δύσκολο να επιτευχθεί. Κάθε βιομηχανική δραστηριότητα παράγει υγρά απόβλητα. Εξαιτίας των σοβαρών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στόχος κάθε βιομηχανίας θα πρέπει να είναι, πέρα από την ελαχιστοποίηση του όγκου των αποβλήτων, η επαρκής επεξεργασία τους έτσι ώστε να είναι εφικτή η επαναχρησιμοποίησή τους. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο περιορισμός της ρύπανσης των υδάτων και του εδάφους και γενικότερα η προστασία του περιβάλλοντος. Το κράτος θα πρέπει να είναι υπεύθυνο και να φροντίζει για την τήρηση της νομοθεσίας που αφορά τα απόβλητα ενώ ταυτόχρονα να υποστηρίζει κάθε προσπάθεια για ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση.

Όσον αφορά τους λιγνιτικούς σταθμούς της ΔΕΗ στην Δυτική Μακεδονία συμπεριλαμβανομένου και του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, οι μεγαλύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον έχουν να κάνουν με τις εκπομπές αέριων ρύπων και κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Τα υγρά απόβλητα όμως αποτελούν εξίσου σημαντική αιτία περιβαλλοντικής υποβάθμισης, όταν η επεξεργασία τους δεν γίνεται σωστά. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν μετρήσεις που είχαν να κάνουν με βασικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων του ατμοηλεκτρικού σταθμού του Αγίου Δημητρίου για τον οποίο δεν παρατηρήθηκαν σοβαρές υπερβάσεις. Η μόνη υπέρβαση των ορίων έχει να κάνει με τα διαλυμένα στερεά και την αγωγιμότητα. Αιτία αποτελεί η έγχυση οξέων στα λύματα για την ρύθμιση του pH και της αλκαλικότητας. Με την αύξηση των οξέων προκαλείται αύξηση των διαλυμένων ιόντων και κατά συνέπεια και της αγωγιμότητας. Η απομάκρυνση των ολικών διαλυμένων στερεών αποτελεί αδιαμφισβήτητα μία από τις δυσκολότερες και ακριβότερες μεθόδους επεξεργασίας αποβλήτων, είναι απαραίτητο όμως να τηρούνται τα όρια ιδιαίτερα όταν στο απόβλητο περιέχονται και τοξικά στερεά. Μικρές υπερβάσεις παρατηρήθηκαν επίσης κατά τα έτη 2016 και 2017 στις μετρήσεις του καδμίου, του νικελίου και των φαινολών. Αυτές οι υπερβάσεις θα μπορούσαν να διορθωθούν με εκτενέστερη εφαρμογή της ιοντοεναλλαγής και σε περίπτωση που αποδειχθεί ανεπαρκής, με επιπλέον εφαρμογή αντίστροφης όσμωσης ή προσρόφησης για απομάκρυνση των διαλυμένων ιόντων και τήρηση των επιτρεπόμενων ορίων. Μία επιπλέον δυνατότητα για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η μείωση της κατανάλωσης νερού η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την επαναχρησιμοποίηση του νερού αφού πρώτα έχει προηγηθεί η κατάλληλη επεξεργασία. Τέλος, περιβαλλοντικά ορθότερη θα ήταν η αντικατάσταση των μονάδων λιγνίτη με φυσικό αέριο στο εγγύς μέλλον μιας και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του φυσικού αερίου είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με αυτό του λιγνίτη, ενώ ζωτικής σημασίας είναι η εγκατάσταση

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο στο πλαίσιο της ΔΕΗ, αλλά και σε όλες τις βιομηχανικές μονάδες της χώρα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ξένα βιβλιογραφία

- [1] Abdelrasoul F. M. (2001). A COMPARATIVE STUDY OF THE BOD RATE CONSTANT OF INDUSTRIAL WASTEWATER AND SEWAGE, Sixth International Water Technology Conference, IWTC 2001, Alexandria, Egypt
- [2] Adeolu S. A. (2016). "Impact of industrial effluent on the environment (revised edition)" Institute of ecology and environmental studies, Obafemi Awolowo University, Ile- Ife.
- [3] Alturkmani A. (2013). Industrial wastewater. Environmental Engineering Ph.D Environmental Consultant – Industrial City of Hassia – Homs Environmental Engineering Website Manage.
- [4] Alwan G.M. (2008). pH Control Problems of wastewater Treatment Plants, Al-Khawarizimi Engineering Journal, Vol 4, No. 2, pp 37-45.
- [5] Boeriu L.M., Cirstolovean I.L., Fratu M. and Nastac C. (2013). The tertiary treatment stage of wastewater. Bulletin of the Transilvania University of Braşov. CIBv. Vol. 6 (55) Special Issue No. 1. Pages 207-212.
- [6] EPA, September (1999). Wastewater Technology Fact Sheet Ozone Disinfection, United States Environmental Protection Agency, EPA 832-F-99-063
- [7] EPA Victoria, September (2002). DISINFECTION OF TREATED WASTEWATER, Publication 730, ISBN 0 7306 7623 4
- [8] EPA Victoria, (2017). Industrial Water Reuse. Industrial Waste Resource Guidelines, Publication IWRG632.1
- [9] Gutterres M. (2012). Wastewater Reuse Focused on Industrial Applications. Wastewater Reuse and Management, pp 127-164
- [10] Ho Y.C., Show K.Y., Guo X.X., Norli I., Alkarkhi Abbas F.M. and Morad N.. (2012). Industrial Discharge and Their Effect to the Environment. DOI: 10.5772/38830

- [11] Jiwan S. and Ajay S.K. (2011). Effects of heavy metals on soil, plants, human health and aquatic life. International Journal of Research in Chemistry and Environment. Vol. 1 Issue 2. pp 15-21.
- [12] Khan M. and Ghouri A. (2011). Environmental pollution: Its effects on life and its remedies. Journal of Arts, Science & Commerce, Vol. 2, No. 2. pp 276-285.
- [13] Mahurpawar, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. International Journal of Research Granthaalayah. Social Issues and Environmental Problems. ISSN- 2350-0530(O) ISSN-2394-3629(P)
- [14] Martin S. and Griswold W. (2009). Human Health Effects of Heavy Metals. Issue 15. Environmental Science and Technology Briefs for Citizens. Center for Hazardous Substance Research.
- [15] Mills S. (2015). Prospects for coal and clean coal technologies in Greece, IEA Clean Coal Centre, ISBN 978-92-9029-584-6
- [16] Munter R. (2003). Industrial Wastewater Characteristics. The Baltic University Programme (BUP), Sweden
- [17] Nada S. Ahmedzeki, Sama M. Abdullah, Rasha H. Salman (2009), TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTE WATER USING REVERSE OSMOSIS TECHNIQUE. Journal of Engineering , Number 4, Volume 15
- [18] Nazaroff & Alvarez-Cohen, Section 6.E.3, Anaerobic Digestion of Wastewater Sludge. Section 6.E.3
- [19] Nielsen M., Bundgaard E. (1978). ALKALINITY: A NEGLECTED PARAMETER IN ADVANCED WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS, Ninth International Conference on Water Pollution Research, pp 507-517
- [20] Okereke J.N., Ogidi O.I., Obasi K.O. (2016). Environmental and Health Impact of Industrial Wastewater Effluents in Nigeria - A Review. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, ISSN: 2348-8069, Volume 3, Issue 6
- [21] Paul Guyer J. (2011). Introduction to Primary Wastewater Treatment. Course No: C02-034,

[22] Priyanka Lahot, D.P.Tiwari (2016). Removal of heavy metal ions from industrial wastewater-Review. Journal of Research in Science, Technology, Engineering and Management (JoRSTEM), Volume. 2, issue 1

[23] Saleh M. and Mahmood U. (2004). Anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment. Eighth International Water Technology Conference, IWTC8 2004, Alexandria, Egypt. Pages 817-833

[24] Shi H. (2011). Industrial wastewater-types, amounts and effects. Point Sources of pollution: Local Effects and its control. Vol 1

[25] Sonune A., Rupali G., (2004). Developments in wastewater treatment methods, Desalination, 167, pp. 55-63,

[26] Sperling, M. (2007). Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal. Biological Wastewater Treatment Series. Volume 1. ISBN 1 84339 161 9

2. Ελληνική βιβλιογραφία

[27] Ανδρεαδάκης Α., Δ. Μαμάης, Ε. Γαβαλάκη, (2015) ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ. Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

[28] Ζαχαρίας Μ. (2005), ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ – Η ΜΕΘΟΔΟΣ MBR.

[29] Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

[30] Ιστοσελίδα της ΔΕΗ

[31] Μελίδης Π. Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διαχείρισης και Τεχνολογίας Υγρών Εργαστήριο Διαχείρισης και Τεχνολογίας Υγρών Αποβλήτων.

[32] Μιχαηλίδης Ξ. (2005), Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας

[33] Νταράκας Ε. (2006), Επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων, Σημειώσεις μαθήματος Διαχείριση Υγρών αποβλήτων, ΑΠΘ.

[34] Σαμαράς Χ. (2005). Η χρήση του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή- Εμπειρία, Πλεονεκτήματα και Προοπτικές. Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών, ΔΕΠΑ Α.Ε.

[35] Στερεά καύσιμα και ο ελληνικός λιγνίτης. Παρουσίαση στα πλαίσια του μαθήματος κοιτασματολογία ανθράκων του τμήματος γεωλογίας του ΑΠΘ.

[36] Σφήκας Α. (2015). Ανάπτυξη μοντέλου πρόβλεψης ρύπανσης υδάτινων πόρων με τη χρήση δικτύου πολυπαραμετρικών αισθητήρων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

[37] Τασούλα Α. (2007). Επαναχρησιμοποίηση Επεξεργασμένων Λυμάτων. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

[38] Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2017). Η λίμνη Βεγορίτιδα

3. Εκθέσεις από τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου:

[39] Ετήσιες εκθέσεις ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2014

[40] Ετήσιες εκθέσεις ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2015

[41] Ετήσιες εκθέσεις ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2016

[42] Ετήσιες εκθέσεις ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου 2017

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Έτος 2014

Πίνακας 27: Συνεχείς μετρήσεις 2014

	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		ΜΑΡΤΙΟΣ		ΑΠΡΙΛΙΟΣ		ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ	
	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH
1	589	8,28	993	8,07	765	8,25	450	8,16	451	7,99	863	7,95
2	504	8,29	812	7,98	756	8,02	489	7,98	557	8,08	699	7,88
3	604	8,21	924	8,05	634	8	564	7,96	643	8	648	7,99
4	610	8,19	789	8,13	657	8,22	427	8,18	575	8,14	643	7,73
5	558	8,19	731	8,05	435	8,2	452	8,06	508	8,05	552	7,87
6	666	8,24	580	8,15	366	8,44	393	8,05	559	7,97	694	8,08
7	681	8,24	576	8,08	360	8,22	512	8,05	581	7,95	651	8,02
8	952	8,34	565	7,97	320	8,13	376	8,17	444	7,99	799	7,82
9	685	8,19	641	8,01	442	8,25	683	8,05	604	8,2	826	7,74
10	577	8,28	724	7,96	470	8,2	504	8,14	627	8,09	783	7,72
11	809	8,32	827	8,07	541	8,18	490	8,21	535	8,17	728	7,9
12	761	8,29	772	8,14	369	8,2	386	8,1	538	8,35	763	7,66
13	653	8,31	675	8,17	508	8,2	444	8,07	557	8,28	853	7,59
14	723	8,29	642	8,08	490	8,19	517	8,15	644	8,24	853	7,59
15	914	8,3	886	8,04	399	8,2	441	8,07	647	8,15	853	7,59
16	706	8,06	939	8,11	447	8,19	624	8,2	738	8,49	853	7,59
17	341	7,53	624	8,13	471	8,24	471	8,19	612	8,49	810	7,21
18	575	8,16	618	8,03	474	8,14	483	8,25	558	8,47		
19	716	8,29	714	8,04	484	8,17	591	8,11	493	8,42		
20	645	7,98	724	8,01	517	8,24	764	8,09	801	8,14		
21	865	7,55	686	8,04	569	8,23	685	8,33	756	8,12		
22	797	7,96	1012	8,12	559	8,14	666	7,93	686	8,17		
23	801	8,02	856	8,14	619	8,04	590	8,04	717	8,08		
24	509	8	882	8,08	603	8,08	798	8,2	644	8,1		
25	611	8,1	773	7,94	610	8,12	976	8,1	555	8,32		
26	700	8,02	783	8,12	514	8,39	953	8,01	629	8,4		
27	736	8,1	871	8,14	600	8,1	622	8,1	936	8,02		
28	614	8,12	619	8,26	632	8,12	550	8,01	679	8,01		
29	650	8,06			774	8,13	439	7,99	698	8,01		
30	907	7,99			832	8,05	411	8,02	819	7,91		
31	978	8			905	8			697	7,87		
M.O.	691	8,12	759	8,08	552	8,17	558	8,1	629	8,15	757	7,76

ΣΥΝΟΛΟ	514.463		509.738		410.928		402.090		467.670		308.896	
---------------	----------------	--	----------------	--	----------------	--	----------------	--	----------------	--	----------------	--

	ΙΟΥΛΙΟΣ		ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
	m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h	
1					821	7,98	460	8,11	589	7,79	498	7,86
2	600	7,03			1057	7,89	471	8,13	874	7,92	827	7,8
3	922	7,74			864	7,98	466	8,05	1037	7,82	772	8,02
4	771	7,92			730	8,15	776	8,09	506	7,96	898	8,17
5	766	8,19	925	7,3	559	8,13	628	8,22	546	8,02	732	7,92
6	713	7,87	700	7,95	1022	8,01	623	7,99	549	8,02	799	7,85
7	825	8,04	816	8,01	966	7,95	542	7,84	518	8,43	616	7,62
8	729	8	786	8,12	731	7,96	607	7,63	515	8,06	776	8,03
9	687	7,76	649	8,45	930	7,85	540	8,03	776	7,84	672	7,82
10	706	7,68	521	8,16	498	7,79	475	7,81	668	7,74	626	7,87
11	862	7,72	781	8,15	543	7,97	561	7,97	570	7,69	978	7,87
12	697	7,91	698	8,41	539	8,24	572	8	693	7,63	873	7,86
13	1141	7,73	1144	7,98	503	7,98	555	7,96	555	7,62	660	7,95
14	989	7,74	1095	7,64	516	7,82	669	7,89	530	7,54	734	7,92
15	900	8,07	775	7,72	617	7,91	617	7,9	557	7,77	967	7,87
16	767	7,89	798	7,87	605	7,81	653	8,01	439	8,02	799	7,87
17	777	7,83	980	7,78	579	8,13	781	8,27	669	8,01	733	8,09
18	757	7,88	1041	7,99	626	8,05	649	8,47	513	7,98	635	8,28
19	696	7,86	764	8,24	465	7,81	768	8,31	902	8,08	732	8,3
20	733	7,87	701	8,28	433	7,79	564	8,1	607	8,39	675	8,03
21	779	7,7	721	8,01	468	7,69	658	8,07	701	8,41	869	8,03
22	616	7,76	661	8,11	500	7,89	649	7,98	979	8,42	886	8,37
23	565	7,78	653	7,94	499	8,1	760	8,39	892	8,18	763	8,34
24	201	8,03	745	8,27	735	7,93	796	8,42	861	8,12	643	8,26
25			834	8,06	431	7,94	823	8,2	775	7,95	670	8,1
26			902	8,3	472	8,05	866	8,36	824	8,12	673	8,01
27			1024	8,45	591	7,84	769	8,38	794	8,21	678	8,16
28			639	8,34	778	7,88	652	8,37	662	8,16	770	8,2
29			802	8,39	639	7,94	703	8,29	424	7,94	972	8,17
30			840	7,99	554	7,98	691	8,07	498	7,88	866	8,32
31			666	8,49			485	7,82			861	8,22
Μ.Ο.	748	7,83	802	8,09	642	7,95	640	8,1	667	7,99	763	8,04
ΣΥΝΟΛΟ	412.820		519.825		462.508		475.902		480.571		567.644	

Πίνακας 28: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2014

Ημερομηνία	ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ					ΕΞΟΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ					
	pH εισόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	pH εξόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	Βαθμός απόδοσης
		°C	Ms/cm	ppm	ppm		°C	Ms/cm	ppm	ppm	%
1/1/2014	9,64	22,1	661	503	972	8,44	21,2	780	10	571	98,01
8/1/2014	9,56	21,7	587	469	1108	8,49	22,1	869	6	484	98,72
15/1/2014	9,25	23,6	571	543	1368	8,44	24,0	818	9	452	98,34
22/1/2014	9,27	19,9	709	488	940	8,22	20,2	803	10	560	97,95
29/1/2014	10,59	23,1	1658	568	958	8,17	23,5	875	11	452	98,06
5/2/2014	9,31	21,6	794	318	858	8,12	22,0	785	14	422	95,60
12/2/2014	9,42	25,8	465	1054	1486	8,35	25,7	831	5	318	99,53
19/2/2014	9,19	27,8	1084	452	783	8,41	27,6	1005	10	522	97,79
26/2/2014	8,90	29,1	432	1930	2580	8,26	25,8	663	16	426	99,17
5/3/2014	9,59	23,4	1101	482	1236	8,35	23,4	860	24	631	95,02
12/3/2014	9,72	23,8	1213	612	972	8,17	23,7	1097	5	484	99,18
19/3/2014	9,78	25,0	681	452	858	8,32	24,7	947	23	460	94,91
26/3/2014	10,20	24,5	479	389	1150	8,47	24,0	764	17	432	95,63
2/4/2014	9,21	23,2	606	337	728	8,14	22,8	1016	14	432	95,85
9/4/2014	9,39	24,8	646	300	832	8,09	24,5	959	13	650	95,67
16/4/2014	9,38	24,5	1124	1012	1824	8,28	24,4	940	8	536	99,21
23/4/2014	9,32	23,5	520	1074	2450	8,25	23,3	1067	7	570	99,35
30/4/2014	9,75	24,9	784	790	1458	8,45	24,0	894	29	582	96,33
7/5/2014	9,74	21,1	1222	890	1044	8,09	21,2	930	9	484	98,99
14/5/2014	9,96	26,4	1004	1206	1386	8,46	26,4	1143	11	617	99,09
21/5/2014	11,29	22,5	789	444	609	8,39	22,5	908	4	553	99,1
28/5/2014	9,05	26,1	594	1850	2436	8,48	26,3	694	5	508	99,73
4/6/2014	9,69	25,2	606	444	952	8,15	25,0	916	23	669	94,82
11/6/2014	9,56	28,9	510	105	1098	8,13	29,7	656	4	714	96,19
18/6/2014	10,04	29,9	1055	1078	1422	8,39	29,9	833	26	702	97,59
25/6/2014	9,87	28,2	605	847	1125	8,25	28,4	745	15	655	98,23
2/7/2014	9,69	29,2	545	265	891	8,21	29,4	910	6	640	97,74
9/7/2014	9,06	29,3	483	2018	2647	8,22	29,0	815	13	777	99,36
16/7/2014	9,18	28,0	773	208	906	8,16	29,0	952	19	584	90,87
23/7/2014	9,32	29,6	631	1129	2307	8,07	29,4	981	6	633	99,47
30/7/2014	9,03	29,0	661	1487	1938	8,2	29,9	798	5	588	99,66
6/8/2014	9,31	29,7	658	452	764	8,38	29,9	805	16	588	96,46
13/8/2014	9,66	29,3	978	644	845	8,42	29,2	890	29	623	95,50
20/8/2014	9,52	29,2	473	1014	1265	8,46	29,5	702	8	436	99,21
27/8/2014	9,30	29,6	445	424	782	8,47	29,5	786	11	524	97,41
3/9/2014	8,95	26,4	490	1286	3861	8,31	26,0	686	7	570	99,46
10/9/2014	9,38	28,3	488	1240	1684	8,24	28,2	900	29	784	97,66

17/9/2014	9,46	28,1	1082	1202	1646	8,32	27,2	926	18	689	98,50
24/9/2014	9,01	25,0	747	2238	3216	7,91	26,5	1030	7	746	99,69
1/10/2014	9,82	36,5	694	780	1530	8,3	26,2	774	8	590	98,97
8/10/2014	9,20	25,5	899	1840	2246	8,4	27,0	888	24	841	98,70
15/10/2014	9,78	25,5	2110	1530	2580	8,06	25,6	767	10	524	99,35
22/10/2014	10,25	24,0	658	474	873	8,16	24,2	825	15	645	96,84
29/10/2014	10,70	19,0	975	399	1120	8,48	23,0	854	17	976	95,74
5/11/2014	9,92	23,0	1174	1923	2240	8,49	25,0	901	9	562	99,53
12/11/2014	10,15	22,9	361	519	1312	8,48	23,0	824	8	852	98,46
19/11/2014	9,58	24,7	520	278	1268	8,21	25,2	807	7	711	97,48
26/11/2014	9,99	21,8	394	216	942	8,36	21,3	669	4	641	98,15
3/12/2014	9,82	23,7	524	464	1287	8,49	25,8	723	29	524	93,75
10/12/2014	9,67	22,9	789	371	804	8,34	23,0	1002	11	622	97,04
17/12/2014	9,15	21,3	516	1284	1873	8,25	22,1	826	29	608	97,74
24/12/2014	10,40	22,6	685	1350	1973	8,27	23,0	834	13	644	99,04
31/12/2014	10,30	19,8	834	1744	2035	8,41	20,0	768	9	724	99,48

Έτος 2015

Πίνακας 29: Συνεχείς μετρήσεις 2015

	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		ΜΑΡΤΙΟΣ		ΑΠΡΙΛΙΟΣ		ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ	
	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
	m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h	
1	944	7,81	1157	7,99	777	8,03	522	7,71	589	7,76	372	7,86
2	1043	7,85	836	7,9	725	7,89	540	7,71	396	7,82	512	7,85
3	872	7,93	758	8,2	742	7,91	557	7,94	280	7,9	368	7,93
4	840	7,69	637	7,97	713	7,88	465	7,85	600	7,73	318	7,26
5	622	7,88	551	8,06	899	8,05	458	7,76	529	7,94	992	8,07
6	710	7,94	767	7,95	1256	8,12	963	7,86	394	7,86	1206	8,06
7	728	7,97	693	7,93	1137	8,06	599	7,74	371	7,79	1210	8,07
8	725	8,12	740	8,05	684	7,91	638	7,54	512	7,62	440	7,73
9	688	7,74	767	8,14	656	7,84	610	7,71	533	8,09	512	7,62
10	698	7,73	525	8,49	650	7,97	426	7,75	671	7,67	462	7,61
11	735	7,83	640	8,18	637	8,1	346	7,6	436	7,48	441	7,29
12	863	8,02	546	8,31	733	7,85	431	7,53	653	7,61	549	7,42
13	550	8,06	472	8,41	624	7,82	560	7,42	676	7,83	402	7,68
14	661	7,73	445	8,15	640	7,79	635	7,51	327	7,93	494	7,93
15	578	7,77	468	8,07	666	7,81	518	7,72	305	7,78	647	7,92
16	471	7,84	468	8,03	1005	7,79	488	7,84	305	8,38	555	7,94
17	506	7,96	461	8,11	767	7,78	592	7,67	416	7,8	534	7,78
18	626	7,95	496	8,08	793	7,81	430	7,63	508	7,63	772	7,97
19	725	7,91	499	8,11	625	7,84	416	7,53	402	7,65	545	7,92
20	691	7,96	566	8,12	701	7,86	490	7,8	461	7,6	475	7,86
21	622	7,87	520	8,13	678	7,77	318	7,66	449	7,61	416	7,78
22	546	8,01	479	8,07	645	7,77	266	7,63	658	7,61	628	7,84
23	534	7,97	523	8,12	814	7,9	381	7,81	487	7,7	705	7,83
24	628	7,99	452	8,09	574	7,89	301	7,76	529	7,64	524	7,93
25	537	7,93	775	7,95	751	7,85	578	7,67	555	7,33	575	7,98
26	553	7,99	659	8,1	641	7,9	430	7,87	442	7,7	663	8,07
27	629	7,97	576	7,99	861	7,92	396	7,83	585	7,89	585	8,06
28	678	7,95	602	7,99	725	7,98	364	7,89	493	7,87	609	7,91
29	615	7,94			714	7,82	372	7,99	470	8,45	983	8,01
30	670	7,97			677	7,82	381	7,82	456	8,46	813	8,08
31	1022	8,12			669	7,81			453	7,88		
M.O.	687	7,92	610	8,1	748	7,89	482	7,73	482	7,81	610	7,84
ΣΥΝΟΛΟ	511.498		409.867		556.289		347.323		358.509		439.373	

	ΙΟΥΛΙΟΣ		ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
	m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h	
1	609	8,15	801	8,12	881	8,05	459	7,94	599	8,28	660	8,01
2	525	8,1	749	8,06	737	7,86	488	8,1	668	8,5	598	7,99
3	666	7,99	699	8,28	846	7,69	385	8,32	570	8,37	434	7,98
4	1107	8	783	8,25	745	8,07	417	7,98	555	8,15	494	7,89
5	886	8,25	630	8,35	788	8,17	448	7,93	585	8,11	416	7,97
6	791	8,26	852	8,2	622	8,05	420	8,05	552	8,22	405	8,11
7	667	8,16	935	8,13	612	8,09	442	7,94	575	8,04	460	8,21
8	704	8,16	668	8,1	609	8,09	756	8,03	551	8,06	455	8,12
9	701	8,12	675	8,04	635	8,14	422	7,96	484	8,49	453	8,15
10	720	8,35	990	8,04	1058	8,03	593	7,89	455	8,17	478	8,19
11	666	8,21	597	8,1	873	8,14	603	7,97	522	8,11	456	8,18
12	696	8,09	645	8,17	692	8,19	558	7,94	537	8,07	485	8,25
13	754	8,33	570	8,17	538	8,32	388	8,15	549	8,15	424	8,32
14	695	8,3	821	8,27	611	8,38	397	8,14	565	8,14	824	8,07
15	942	8,15	573	8,06	721	8,36	474	8,16	571	8,31	594	8,18
16	843	8,04	873	8,04	733	8,21	497	8,08	585	8,23	523	8,28
17	828	8,03	792	8,11	626	8,03	531	8,14	580	8,17	545	8,27
18	844	8,15	678	8,05	881	8,22	202	8,19	491	8,2	723	8,35
19	797	8,13	639	8,09	819	8,22	635	8,34	472	8,19	841	8,29
20	818	8,13	731	8,07	687	8,09	630	8,38	513	8,2	960	8,22
21	634	8,02	698	8,19	858	8,07	727	8,28	489	8,01	1078	8,29
22	689	8,1	954	7,97	665	8,22	1105	8,13	470	8,05	1071	8,23
23	723	8,02	677	7,92	636	8,34	722	8,02	484	8,21	897	8,29
24	849	8,22	557	7,93	555	8,28	513	7,95	468	8,16	716	8,24
25	851	7,56	477	7,99	581	8,17	608	7,98	742	8,04	876	8,35
26	934	7,96	711	7,98	783	8,04	454	8,14	824	8	615	8,31
27	811	8,15	541	8,03	636	8,01	469	8,27	629	7,79	648	8,23
28	575	8,19	382	7,98	584	7,96	484	8,22	547	7,96	571	8,09
29	784	8,07	786	8,06	549	7,93	507	8,19	489	8,16	683	8,07
30	802	8,28	939	8,04	500	7,97	569	8,18	595	8,12	861	8,04
31	765	8,14	818	8,13			562	8,28			900	8,16
M.O.	764	8,12	717	8,09	702	8,11	531	8,11	557	8,16	650	8,17
ΣΥΝΟΛΟ	568.218		533.770		505.449		395.041		401.159		483.399	

Πίνακας 30: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2015

Ημερομηνία	ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ					ΕΞΟΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ					
	pH εισόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	pH εξόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	Βαθμός απόδοσης
		°C	Ms/cm	ppm	ppm		°C	Ms/cm	ppm	ppm	%
7/1/2015	10,02	19,7	665	574	945	8,31	20	976	9	725	98,43
14/1/2015	10,16	22,4	1321	594	1327	8,19	21,2	1020	9	610	98,48
21/1/2015	9,46	22,6	1134	1342	1711	8	22,9	963	5	860	99,63
28/1/2015	9,57	23,2	575	348	819	8,06	22,4	1023	11	774	96,84
4/2/2015	9,43	22,7	663	1258	1432	8,15	22,7	923	15	673	98,81
11/2/2015	9,81	16,5	542	1564	1856	8,45	11,6	1298	12	593	99,23
18/2/2015	9,14	21,9	587	1211	1587	8,24	22,2	992	9	747	99,26
25/2/2015	9,75	22,3	1043	577	1242	8,13	22,3	765	13	988	97,75
4/3/2015	9,56	19,9	607	1262	1655	7,91	20,1	922	9	872	99,29
11/3/2015	9,79	22,7	544	1347	1712	7,97	23	944	19	782	98,59
18/3/2015	8,75	20,7	500	308	1120	8,11	20,1	825	18	828	94,16
25/3/2015	9,05	22,2	482	264	993	8,22	22	787	8	873	96,97
1/4/2015	9,15	24,1	544	310	790	8,08	22	914	14	980	95,48
8/4/2015	9,54	20,4	661	497	1081	8,07	20,2	835	11	747	97,79
15/4/2015	10,14	23,4	2220	1124	1503	7,86	24	891	7	842	99,38
22/4/2015	9,68	17,4	683	753	1102	8,05	18,1	1097	16	873	97,88
29/4/2015	9,8	23,2	781	1280	1739	8,46	23,6	1164	8	774	99,38
6/5/2015	9,6	28	484	749	1215	7,6	27	769	4	782	99,47
13/5/2015	8,8	24,8	479	859	1264	7,98	24,5	658	29	897	96,62
20/5/2015	9,1	26,8	629	914	1430	7,99	27,2	816	29	599	96,83
27/5/2015	9,57	24,6	800	632	904	7,86	28	832	6	528	99,05
3/6/2015	9,7	26	497	159	782	8,4	28	913	14	524	91,19
10/6/2015	9,45	22	791	228	1278	8,24	24	1294	29	936	87,28
17/6/2015	8,96	27,2	796	191	956	7,82	28	741	9	488	95,29
24/6/2015	10,54	27,8	519	1280	1630	8,1	27,9	851	5	774	99,61
1/7/2015	10,47	26,9	550	974	1160	8,12	28,9	937	9	556	99,08
8/7/2015	10,39	27,3	633	486	865	8,28	27,4	919	7	668	98,56
15/7/2015	9,12	28,1	936	548	1330	8,32	28,9	1069	5	722	99,09
22/7/2015	9	28,6	765	335	984	8,33	29,4	1063	14	762	95,82
29/7/2015	9,79	27,4	1190	280	748	8,26	27,3	1061	5	529	98,21
5/8/2015	11,59	28,5	1170	807	1740	8,47	27,7	1096	9	784	98,88
12/8/2015	9,99	28,4	716	170	674	8,46	28,4	988	8	729	95,29
19/8/2015	9,81	28,6	667	508	1132	8,32	28,4	1041	16	572	96,85
26/8/2015	9,54	27,7	1101	350	1026	8,21	28,7	889	5	847	98,57

2/9/2015	9,81	26,5	906	950	1460	8,37	26,3	1101	4	802	99,58
9/9/2015	10,41	25,1	856	311	1326	8,43	24	1104	14	750	95,5
16/9/2015	10,33	27,7	593	1007	1483	8,46	27,2	1102	10	452	99,01
23/9/2015	10,77	27,8	841	581	1117	8,47	27,3	960	26	774	95,52
30/9/2015	9,71	25,4	1579	622	1282	8,15	29	949	28	743	95,5
7/10/2015	9,48	23,4	488	681	1257	8,11	24,6	1060	8	680	98,83
14/10/2015	10,88	24	968	884	1338	8,13	25	1187	10	1036	98,87
21/10/2015	10,01	22,4	656	1238	1744	8,39	22,4	1163	29	1323	97,66
28/10/2015	9,83	21,3	651	579	929	8,3	21,2	1027	28	742	95,16
4/11/2015	10,18	22,8	715	323	636	8,28	22,1	1129	29	808	91,02
11/11/2015	10,1	23,7	1424	755	1207	8,17	24,5	1339	29	910	96,16
18/11/2015	11,05	27,2	1074	646	1265	8,1	24,3	1196	20	873	96,9
25/11/2015	10,21	20,8	553	311	881	8,11	21,6	1117	17	738	94,53
2/12/2015	9,17	24,4	505	854	1320	8,24	22	931	14	805	98,36
9/12/2015	9,79	24,7	1003	1374	1874	8,3	23,8	1249	29	902	97,89
16/12/2015	10,67	20,8	782	1388	1420	8,4	20,8	1208	23	901	98,34

Έτος 2016

Πίνακας 31: Συνεχείς μετρήσεις 2016

	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		ΜΑΡΤΙΟΣ		ΑΠΡΙΛΙΟΣ		ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ	
	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH	παροχή m ³ /h	pH
1	843	8,34	639	8,02	667	8,41	570	8,29	438	8,26	568	8,12
2	696	8,48	643	8,14	485	8,31	659	8,24	566	8,37	530	8,24
3	803	8,04	826	8,18	463	7,92	654	8,22	682	8,04	466	8,21
4	791	7,91	717	8,18	551	8	620	8,21	488	8,32	511	8,12
5	609	8,12	756	8,25	441	8,22	779	8,24	748	8,2	447	8,2
6	817	8,28	647	8,06	403	8,35	633	8,04	653	8,13	668	8,25
7	663	8,31	441	8,11	921	8,14	586	8,23	691	8,24	904	8,06
8	586	8,33	455	8,03	729	8,2	481	8,39	703	8,14	582	8,23
9	643	8,48	463	8,04	643	8,05	473	8,1	623	8,15	619	8,1
10	652	8,29	563	8,35	555	8,43	576	8,28	755	8,12	713	8,06
11	657	8,27	672	8,16	544	8,05	517	8,34	600	8,29	500	8,2
12	550	8,23	549	8,45	736	8,05	485	8,25	666	8,23	404	8,19
13	521	8,07	670	8,34	834	8,02	522	8,09	511	8,24	354	8,15
14	598	8,23	520	8,44	538	8,33	451	8,17	469	8,1	321	8,27
15	586	8,22	544	8,23	673	8,28	497	8,32	458	8,08	359	8,27
16	835	8,24	472	8,25	650	8,26	354	8,01	451	8,07	333	8,18
17	780	8,45	630	8,34	686	8,46	282	8,03	532	7,71	489	7,92
18	638	8,33	610	8,46	503	8,44	339	8,14	613	8	526	7,78
19	655	8,32	558	8,34	485	8,4	610	8,36	491	8,05	564	8,04
20	665	8,22	618	8,45	467	8,34	503	8,44	539	8,06	496	7,96
21	606	8,34	571	8,23	689	8,37	395	8,38			555	7,96
22	731	8,18	599	8,3	653	8,42	392	8,28			409	8,03
23	750	8,27	484	8,25	660	8,28	358	8,27			387	8
24	672	8,3	602	8,26	870	8,28	373	8,11			658	8,2
25	744	8,16	660	8,27	851	8,11	418	8,27			693	8,15
26	639	8,08	578	8,39	613	8,25	353	8,32			582	8,19
27	671	8,35	503	8,18	641	8,23	340	8,1			491	8,01
28	667	8,2	423	8,1	606	8,31	360	8,05			633	8,08
29	892	8,15			536	8,14	458	8,29			572	7,98
30	625	8,25			499	8,18	453	8,3			744	7,92
31	583	8			551	8,2			602	7,85		
Μ.Ο.	683	8,24	586	8,24	618	8,24	483	8,23	585	8,13	536	8,1
ΣΥΝΟΛΟ	508.031		393.979		459.430		347.741		294.680		385.839	

	ΙΟΥΛΙΟΣ		ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
	m ³ /h											
1	676	8,11	614	8,2	861	8,1	268	8,27	450	8,11	440	8,1
2	433	7,96	510	8,15	698	8,18	288	8,17	197	8,01	430	8,15
3	358	8,01	265	7,7	612	8,13	286	8,16	506	7,99	439	8,17
4	524	8,06			599	8,17	227	8,19	418	8,41	429	8,18
5	594	8,12			668	8,13	331	8,38	503	8,11	426	8,09
6	762	8,16			543	8,13	376	8,31	503	8,19	409	8,22
7	698	8,23			583	8,16	443	8,14	417	8,08	373	8,16
8	550	8,22			517	8,13	321	8,11	440	8,05	403	8,34
9	660	8,16			1003	8,13	342	8,1	654	8,23	395	8,28
10	644	8,15			762	8,16	392	8,19	432	8,19	387	8,34
11	690	8,14	691	7,17	510	8,15	402	8,17	357	8,02	398	8,23
12	777	8,17	582	8,19	550	8,16	379	8,24	434	7,96	401	8,16
13	712	8,16	646	8,16	464	8,24	326	8,22	368	8,09	443	8,22
14	783	8,13	662	8,2	426	8,27	365	8,22	370	8,23	454	8,28
15	1075	8,19	498	8,18	543	8,41	384	8,21	406	8,12	451	8,29
16	980	8,23	601	8,24	741	8,26	323	8,24	407	7,84	449	8,41
17	914	8,23	569	8,25	746	8,2	274	8,07	286	7,52	352	8,14
18	861	8,28	842	8,17	808	8,15	276	8,04	296	7,72	367	8,09
19	836	8,31	696	8,17	624	8,22	331	8,03	327	8,09	403	8,25
20	698	8,31	648	8,1	453	8,09	110	7,99	375	8,12	378	8,47
21	726	8,26	590	8,09	390	8,28	173	8,01	400	8,19	374	8,39
22	859	8,31	661	8,07	518	8,24	275	7,99	375	8,14	363	8,34
23	810	8,3	755	8,06	363	8,23	307	7,92	326	8,03	432	8,32
24	689	8,33	661	8,04	289	8,21	327	7,9	399	8,06	361	7,98
25	769	8,33	625	8,08	322	8,24	260	7,92	383	8,04	434	7,77
26	898	8,26	597	8,08	299	8,28	322	7,94	388	7,98	378	7,78
27	717	8,25	535	7,96	373	8,28	365	7,91	385	8,01	673	7,48
28	603	8,27	489	7,93	252	8,31	386	7,89	458	8,13	459	8,12
29	603	8,26	492	8,15	286	8,39	264	7,94	430	8,13	424	8,27
30	613	8,28	572	8,25	283	8,26	253	7,98	475	8,13	451	8,25
31	626	8,13	677	8,13			273	8,01			396	8,16
M.O.	714	8,2	603	8,07	536	8,21	311	8,09	406	8,06	418	8,18
ΣΥΝΟΛΟ	531.343		347.466		386.100		231.618		291.993		311334	

Πίνακας 32: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2016

Ημερομηνία	ΕΞΟΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ						
	pH εξόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	Χρώμα	COD
		°C	Ms/cm	ppm	ppm	Pt/Co units	ppm
6/1/2016	8,4	23,3	1098	26	874	0,4	12,3
13/1/2016	8,2	22,1	1230	29	977	0,6	10,3
20/1/2016	8,4	22,2	1491	28	873	1,3	8,3
27/1/2016	8,5	18	1368	29	835	1,2	9,6
3/2/2016	8,4	24,3	1296	29	1020	1,1	12,8
10/2/2016	8,5	20	1482	29	977	1,5	10,9
17/2/2016	8,5	19,4	1155	29	792	1,1	11,5
24/2/2016	8,5	23,2	949	22	731	1	14,8
2/3/2016	8,5	20,4	958	23	1124	1	10,3
9/3/2016	8	24,2	1125	15	810	0,4	8,3
16/3/2016	8,3	20,7	1172	29	642	0,6	10,8
23/3/2016	8,4	22,3	1110	29	864	0,5	12,4
30/3/2016	8,3	20,4	1092	29	797	0,8	9
6/4/2016	8,4	22,1	1120	28	786	1,3	9,3
13/4/2016	8,5	24,3	1045	29	855	1,2	10,6
20/4/2016	8,5	26,8	1235	27	812	0,9	9,4
27/4/2016	8,2	28	1386	28	742	1,2	10,4
4/5/2016	8,3	24	1162	29	911	1,2	8,4
11/5/2016	8,3	25,9	1063	29	612	0,7	11,8
18/5/2016	8,4	23,2	1120	29	716	0,8	13,2
25/5/2016	8,3	25,3	1283	23	674	0,5	9
1/6/2016	8,2	24,2	1303	28	880	0,6	12,6
8/6/2016	8,2	25,1	1070	29	720	0,5	7,8
15/6/2016	8,2	26,3	1189	29	890	0,4	12
22/6/2016	8,4	28,4	1224	21	740	0,3	12,7
29/6/2016	8,2	25	1167	23	810	0,5	11,4
6/7/2016	8,3	27,7	635	5	916	0,3	11,3
13/7/2016	8,4	28,8	1062	29	946	0,4	10,9
20/7/2016	8,5	25,3	1005	20	884	0,5	9,1
27/7/2016	8,3	28,9	990	29	892	0,5	9,2
3/8/2016	8,5	25,9	1574	29	816	0,6	9,6
10/8/2016	8,1	28	1436	29	928	0,3	9,1
17/8/2016	8,3	26	1249	29	844	0,4	12,3
24/8/2016	8,1	26,6	1236	23	812	0,5	10,4
31/8/2016	8,3	28,3	1375	19	784	0,4	10,8
7/9/2016	8,4	27,6	1336	29	820	0,7	12,5

14/9/2016	8,2	26,6	1492	29	970	1,2	10,5
21/9/2016	8,2	24,3	1132	28	756	1,6	13,9
28/9/2016	8,3	26	1354	29	840	1,5	10,9
5/10/2016	8,4	27	1196	29	922	1,7	10,7
12/10/2016	8,3	23	1360	29	790	1	11,4
19/10/2016	8,1	24,4	1097	29	842	1,8	12,6
26/10/2016	8,1	25,6	1545	15	862	1,8	10,1
2/11/2016	8,3	19,7	951	14	845	0,8	10,3
9/11/2016	8,3	24,7	939	29	440	1,2	10,8
16/11/2016	8,4	22,5	1318	9	690	0,5	11,6
23/11/2016	8,3	20,1	890	15	786	0,8	8,9
30/11/2016	8,4	21,4	1252	22	896	1,2	9,7
7/12/2016	8,1	23,3	1357	14	1114	1,5	6,8
14/12/2016	8,5	19,6	1388	29	1054	1,2	9,9
21/12/2016	8,1	22,8	1544	21	1298	2,5	6,8
28/12/2016	8,4	20	1159	23	866	2,7	10,6

Έτος 2017

Πίνακας 33: Συνεχείς μετρήσεις 2017

	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		ΜΑΡΤΙΟΣ		ΑΠΡΙΛΙΟΣ		ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ	
	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
	m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h		m ³ /h	
1	440	8,03	474	7,89	492	8,19	482	7,95	594	7,88	319	8
2	357	8,19	413	8,41	615	7,86	407	8,03	568	7,87	337	8,2
3	395	8,14	400	8,42	536	8,12	416	8,02	753	7,76	488	7,94
4	421	8,31	400	8,42	466	7,97	487	8,01	943	7,8	433	8,07
5	422	8,43	400	8,42	481	8,32	500	7,85	547	7,68	423	8,01
6	433	8,37	563	7,88	493	8,08	454	8	422	8,1	380	7,99
7	448	8,19	620	8,1	493	8,25	461	7,92	203	8,03	478	8,14
8	330	8,29	540	8,06	773	8	432	7,95	434	8,04	518	8,26
9	376	8,27	629	7,85	489	8,06	517	8,04	496	7,96	467	8,34
10	423	8,1	568	7,92	424	7,89	455	8,05	431	7,97	456	8,16
11	512	8,16	376	8,03	526	7,74	564	7,95	433	8,11	524	8,18
12	437	8,12	399	8,2	654	7,65	416	7,92	433	8,09	481	8,16
13	535	8,29	498	8,22	491	8,22	419	7,94	552	7,99	480	8,2
14	599	8,17	408	8,04	574	8,09	388	8,07	424	8,15	460	8,16
15	467	8,12	408	8,27	454	7,99	450	8,17	389	8,36	782	8,21
16	463	8,15	351	8,16	695	7,79	379	8,07	379	8,15	628	8,33
17	488	8,24	372	8,22	484	8,03	456	8,06	603	8,18	530	8,3
18	533	8,2	393	8,11	597	7,94	539	8,48	645	7,93	608	8,3
19	549	8,05	495	8,22	448	7,73	540	8,1	438	8,09	956	8,32
20	567	8,16	386	8,05	434	7,93	619	8,39	334	8,09	662	8,33
21	602	8,13	331	7,89	470	8,27	395	8,44	350	7,98	638	8,25
22	543	8,07	365	7,86	517	8,39	373	8,37	371	7,99	766	8,13
23	606	7,93	409	7,91	531	8,33	358	8,32	557	7,7	773	8,18
24	590	8,1	440	7,75	543	8,45	586	7,99	652	7,78	598	8,25
25	508	8,13	456	7,52	526	8,31	504	7,92	619	7,53	535	8,17
26	461	8,16	511	7,67	538	8,07	607	7,77	617	8,15	745	8,19
27	482	8,24	475	7,82	540	8,32	678	7,86	715	8,4	754	8,19
28	354	8,08	462	7,95	443	8,44	595	7,85	357	8,36	532	8,17
29	369	8,17			455	8,27	620	7,81	450	8,25	666	8,12
30	402	8,04			473	8,26	580	7,79	465	8,03	714	8,18
31	464	8,11			468	7,94			446	7,91		
M.O.	470	8,17	448	8,05	520	8,09	489	8,04	504	8,01	571	8,18
ΣΥΝΟΛΟ	349.805		300.989		386.970		352.234		374.902		411.151	

	ΙΟΥΛΙΟΣ		ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	
	παροχή m ³ /h	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH	παροχή	pH
1	773	8,16	1002	8,12	642	8	830	7,94	547	8,21	635	8,24
2	866	8,02	622	8,3	650	8,09	662	8,1	554	8,12	1049	7,96
3	944	8,19	677	8,11	654	8,17	815	8	530	8,19	699	7,97
4	1036	8,23	695	8,31	677	8,26	633	7,97	651	8,21	583	8,39
5	639	8,2	637	8,29	796	8,31	673	7,81	515	8,25	510	8,19
6	449	8,4	716	8,11	797	8,22	592	8,05	579	8,14	515	7,86
7	566	8,44	787	8,05	579	8,06	805	7,8	636	8,18	629	8
8	780	8,3	873	8,24	562	8,01	828	7,76	715	8,15	525	8,14
9	950	8,32	829	8,25	717	7,88	584	7,81	619	8,03	678	8,01
10	606	7,69	954	7,93	577	7,49	889	7,76	304	7,88	475	7,95
11	757	8,2	773	8,21	811	7,67	747	7,98	844	7,97	1079	8,3
12	827	8,18	921	8,05	719	8	711	8,05	0	0	1043	8,48
13	812	8,25	944	8,1	796	8,09	814	8,5	493	8,01	708	8,49
14	845	8,32	951	8,19	786	8,09	787	8,04	462	7,93	728	8,29
15	927	8,24	802	7,99	938	8,19	805	8,05	448	7,54	563	8,22
16	1025	8,21	578	7,99	719	8,11	682	8,2	731	7,9	422	8,09
17	1052	8,24	758	8,1	740	8,16	671	8,36	780	8,38	413	8,23
18	539	8,12	917	8,03	594	8,27	704	8	542	8,19	431	8,24
19	567	8,07	691	7,96	505	8,19	527	7,9	597	8,49	519	8,2
20	582	8,03	799	7,97	572	8,17	484	8,09	428	8,44	834	8,13
21	463	8,14	1006	7,81	703	7,99	531	8,03	584	8,37	649	8,35
22	594	8,16	763	8,34	660	8,11	556	8,02	538	8,34	644	8,21
23	565	8,27	919	8,06	488	8,32	618	8,07	573	8,35	730	8,21
24	551	8,15	818	7,92	522	8,18	864	8,05	598	8,06	568	8,12
25	637	8,21	673	8,15	557	8,11	985	8	821	8,39	514	8,11
26	533	8,35	695	8,09	575	8,13	738	8,28	860	8,09	507	8,07
27	823	8,19	674	8,01	660	8,42	698	8,1	739	8,14	634	8,19
28	995	8,06	582	8,01	899	8,17	634	8,25	608	8,05	711	8,28
29	1045	8,12	859	8,11	863	7,98	512	8,23	635	8,2	666	8,31
30	913	8,09	1095	8,13	855	7,91	554	8,23	659	8,2	756	8,21
31	479	8,16	655	8,2			561	8,28			748	8,11
Μ.Ο.	746	8,18	796	8,1	687	8,09	693	8,05	586	7,88	650	8,18
ΣΥΝΟΛΟ	555.370		591.933		494.658		515831		422.114		483.889	

Πίνακας 34: Εβδομαδιαίες μετρήσεις 2017

Ημερομηνία	ΕΞΟΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ						
	pH εξόδου	Θερμ/σία	Αγωγ/τα	T.S.S	T.D.S	Χρώμα	COD
		°C	Ms/cm	ppm	ppm	Pt/Co units	ppm
4/1/2017	8,4	23,7	1473	13	1132	1,7	9,6
11/1/2017	8,5	17,9	1351	26	1016	2,9	10,5
18/1/2017	8,5	20,3	1223	29	968	4,1	10,3
25/1/2017	8,4	20,6	1153	11	894	1,6	9,8
1/2/2017	8,2	22,9	1674	17	1370	2,4	9,2
8/2/2017	8,4	23,1	1339	10	1098	1,7	9,6
15/2/2017	8,5	22,7	1506	19	1210	2,8	6,7
22/2/2017	8,4	22,2	1311	19	906	3,1	9,8
1/3/2017	8,2	21,7	1328	7	1054	1,6	7,8
8/3/2017	8,1	15,5	1282	19	948	3,3	7,2
15/3/2017	8,2	22,1	1098	15	796	2,3	10
22/3/2017	8,4	25,8	1555	23	1222	1,2	7,9
29/3/2017	8,2	22,4	1369	15	1102	2,3	9,8
5/4/2017	7,9	21,3	1316	15	948	2,6	7
12/4/2017	8	23,4	1292	16	984	2	7,1
19/4/2017	8,5	23,4	953	16	646	2	8,7
26/4/2017	7,9	24,2	1126	5	802	1,2	8
3/5/2017	8	25,2	712	5	452	1	7,1
10/5/2017	8,5	24,8	1398	4	782	1,1	11,4
17/5/2017	8,5	25,6	1380	20	1118	3	9,2
24/5/2017	8,2	28,2	915	5	602	0,7	10
31/5/2017	8,1	23,6	1442	10	1052	1,5	8,9
7/6/2017	8,3	26,1	1040	11	748	1	11
14/6/2017	8,2	27,3	1189	29	946	3,8	9
21/6/2017	8,4	28,9	1060	15	840	2	9,8
28/6/2017	8,4	29,9	1072	17	848	2,2	9,2
5/7/2017	8,3	27,3	844	29	626	2,2	11,5
12/7/2017	8,3	29,5	884	27	536	1,7	10,1
19/7/2017	8,1	25,5	817	29	622	2	8,8
26/7/2017	8,3	25,3	988	29	750	1,7	7,4
2/8/2017	8,4	24,3	1096	25	826	2,2	11,2
9/8/2017	8,2	25,3	1220	2	918	0,5	9,6
16/8/2017	8,1	27,4	794	7	574	0,9	7,2
23/8/2017	8,3	27,6	1286	7	690	0,9	8,6
30/8/2017	8,1	24,9	961	13	716	1,2	8,8
6/9/2017	8,5	24,4	1085	4	820	0,6	8

13/9/2017	8,1	25,3	1010	9	126	1,3	10,2
20/9/2017	8,1	28,3	1190	16	884	1,1	7,9
27/9/2017	8,3	24,2	1301	19	1088	2	6,9
4/10/2017	8,2	22,4	1152	7	812	1,5	5,8
11/10/2017	8,2	23,5	1016	16	752	1,5	7,8
18/10/2017	8,5	26,1	839	5	260	0,7	9,2
25/10/2017	8,2	22,9	604	8	426	1,6	8
1/11/2017	8,2	23,2	744	12	674	1,4	11
8/11/2017	8,3	24,3	800	6	556	1	10,8
15/11/2017	8,4	24,7	860	11	606	1,2	11,6
22/11/2017	8,3	23,1	1117	28	1008	1,4	9,5
29/11/2017	8,1	21,4	865	8	676	1,7	10
6/12/2017	8,3	17,9	734	24	626	1,6	9,5
13/12/2017	8,4	21,9	1022	29	848	2,1	11,3
20/12/2017	8	22,5	1032	15	850	2,6	10,6
27/12/2017	8,2	24,4	911	17	816	1,9	10,1

Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία δόθηκαν από τον σταθμό του Αγίου Δημητρίου Κοζάνης.