



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ

Σχολή Θετικών Επιστημών & Τεχνολογίας

Διαχείριση Αποβλήτων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων
(Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών**

ΜΠΡΑΧΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

A.M : 153200 .

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής Α΄

Επιβλέπων Καθηγητής Β΄

ΚΑΝΑΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΜΑΝΑΡΙΩΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην οικογένειά μου.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σημερινή εποχή , λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ξηρασίας , πολλές περιοχές αντιμετωπίζουν έλλειψη του διαθέσιμου νερού για την κάλυψη των αναγκών τους . Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων σε μια περιοχή .Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της άρδευσης γεωργικών εκτάσεων , κοινόχρηστων χώρων , πάρκων αναψυχής , αλλά και την χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για πυρόσβεση και εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων . Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για την πραγματοποίηση των ανωτέρω , είναι να εξασφαλίζεται ταυτόχρονα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας .

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών και πως αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί διασφαλίζοντας την ανθρώπινη υγεία .

Αρχικά επιχειρείται μια ιστορική επισκόπηση στην διαχείριση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων . Ακολουθούν οι δυνατές χρήσεις και κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης , καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτής και οι επιπτώσεις της .Έπειτα γίνεται περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης επαναχρησιμοποίησης παγκοσμίως , στην Ευρωπαϊκή ένωση και στον Ελλαδικό χώρο .

Κατόπιν παρατίθεται η Νομοθεσία και το θεσμικό πλαίσιο που υπάρχει αναφορικά με την διαχείριση υγρών αποβλήτων αλλά και για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση , όσο και στην Ελλάδα .

Πραγματοποιείται μια αναλυτική περιγραφή της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών και παρουσιάζονται ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των εκροών της Ε.Ε.Λ. σε βάθος διετίας και δεκαετίας αντίστοιχα . Έπειτα ακολουθεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων των εκροών της Ε.Ε.Λ. , σε σχέση

με την ΑΕΠΟ του έργου για τον έλεγχο αρχικά της τήρησης ή μη των περιβαλλοντικών της όρων , αλλά και η σύγκριση των αποτελεσμάτων των εκροών της Ε.Ε.Λ. , με την ΚΥΑ 145116/2011, (ΦΕΚ Β'354/2011) «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων» ,ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα ,αλλά και η σύγκριση με τον κανονισμό (ΕΕ) 2020/741 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 25^{ης} Μαΐου 2020 «σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων». Τέλος , αναφέρονται τα προτεινόμενα έργα επέκτασης της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , σύμφωνα με την τελευταία Τροποποίηση –Ανανέωση της Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών και εξάγονται συμπεράσματα για το τι θα ισχύει τελικά αναφορικά με την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων , μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων που δρομολογούνται και αποτυπώνονται προτάσεις προς την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης-Αποχέτευσης Σερρών(Δ.Ε.Υ.Α.Σ.) , στην οποία ανήκει η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων .

Λέξεις κλειδιά : Αστικά λύματα , επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων , άρδευση , κανονισμοί επαναχρησιμοποίησης , ανακτημένο νερό .

ABSTRACT

Nowadays, due to climate change and drought, many areas face a lack of available water to meet their needs. The reuse of treated liquid waste can be a valuable tool for the rational management of water resources in an area. This is achieved through the irrigation of agricultural lands, common areas, recreational parks, but also the use of treated liquid waste for firefighting and the enrichment of undergrounds. aquifers. However, a necessary condition for the realization of the above is to simultaneously ensure a high level of protection of the environment and public health.

The purpose of this postgraduate thesis is to investigate the possibility of re-using municipal liquid treated waste from the Sewage Treatment Facilities (WTP) of the Municipality of Serres and how this could be carried out while ensuring human health.

Initially, a historical overview is attempted in the management and reuse of liquid urban treated waste. The following are the possible uses and categories of reuse, as well as its advantages and disadvantages and its effects. Then there is a description of the current situation of reuse worldwide, in the European Union and in Greece.

Then the Legislation and the institutional framework that exists regarding the management of liquid waste and also for the reuse of treated liquid waste both in the European Union and in Greece are listed.

A detailed description of the Sewage Treatment Plant (WTP) of the Municipality of Serres is carried out and qualitative and quantitative characteristics of the effluents of the WTP are presented. over a period of three years. Then follows the comparison of the results of the outputs of the E.E.L. , in relation to the AEPO of the project to initially check whether or not the environmental conditions are met, but also the comparison of the results of the E.E.L. , with the Official Gazette 145116/2011, (Government Gazette B'354/2011) "Definition of measures, conditions and procedures for the reuse of treated liquid waste", in order to draw useful conclusions , but also the comparison with Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 "on the minimum provisions for the reuse of

water". Finally, the proposed expansion projects of E.E.L. Municipality of Serres, according to the latest Amendment - Renewal of the Approval of the Environmental Conditions of the E.E.L. of the Municipality of Serres and conclusions are drawn as to what will ultimately apply regarding the possibility of re-using the treated liquid waste, after the completion of the interventions that are launched and proposals are drawn up for the Municipal Water Supply and Sewerage Company of Serres (D.E.Y.A.S.), to which E.E.L. belongs. of the Municipality of Serres, regarding the re-use of municipal treated liquid waste.

Keywords: Urban wastewater , reuse of treated wastewater , irrigation , reuse regulations, reclaimed water .

Περιεχόμενα	
Περίληψη.....	3
Abstract.....	5
Περιεχόμενα.....	7
Κατάλογος Εικόνων /	10
Κατάλογος διαγραμμάτων /σχημάτων /γραφημάτων	11
Κατάλογος Πινάκων.....	12
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια.....	15
Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
1.1 Διασαφήνιση Ορισμών	19
Κεφάλαιο 2 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ -ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	21
2.1 Ιστορική Επισκόπηση διαχείρισης και επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων	21
2.2 Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης –Δυνατές χρήσεις	27
2.3 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση.....	28
2.3.1. Πλεονεκτήματα	30
2.3.2. Μειονεκτήματα.....	31
2.4 .Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την επαναχρησιμοποίηση	33
Κεφάλαιο 3: ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ -ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
3.1.Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων παγκοσμίως	34
3.2 Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων στην Ε.Ε.....	36
3.3. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων στην Ελλάδα.....	38
Κεφάλαιο 4 : ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	40
4.1. Νομοθεσία διαχείρισης των υγρών αστικών αποβλήτων -Γενικά	40
4.1.1. Οδηγία 91/71/ ΕΟΚ.....	40
4.1.2. Κοινή Υπουργική Απόφαση 5673/400/1997	41
4.2 Νομοθεσία επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων.....	46

4.2.1. Ελληνική Νομοθεσία.....	46
4.2.2. Κοινή Υπουργική Απόφαση 145116/2011.....	46
4.2.3.Κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σύμφωνα με την ΚΥΑ145116/2011.....	51
4.2.4.ΚΥΑ 191002/2013.....	57
4.3. Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25 ^{ης} Μαΐου 2020.	58
4.3.1.Ελάχιστες απαιτήσεις επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 2020/741.....	62
Κεφάλαιο 5: Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (Ε.Ε.Λ.) ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ	68
5.1. Είδος και μέγεθος Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών	68
5.2.Γεωγραφική θέση και γεωγραφικές συντεταγμένες	68
5.3.Κατάταξη του έργου Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών	69
5.4. Η Τροποποίηση-Ανανέωση των Περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.(Α.Π.:ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/27343/1851/, Ημ/νία:12-6-2023, ΑΔΑ:Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π)	69
5.5 Σύντομη Περιγραφή Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.....	70
5.6. Δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών	71
5.7. Όρια εκροής Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.....	72
5.8. Λειτουργία και Αναλυτική Περιγραφή εγκατάστασης Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών...73	
Κεφάλαιο 6:ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Ε.Ε.Λ. ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ	
6.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	88
6.2.1.Ποσότητα εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών δέκα (10) τελευταίων ετών.....	90
6.2.2.Λειτουργικά δεδομένα δύο (2) τελευταίων ετών της Ε.Ε.Λ.Δήμου Σερρών, που καταχωρούνται στην Εθνική Βάση Δεδομένων της Ε.Ε.Λ. της χώρας , σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ.....	91
6.2.3. Ετήσιες Εκθέσεις Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών δύο (2) τελευταίων ετών -Χαρακτηριστικά εισερχόμενων λυμάτων-ρυπαντικού φορτίου και εξερχόμενων εκροών	93

6.2.4. Έλεγχος του έργου , της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών προς τη Διεύθυνση Υγείας για τα δύο (2) τελευταία έτη- Παρακολούθηση παραμέτρων σύμφωνα με την Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και τους εγκεκριμένους Περιβαλλοντικούς όρους.....	99
6.2.5.Παροχή στοιχείων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών προς το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας ,σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 85/278/ΕΟΚ -Καταχώρηση στοιχείων στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων το Υπουργείου Περιβάλλοντος..	103
6.3. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών - σύγκριση με τις εγκεκριμένες ΑΕΠΟ του έργου ,για τήρηση ήμης των περιβαλλοντικών της όρων..	106
6.4. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών -σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει η ΚΥΑ 145116/2011 της επαναχρησιμοποίησης -Εξαγωγή συμπερασμάτων.....	106
6.5 Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών -σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει ο κανονισμός ΕΕ 2020/741 της επαναχρησιμοποίησης -Εξαγωγή συμπερασμάτων.....	112
Κεφάλαιο 7 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ-ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ.ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ	
7.1. ΓΕΝΙΚΑ	114
7.1.1.Δεδομένα σχεδιασμού επέκτασης	114
7.2. Περιγραφή των προτεινόμενων νέων παρεμβάσεων.....	116
7.3. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών μετά την ολοκλήρωση των έργων επέκτασης- σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει η ΚΥΑ 145116/2011 της επαναχρησιμοποίησης -Εξαγωγή συμπερασμάτων.....	122
Κεφάλαιο 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	
8.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	127
82. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	128
Βιβλιογραφία.....	130

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 : Αποχετευτικοί αγωγοί στην Φαιστό για διάθεση λυμάτων προς άρδευση (Α. Ν. Angelakis et al., 2023).....	21
Εικόνα 2 :Αγωγοί στην Αρχαία Αγορά της Αθήνας (Angelakis at al , 2018)	23
Εικόνα 3 : Εποπτική θέα Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)	73
Εικόνα 4: Φρεάτιο Άφιξης Ε.Ε.Λ. Σερρών (ΔΕΥΑΣ, 2023).....	74
Εικόνα 5: Μονάδα Προεπεξεργασίας Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	74
Εικόνα 6 : Χώρος Κοχλιών Αρχιμήδη Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023).....	75
Εικόνα 7: Μονάδα Ψιλοεσχάρωσης Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ ,2023)	75
Εικόνα 8: Γέφυρες Μονάδας Εξάμμωσης Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	77
Εικόνα 9 : Κτίριο Βοθρολυμάτων Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)	77
Εικόνα 10: Μονάδα Βοθρολυμάτων Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023)	78
Εικόνα 11: Δεξαμενές Αερισμού Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)	79
Εικόνα 12: Δεξαμενή Αερισμού Β Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)	79
Εικόνα 13: Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης Α Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ ,2023)...	80
Εικόνα 14:Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης Α Ε.Ε.Λ.(Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023) ...	81
Εικόνα 15: Κτίριο Χημικής Αποφωσφόρωσης Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)	82
Εικόνα 16: Μονάδα Φίλτρανσης Ε.Ε.Λ. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023).....	83
Εικόνα 17: Μονάδα Απολύμανσης με Υπεριώδη Ακτινοβολία Ε.Ε.Λ. Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	84
Εικόνα 18 : Ταινιοφιλτρόπρεσσα ΕΜΟ Μονάδας Αφυδατωμένης Ιλύος Ε.Ε.Λ. Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ.,2023)	85
Εικόνα 19 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , έτους 2023 .(ΥΠΕΚΑ , 2024 Β).....	92-93
Εικόνα 20 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , έτους 2022 . (ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)	94
Εικόνα 21: Έλεγχος απαιτήσεων –συμμόρφωση βάσει της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ(ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)	95

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ -ΣΧΗΜΑΤΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1 : Περιοχή επαναχρησιμοποίησης στη γεωργία ανά χώρα (χιλιάδες εκτάρια) (Jimenez & Asano, 2015).....29

Σχήμα 2 : Χάρτης θέσης Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)69

Σχήμα 3 : Διάγραμμα παραμετρικών τιμών BOD₅,COD,SS ,NH₄,N_{tot},P_{tot},NO₃, έτους 2023,επεξεργασμένων εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)..... 98

Σχήμα 4 : Διάγραμμα παραμετρικών τιμών BOD₅,COD,SS ,NH₄,N_{tot},P_{tot},NO₃, έτους 2022 ,επεξεργασμένων εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023).....99

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τομείς αξιοποίησης νερού στην Ευρώπη.(ΕΕΑ, 2023 , Kesari et al , 2021).....	37
Πίνακας 2 : Τομείς αξιοποίησης νερού στην Ελλάδα (ΕΕΑ, 2023 , Kesari et al , 2021)	39
Πίνακας 3 : Απαιτούμενα όρια εκροής βάσει της 91/271/ΕΟΚ και της ΚΥΑ 5673/400/1997 . (Πίνακες 1 και 2 , Παράρτημα Ι , ΚΥΑ 5673/400/1997).....	42
Πίνακας 4 : Ελάχιστος αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται ετησίως , ισχύει για όλες τις παραμέτρους . (ΚΥΑ 5673/400/1997).....	43
Πίνακας 5 : Μέγιστος αριθμός δειγμάτων που μπορεί να αποκλίνουν από τις απαιτήσεις εκροής των ορίων της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ (Πίνακας 3 ,Παράρτημα Ι, ΚΥΑ 145116/2011).....	44
Πίνακας 6 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση για άρδευση (ΚΥΑ 145116/2011)	47
Πίνακας 7 : Χρήσεις επεξεργασμένων λυμάτων για αστική και περιαστική επαναχρησιμοποίηση (ΚΥΑ 145116/2011).....	48
Πίνακας 8 : Προϋποθέσεις-Απαιτήσεις τροφοδότησης ή εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (ΚΥΑ 145116/2011).....	49
Πίνακας 9 : Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικούς παραμέτρους για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα , (ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 1,Παράρτημα Ι).....	51
Πίνακας 10 : Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικούς παραμέτρους για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης (ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 2 Παράρτημα Ι).....	51
Πίνακας 11: Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικούς παραμέτρους για αστική και περιαστική χρήση και εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων με γεωτρήσεις (ΚΥΑ 145116/2011,Πίνακας 3 , Παράρτημα Ι).....	52
Πίνακας 12 : Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων και στοιχείων σε ανακτημένα υγρά απόβλητα (ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 4 , Παράρτημα ΙΙ).....	52
Πίνακας 13 : Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των προς άρδευση επαναχρησιμοποιούμενων υγρών αποβλήτων (ΚΥΑ 145116/2011,Πίνακας 5 ,Παράρτημα ΙΙΙ).....	53
Πίνακας 14 : Συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα .(ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 6 , Παράρτημα ΙV)	54
Πίνακας 15: Κατηγορίες ποιότητας του ανακτημένου νερού και επιτρεπόμενη γεωργική χρήση και μέθοδος άρδευσης . (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 1,Παράρτημα Ι).....	63

Πίνακας 16 : Απαιτήσεις ποιότητας του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση. (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 2 , Παράρτημα ΙΙ).....	64
Πίνακας 17: Ελάχιστες συχνότητες για τη συνήθη παρακολούθηση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση. (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 3 ,Παράρτημα Ι).....	65
Πίνακας 18 : Παρακολούθηση για επικύρωση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση .(Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 4 , Παράρτημα Ι).....	65
Πίνακας 19 : Ειδικά προληπτικά μέτρα που ενδέχεται να έχουν σημασία .(Κανονισμός ΕΕ 2020/74, Πίνακας 1 , Παράρτημα ΙΙ).....	67
Πίνακας 20 : Γεωγραφικές συντεταγμένες Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	69
Πίνακας 21: Δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , (Δ.Ε.Υ.Α.Σ.,2023) ...	72
Πίνακας 22: Όρια εκροής Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .(Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)	72
Πίνακας 23: Εργαστηριακές αναλύσεις που διενεργούνται στο Χημείο της Ε.Ε.Λ.(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)	87
Πίνακας 24 : Σύγκριση περιβαλλοντικών όρων Ε.Ε.Λ. και ΚΥΑ 5673/400/1997 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)	89
Πίνακας 25 : Απορρίψεις επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών σε αποδέκτη. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023).....	90
Πίνακας 26: Ετήσιος αριθμός δειγμάτων εκροών στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών την τελευταία 10ετία . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	95
Πίνακας 27 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου και εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών-Ετήσια Έκθεση Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Σερρών έτους 2023 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)	98
Πίνακας 28 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου και εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών-Ετήσια Έκθεση Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Σερρών έτους 2022 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)	99
Πίνακας 29 : Παρακολούθηση ποιότητας νερών αποδέκτη σύμφωνα με την Α.Π.09/1662/13-05-2009 Άδειας Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) για το έτος 2023 . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	101
Πίνακας 30 : Παρακολούθηση ποιότητας νερών αποδέκτη σύμφωνα με την Α.Π.09/1662/13-05-2009 Άδειας Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) για το έτος 2022 . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2022)	102
Πίνακας 31 : Μη Επικίνδυνα παραγόμενα απόβλητα από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών την τελευταία 10ετία -Καταχωρημένα στο Η.Μ.Α. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023).....	105
Πίνακας 32: Έκθεση Δοκιμών Ιλύος αφυδατωμένης Ιλύος Ε.Ε.Λ. Σερρών τον Μάιο 2023. (Δ.Ε.Υ.Σ. , 2023).....	105

Πίνακας 33 : Σύνολο Ημερήσιων τιμών BOD5 για το έτος 2023 από την εκροή της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	107
Πίνακας 34 : Σύνολο Ημερήσιων τιμών SS για το έτος 2023 από την εκροή της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	108
Πίνακας 35 : Μικροβιολογικές αναλύσεις στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών(Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	109
Πίνακας 36 : Πιστοποιητικό ανάλυσης από διαπιστευμένο εργαστήριο (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	109
Πίνακας 37 : Αναλύσεις μετάλλων και στοιχείων έτους 2023 σε επεξεργασμένα υγρά απόβλητα της Ε.Ε.Λ. Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)	110
Πίνακας 38: Συνολικά δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Σερρών μετά την επέκταση(Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023).....	116
Πίνακας 39: Δεδομένα σχεδιασμού νέας γραμμής MBR (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023).....	117
Πίνακας 40: Μελλοντικά όρια εκροής γραμμής Β' φάσης Ε.Ε.Λ. Σερρών με MBR . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)	117
Πίνακας 41: Προϋπολογισμός έργων Αναβάθμισης Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)	122
Πίνακας 42 : Αποτελέσματα αναλύσεων ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε υγρό απόβλητο της Ε.Ε.Λ., βάσει των απαιτήσεων της ΚΥΑ 145116/2011.(Δ.Ε.Υ.Α.Σ ,2023).....	124

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ –ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Ε.Ε.Λ.: Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

ΑΕΠΟ : Ανανέωση Έγκριση Περιβαλλοντικών όρων

ΚΥΑ : Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΔΕΥΑΣ: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Σερρών

FAO: Food and Agriculture Organization

ΕΕΑ: European Environment Agency

ΕΕ : Ευρωπαϊκή Ένωση

CAS : Chemical Abstracts Service

Π.Π.Δ. : Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις

Π.Δ. : Προεδρικό Διάταγμα

Η.Μ.Α.: Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων

ΜΕΥΑ : Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών αποβλήτων

E.coli, EC : Escherichia coli

BOD5: Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand)

SS: Αιωρούμενα Στερεά

NTU : Θολότητα , (Nephelometric Turbidity Unit)

LOR : Limit of reference

Κεφάλαιο 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την διατήρηση υγιών οικοσυστημάτων το νερό είναι σημαντικό για κάθε μορφή ζωής . Το νερό διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σε κάθε πτυχή της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης . Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχουν επαρκείς πόροι γλυκού νερού , ώστε να υπάρχει ανάπτυξη γεωργική και βιομηχανική . Όμως προκαλείται αυξανόμενη ανησυχία για την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των υδάτινων πόρων .

Η χρήση του νερού τον τελευταίο αιώνα έχει αυξηθεί σχεδόν με διπλάσιο ρυθμό αύξησης του πληθυσμού. Ένας σημαντικός αριθμός περιοχών στον πλανήτη έχει χρόνια έλλειψη νερού . Η γεωργία αντιπροσωπεύει το 70 τοις εκατό των παγκόσμιων απολήψεων γλυκού νερού. Τα τελευταία 30 χρόνια, η παραγωγή τροφίμων έχει αυξηθεί περισσότερο από 100 τοις εκατό. Εκτιμάται ότι περισσότερα τρόφιμα θα χρειαστούν έως το 2050 , περίπου κατά 60 τοις εκατό , προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες σε τρόφιμα ενός αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού. Η ζήτηση νερού αναμένεται να αυξηθεί. Υπάρχει η πρόβλεψη από τον FAO , ότι η παραγωγή αρδευόμενων τροφίμων θα αυξηθεί περισσότερο από 50 τοις εκατό έως το 2050.

Σε όλο τον κόσμο τα αποθέματα νερού εκτιμώνται σε 1. 400 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα νερού. Όμως πόροι γλυκού νερού» που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την κατανάλωση, την υγιεινή, τη γεωργία και τη βιομηχανία είναι μόνο περίπου 45. 000 κυβικά χιλιόμετρα . Ο μεγαλύτερος χρήστης νερού παγκοσμίως είναι η γεωργία .Αντιπροσωπεύει περίπου το 70 τοις εκατό των συνολικών αναλήψεων γλυκού νερού. Σε αναπτυσσόμενες χώρες το ποσοστό αυτό δύναται να φτάσει έως και το 95 τοις εκατό . Έως το 2050, η γεωργική παραγωγή αναμένεται να αυξηθεί κατά 60 τοις εκατό σε σχέση με τα επίπεδα του 2007. Όλα τα παραπάνω αναμένεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στους υδάτινους πόρους .Η κλιματική αλλαγή αναμένεται επίσης να επηρεάσει την διαθεσιμότητα και την ποιότητα , τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων υδάτων . (FAO, 2017)

Καθώς πολλές χώρες της ΕΕ υποφέρουν όλο και περισσότερο από ξηρασίες, η επαναχρησιμοποίηση του νερού από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της λειψυδρίας. Τα λύματα είναι μια

αποτελεσματική εναλλακτική παροχή νερού. Μπορεί να εξασφαλίσει μια ασφαλή και προβλέψιμη πηγή νερού, μειώνοντας ταυτόχρονα την πίεση στα υδατικά συστήματα και ενισχύοντας την ικανότητα της ΕΕ να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού μετά από κατάλληλη επεξεργασία επεκτείνει τον κύκλο ζωής του, διατηρώντας έτσι τους υδάτινους πόρους. (Ε.Ε. ,2023)

Στα πλαίσια ενός ορθολογικού σχεδιασμού διαχείρισης των υδατικών συστημάτων τα επεξεργασμένα αστικά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αρδευτικούς σκοπούς και να αποτελέσουν έναν ανεξάντλητο και ανανεώσιμο υδατικό πόρο, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη βιώσιμη ανάπτυξη των περιοχών .Τα οφέλη μπορεί να είναι πολλαπλά σχετικά με την εξοικονόμηση υδατικών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και οικονομικά .Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αστικές (πλήν πόσης) χρήσεις, για το περιβατικό πράσινο, τη δημιουργία ή τον εμπλουτισμό υδάτινων σωμάτων για αναψυχή και για ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες.

Τα αστικά λύματα αποτελούν μία από τις κύριες πηγές ρύπανσης των υδάτων εάν δεν συλλέγονται και δεν υποβάλλονται σε επεξεργασία σύμφωνα με τους κανόνες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου «για την επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων», όπως αυτή τροποποιήθηκε με την Οδηγία 98/15/ΕΕ, έχει ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις της διάθεσης ανεπεξέργαστων ή ανεπαρκώς επεξεργασμένων αστικών και ορισμένων βιομηχανικών λυμάτων και των παραπροϊόντων τους. Από την έγκρισή του το 1991, η ποιότητα των ευρωπαϊκών ποταμών, λιμνών και θαλασσών έχει βελτιωθεί δραματικά. Σε χώρες της Ε.Ε. έχουν δημιουργηθεί Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων με χρηματοδότηση που προήλθε από την Ε.Ε. (ΥΠΕΚΑ , 2024).

Σήμερα περισσότερες από 492 μονάδες επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα, παράγουν λύματα με υψηλό δυναμικό επαναχρησιμοποίησης σε όλη τη χώρα. (Angelakis at al., 2018)

Προκειμένου να διασφαλιστεί ένα υψηλό επίπεδο προστασίας για το περιβάλλον , την υγεία των ανθρώπων και των ζώων ,απαιτείται για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός που να λαμβάνει υπόψιν όλους τους πιθανούς κινδύνους και περιορισμούς .

Υπάρχουν χώρες οι οποίες έχουν θεσπίσει πού υψηλά επίπεδα ασφαλείας αναφορικά με τα θέματα δημόσιας υγείας .Οι διαπιστωμένοι αλλά και οι θεωρητικοί κίνδυνοι από την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων δεν γίνονται αποδεκτοί , έχοντας ως αποτέλεσμα τον περιορισμό χρήσης ανακτημένων νερών . (ΥΠΕΝ, 2024)

Στην Ελλάδα έχουν καθοριστεί οι όροι και οι διαδικασίες που πρέπει να ισχύουν , ήδη από το 2011 με την ΚΥΑ 145211/2011 , προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι επιπτώσεις από την ξηρασία και λειψυδρία στην περιοχή της Μεσογείου ,και την έντονη ταπείνωση των υπόγειων υδροφορέων σε ορισμένες περιοχές της χώρας .

Στην Ε.Ε. έχει γίνει πρόσφατα μία σημαντική προσπάθεια με την ψήφιση του ευρωπαϊκού κανονισμού 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Μαΐου 2020 , όπου θεσπίστηκαν όροι και κανονισμοί με ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να ισχύουν ώστε να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση υδάτων . Ο κανονισμός βασίζεται σε δύο ανακοινώσεις της Ευρωπαϊκής επιτροπής , στο προσχέδιο του 2012 για την διαφύλαξη των υδατικών πόρων της Ευρώπης και στο σχέδιο δράσης του 2015 για την κυκλική οικονομία . Ο κανονισμός έχει άμεση εφαρμογή από τις 26 Ιουνίου 2023 και υποχρέωση τήρησής του από όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. (Ε.Ε., 2024)

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα την διερεύνηση δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης των υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων , ενός αντιπροσωπευτικού αστικού κέντρου . Η καινοτομία που εισάγει η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία , είναι ότι θα εξαχθούν κάποια συμπεράσματα , από τη χρήση πραγματικών δεδομένων πολλών ετών , της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , ισοδύναμου πληθυσμού 88.000 κατοίκων (αρχική φάση) ,και την σύγκρισή τους με την κείμενη νομοθεσία επαναχρησιμοποίησης .Στο πλαίσιο αυτής της σύγκρισης , θα παρουσιαστεί εάν δύναται και υπό ποιες

προϋποθέσεις να επιτευχθεί η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , αλλά και τι προτείνεται να γίνει ώστε ταυτόχρονα να προστατεύεται το περιβάλλον και η ανθρώπινη υγεία .

1.1 Αποσαφήνιση ορισμών .

Σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ, **αστικά λύματα** ορίζονται ως τα λύματα που προέρχονται είτε από οικιακές πηγές είτε από το μείγμα οικιακών και βιομηχανικών λυμάτων, καθώς και όμβρια ύδατα. Τα **οικιακά λύματα** προέρχονται από περιοχές κατοικίας και υπηρεσιών, περιλαμβάνοντας τα απόβλητα του ανθρώπινου μεταβολισμού και τις εμπορικές δραστηριότητες. Τα **βιομηχανικά λύματα** αποτελούν τα απόβλητα που προέρχονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα, μην εντούτοις περιλαμβάνοντας τα οικιακά λύματα ή τα όμβρια ύδατα. (91/271/ΕΟΚ, 1991)

Με την ΚΥΑ 5673/400/1997 η οποία ψηφίστηκε από την Ελληνική νομοθεσία , προκειμένου να εφαρμοστεί η οδηγία 91/271/ΕΟΚ , και την ΚΥΑ 19661/1982/1999, ΦΕΚ 1811Β/29-9-1999), η οποία τροποποιεί εν μέρει την ΚΥΑ 5673/400/1997 , ως **ΜΠΠ (Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού)** , νοείται το αποικοδομήσιμο οργανικό φορτίο που παρουσιάζει βιομηχανικές απαιτήσεις σε οξυγόνο πέντε ημερών (BOD5) ίσες προς 60g/ημέρα . (ΚΥΑ 5673/400/1997, 1997)

Με την ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354/08-03-2011), όπου γίνεται ο καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, ως **επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων** νοείται η εν γένει διαχείριση των υγρών αποβλήτων , έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους .Με την ίδια ΚΥΑ ως **προγραμματισμένη επαναχρησιμοποίηση** θεωρείται η σκόπιμη ,προγραμματισμένη και ελεγχόμενη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων . **Με τον όρο επαναχρησιμοποίηση χωρίς περιορισμούς (απεριόριστη)** , εννοείται όταν οι χρήσεις του ανακτημένου νερού κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή δεν περιορίζονται .(πάρκα ή άλλοι χώροι αναψυχής ,χώροι πρασίνου σε πόλεις και λίμνες αναψυχής) .Όταν αναφερόμαστε για

επαναχρησιμοποίηση με περιορισμούς (περιορισμένη), οι χρήσεις του ανακτημένου νερού κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή τελούν υπό έλεγχο ή απαγόρευση .(περιφραγμένες και ελεγχόμενες περιοχές , από δημόσιους φορείς .) Όταν αναφερόμαστε σε **τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα** , νοείται η τροφοδότηση ή ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μέσω επιφανειακής διήθησης ή απευθείας μέσω γεωτρήσεων .(ΚΥΑ 145116/2011,2011)

Με την ψήφιση του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Μαΐου 2020 , όπου ορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων ,και για τους σκοπούς του κανονισμού δίδεται ο ορισμός ότι **ανακτημένο νερό** νοούνται τα αστικά λύματα που έχουν υποστεί επεξεργασία σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχουν καθοριστεί στην οδηγία 91/271/ΕΟΚ και προκύπτουν από περαιτέρω επεξεργασία σε εγκατάσταση ανάκτησης σύμφωνα και με τις επιπλέον απαιτήσεις που ορίζονται στον κανονισμό ΕΕ 2020/741 . Στον ίδιο κανονισμό ως **πηγή κινδύνου** θεωρείται ο βιολογικός , χημικός ,φυσικός ή ραδιολογικός παράγοντας που έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει βλάβη σε ανθρώπους ,ζώα καλλιέργειες ή φυτά , σε επίγειους ζώντες οργανισμούς , σε υδρόβιους ζώντες οργανισμούς , σε εδάφη και γενικά στο περιβάλλον . **Διαχείριση κινδύνου** εννοείται η συστηματική διαχείριση που διασφαλίζει με συνέπεια ότι η επαναχρησιμοποίηση των υδάτων είναι ασφαλής σε συγκεκριμένο πλαίσιο. Ως **σημείο συμμόρφωσης** θεωρείται το σημείο όπου ο φορέας λειτουργίας της εγκατάστασης ανάκτησης παραδίδει ανακτημένο υγρό στον επόμενο παράγοντα της αλυσίδας . (Κανονισμός ΕΕ 2020/741/ , 2020)

Κεφάλαιο 2 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ –ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ- ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .

2.1.Ιστορική επισκόπηση διαχείρισης και επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων .

Η πρώτη εντοπισμένη χρήση των λυμάτων για γεωργική άρδευση και λίπανση χρονολογείται περίπου πριν από 5.000 χρόνια, κατά την Εποχή του Χαλκού, από τους αρχαίους πολιτισμούς των Μινωικών στην Κρήτη και της Κοιλιάδας του Ινδού. (Angelakis et al., 2018) Προηγμένα συστήματα αποχέτευσης αναπτύχθηκαν από τους Μινωίτες για να μπορούν να διατεθούν τα λύματα σε ποτάμια (π.χ. στα ανάκτορα της Κνωσού) ή στη θάλασσα (π.χ. ανάκτορο της Ζάκρου) ή/και σε γεωργική γη (π.χ. ανάκτορο της Φαιστού και της Αγίας Τριάδας). Στο Ανάκτορο της Φαιστού, η έξοδος του συστήματος αποχέτευσης λυμάτων/όμβριων υδάτων χρησιμοποιήθηκε για την εκτροπή αυτού του ρέματος προς την κοντινή καλλιεργήσιμη γη. (Angelakis et al., 2023)



(a)



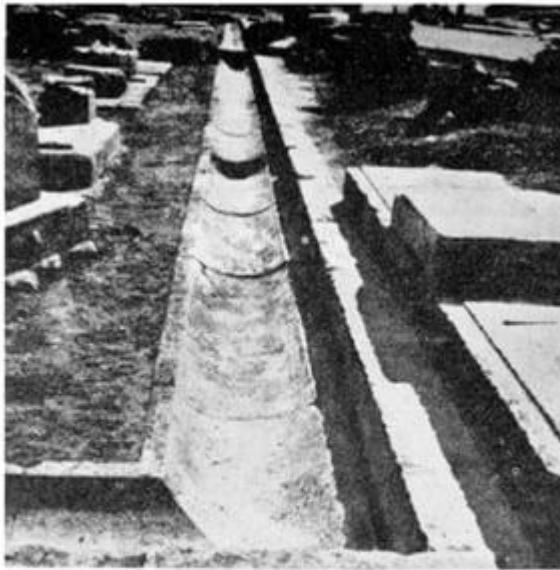
(b)

Εικόνα 1: Αποχετευτικοί αγωγοί στην Φαιστό για διάθεση λυμάτων προς άρδευση (Angelakis et al., 2023)

Στην κοιλάδα του Ινδού (σημερινό Πακιστάν) έχουν χρησιμοποιηθεί παρόμοια προηγμένα συστήματα αποχέτευσης που χρονολογούνται περίπου από το 2.600 π.Χ.. Αυτά τα συστήματα, όπως τα αντίστοιχα στις πόλεις Harappa και Mohenjo-Daro, είναι σημαντικά επειδή κατέστησαν δυνατή την ανάπτυξη ενός ακμάζοντος πολιτισμού στην κοιλάδα του Ινδού. Στην πόλη Harappa, ήταν ιδιαίτερα εξελιγμένο, καθώς κάθε σπίτι ήταν συνδεδεμένο με τον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό, στον οποίο υπήρχαν οπές επιθεώρησης για την εύρυθμη λειτουργία του, ενώ η απόληξη του δικτύου κατέληγε σε γεωργικές εκτάσεις, όπου γινόταν μεταφορά και διάθεση των συλλεγόμενων λυμάτων. (Angelakis et al., 2018).

Επιπλέον, η χρήση ανθρώπινων, και άλλων αποβλήτων, για την υδατοκαλλιέργεια ήταν επίσης πρακτική που εφαρμοζόταν ήδη από το 1.100 π.Χ. περίπου, σε διάφορες περιοχές της Κίνας επί δυναστείας Γιν . (Angelakis et al., 2018).

Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν ανάμεσα στους πρώτους που κατά την Κλασική περίοδο, χρησιμοποίησαν τα λύματα στη γεωργία(Angelakis et al.,2018).Στην Ελλάδα, στα λύματα προερχόμενα από δημόσιες τουαλέτες και κατοικίες, η απομάκρυνσή τους γινόταν μαζί με τα όμβρια ύδατα, μέσω συνδυασμένων συστημάτων αποχέτευσης σε στενά ή σε παράδρομους μεταξύ των σπιτιών. Ανακαλύφθηκε πλησίον της Ακρόπολης σύστημα αποχέτευσης το οποίο αποτελούνταν από έναν κεντρικό αποχετευτικό αγωγό που μετέφερε, με πήλινη αποχέτευση, τα λύματα από τα γύρω σπίτια και τα εργαστήρια. Επιπρόσθετα ,στην αρχαία Αγορά της Αθήνας η αποχέτευση παρέδιδε όμβρια ύδατα και λύματα σε λεκάνη συλλογής (Antonίου et al.,2016) τα οποία μεταφέρονταν, μέσω αγωγών με επένδυση από τούβλα, στα χωράφια που βρίσκονται στην περιοχή που είναι γνωστή σήμερα ως Ελαιώνας, όπου χρησιμοποιούνταν για τη λίπανση και την άρδευση οπωρώνων και καλλιεργειών αγρών(Υαννοπουλος. et al,2015). Παρόμοιο σύστημα αποχέτευσης αποκαλύφθηκε και στην Πνύκα, κατά τις αρχαιολογικές ανασκαφές . (Kalavrouziotis et al ,2015) .



(a)



(b)

Εικόνα 2: Αποχετευτικοί αγωγοί στην Αρχαία Αγορά της Αθήνας (Angelakis et al., 2023)

Κατά τη ρωμαϊκή περίοδο (περίπου 100 π.Χ. – 330 μ.Χ.), η φυσική κλίμακα των τεχνολογιών υγιεινής αυξήθηκε σημαντικά(Angelakis et al.,2018). Οι Ρωμαίοι ήταν εξαιρετικοί υδραυλικοί μηχανικοί, όπως μαρτυρεί η αρχαία υποδομή που μπορεί να δει κανείς ακόμα στις μέρες μας, μερικές φορές σε πλήρη λειτουργία. Παράλληλα με την κατασκευή περίτεχνων υδραγωγείων που μεταφέρουν νερό για πολλά χιλιόμετρα, στον αρχαιολογικό χώρο της Πομπηίας ανακαλύφθηκαν δεξαμενές για τη συλλογή της απορροής της βροχής από τις στέγες για οικιακές χρήσεις(Angelakis et al., 2023). Επιπλέον, μεγάλοι υπόνομοι, από τους οποίους ο Cloaca Maxima είναι ο πιο γνωστός, χρησιμοποιήθηκαν για την απομάκρυνση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από αστικές περιοχές. Οι δομές αυτές δεν σχεδιάστηκαν για να χρησιμεύουν ως υπόνομοι, που δέχονταν απευθείας περιττώματα, όπως είχαν κάνει οι πολιτισμοί των Μινωιτών και του Ινδού στο παρελθόν (περίπου 2000 χρόνια πριν), με εξαίρεση ορισμένες συνδέσεις στη Ρώμη, καθώς στις ρωμαϊκές πόλεις περιττώματα και άλλα

απορρίμματα πετάγονταν έξω στους δρόμους. Ως αποτέλεσμα, εφαρμόζονταν εκτεταμένα προγράμματα πλυσίματος δρόμων για σκοπούς καθαριότητας. Το θετικό είναι ότι το νερό που εκτρέπονταν, τελικά κατέληγε στους υπονόμους και χρησιμοποιούνταν για γεωργική άρδευση εκτός των πόλεων (Angelakis et al., 2018).

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, στην Ευρώπη, η τεχνολογία και η γνώση της υγειονομικής μηχανικής σημείωσαν μικρή πρόοδο. Η υγιεινή, στις καλύτερες περιπτώσεις, επανήλθε στα βασικές αρχές της, και έγινε πολύ πρωτόγονη στις περισσότερες πόλεις. Ως αποτέλεσμα, οι εστίες ασθενειών ήταν συνηθισμένες και οι επιδημίες αποδεκάτισαν πόλεις και χωριά. Είναι ενδεικτικό πως την περίοδο εκείνη, στην Ευρώπη, τουλάχιστον το 25% του πληθυσμού, πέθανε λόγω χολέρας, πανώλης και άλλων ασθενειών που προήλθαν από το νερό (Angelakis et al., 2018). Σταδιακά, καθώς οι πληθυσμοί μεγάλωναν, η διάθεση των ανθρώπινων λυμάτων, άρχισε να αποτελεί σημαντικό θέμα στις μεγάλες πόλεις. Η διάθεση ήταν ως επί το πλείστον άναρχη. Για παράδειγμα, στο Παρίσι μόλις το 1530 υπήρξε η απαίτηση από τους ιδιοκτήτες ακινήτων να κατασκευάζουν βόθρους σε κάθε νέα κατοικία (Burian & Edwards, 2002). Γενικά, κάθε γειτονιά και κοινότητα είχε μια ιδιοτελή στάση απέναντι στις υπηρεσίες ύδρευσης και αποχέτευσης. Οι πολίτες ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν για αποχετεύσεις οι οποίες περιορίζονταν μόνο στην γειτονιά τους (Burian & Edwards, 2002). Δυστυχώς αυτή η πρακτική εξήχθη τόσο στην Αυστραλία όσο και στην Αμερική, όταν αποικίστηκαν (Angelakis et al., 2018).

Στον υπόλοιπο κόσμο, την περίοδο εκείνη, εφαρμόζονταν μερικοί καινοτόμοι τρόποι επαναχρησιμοποίησης του νερού στην Κεντρική και Νότια Αμερική, πριν από τον αποικισμό. Το Chinampa είναι ένα από αυτά. Τα Chinampas είναι μια μεσοαμερικανική γεωργική πρακτική που έχει περιγραφεί ως «πλωτοί κήποι». Τα Chinampas δεν χρειάζονται άρδευση και είναι μικρά αλλά πολύ παραγωγικά οικοπέδα τεχνητά χτισμένα πάνω σε υδροτόπους, έλη, ρηχές λίμνες ή πλημμυρικές πεδιάδες χρησιμοποιώντας ιζήματα, κοπριά, λίπασμα και υπολείμματα βλάστησης (Smith, 1996; Villalonga Gordaliza, 2007). Τα Chinampas θεωρούνται η πιο παραγωγική και οικολογικά βιώσιμη μορφή γεωργίας στην προ-ισπανική Μεσοαμερική, καθώς ανακτούν στερεά και υγρά απόβλητα βελτιώνοντας και

προστατεύοντας την τοπική βιοποικιλότητα (Morehart, 2012). Η ακριβής προέλευση του Chinampas δεν είναι γνωστή, αλλά οι Αζτέκοι (περίπου 1200 – 1500 μ.Χ.) ήταν από τους πρώτους πολιτισμούς που τεκμηρίωσαν τη χρήση του σε τοιχογραφίες πυραμίδων (Angelakis et al., 2018).

Ειδικότερα οι Αζτέκοι του Tenochtitlan (της σημερινής Πόλης του Μεξικού), χρησιμοποιούσαν Chinampas σε όλη την έκταση της Κοιλάδα του Μεξικού, η οποία εκείνη την εποχή, είχε επτά μεγάλες λίμνες και 12.000 εκτάρια υγροτόπων. Το Chinampas, μαζί με την τοπική συμβατική γεωργία, κατέστησε εφικτό στους κατοίκους της κοιλάδας να είναι αυτάρκεις σε τρόφιμα, παρόλο που στην κοιλάδα τότε ζούσαν 1,5 – 3,0 εκατομμύρια κάτοικοι (McCaa, 2000), ενώ μόνο στο Tenochtitlan, όταν έφτασαν οι Ισπανοί, ο πληθυσμός ήταν 250.000 κάτοικοι (όταν αντίστοιχα στο Παρίσι και στο Λονδίνο, την ίδια εποχή ο πληθυσμός ήταν λιγότερο από 20.000 κάτοικοι). Τα Chinampas εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα για τη διατροφή μέρους του πληθυσμού της Πόλης του Μεξικού και αποτελούν μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO (Ebel, 2020).

Από τα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα, και μετά από τις μεγάλες επιδημίες, επανεμφανίστηκαν οι πρακτικές υγιεινής σε αρκετές περιοχές του κόσμου. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι αρχές αναγνώρισαν την ανάγκη για αποχέτευση και αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη πρακτικών διάθεσης και επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, γνωστών ως «αγροκτήματα λυμάτων» (sewage farms) όπου προστατεύεται η δημόσια υγεία και διασφαλίζεται ο έλεγχος της ρύπανσης των υδάτων (Angelakis et al., 2018).

Η παλαιότερη τεκμηριωμένη εφαρμογή λυμάτων για γεωργική χρήση, σε αυτά τα «αγροκτήματα λυμάτων», συνέβη πρώτα στο Bunzlau (σημερινή Πολωνία), το 1531 και αργότερα στο Εδιμβούργο (Σκωτία) το 1650. Και στις δύο τοποθεσίες, τα λύματα χρησιμοποιήθηκαν για την φυτική παραγωγή (Tzanakakis et al., 2014). Με την ταχεία ανάπτυξη των πόλεων, τα «αγροκτήματα λυμάτων», που περιλάμβαναν άρδευση και λίπανση γεωργικών εκτάσεων, θεωρήθηκαν ως η κατάλληλη λύση για τη διάθεση μεγάλων όγκων λυμάτων. Μεγάλα «αγροκτήματα λυμάτων» ιδρύθηκαν σε ταχέως αναπτυσσόμενες πόλεις της Ευρώπης και των ΗΠΑ στα τέλη του δέκατου όγδοου

αιώνα και στην Αυστραλία στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα (Tzanakakis et al., 2014) κάποια εκ των οποίων εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται. Στις αρχές του εικοστού αιώνα, τα «αγροκτήματα λυμάτων» στη Γαλλία έφτασαν την υψηλότερη χρήση τους σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές: Gennevilliers (900 εκτάρια), Achères (πεδιάδα Achères, 1.400 ha), Pierrelaye (2.010 ha) και Triel (950 ha) χρησιμοποιώντας ακατέργαστα λύματα από το αντλιοστάσιο Colombes στο Παρίσι (Jimenez & Asano , 2015; Lazarova et al., 2013). Παράλληλα σε πολλά μέρη της Ανατολής, όπως η Κίνα, η Κορέα και η Υεμένη, γινόταν ήδη διαχωρισμός κοπράνων και ούρων(Angelakis et al.,2018).

Γύρω στο 1890, στο Μεξικό, κατασκευάστηκαν κανάλια αποστράγγισης για τη συλλογή λυμάτων από την Πόλη του Μεξικού και για την άρδευση και τη λίπανση γεωργικών εκτάσεων στην κοιλάδα Mezquital. Τα κανάλια χρησιμοποιούνται ακόμη για την άρδευση έως και 90.000 εκταρίων γεωργικής γης και αποτελούν το μεγαλύτερο πρόγραμμα επαναχρησιμοποίησης νερού στον κόσμο, ενώ ένα πρόσθετο όφελος είναι η αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων στην περιοχή (Jimenez & Asano , 2015). Κατά τη διάρκεια του δέκατου ένατου και του εικοστού αιώνα, πολλές από τις πόλεις της Γερμανίας εφάρμοσαν υπονόμους που απέρριπταν τα λύματα σε ένα σύστημα λιμνών και χωραφιών για άμεση ανακύκλωση μέσω εξελιγμένων συστημάτων γεωργίας και υδατοκαλλιέργειας. Στην Κοπεγχάγη, την Πρωτεύουσα της Δανίας, το παραδοσιακό σύστημα ξηρής αποχέτευσης, αντικαταστάθηκε στις αρχές του εικοστού αιώνα από ένα σύστημα αποχέτευσης που διοχέτευε ακατέργαστα λύματα και όμβρια ύδατα στη Βαλτική Θάλασσα (Angelakis et al.,2018).

Η έλευση του εικοστού αιώνα έφερε σημαντικές τεχνολογικές και επιστημονικές καινοτομίες μαζί με σημαντική ανάπτυξη στην εφαρμογή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (WWTPs), οι οποίες μπορούσαν να χειριστούν μεγάλους όγκους λυμάτων για άμεση απόρριψη σε υδάτινες οδούς και στον ωκεανό. Αυτές οι εγκαταστάσεις υιοθετήθηκαν ευρέως από τα περισσότερα μεγάλα αστικά κέντρα σε όλο τον κόσμο, καθώς ήταν συμπαγείς και δεν απαιτούσαν μεγάλες εκτάσεις για επεξεργασία σε σύγκριση με τα «αγροκτήματα λυμάτων»(Jimenez &Asano , 2015; Lazarova et al., 2013; Metcalf & Eddy , 2018).

Η πρώτη σύγχρονη εγκατάσταση αυτού του τύπου θεωρείται το εργοστάσιο στο Bubenec (Πράγα), δυναμικότητας 700.000 κατοίκων, που διέθετε μόνο καθίζηση, και κατασκευάστηκε το 1900 – 1906 ως ολοκλήρωση του νέου συστήματος αποχέτευσης. Τα επεξεργασμένα λύματα και τα υπολείμματα στερεών, εφαρμόζονταν στη συνέχεια χωριστά σε γεωργική γη. Η MEYA (WWTP) του Jones Island στο Milwaukee ήταν η πρώτη μεγάλης κλίμακας μονάδα βιολογικού καθαρισμού στις ΗΠΑ, που κατασκευάστηκε το 1926. Τα λύματα απορρίπτονταν στη λίμνη Μίτσιγκαν (από την οποία αντλεί η πόλη την παροχή πόσιμου νερού) και τα υπολείμματα διεργασίας (βιοστερεά) πωλήθηκαν μετά την επεξεργασία ως επώνυμο λίπασμα (Angelakis et al., 2023).

Ωστόσο, με την κατασκευή μηχανοποιημένων MEYA (WWTP) και την απόρριψη στους ποταμούς ή τους ωκεανούς, το ενδιαφέρον για ανάκτηση θρεπτικών ουσιών και οργανικής ύλης για τη λίπανση και τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του εδάφους μειώθηκε (Angelakis et al., 2022).

Στο δεύτερο μέρος του εικοστού αιώνα και στο πρώτο μέρος του εικοστού πρώτου αιώνα, η αποκατάσταση και η επαναχρησιμοποίηση του νερού έχει ανακτήσει τη δημοτικότητά της, λόγω της πληθυσμιακής αύξησης, της αστικοποίησης, της ανάπτυξης των μεγαλουπόλεων, της κλιματικής αλλαγής, της αυξανόμενης ανάγκης για νερό σε μια ποικιλία εφαρμογών και λόγω της ανάπτυξης τεχνολογιών ανάκτησης νερού ικανές να παράγουν νερό σχεδόν οποιασδήποτε επιθυμητής ποιότητας, συμπεριλαμβανομένου νερού ποιότητας ίσης ή ανώτερης του πόσιμου (Angelakis et al., 2023).

2.2. Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης – Δυνατές χρήσεις (εφαρμογές)

Στη σύγχρονη εποχή, η πλειονότητα των εφαρμογών επαναχρησιμοποίησης λυμάτων αφορά στην άρδευση. Η μη πόσιμη χρήση σε αστικά περιβάλλοντα μπορεί να περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση για το ξέβγαλμα της τουαλέτας, την πυρόσβεση, το πλύσιμο αυτοκινήτων, των δρόμων και την μη αρδευτική βελτίωση του τοπίου, όπως οι αστικές λίμνες. (Angelakis et al., 2023; Capodaglio, 2021; J. Zhang et al., 2017), την άρδευση γηπέδων γκολφ και τη χρήση σε κατασκευαστικές δραστηριότητες (Kesari et al., 2021). Αντίστοιχα, σε μη αστικές περιοχές, οι χρήσεις

μπορεί να περιλαμβάνουν φράγματα διείσδυσης θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές, ακόμη και τεχνητή χιονόπτωση για αναψυχή (π.χ. σκι), η οποία μπορεί να είναι μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση στην άρδευση κατά τη μη καλλιεργητική περίοδο σε ορισμένες τοποθεσίες (Angelakis et al., 2023; Capodaglio ,2021). Ακόμη μπορεί να βρει χρήσεις στους πύργους ψύξης των ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών (Kesari et al., 2021).

Η επαναχρησιμοποίηση σε επίπεδο πόσης, αναδεικνύεται ως ο κορυφαίος τομέας εφαρμογών όσον αφορά την τεχνολογική καινοτομία στη διαχείριση του νερού. Η έμμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου (IPR) αναφέρεται στην απόρριψη επεξεργασμένου νερού σε επιφανειακά ύδατα και σε υπόγειες δεξαμενές νερού, οι οποίες παρέχουν υποβάθμιση των φυσικών υπολειμματικών ρύπων και μακροχρόνια ρύθμιση και ανάμειξη πριν από την επεξεργασία, μιμούμενοι τον φυσικό κύκλο. Η άμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου νερού (DPR) αναφέρεται στην εισαγωγή καθαρού νερού σε δίκτυα διανομής πόσιμου νερού ή σε πηγές βραχυπρόθεσμης διατήρησης παροχής ακατέργαστου νερού (π.χ. ταμιευτήρες) αμέσως ανάντη του δικτύου (Angelakis et al., 2023; J.Zhang et al., 2017).

Σε πολλές χώρες αλλά και στην Ελλάδα που υπάρχει χαμηλή διαθεσιμότητα νερού, η κύρια πηγή του ανακτημένου νερού είναι προερχόμενη από τα λύματα που προέρχονται από συστήματα συλλογής λυμάτων. Ωστόσο, η πληθυσμιακή αύξηση και η αστικοποίηση, σε συνδυασμό με περιορισμένους αξιόπιστους υδάτινους πόρους, συνέβαλαν επίσης στην εξέταση ενός ευρύτερου φάσματος πιθανών πηγών νερού για αποκατάσταση και επαναχρησιμοποίηση (Angelakis et al., 2023).

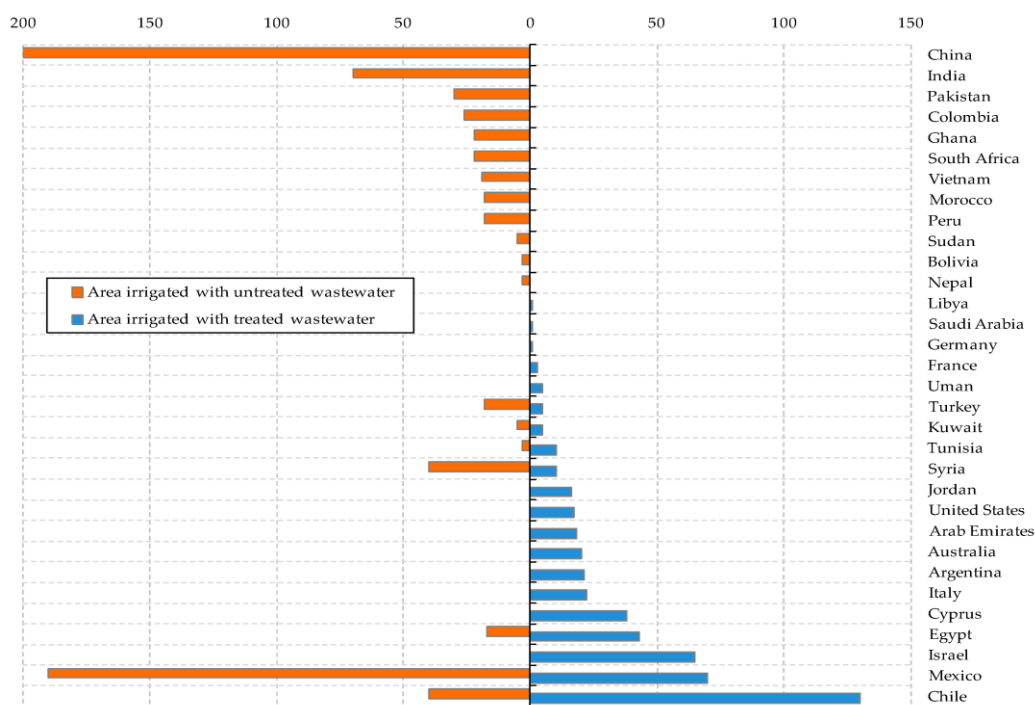
2.3. Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση (Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα)

Λόγω της κλιματικής μεταβλητότητας και των αυξανόμενων φαινομένων ξηρασίας στις κλιματικά ευάλωτες περιοχές του πλανήτη (π.χ. η λεκάνη της Μεσογείου), η χρήση ανακτηθέντων λυμάτων αποτελεί πολύτιμη επιλογή, τουλάχιστον για την άρδευση των καλλιεργειών για τη στήριξη της φυτικής παραγωγής και της αγροτικής οικονομίας. Πράγματι, στην περιοχή της Μεσογείου η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων αυξάνεται: στην Ιορδανία και στο Ισραήλ, περίπου το 90%

και το 85% των λυμάτων επαναχρησιμοποιούνται επί του παρόντος για γεωργική άρδευση, αντίστοιχα (Carodaglio , 2021). Υπολογίζεται ότι τα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούσαν ήδη να αντικαταστήσουν περίπου το 12% του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για γεωργική άρδευση παγκοσμίως (Unesco, 2017).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η άρδευση των επεξεργασμένων λυμάτων υποστηρίζει τη γεωργική απόδοση και τα μέσα διαβίωσης εκατομμυρίων μικροκαλλιεργητών. Η παγκόσμια επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων για γεωργικούς σκοπούς παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα που κυμαίνεται από 1,5 έως 6,6% (Sato et al., 2013). Σήμερα περισσότερο από το 10% του παγκόσμιου πληθυσμού καταναλώνει γεωργικά προϊόντα, τα οποία καλλιεργούνται με άρδευση λυμάτων (Kesari et al., 2021).

Σύμφωνα με τον FAO, από τις συνολικά αρδευόμενες εκτάσεις παγκοσμίως , περίπου το 10% που αντιστοιχεί σε έκταση που καλύπτουν 20 εκατομμύρια εκτάρια, δέχονται λύματα ακατέργαστα ή μερικώς επεξεργασμένα.(Jaramillo & Restrepo, 2017). Ωστόσο, το ποσοστό αυτό διαφέρει ανά χώρα (Jimenez & Asano , 2015).



Γράφημα 1: Περιοχή επαναχρησιμοποίησης στη γεωργία ανά χώρα (χιλιάδες εκτάρια)
(Jimenez & Asano , 2015)

Πολλές χώρες χαμηλού εισοδήματος στην Αφρική, την Ασία και τη Λατινική Αμερική χρησιμοποιούν ακατέργαστα λύματα ως πηγή άρδευσης (Jimenez & Asano , 2015). Από την άλλη πλευρά, χώρες μεσαίου εισοδήματος, όπως η Τυνησία, η Ιορδανία και η Σαουδική Αραβία, χρησιμοποιούν επεξεργασμένα λύματα για άρδευση (Kesari et al., 2021 ; Sato et al., 2013).

Πλεονεκτήματα

Η εφαρμογή επεξεργασμένων λυμάτων στη γεωργία συμβάλλει στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας, την προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομία. Αυτή η χρήση αντιπροσωπεύει μια εναλλακτική πρακτική που υιοθετείται σε διάφορες περιοχές που αντιμετωπίζουν ελλείψεις νερού και αυξανόμενους αστικούς πληθυσμούς με αυξανόμενες ανάγκες σε νερό (Jaramillo & Restrepo, 2017; Unesco, 2017), λαμβάνοντας υπόψη τη μείωση των υδάτινων πόρων, είτε επιφανειακών είτε υπογείων, λόγω της κλιματικής μεταβλητότητας και της κλιματικής αλλαγής.

Η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων επηρεάζεται επίσης από τη ρύπανση που προκαλείται από τα λύματα, καθώς το νερό αυτό δεν υποβάλλεται πάντα σε επεξεργασία πριν από την είσοδό του στα επιφανειακά κανάλια και από τη ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα. (Jaramilo & Restrepo, 2017; Winpenny et al ., 2010).

Ένα από τα πλέον αναγνωρισμένα οφέλη της εφαρμογής των λυμάτων στη γεωργία είναι η σημαντική μείωση της πίεσης που ασκείται στις πηγές γλυκού νερού. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα λύματα λειτουργούν ως εναλλακτική πηγή για την άρδευση. (Winpenny et al., 2010), ειδικά για τη γεωργία, τον μεγαλύτερο παγκόσμιο χρήστη νερού, που καταναλώνει το 70% του διαθέσιμου νερού (Drechel et al., 2023). Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων επιφέρει αύξηση της γεωργικής παραγωγής σε περιοχές που αντιμετωπίζουν έλλειψη νερού, συμβάλλοντας έτσι στη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων. (Corcoran, 2010).

Ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, ένα άλλο όφελος που σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση των γεωργικών λυμάτων είναι η αποφυγή του κόστους που συνδέεται με την εξόρυξη των υπόγειων υδάτινων πόρων. Σε αυτή την προοπτική,

είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ενέργεια που απαιτείται για την αντληση των υπόγειων υδάτων μπορεί να ανέρχεται έως και στο 65% του συνολικού κόστους των αρδευτικών δραστηριοτήτων.(Jaramillo & Restrepo , 2017). Επιπλέον, τα θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν φυσικά στα λύματα επιτρέπουν την εξοικονόμηση λιπασμάτων (Corcoran, 2010;Jaramilo &Restrepo, 2017; Unesco, 2017), διασφαλίζοντας έτσι έναν κλειστό και περιβαλλοντικά ευνοϊκό κύκλο θρεπτικών συστατικών που αποφεύγει την έμμεση επιστροφή μακροστοιχείων (ιδιαίτερα αζώτου και φωσφόρου) και μικροστοιχείων στα υδάτινα σώματα. Ανάλογα με τα θρεπτικά συστατικά, τα λύματα μπορεί να είναι μια πιθανή πηγή μακροθρεπτικών (N, P και K) και μικροθρεπτικών συστατικών (Ca, Mg, B, Mg, Fe, Mn ή Zn) (Jaramillo & Restrepo , 2017). Όπως δείχνουν μελέτες , η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την απόδοση των καλλιεργειών (Jaramillo & Restrepo , 2017; Matheyarasu et al., 2016) ενώ παράλληλα οδηγεί σε μειωμένη χρήση λιπασμάτων στη γεωργία, όπως αναφέρουν άλλες έρευνες .(Fatta-Kassinou et al., 2011; Jaramillo & Restrepo, 2017). Συνεπώς, οι συνθήκες ευτροφισμού στα υδατικά συστήματα αναμένεται να μειωθούν, με αποτέλεσμα τη μείωση των δαπανών για αγροχημικά που απαιτούνται από τους αγρότες.(Candela et al., 2007; Jaramillo & Restrepo, 2017).

Η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στη γεωργία θα μπορούσε να είναι ένα επίσης όφελος στην πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων .Η μείωση της απόρριψης λυμάτων βοηθά στη βελτίωση της ποιότητας της πηγής των υδάτινων σωμάτων υποδοχής (Toze, 2006). Σε εκείνες τις περιοχές όπου το επιτρέπουν τα κλιματικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά, τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων χαμηλού κόστους μπορεί επίσης να είναι μια βιώσιμη επιλογή, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση ορισμένων τεχνολογικών επιλογών που πληρούν τον στόχο της γεωργικής επαναχρησιμοποίησης (Unesco, 2017).

Μειονεκτήματα

Η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων στις ανεπτυγμένες χώρες ακολουθεί αυστηρούς κανόνες και κανονισμούς. Ωστόσο, η άμεση χρήση μη επεξεργασμένων λυμάτων χωρίς ορθές ρυθμιστικές πολιτικές είναι εμφανής στις αναπτυσσόμενες χώρες,

γεγονός που οδηγεί σε σοβαρές ανησυχίες για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία (Dickin et al., 2016). Λόγω του παραπάνω, η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση καλλιεργειών έχει δείξει αρκετά ανησυχητικά στοιχεία αναφορικά με την υγεία (Ungureanu et al. 2020).

Ειδικότερα, τα μη επεξεργασμένα λύματα περιέχουν συχνά ένα μεγάλο εύρος χημικών ρύπων από τοποθεσίες απόρριψης αποβλήτων, χημικά απόβλητα από βιομηχανικές απορρίψεις, βαρέα μέταλλα, λιπάσματα, υφάσματα, δέρμα, χαρτί, απόβλητα λυμάτων, απόβλητα επεξεργασίας τροφίμων και φυτοφάρμακα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έχει προειδοποιήσει για σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία λόγω της άμεσης χρήσης των λυμάτων για σκοπούς άρδευσης (Kesari et al., 2021). Αυτοί οι μολυσματικοί παράγοντες θέτουν κινδύνους για την υγεία των κοινοτήτων (αγρότες, τις οικογένειές τους και καταναλωτές καλλιεργειών που αρδεύονται με λύματα) που ζουν κοντά σε πηγές λυμάτων και περιοχές που αρδεύονται με ακατέργαστα λύματα (Qadir et al., 2010).

Οι παράγοντες κινδύνου είναι υψηλότεροι λόγω της μόλυνσης από βαρέα μέταλλα και παθογόνα, επειδή τα βαρέα μέταλλα είναι μη βιοαποδομήσιμα και έχουν μεγάλο βιολογικό χρόνο (Chaoua et al., 2019). Τα υγρά απόβλητα, συνήθως περιέχουν αρκετά τοξικά στοιχεία, δηλαδή Cu, Cr, Mn, Fe, Pb, Zn και Ni (Mahfooz et al., 2020). Αυτά τα βαρέα μέταλλα συσσωρεύονται στο φυτικό έδαφος (σε βάθος 20 cm) και προσλαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών. Ακολουθώς εισέρχονται στο σώμα του ανθρώπου και των ζώων μέσω της κατανάλωσης φυλλωδών λαχανικών και της εισπνοής μολυσμένων εδαφών (Mahmood & Malik , 2014). Τα λύματα περιέχουν επίσης μια μεγάλη ποικιλία οργανικών ενώσεων. Μερικά από αυτά είναι τοξικά ή καρκινογόνα και έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στο έμβρυο (Kesari et al., 2021). Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση του κινδύνου για την υγεία μιας τέτοιας άρδευσης λυμάτων είναι σημαντική ειδικά στους ενήλικες (Njuguna et al ., 2019).

Με άλλα λόγια, η άρδευση με λύματα μετριάζει την ποιότητα των καλλιεργειών και ενισχύει τους κινδύνους για την υγεία. Η υπερβολική ποσότητα χαλκού προκαλεί αναιμία, ηπατική και νεφρική βλάβη, έμετο, πονοκέφαλο και ναυτία στα παιδιά. Μια υψηλότερη συγκέντρωση αρσενικού μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο των οστών και

των νεφρών (Jagup, 2023) καθώς και σε οστεοπενία ή οστεοπόρωση. Το κάδμιο προκαλεί μυοσκελετικές παθήσεις, ενώ ο υδράργυρος επηρεάζει άμεσα το νευρικό σύστημα (Kesari et al., 2021).

Επιπλέον, τα μολυσμένα με λύματα εδάφη αποτελούν σημαντική πηγή εντερικών παρασίτων (ελμίνθοι-νηματώδεις και ταινίες) που μεταδίδονται μέσω της οδού κοπράνων-στοματικής οδού (Toze, 2006). Ήδη γνωστές, οι ελμινθικές λοιμώξεις συνδέονται με ανεπάρκεια αίματος και συμπεριφορική ή γνωστική ανάπτυξη. Μία από τις κύριες πηγές μόλυνσεων από ελμίνθους σε όλο τον κόσμο είναι η χρήση ακατέργαστων ή μερικώς επεξεργασμένων λυμάτων και λάσπης για την άρδευση των καλλιεργειών τροφίμων (Kesari et al., 2021; Lindquist & Cross, 2017; Toze , 2006).

2.4. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την επαναχρησιμοποίηση

Η άμεση χρήση των λυμάτων στη γεωργία ή την άρδευση, μπορεί να επιφέρει κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μεταξύ αυτών έχει παρατηρηθεί η παρεμπόδιση της ανάπτυξης φυσικών φυτών και χόρτων, γεγονός που με τη σειρά του προκαλεί απώλεια βιοποικιλότητας (Kesari et al., 2021). Η εφαρμογή μη επεξεργασμένων λυμάτων στην άρδευση αυξάνει την αλατότητα του εδάφους, τη σφράγιση του εδάφους ακολουθούμενη από συσσώρευση νατρίου, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση του εδάφους. Η αυξημένη αλατότητα του εδάφους και η συσσώρευση νατρίου αλλοιώνουν το έδαφος και μειώνουν τη διαπερατότητά του, η οποία αναστέλλει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων των καλλιεργειών από το έδαφος. Αυτές οι αιτίες έχουν θεωρηθεί ο μακροπρόθεσμος αντίκτυπος της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων στη γεωργία (Halliwell et al., 2001; Shakir et al., 2017).

Ένα άλλο αποτέλεσμα είναι η συσσώρευση ανόργανου Ν στο έδαφος που μπορεί να επηρεάσει τη βιοαποδόμηση των ενώσεων του άνθρακα (Ramirez et al., 2012). Επιπλέον, η υπερβολική παροχή θρεπτικών ουσιών στο έδαφος μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις. Θρεπτικά συστατικά όπως ο φώσφορος και τα νιτρικά άλατα μπορούν να συμπεριληφθούν στην απορροή ή να εκκλυθούν προς τα υπόγεια ύδατα, προκαλώντας έτσι ευτροφισμό ή τοξικότητα σε άλλους οικοτόπους (Candela et al., 2007; Jaramillo & Restrepo , 2017).

Η διάχυση επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εισάγει στα υπόγεια ύδατα ορισμένες μολυσματικές ουσίες, όπως τα χλωρίδια. (Babiker, 2004). Αυτός ο κίνδυνος έχει συσσωρευτικό χαρακτήρα καθώς η ρύπανση εμφανίζεται στα συστήματα ύδρευσης, έχοντας ροή προς τις μονάδες επεξεργασίας και ακολούθως πίσω στον υδροφόρο ορίζοντα. Οι κίνδυνοι από αυτή την άποψη έχουν μακροπρόθεσμη επιρροή και είναι δύσκολο να αξιολογηθούν. Επιπλέον το χλώριο δεν απορροφάται ούτε συγκρατείται από τα εδάφη, επομένως κινείται εύκολα στο έδαφος και το νερό, προσλαμβάνεται από την καλλιέργεια, κινείται στο ρεύμα διαπνοής και συσσωρεύεται στα φύλλα. Οι ανοχές των καλλιεργειών στο χλωρίδιο δεν είναι τόσο καλές όσο οι ανοχές των καλλιεργειών στην αλατότητα (Shakir et al., 2017).

Σύμφωνα με τον υγειονομικό κανονισμό, απαγορεύεται η άρδευση επεξεργασμένων λυμάτων κοντά σε φρεάτια πόσιμου νερού, εκτός από τις περιπτώσεις όπου τα λύματα δεν αποτελούν κίνδυνο. Επίσης, η άρδευση πάνω από σωλήνες γλυκού νερού είναι εφικτή μόνον εάν τα επεξεργασμένα λύματα πληρούν τα απαιτούμενα πρότυπα ποιότητας, ο σωλήνας νερού είναι σε καλή κατάσταση και δεν υπάρχει κίνδυνος υπό πίεση στον σωλήνα (Shakir et al., 2017).

Κεφάλαιο 3 : ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων παγκοσμίως

Από τις αρχές του 20ου αιώνα άρχισαν να προωθούνται οι έννοιες της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων, καθώς και της διαχείρισης των πόρων (Angelakis et al., 2023).

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων έχει γνωρίσει πολύ γρήγορη ανάπτυξη και οι όγκοι έχουν αυξηθεί 10 έως 29% ετησίως στην Ευρώπη, τις ΗΠΑ, την Κίνα και έως και 41% στην Αυστραλία (Kesari et al., 2021).

Διεθνείς οργανισμοί, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) εκτιμούν ότι η μέση ετήσια αύξηση του επαναχρησιμοποιούμενου όγκου

αυτού του νερού στις ΗΠΑ, την Κίνα και την Ιαπωνία , Ισπανία, Ισραήλ και Αυστραλία κυμαίνεται από έως και 25 (Angelakis & Snyder, 2015).

Η Κίνα ξεχωρίζει ως η κορυφαία χώρα στην Ασία για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων με εκτιμώμενη έκταση 1,3 εκατομμυρίων εκταρίων, συμπεριλαμβανομένων του Βιετνάμ, της Ινδίας και του Πακιστάν (Y. Zhang & Shen, 2019). Επί του παρόντος, έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 37,6% των αστικών λυμάτων στην Ινδία υποβάλλεται σε επεξεργασία (Singh et al., 2019). Χρησιμοποιώντας το 90% του ανακτημένου νερού, το Ισραήλ είναι ο μεγαλύτερος χρήστης επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση γεωργικής γης (Angelakis & Snyder ,2015).

Μερικά σύγχρονα παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων για γεωργική άρδευση έχουν πρόσφατα σχεδιαστεί σκόπιμα σε ξηρές μεσογειακές χώρες. Η MEYA Bahr El Baqar στο Πορτ Σάιντ (Αίγυπτος), που εγκαινιάστηκε το 2021, είναι η μεγαλύτερη του είδους της παγκοσμίως — με ημερήσια δυναμικότητα επεξεργασίας 5,6 εκατομμυρίων m³/ημέρα— και είναι ειδικά σχεδιασμένη για την επεξεργασία νερού που θα μεταφερθεί στην περιοχή του Βόρειου Σινά για την αποκατάσταση της γεωργικής γης. Μια άλλη τεράστια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων ολοκληρώθηκε το 2023 στην περιοχή Hamam στη δυτική Αίγυπτο (WWTP New Delta), με δυναμικότητα 7,6 εκατομμύρια m³/d, τα λύματα της οποίας θα χρησιμεύσουν για την ανάκτηση γεωργικών περιοχών ανατολικά της περιοχής του δέλτα του Νείλου (Angelakis et al., 2023).

Η επαναχρησιμοποίηση του νερού για χρήση ως πόσιμο, έχει επεκταθεί σε πολλές περιοχές του κόσμου. Το σύστημα χρήση επαναχρησιμοποιήσιμου πόσιμου νερού (DPR) στο Windhoek της Ναμίμπια λειτουργεί από το 1968, και αποτελεί μια από τις πρώτες εγκαταστάσεις αυτού του τύπου, που παράγει 21.000 m³/ημέρα. Αντίστοιχο σύστημα υιοθετήθηκε στη Σιγκαπούρη (600.000 m³/d), την πιο πυκνοκατοικημένη χώρα του κόσμου (5,7 εκατομμύρια άνθρωποι σε 720 km²), η οποία πρακτικά στερείται φυσικών υδροφορέων. Το λεγόμενο NEWater, που ξεπερνά τα πρότυπα για το πόσιμο νερό, παράγεται με προηγμένη επεξεργασία (αντίστροφη όσμωση, μικροδιήθηση και απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία) τριτογενών λυμάτων από τις MEYA της πόλης. Τα λύματα απορρίπτονται σε τεχνητές επιφανειακές δεξαμενές

όπου αναμιγνύονται με γλυκό νερό πριν υποβληθούν σε περαιτέρω επεξεργασία σε υπάρχοντα υδατικά έργα με συμβατικές τεχνικές απολύμανσης πριν από τη διανομή. Με το εν λόγω σύστημα η πόλη καλύπτει με βιώσιμο τρόπο περισσότερο από το ήμισυ της ζήτησης νερού (Angelakis et al., 2023).

Μεγάλης κλίμακας ξηρασίες στην Καλιφόρνια και το Τέξας των ΗΠΑ, αποτέλεσαν την αφορμή για μεγαλύτερη εξερεύνηση και εφαρμογή άμεσης επαναχρησιμοποίησης πόσιμου νερού. Στην Καλιφόρνια, ο κυβερνήτης ανακοίνωσε το 2013 ότι οι κατευθυντήριες γραμμές για την επαναχρησιμοποίηση πόσιμου νερού, συμπεριλαμβανομένης της άμεσης κατανάλωσης, έπρεπε να καθοριστούν έως το 2016. Το Τέξας έχει ήδη προχωρήσει στην άμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου με έργα πλήρους κλίμακας σε λειτουργία στο Big Spring και στο Wichita Falls.(Angelakis & Snyder,2015). Επιπλέον αντίστοιχο υπό ανάπτυξη DPR προγραμματίζεται στο Ελ Πάσο (Τέξας, ΗΠΑ) με χωρητικότητα 38.000 m³/d (Angelakis et al., 2023).

3.2. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων στην Ε.Ε.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), στη σύγχρονη εποχή, φαίνεται ότι έχει μείνει πίσω από τον ανεπτυγμένο κόσμο όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση του νερού (Angelakis et al., 2023).

Πλέον η επαναχρησιμοποίηση του νερού αποτελεί προτεραιότητα στο Στρατηγικό Σχέδιο Εφαρμογής της IPW (Σύμπραξη Καινοτομίας για το Νερό) της ΕΕ και η μεγιστοποίησή του είναι ένας ειδικός στόχος που αντιμετωπίζεται στο έγγραφο «Σχέδιο για την προστασία των υδάτινων πόρων της Ευρώπης» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012). Έργα επαναχρησιμοποίησης νερού για άρδευση, βιομηχανικές χρήσεις και αναπλήρωση υδροφορέων έχουν ξεκινήσει τόσο στις νότιες (Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα, Μάλτα, Κύπρος) όσο και σε βόρειες (Βέλγιο, Γερμανία) χώρες της ΕΕ υπό διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Σήμερα, περίπου 1 δισεκατομμύριο m³/έτος επεξεργασμένα αστικά λύματα επαναχρησιμοποιούνται στην ΕΕ. Αυτό αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 0,5% των απολήψεων γλυκού νερού. Ωστόσο, το δυναμικό επαναχρησιμοποίησης στην ήπειρο, είναι πολύ υψηλότερο και υπολογίζεται

σε 6,7 δισεκατομμύρια m³/έτος. Επιπλέον, το κόστος της απόληψης γλυκού νερού είναι συνήθως υψηλότερο συγκριτικά με τα επεξεργασμένα αστικά λύματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πόσιμου νερού (DPR), ειδικά σε περιοχές με λειψυδρία. Επομένως σε πολλές περιοχές, με φαινόμενα λειψυδρίας, και υπό αυτές τις συνθήκες, η χρήση επεξεργασμένου νερού για άρδευση και αστική χρήση είναι μια οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμη λύση (Angelakis et al., 2023).

Οι κύριες χρήσεις του νερού και η επαναχρησιμοποίησή του στην Ευρώπη, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 1: Τομείς αξιοποίησης νερού στην Ευρώπη

Περιοχή	Τομείς αξιοποίησης νερού		Κατάσταση επαναχρησιμοποίησης νερού (σημαντικοί τομείς που επαναχρησιμοποιούν νερό)		Πηγή
Ευρώπη	Γεωργία	44%	Άρδευση τοπίου	20%	(EEA,2023;K esari et al., 2021)
			Ανατροφοδότηση υπόγειων υδάτων	2,20%	
			Ψυχαγωγία	6,80%	
	Βιομηχανία και παραγωγή ενέργειας	40%	Μη πόσιμες αστικές χρήσεις	8,30%	
			Έμμεσες χρήσεις πόσης	2,30%	
			Άρδευση γεωργίας	32%	
	Δημόσια ύδρευση	16%	Βιομηχανία	19,30%	
			Περιβαλλοντική Βελτίωση	8%	
			Άλλα	1,50%	

Μερικά σύγχρονα παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων για γεωργική άρδευση στην Ευρώπη περιλαμβάνουν το ανακυκλωμένο νερό από την ΜΕΥΑ (WWTP) Nosedo στο Μιλάνο (Ιταλία) που λειτούργησε το 2003 με χωρητικότητα 1,25 εκατομμύρια ισοδύναμου πληθυσμού (Ι.Π.). Το νερό χρησιμοποιείται για την άρδευση άνω των 100 km² σε γειτονικές γεωργικές εκτάσεις ή στην πόλη (Angelakis et al., 2023).

Επιπλέον στην Ισπανία γίνεται σημαντική επαναχρησιμοποίηση του νερού με αυξητική τάση. Σήμερα περισσότερα από 500 Mm³/έτος επεξεργασμένων λυμάτων επαναχρησιμοποιούνται επί του παρόντος και αναμένεται να φτάσουν τα 1000 Mm³/έτος (Angelakis & Snyder , 2015).

3.3. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων στην Ελλάδα

Από τις αρχές αυτού του αιώνα στην Ελλάδα, τα μικρά και αποκεντρωμένα συστήματα λυμάτων έχουν αυξηθεί και στο μέλλον αναμένεται η βελτίωσή τους μέσω της δυνατότητας ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης νερού.

Σήμερα περισσότερες από 492 μονάδες επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα, παράγουν λύματα με υψηλό δυναμικό επαναχρησιμοποίησης σε όλη τη χώρα. Επί του παρόντος, ωστόσο, τα επεξεργασμένα λύματα, στις περισσότερες περιπτώσεις, εξακολουθούν να απορρίπτονται στη θάλασσα (Angelakis et al., 2023).

Η αγροτική άρδευση είναι ο κύριος καταναλωτής νερού στην Κρήτη, με περίπου 7828 εκατομμύρια m^3 /έτος (~85% της συνολικής ζήτησης), ως συνέπεια των τοπικών υδρολογικών και μικροκλιματικών συνθηκών. Τα επεξεργασμένα λύματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για την άρδευση των καλλιεργειών ή την αναπλήρωση των υδροφορέων και ακόμη και την παρεμπόδιση της διείσδυσης του θαλασσινού νερού — μια σημαντική επιλογή, ιδιαίτερα σε πιο ευάλωτες περιοχές της Ελλάδας, όπως το νότιο τμήμα και τα νησιά, που υποφέρουν περιοδικά από έντονα φαινόμενα λειψυδρίας (Tzanakakis et al., 2020). Μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως πιθανή πηγή θρεπτικών συστατικών για τις καλλιέργειες, μειώνοντας τη χρήση βιομηχανικών λιπασμάτων και συνεπώς τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις τους (Mainardis et al., 2022).

Ενώ η επαναχρησιμοποίηση του νερού αποτελεί ζήτημα υψηλής εθνικής προτεραιότητας, αρκετοί παράγοντες ευθύνονται για την περιορισμένη χρήση του ανακυκλωμένου νερού στην Ελλάδα μέχρι στιγμής. Ένας σημαντικός παράγοντας έγκειται στην ισχύουσα εθνική και κοινοτική νομοθεσία που θέτει αυστηρούς περιορισμούς ποιότητας (Paranychianakis et al., 2015). Για παράδειγμα, η παρακολούθηση μεταλλοειδών και βαρέων μετάλλων, με συχνότητα από 2 (<10.000 p.e.) έως 12 (>200.000 p.e.) φορές το χρόνο, καθώς και η παρακολούθηση πολλών οργανικών ενώσεων τουλάχιστον δύο φορές/έτος (>100.000 p.e.) , απαιτούνται. Επιπλέον, οι κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας για την πλήρωση του υδροφόρου ορίζοντα και την άρδευση των καλλιεργειών και

υπάρχει η δυνατότητα επιπρόσθετων ορίων για διάφορες ουσίες (όπως φαρμακευτικά προϊόντα, υποπροϊόντα απολύμανσης, γονίδια αντιμικροβιακής αντοχής, φυτοφάρμακα και άλλα) (Angelakis et al., 2023). Ένας άλλος λόγος για την περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση του νερού είναι η χαμηλή αποδοχή από τους αγρότες και τους καταναλωτές (Paranychianakis et al., 2015). Αυτό σχετίζεται κυρίως με την αντίληψη των κινδύνων για την υγεία και, εν μέρει, με την τρέχουσα τιμολογιακή πολιτική των νωπών και επαναχρησιμοποιούμενων πηγών, η οποία συχνά συνεπάγεται πρόσθετο κόστος χρήστη για τις τελευταίες. Πιθανές λύσεις για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια θα μπορούσαν να είναι η αναθεώρηση των κριτηρίων ποιότητας του νερού ή/και οι βελτιωμένες λύσεις παρακολούθησης, οι νέες πολιτικές τιμολόγησης για μη συμβατικές πηγές νερού και η εφαρμογή προηγμένων διαδικασιών πιστοποίησης (Tzanakakis et al., 2020) συμβατών με τα τρέχοντα προϊόντα και τα πλαίσια πολιτικής της ΕΕ. (Angelakis et al., 2023).

Επιπλέον, η Ελλάδα είναι μια προβληματική χώρα όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Για παράδειγμα, η κατασκευή της μεγαλύτερης Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) της Αθήνας — με δυναμικότητα άνω των 300 εκατομμυρίων m^3 /έτος— σε ένα μικρό νησί απαγόρευσε την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων. Τα επεξεργασμένα λύματα απορρίπτονται στη θάλασσα. Μόνο ένα πολύ μικρό μέρος επαναχρησιμοποιείται για πράσινη άρδευση στο νησί της Ψυττάλειας (Angelakis et al., 2023) .

Οι κύριες χρήσεις του νερού και η επαναχρησιμοποίησή του στην Ελλάδα, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 2: Τομείς αξιοποίησης νερού στην Ελλάδα

Χώρα	Τομείς αξιοποίησης νερού		Κατάσταση επαναχρησιμοποίησης νερού (σημαντικοί τομείς που επαναχρησιμοποιούν νερό)		Πηγή
Ελλάδα	Άρδευση	83	Αγροτική άρδευση	58,38	(Kesari et al., 2021)
	Κτηνοτροφία	1,3	Άρδευση δασικών εκτάσεων και πυρόσβεση	17,7	
	Βιομηχανία	2,2	Άρδευση τοπίου	23,92	
	Δημόσια χρήση (πόσιμο)	13			
	Άλλα	1,2			

Κεφάλαιο 4 : ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.1. Νομοθεσία διαχείρισης των υγρών αστικών αποβλήτων -Γενικά .

Τα αστικά λύματα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία πριν απορριφθούν στο περιβάλλον, διότι επηρεάζουν την υγεία μας και βλάπτουν τα ποτάμια , τις λίμνες και τα παράκτια ύδατα .Η ευρωπαϊκή επιτροπή έχει θεσπίσει κανόνες , σύμφωνα με τους οποίους πρέπει να αφαιρούνται επιβλαβείς ουσίες ,βακτήρια , ιοί , οργανική ύλη που περιέχονται στα αστικά λύματα .

4.1.1. Οδηγία 91/71/ ΕΟΚ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε το 1991 την Οδηγία για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος από τις δυσμενείς επιπτώσεις των απορρίψεων αστικών λυμάτων. Η αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε του 2019 επιβεβαίωσε ότι η σημαντική μείωση της απόρριψης οικιακών ρύπων στο περιβάλλον επετεύχθη χάρη στην Οδηγία και οι θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα των λιμνών, των ποταμών και των θαλασσών της ΕΕ είναι ορατές. Η επιτυχής εφαρμογή της οδηγίας οφείλεται στην απλότητα με την οποία οι των απαιτήσεις της έχουν θεσπιστεί . Ένας από τους βασικούς λόγους για την αποτελεσματικότητα και επιτυχία εφαρμογής της Οδηγίας έγκειται στην απλότητα των απαιτήσεών της. Το επίπεδο αποτελεσματικής εφαρμογής είναι υψηλό καθώς το 98% των λυμάτων της ΕΕ συλλέγονται επαρκώς και το 92% επεξεργάζονται επαρκώς. (ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)

Η Οδηγία απαιτεί:

- Σε αστικές περιοχές άνω των 2000 ατόμων να υπάρχει συλλογή και επεξεργασία λυμάτων
- Σε αστικές περιοχές άνω των 2000 ατόμων να υπάρχει δευτεροβάθμια επεξεργασία και σε αστικές περιοχές άνω των 10000 ατόμων όπου η απορροή γίνεται σε ευαίσθητα ύδατα , να υπάρχει πιο προηγμένη επεξεργασία .

- Να υπάρχει έλεγχος σε όλες τις περιπτώσεις απορρίψεων λυμάτων (των αστικών , των βιομηχανικών και λυμάτων από τις βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων)
- Να υπάρχει παρακολούθηση των μονάδων επεξεργασίας , αλλά και των υδάτων υποδοχής , αναφορικά με τις επιδόσεις που επιτυγχάνονται .
- Να υπάρχει έλεγχος όποτε απαιτείται και κρίνεται σκόπιμο , της διάθεσης της ιλύος καθαρισμού , αλλά και της επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων .

4.1.2. Κοινή Υπουργική Απόφαση 5673/400/1997.

Στην Ελλάδα , έχει ενσωματωθεί στην εθνική νομοθεσία η ευρωπαϊκή Οδηγία , με την ΚΥΑ 5673/400/1997(ΦΕΚ 192Β/14-3-1997), με τίτλο "Μέτρα και Όροι για την επεξεργασία των Αστικών Λυμάτων". Ο κατάλογος των ευαίσθητων αποδεκτών καθορίστηκε το 1999 (ΚΥΑ 19661/1982/1999, ΦΕΚ 1811Β/29-9-1999), και επικαιροποιήθηκε το 2002 (ΚΥΑ 48392/939/3-2-2002,ΦΕΚ 405Β/3-4-2002 και το 2022 (ΚΥΑ ΥΠΕΝ/136843/2022, ΦΕΚ 7215/Β/2022). Οι οικισμοί με ισοδύναμο πληθυσμό άνω των 2.000 ισοδύναμων κατοίκων , εμπίπτουν στις διατάξεις της Οδηγίας . Για την παρακολούθηση εφαρμογής της Οδηγίας έχει αναπτυχθεί η Εθνική Βάση Δεδομένων. Οι υπεύθυνοι λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων έχουν την υποχρέωση να καταχωρούν τα λειτουργικά και τεχνικά δεδομένα των σχετικών περιβαλλοντικών υποδομών. (ΥΠΕΚΑ , 2024)

Στη Ευρωπαϊκή ένωση οι πόλεις και οι οικισμοί είναι αναγκαίο να έχουν μια ελάχιστη υποδομή στα δίκτυα αποχέτευσης , αλλά και σε Ε.Ε.Λ. Οι υποδομές αυτές θα είναι ανάλογες με τους αποδέκτες των λυμάτων .Οι υδάτινοι αποδέκτες που καταλήγουν τα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα διακρίνονται σε κανονικούς , ευαίσθητους και λιγότερο ευαίσθητους . Στην ευρωπαϊκή οδηγία γίνεται καθορισμός των ορίων που πρέπει να τηρούνται στα επεξεργασμένα λύματα αναφορικά με τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά . (ΥΠΕΝ ,2024 Β)

Στην οδηγία καθορίζεται η δευτεροβάθμια επεξεργασία ως η ελάχιστη επεξεργασία .Όταν όμως η απόρριψη των λυμάτων πραγματοποιείται σε ευαίσθητες περιοχές ,

τότε η ελάχιστη επεξεργασία καθορίζεται η τριτοβάθμια . (απομάκρυνση αζώτου ή /και φωσφόρου) . (ΥΠΕΝ , 2024 Β)

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

- 1 . Με τα όρια εκροής που πρέπει να τηρούνται .
2. Με τον έλεγχο των δειγμάτων , που ετησίως πρέπει να λαμβάνονται .
3. Με τον αριθμό των δειγμάτων που μπορούν να αποκλίνουν από τα όρια που πρέπει να τηρούνται .

Πίνακας 3 : Απαιτούμενα όρια εκροής βάσει της 91/271/ΕΟΚ και της ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΚΥΑ 5673/400/1997 , Πίνακες 1 και 2 , Παράρτημα Ι)

Κανονικοί αποδέκτες		
Παράμετρος ρύπανσης	Μέγιστο επιτρεπόμενο όριο	Ελάχιστη ποσοστιαία μείωση εισερχόμενου φορτίου (εναλλακτικά (1))
BOD5 στους 20oC(χωρίς νιτροποίηση)	25	70-90%
COD	125	75%
SS	35mg/l (για οικισμούς με ι.π. Άνω των 10.000)	90%
	60 mg/l (για οικισμούς με ι.π. 2.000- 10.000)	70%
Ευαίσθητοι αποδέκτες (ισχύουν τα ανωτέρω όρια και επιπλέον τα ακόλουθα)		
Ptotal	2mg/l (για οικισμούς με ι.π. 10.000- 100.000)	80%
	1 mg/l (για οικισμούς με ι.π. Άνω των 100.000)	
Ntotal (2)	15mg/l (για οικισμούς με ι.π. 10.000- 100.000)	70-80%
	10 mg/l (για οικισμούς με ι.π. Άνω των 100.000)	

(1)Εναλλακτικά εφαρμόζεται η τιμή συγκέντρωσης ή /και το ελάχιστο επιβαλλόμενο όριο μείωσης ρύπανσης των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.

2)Ως ολικό άζωτο ορίζεται το άθροισμα του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (οργανικό και NH3) , του αζώτου των νιτρικών (NO3) , και του αζώτου των νιτρωδών ιόντων (No2)

(3) Η απαίτηση είναι προαιρετική.

Πίνακας 4 : Ελάχιστος αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται ετησίως (ισχύει για όλες τις παραμέτρους), (ΚΥΑ 5673/400/1997)

Μέγεθος- δυναμικότητα εγκατάστασης	Απαιτούμενος αριθμός ετήσιων δειγμάτων ανάλογα με την δυναμικότητα των Ε.Ε.Λ.
2.000 έως 9.999 ι.π.	Κάθε χρόνο 12 δείγματα
	4 δείγματα τα επόμενα χρόνια αν τον 1 ο χρόνο τηρούνται τα όρια
	12 δείγματα αν τον επόμενο χρόνο κανένα από τα 4 δείγματα δεν πληροί τα όρια
10.000 έως 49.999 ι.π.	12 δείγματα
άνω των 50.000 ι.π.	24 δείγματα

Πίνακας 5 : Αριθμός δειγμάτων όπου μπορεί να αποκλίνουν από τις απαιτήσεις σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ (ΚΥΑ 5673/400/1997, Πίνακας 3 , Παράρτημα 1,)

Για τις παραμέτρους BOD , COD , TSS	
Αριθμός δειγμάτων που λαμβάνονται -συλλέγονται κατά τη διάρκεια του έτους	Ανώτατος επιτρεπτός αριθμός δειγμάτων που μπορεί αποκλίνουν
4-7	1
6-16	2
17-28	3
29-40	4
41-53	5
54-67	6
69-81	7
82-95	8
96-110	9
111-125	10
126-140	11
141-155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252-268	19
269-284	20
285-300	21
301-317	22
318-334	23
335-350	24
351-365	25

Για τις παραμέτρους TN και TP

Για τις παραμέτρους TN και TP ο ετήσιος μέσος όρος των τιμών των δειγμάτων για κάθε παράμετρο δεν πρέπει να υπερβαίνει τις αντίστοιχες οριακές τιμές .

4.2 Νομοθεσία επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων.

Στην Οδηγία 91/271/ΕΟΚ , στο άρθρο 12 αναφέρεται ότι «τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται , όποτε είναι σκόπιμο» .Επίσης ο τρόπος διάθεσής των λυμάτων πρέπει να μειώνει στο ελάχιστο τις αρνητικές επιδράσεις στο

περιβάλλον . Η οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου αναφέρει την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων ως ένα από τα εναλλακτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμόσουν τα κράτη μέλη για να επιτύχουν τους στόχους σχετικά με την ποιοτική και ποσοτική κατάσταση των υδάτων. Το κείμενο επισημαίνει τη σημασία να ληφθούν μέτρα ώστε να διασφαλιστεί ότι οι δραστηριότητες επαναχρησιμοποίησης των υδάτων δεν θα επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Κάθε χώρα είναι υπεύθυνη στο να δημιουργήσει –θεσπίσει τις δικές της οδηγίες και κανονισμούς προκειμένου να τηρηθούν οι ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων .

4.2.1. Ελληνική Νομοθεσία.

Η Ελλάδα έχει θεσπίσει κριτήρια για την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων από το 2011 . Το νομικό πλαίσιο που καλύπτει την επαναχρησιμοποίηση ανακτημένου νερού περιλαμβάνει την ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354/08-03-2011), «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις» .Σε συνέχεια της προηγούμενης ΚΥΑ , έχουν εκδοθεί δύο εγκύκλιοι από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων με διευκρινήσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της . Η εγκύκλιος 145447/23-06-2011 και η εγκύκλιος 1589/03-11-2011 . Επίσης έχει εκδοθεί και η ΚΥΑ 19002/2013 (ΦΕΚ2220Β/ 9-9-2013) η οποία έχει τροποποιήσει την αρχική ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354) σε ορισμένα σημεία .

4.2.2. Κοινή Υπουργική Απόφαση 145116/2011.

Σύμφωνα με την ΚΥΑ , καθορίστηκαν τα μέτρα και οι όροι για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων εκροών έχοντας υπόψη την ανάγκη να διασφαλιστεί η δημόσια υγεία .

Όπως αναφέρεται στο άρθρο 1 της απόφασης , σκοπός της είναι η εξοικονόμηση υδατικών πόρων η οποία θα πραγματοποιηθεί μέσω της προώθησης της αξιοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων , καθώς και η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπόγειων υδροφορέων .

Στο πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ 145116/2011 , σύμφωνα με το άρθρο 3 περιλαμβάνεται η προγραμματισμένη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων η οποία επιτρέπεται για άρδευση (γεωργική χρήση) , τροφοδότηση των υπόγειων υδροφορέων , για χρήση αστική και περιαστική , και για βιομηχανική χρήση (λυμάτων από βιομηχανικούς τομείς που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙΙ της ΚΥΑ 5673/400/97.) Η απόφαση εφαρμόζεται επίσης στην επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων(που δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα ΙΙΙ της ΚΥΑ 5673/400/97 , τα οποία είναι μη επικίνδυνα ή έχουν καταστεί μη επικίνδυνα μετά από επεξεργασία .

Σύμφωνα με το άρθρο 3 της ΚΥΑ , στο πεδίο εφαρμογής της δεν υπάγεται η ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων , η άμεση ή έμμεση επαναχρησιμοποίηση για πόση , η επαναχρησιμοποίηση για κολύμβηση σε πισίνες και άλλες οικιακές χρήσεις . Επιπρόσθετα η απόφαση δεν έχει εφαρμογή για διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες .

Όπως γίνεται αναφορά στο άρθρο 4 της εν λόγω ΚΥΑ, **υπάρχουνε δύο τύποι άρδευσης για την επαναχρησιμοποίηση για άρδευση.** Οι τύποι αυτοί διαχωρίζονται ως προς το είδος των καλλιεργειών, ως προς το σύστημα άρδευσης και με βάση την πρόσβαση που έχει το κοινό στην περιοχή που αρδεύεται .Τα χαρακτηριστικά τους καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα 6 .

Πίνακας 6 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση για άρδευση .(ΚΥΑ 145116/2011)

Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση				
Άρδευση με περιορισμούς			Άρδευση χωρίς περιορισμούς	
Περιορισμένη			Απεριόριστη	
Αφορά	Καλλιέργειες που τα προϊόντα τους καταλώνονται μετά από θερμική ή άλλη επεξεργασία	Καλλιέργειες ζωοτροφών - Βιομηχανικές καλλιέργειες - λιβάδια ,δένδρα (όχι οπωροφόρων)	όλα τα άλλα είδη καλλιεργειών	Λαχανικά - Αμπέλια - Καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά
	Δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση		Προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση	
	Δεν έρχονται σε επαφή με το έδαφος		έρχονται σε επαφή με το έδαφος	
Σύστημα άρδευσης	Δεν επιτρέπεται η μέθοδος του καταιονισμού		Επιτρέπονται διάφορες μέθοδοι χρήσης του ανακτημένου νερού -επιτέπεται ο καταιονισμός	
Πρόσβαση στην αρδευόμενη έκταση	Δεν επιτρέπεται η πρόσβαση κοινού		Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην πρόσβαση	
	Όταν πλύν των χρηστών υπάρχει πρόσβαση σε ανθρώπους ή ζώα πρέπει να προβλεφτεί περίφραξη ή ακόμη να απαγορεύεται στα ζώα να βοσκούν .Να ορίζονται ακόμη απαγορευμένες ζώνες			

Σύμφωνα με το άρθρο 6 της ΚΥΑ, τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορούν να έχουν εφαρμογή σε **αστικές και περιαστικές δραστηριότητες** , όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7 : Χρήσεις επεξεργασμένων λυμάτων για αστική και περιαστική επαναχρησιμοποίηση . (ΚΥΑ 145116/2011)

Αστική και περιαστική επαναχρησιμοποίηση		
Αστικές και περιαστικές δραστηριότητες- χρήσεις με επαναχρησιμοποίηση από επεξεργασμένα υγρά απόβλητα	Τι περιλαμβάνεται στις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης	
Αστικό και περιαστικό πράσινο	πότισμα συγκεντρωμένων εκτάσεων πρασίνου	Δάση
Δασικές εκτάσεις		Άλη
Αναψυχή		Νεκτοταφεία
Αποκατάσταση φυσικού περιβάλλοντος		πρανή και νησίδες αυτοκινητοδρόμων
Πυρόσβεση		γήπεδα γκόλφ
Καθαρισμός οδών		δημόσια πάρκα
Χρήσεις που δεν περιλαμβάνονται		αυλές οικιών
Χρήση για πόση	νερό για :	ελεύθερος χώρος ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων αναψυχής
Χρήση για κολύμβηση		για την κατάσβεση πυρκαγιών
Χρήση για άλλες οικιακές χρήσεις		για την συμπύκνωση εδαφών
		για τον καθαρισμό οδών και
		για διακοσμητικά συντριβάνια
	για τη δημιουργία τεχνητών ή τη διατήρηση φυσικών λιμνών ή	
	για την ενίσχυση της παροχής επιφανειακών ρευμάτων	

Όπως διευκρινίζεται , για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα που δεν αναφέρονται στους βιομηχανικούς τομείς στο παράρτημα ΙΙΙ της ΚΥΑ 5673/400/1997 , απαγορεύεται η αστική και περιαστική επαναχρησιμοποίηση.(Οι βιομηχανικοί τομείς που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙΙ είναι για την επεξεργασία του γάλακτος, για την παραγωγή οπωροκηπευτικών προϊόντων ,για την παραγωγή και εμφιάλωση των μη αλκοολούχων ποτών ,για την μεταποίηση γεωμήλων ,για την βιομηχανία κρέατος ,της ζυθοποιίας, για την παραγωγή αλκοόλης και αλκοολούχων ποτών ,για την παραγωγή ζωοτροφών από φυτικά προϊόντα ,για την παραγωγή ζελατίνας και κόλλας από δέρματα και οστά ζώων, για τις μονάδες παραγωγής βύνης και της μεταποιητικής βιομηχανίας ιχθύων)

Η ΚΥΑ145116/2011 , στο άρθρο 5 αναφέρεται στην **τροφοδότηση ή εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων** με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα .Πότε αυτό επιτρέπεται και υπό ποιες προϋποθέσεις παρουσιάζεται στον πίνακα 8 .

Πίνακας 8 : Προϋποθέσεις-Απαιτήσεις τροφοδότησης ή εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. (ΚΥΑ 145116/2011)

Τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων		
Επιτρέπεται αν	Τα υπόγεια νερά δεν εμπίπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007 Τηρούνται οι απαιτήσεις της ΚΥΑ 39626/2208/2009	
Απαιτείται	Στην περίπτωση που γίνεται εμπλουτισμός με γεωτρήσεις υπό πίεση ή με βαρύτητα	όταν γίνεται εμπλουτισμός με την μέθοδο της διήθησης με στρώμα εδάφους με κατάλληλα χαρακτηριστικά και επαρκές βάθος .
	Επαρκής βαθμός επεξεργασίας εκτός από δευτεροβάθμια επεξεργασία και ενδεχόμενη τριτοβάθμια επεξεργασία	Προχωρημένες μεθόδους όπως μεμβράνες τουλάχιστον υπερδιήθησης ή εναλλακτικές μέθοδοι προχωρημένης επεξεργασίας ισοδύναμου αποτελεσματικότητας
	Εκπόνηση ειδικής υδρογεωλογικής μελέτης όπου θα διασφαλίζεται η αποφυγή της διείδυσης υγρών αποβλήτων σε υπόγειους υδροφορείς τα ύδατα των οποίων χρησιμοποιούνται για απόληξη πόσιμου νερού η εκπόνηση μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του εμπλουτισμού	

Η τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα έχει ως σκοπό :

- να δημιουργήσει ένα υδραυλικό φράγμα που θα παρεμποδίσει το θαλάσσιο νερό να αναμιχθεί και να διεισδύσει στο γλυκό νερό των παράκτιων υδροφορέων
- να αποθηκεύσει ή να εξισορροπήσει τις διακυμάνσεις της ζήτησης για άρδευση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων .
- να ανυψώσει την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα
- να ελέγξει καθιζήσεις που πιθανόν έχει υποστεί το έδαφος .

Στο άρθρο 7 της ΚΥΑ145116/2011 γίνεται αναφορά στην **επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για βιομηχανική χρήση** .

Στη βιομηχανία η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων βρίσκει εφαρμογή :

- Στη χρήση νερών ψύξης
- Στην αναπλήρωση νερών λεβήτων
- Στην αξιοποίηση διαφόρων βιομηχανικών διεργασιών.

Στις βιομηχανίες προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση , η παραπάνω επαναχρησιμοποίηση δεν εφαρμόζεται.

Στο παράρτημα I της ΚΥΑ145116/2011 , στους πίνακες 1,2,3 παρατίθενται τα επιτρεπόμενα όρια **για περιορισμένη άρδευση**, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα , που δεν χρησιμοποιείται για πόση και με διήθηση διαμέσου κατάλληλου εδαφικού στρώματος , **για απεριόριστη άρδευση**, και **για αστική και περιαστική χρήση** και εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων με γεωτρήσεις .

Επίσης στα παραρτήματα II,III,IV της ΚΥΑ ,στους πίνακες 4,5,6 παρατίθενται οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων και στοιχείων, τα επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των προς άρδευση επαναχρησιμοποιημένων υγρών αποβλήτων και οι μέγιστες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα .

4.2.3.Κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της ΚΥΑ 145116/2011.

Πίνακας 9

Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικούς παραμέτρους καθώς και η κα' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία και συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων **για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα** , που δεν χρησιμοποιείται για πόση και με διήθηση διαμέσου κατάλληλου εδαφικού στρώματος . (**ΚΥΑ 145116/2011** , **Πίνακας 1 , Παράρτημα I**)

« Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»

Τύπος Επαναχρησιμοποίησης	Escherichia coli (EC/100ml)	BOD(mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Κατ ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων νερού προς επαναχρησιμοποίηση
<p>Περιορισμένη Άρδευση Περιοχές όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού , καλλιέργειες ζωοτροφών ,βιομηχανικές καλλιέργειες λιβάδια,δέντρα(μη συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων) , με την προϋπόθεση ότι κατά την συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος , καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε παραιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους . Άρδευση με καταιονισμό δεν θα εφαρμόζεται .</p>	<= 200 διάμεση τιμή	Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ.5673 /400/1997	Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ.5673/400/1997	-	Δευτεροβάθμια Βιολογική Επεξεργασία (α),(β) Απολύμανση (γ)	<p>BOD5,SS, N, P :σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97(ΦΕΚ 192/Β/14.3.97)</p> <p>EC: μία ανά εβδομάδα , Υπολειμματικό χλώριο :συνεχώς (εφόσον εφαρμόζεται χλωρίωση)</p>
<p>Βιομηχανική χρήση Νερό ψύξης μιας χρήσης , Τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων που δεν εμπίπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007.(με την επιφύλαξη των παραγράφων 4 και 5 του άρθρου 5 της παρούσας) , με διήθηση διαμέσου εδαφικού στρώματος με επαρκές πάχος και κατάλληλα χαρακτηριστικά (δ)</p>						

Πίνακας 10

Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικούς παραμέτρους καθώς και η κα' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία και συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης . (ΚΥΑ 145116/2011 , Πίνακας 2 , Παράρτημα Ι)

Τύπος Επαναχρησιμοποίησης	Escherichia coli (EC/100ml)	BOD(mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Κατ ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων νερού προς επαναχρησιμοποίηση
<p>Απεριόριστη Άρδευση όλες οι καλλιέργειες όπως οπωροφόρα δένδρα , λαχανικά ,αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, θερμικήπια . Η απεριόριστη άρδευση επιτρέπει την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων εφαρμογής της άρδευσης συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού .</p>	<= 5 για το 80% των δειγμάτων και <= 50 για το 95% των δειγμάτων	<= 10 για το 80% των δειγμάτων	<= 10 για το 80% των δειγμάτων	<= 2 διάμεση τιμή	Δευτεροβάθμια Βιολογική Επεξεργασία (ε),ακολουθού μενη από Τριτοβάθμια επεξεργασία (στ) και Απολύμανση (ζ)	<p>BOD5,SS, N, P :σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97(ΦΕΚ 192/Β/14.3.97)</p> <p>Θολότητα και διαπερατότητα : για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους τέσσερις ανά εβδομάδα και δύο ανά εβδομάδα ανά στις υπόλοιπες περιπτώσεις .</p> <p>EC: για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους τέσσερις ανά εβδομάδα και δύο ανά εβδομάδα ανά στις υπόλοιπες περιπτώσεις . Κατ' εξαίρεση για νησιώτικες περιοχές με τεκμηριωμένη έλλειψη κατάλληλης εργαστηριακής υποδομής μία ανά εβδομάδα . Υπολειμματικό χλώριο :συνεχώς (εφόσον εφαρμόζεται χλωρίωση)</p>
<p>Βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης . Επανακυκλοφορούμενο νερό ψύξης , νερό για λέβητες , νερό διεργασιών κλπ(η)</p>						

Πίνακας 11

Όρια για αστική και περιαστική χρήση και εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων με γεωτρήσεις. (ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 3, Παράρτημα Ι)

Τύπος Επαναχρησιμοποίησης	Escherichia coli (EC/100ml)	BOD(mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Κατ ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων νερού προς επαναχρησιμοποίηση
<p>Αστική χρήση</p> <p>Μεγάλες εκτάσεις (νεκροταφεία, πρανή αυτοκινητόδρομων, γήπεδα γκολφ, δημόσια πάρκα), εγκαταστάσεις αναψυχής, κατάσβεση πυρκαγιών, συμπύκνωση εδαφών, καθαρισμός οσών και πεζοδρόμων, διακοσμητικά συντριβάνια. Πότισμα με καταιονισμό απαγορεύεται.</p>	≤ 2 για το 80% των δειγμάτων και ≤ 20 για το 95% των δειγμάτων	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων	≤ 2 για το 80% των δειγμάτων	≤ 2 διάμεση τιμή	<p>Δευτεροβάθμια Βιολογική Επεξεργασία (θ),ακολουθού μενη από Προχωρημένη επεξεργασία (ι) και Απολύμανση (κ)</p>	<p>BOD5,SS, N, P: σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97(ΦΕΚ 192/Β/14.3.97)</p> <p>Θολότητα και διαπερατότητα :</p> <p>για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους τέσσερις ανά εβδομάδα και δύο ανά εβδομάδα στις υπόλοιπες περιπτώσεις .</p> <p>TC: για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους επτά ανά εβδομάδα και τρεις ανά εβδομάδα στις υπόλοιπες περιπτώσεις . Κατ' εξαίρεση για νησιώτικες περιοχές με τεκμηριωμένη έλλειψη κατάλληλης εργαστηριακής υποδομής δύο ανά εβδομάδα . ,</p> <p>Υπολειμματικό χλώριο :συνεχώς (εφόσον εφαρμόζεται χλωρίωση)</p>
<p>Εμπουτισμός υπόγειων υδροφορέων που δεν εμπίπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007(ΦΕΚ 54Α/8-3-2007), με γεωτρήσεις .</p> <p>Περιαστικό πράσινο συμπεριλαμβανομένων των αλσών και δασών (λ)</p>						

Πίνακας 12

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων και στοιχείων υγρών αποβλήτων (ΚΥΑ 145116/2011, Πίνακας 4, Παράρτημα ΙΙ)

Μέταλλο	Μονάδα μέτρησης	Μέγιστη συγκεντρωση	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων(για όλες τις παραμέτρους του πίνακα)
Al (αργίλιο)	(mg/l)	5	για ανακτημένα υγρά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 200,000 κατοίκους και υγρά βιομηχανικά απόβλητα από βιομηχανικές δραστηριότητες που δεν εμπίπτουν στις κατηγορίες (ανεξαρτήτως μεγέθους δραστηριότητας) της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97 (ΦΕΚ 192/Β/14.3.97).
As (αρσενικό)	(mg/l)	0.1	
Be (βηρύλλιο)	(mg/l)	0.1	για ανακτημένα υγρά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεταξύ 50,000–200,000 κατοίκων
Cd (κάδμιο)	(mg/l)	0.01	
Co (κοβάλτιο)	(mg/l)	0.05	για ανακτημένα υγρά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεταξύ 10,000–50,000 κατοίκων και υγρά βιομηχανικά απόβλητα από βιομηχανικές δραστηριότητες που εμπίπτουν στις κατηγορίες (ανεξαρτήτως μεγέθους δραστηριότητας) της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97 (ΦΕΚ 192/Β/14.3.97).
Cr (χρώμα)	(mg/l)	0.1	
Cu (χαλκός)	(mg/l)	0.2	για ανακτημένα υγρά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεταξύ 2,000–10,000 κατοίκων
F (φθόριο)	(mg/l)	1.0	
Fe (σίδηρος)	(mg/l)	3.0	για ανακτημένα υγρά απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μικρότερο των 2,000 και οικιακά ιδιωτικά συστήματα επεξεργασίας
Li (λίθιο)	(mg/l)	2.5	
Mn (μαγγάνιο)	(mg/l)	0.2	Δεν απαιτείται έλεγχος
Mo (μολυβδαίνιο)	(mg/l)	0.01	
Ni (νικέλιο)	(mg/l)	0.2	Δεν απαιτείται έλεγχος
Pb (μόλυβδος)	(mg/l)	0.1	
Se (σελήνιο)	(mg/l)	0.02	Δεν απαιτείται έλεγχος
V (βανάδιο)	(mg/l)	0.1	
Zn (ψευδάργυρος)	(mg/l)	2.0	Δεν απαιτείται έλεγχος
Hg (υδράργυρος)	(mg/l)	0.002	
B (βόριο)	(mg/l)	2	Δεν απαιτείται έλεγχος

Πίνακας 13

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των προς άρδευση. (ΚΥΑ 145116/2011 , Πίνακας 5 , Παράρτημα ΙΙΙ)

Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή		
		Μηδαμινός	Μικρός-μέτριος	Μεγάλος
Αλατότητα (επηρεάζει την διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος)				
Ecw(1)	dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
H'				
TDS(ολικά διαλυμένα)	mg/l	<450	450-2000	>2000
Διαπερατότητα				
SAR (2)=0-3 και Ecw =		>0.7	0.7-0.2	<0.2
3 έως 6		>1.2	1.2-0.3	<0,3
6 έως 12		>1.9	1.9-0.5	<0,5
12 έως 20		>2.9	2.9-1.3	<1.3
20 έως 40		>5.0	5.0-2.9	<2.9
Ειδική Τοξικότητα Ιόντων				
Νάτριο (Na)				
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφιση διά των ριζών)	SAR	<3	3 έως 9	>9
Καταιονισμός (προσρόφιση διά των φύλλων)	mg/l	<=70	>70	
Χλωρίοντα				
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφιση διά των ριζών)	mg/l	<140	140-350	>350
Καταιονισμός (προσρόφιση διά των φύλλων)	mg/l	<=100	>100	
Άλλες επιπτώσεις				
Αζωτο (NO ₃ -N) (3)	mg/l	<5	5 έως 30	>30
HCO ₃ (μόνο γι άρδευση και καταιονισμό)	mg/l	<90	90-500	>500
Ph	Τυπικό διάστημα 6.5-8.5			

Ecw ηλεκτρική αγωγιμότητα σε deciSiemens ανα μέτρο στους 25°C
βαθμός απορρόφησης
SAR νατρίου
NO₃-N νιτρικό άζωτο σε όρους αζώτου

Επισημαίνεται ότι τα όρια του Πίνακα 13 είναι ενδεικτικά και επιθυμητά χωρίς να είναι επιτακτικά .

Πίνακας 14

Συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα. (ΚΥΑ 145116/2011 , Πίνακας 6 , Παράρτημα IV)

Παράμετρος	CAS	Μονάδα μέτρησης	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Alachlor	15972-60-8	µg/L	0,7
Ανθρακένιο (anthracene)	120-12-7	µg/L	1
Ατραζίνη (atrazine)	1912-24-9	µg/L	2
Βενζόλιο (benzene)	71-43-2	µg/L	5
Βρωμιούχος διφαινυλαιθέρας (Pentabromodiphenyl ether)	32534-81-9	ng/L	0,025 (= 25 ng/L)
Ανθρακο-τετραχλωρίδιο (tetrachloromethane)	56-23-5	µg/L	MA
C10-13 Χλωροαλκάνια (Chlorinated alkanes C10-C13)	85535-84-8	µg/L	1,4
Chlorfenvinphos	470-90-6	µg/L	0,3
Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	2921-88-2	µg/L	0,1
Aldrin	309-00-2	µg/L	MA
Dieldrin	60-57-1	µg/L	MA
Endrin	72-20-8	µg/L	MA
Isodrin	465-73-6	µg/L	0,01
DDT ολικό	-	µg/L	MA
para-para-DDT (4,4'-DDT)	50-29-3	µg/L	MA
1,2 διχλωροαιθάνιο (1,2 - Dichloroethane)	107-06-2	µg/L	20
Διχλωρομεθάνιο (Dichloromethane)	75-09-2	µg/L	50
Φθαλικό δι(2-αιθυλεξίλιο) – (ΦΔΕΕ-DEHP) [Bis(2-ethylhexyl)phthalate] (DEHP)	117-81-7	µg/L	10

Παράμετρος	CAS	Μονάδα μέτρησης	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Diuron	330-54-1	µg/L	1
Ενδοσουλφάνιο (Endosulfan)	115-29-7	µg/L	0,01
		µg/L	
Φλουορανθένιο (Fluoranthene)	206-44-0	µg/L	1
Εξαχλωροβενζόλιο (Hexachlorobenzene)	118-74-1	µg/L	MA
Εξαχλωροβουταδιένιο (Hexachlorobutadiene)	87-68-3	µg/L	0,6
Εξαχλωροκυκλοεξάνιο	608-73-1	µg/L	MA
Isoproturon	34123-59-6	µg/L	1
Ναφθαλένιο (Naphthalene)	91-20-3	µg/L	2,4
Εννεύλοφαινόλη (4-εννεύλοφαινόλη) (4-nonylphenol)	104-40-5	µg/L	2
Οκτυλοφαινόλη [(4-(1,1',3,3'-τετραμεθυλβουτυλική)-φαινόλη)] (4-t-Octylphenol)	140-66-9	µg/L	1
Πενταχλωροβενζόλιο (Pentachlorobenzene)	608-93-5	µg/L	0,1
Πενταχλωροφαινόλη (Pentachlorophenol)	87-86-5	µg/L	1
Βενζο(α)πυρένιο [Benzo(a)pyrene]	50-32-8	µg/L	0,1
Βενζο(β)φλουορανθένιο [Benzo(b)fluoranthene]	205-99-2	µg/L	Αθροιστικά=0,03
Βενζο(κ)φλουορανθένιο [Benzo(k)fluoranthene]			
	207-08-9		
Βενζο(ζ,η,θ)-περιλένιο [Benzo(g,h,i)perylene]	191-24-2	µg/L	Αθροιστικά=0,02

Παράμετρος	CAS	Μονάδα μέτρησης	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
ΙνδENO(1,2,3-γδ)πυρένιο [Indeno(1,2,3,cd)pyrene]			
	193-39-5		
Σιμαζίνη (Simazine)	122-34-9	µg/L	1
Τετραχλωροαιθυλένιο (Tetrachloroethylene or tetrachloroethene)	127-18-4	µg/L	10
Τριχλωροαιθυλένιο (Trichloroethylene or trichloroethene)	79-01-6	µg/L	10
Ενώσεις τριβουτυλτίνης (κατιόν) (Tributyltin)	36643-28-4	ng/L	0,003 (= 3 ng/L)
Τριχλωροβενζόλια (όλα ισομερή) (Trichlorobenzenes)	12002-48-1	µg/L	0,4
Τριχλωρομεθάνιο (Trichloromethane or Chloroform)	67-66-3	µg/L	2,5
Τριφθοραλίνη (Trifluralin)	1582-09-8	µg/L	0,03
Οξεία τοξικότητα στον οργανισμό δείκτη Daphnia Magna (πριν από την απολύμανση)	Immobilization (original sample)	%	1 Μονάδα Τοξικότητας (TU 50 ≤ 1)
	48hEC50	mL/L	
	TU – D.m.	-	

MA = Μη ανιχνεύσιμο

4.2.4. ΚΥΑ 191002/2013.

Η ΚΥΑ 191002/2013(ΦΕΚ 2220/09-09-2013), συμπληρώνει αλλά και τροποποιεί ορισμένα άρθρα της ΚΥΑ 145116/2011 .

Συνοπτικά οι αλλαγές που επιφέρει είναι οι κάτωθι :

Επιτρέπεται κατ' εξαίρεση η επαναχρησιμοποίηση για βιομηχανική χρήση και περιορισμένη άρδευση , χωρίς κατεισδύσεις στον υπόγειο στον υπόγειο υδροφορέα μόνο σε συγκεκριμένες θέσεις , σε εξαιρετικές περιπτώσεις υπογείων υδατικών συστημάτων που εμπίπτουν στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών, όπως ορίζονται στο άρθρο 6 του ΠΔ 51/2007.

- Σε περιπτώσεις άρδευσης εκτάσεων όπου είναι τεχνικά δύσκολη η εφαρμογή άλλου συστήματος άρδευσης (π.χ. γηπέδων γκολφ) , επιτρέπεται κατ' εξαίρεση το πότισμα με καταιονισμό
- Για εγκαταστάσεις οι οποίες έχουν δυναμικότητα μέχρι 50 Μ.Ι.Π.(μονάδα ισοδύναμου πληθυσμού , δεν απαιτείται άδεια επαναχρησιμοποίησης υπό προϋποθέσεις .
- Όταν ο φορέας παροχής ανακτημένου υγρού είναι και ο τελικός χρήστης ,τότε η ΑΕΠΟ και οι Π.Π.Δ. αντικαθιστούν την άδεια επαναχρησιμοποίησης, όταν το έργο κατατάσσεται στην Α' και Β' κατηγορία αντίστοιχα σύμφωνα με την ΚΥΑ 1958/2012(ΦΕΚ 21/Β' 13.1.2012) «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν.4014/21.9.11»
- Η άδεια πλέον επαναχρησιμοποίησης εκδίδεται αποκλειστικά μέσα σε 45 ημέρες από την υποβολή του πλήρη φακέλου .
- Δεν απαιτείται η διενέργεια δειγματοληψιών και ο έλεγχος ορισμένων παραμέτρων , υπό προϋποθέσεις και μετά από τεκμηρίωση .

4.3. Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Μαΐου 2020.

Η επαναχρησιμοποίηση ανακτημένου νερού αναγνωρίζεται στη σημερινή εποχή ως καλή πρακτική που μπορεί να συμβάλλει στη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Η κλιματική αλλαγή, οι καιρικές συνθήκες και η ξηρασία συμβάλλουν σημαντικά στον περιορισμό των γλυκών υδάτων. Στην Ε.Ε. οι υδάτινοι πόροι υφίστανται όλο και πιο μεγάλη πίεση. Η επαναχρησιμοποίηση των υδάτων αναφέρεται τόσο στο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία [COM(2020) 98 final] όσο και στη νέα στρατηγική της ΕΕ για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή [COM(2021) 82 final]. Η επαναχρησιμοποίηση ανακτημένου νερού θα μπορούσε να συμβάλλει στην επίτευξη του στόχου για μείωση του περιβαλλοντικού και κλιματικού αποτυπώματος του συστήματος τροφίμων της ΕΕ, όπως ορίζεται στη στρατηγική «Από το αγρόκτημα στο πιάτο» [COM(2020) 381 final].

Ο κανονισμός (ΕΕ) 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου αποσκοπεί στη διευκόλυνση και ενθάρρυνση της πρακτικής της επαναχρησιμοποίησης των υδάτων για άρδευση στη γεωργία, θέτοντας ελάχιστες απαιτήσεις για τον σκοπό αυτό.

Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) 2020/741, τα αστικά λύματα που έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ πρέπει να υποστούν επιπλέον επεξεργασία, προκειμένου να πληρούν τα νέα ελάχιστα πρότυπα ποιότητας και να γίνουν κατάλληλα για χρήση στη γεωργία.

Ο εν λόγω Κανονισμός καθιερώνει τα εξής:

- Ενιαίες ελάχιστες προδιαγραφές για την ποιότητα των υδάτων.
- Ενιαίες ελάχιστες προδιαγραφές για την παρακολούθηση.
- Κανόνες διαχείρισης κινδύνου, που περιλαμβάνουν την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση πιθανών επιπρόσθετων κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον.
- Υποχρεώσεις άδειας.

- Κανόνες διαφάνειας, σύμφωνα με τους οποίους πρέπει να δημοσιοποιούνται οι βασικές πληροφορίες για όλα τα έργα επαναχρησιμοποίησης των υδάτων.

Στόχος του κανονισμού είναι να εξασφαλίσει την ασφάλεια του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση. Αυτό επιτυγχάνεται διασφαλίζοντας ένα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, ενισχύοντας παράλληλα την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων της οδηγίας 2000/60/ΕΚ με τη συντονισμένη αντιμετώπιση της λειψυδρίας και της πίεσης που ασκείται στους υδάτινους πόρους σε ολόκληρη την Ένωση. Τέλος, συμβάλλει στην αποτελεσματική λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.

Σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 2020/741, ο κανονισμός εφαρμόζεται όταν τα επεξεργασμένα αστικά λύματα χρησιμοποιούνται για γεωργική άρδευση, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του άρθρου 12 παράγραφος 1 της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ, όπως ορίζεται στο παράρτημα Ι τμήμα 1 του κανονισμού.

Στο παράρτημα Ι τμήμα 1 του κανονισμού, το ανακτημένο υγρό θεωρείται ότι χρησιμοποιείται για γεωργική άρδευση όταν αρδεύονται οι ακόλουθοι τύποι καλλιεργειών:

- Καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμές, δηλαδή φυτά που καλλιεργούνται για ανθρώπινη κατανάλωση χωρίς προηγούμενη επεξεργασία.
- Καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που υποβάλλονται σε μεταποίηση, δηλαδή φυτά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση μετά από επεξεργασία, όπως το μαγείρεμα ή η βιομηχανική μεταποίηση.
- Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών, όπως οι βοσκότοποι και η χορτονομή, φυτά για παραγωγή ινών, διακοσμητικά φυτά, σπόροι για σπορά, ενεργειακές καλλιέργειες και χλοοτάπητες.

Διευκρινίζεται ότι τα κράτη μέλη , μπορούν να χρησιμοποιούν το ανακτημένο υγρό και για άλλες χρήσεις όπως :

- επαναχρησιμοποίηση βιομηχανικών υδάτων
- για περιβαλλοντικούς σκοπούς και για σκοπούς αναψυχής .

Αποσαφηνίζεται στον κανονισμό στο άρθρο 4 , ότι για την ποιότητα του ανακτημένου υγρού υπεύθυνος είναι ο φορέας λειτουργίας . Πρέπει να διασφαλίζεται ότι πληρούνται τόσο οι ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπονται όσο και οι τυχόν πρόσθετοι όροι που πιθανώς η αρμόδια αρχή θέσει στη σχετική άδεια που θα χορηγηθεί . Η χορήγηση άδειας για την παραγωγή και παροχή ανακτημένου υγρού είναι υποχρεωτική . Όπως ορίζεται στο άρθρο 6 του κανονισμού η άδεια πρέπει να βασίζεται στο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων. Στην άδεια πρέπει να προσδιορίζεται η κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου νερού και η γεωργική χρήση για την οποία επιτρέπεται το ανακτημένο υγρό . Επιπλέον, πρέπει να διευκρινίζεται ο τόπος όπου θα διατίθεται το ανακτημένο υγρό και να προσδιορίζεται ο εκτιμώμενος ετήσιος όγκος παραγωγής του, ενώ πρέπει επίσης να ορίζεται το σημείο συμμόρφωσης, όπου θα διενεργούνται ελέγχοι για να βεβαιωθεί ότι ο φορέας λειτουργίας τηρεί τις υποχρεώσεις του σχετικά με την ποιότητα του ανακτημένου υγρού.

Η κατάρτιση του σχεδίου διαχείρισης κινδύνου για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων πραγματοποιείται από τον φορέα λειτουργίας εγκατάστασης ανάκτησης .

Για να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση και η διαχείριση του ανακτημένου νερού και για να αποφευχθούν κίνδυνοι για το περιβάλλον, καθώς και την υγεία του ανθρώπου και των ζώων, στο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν τα παρακάτω στοιχεία :

- Η περιγραφή του συνολικού συστήματος επαναχρησιμοποίησης των υδάτων (από την είσοδο των λυμάτων στην μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων έως το σημείο χρήσης)
- Ο προσδιορισμός όλων των μερών που εμπλέκονται στο σύστημα

επαναχρησιμοποίησης των υδάτων

- Ο εντοπισμός πιθανών πηγών κινδύνου και της πιθανότητας επικίνδυνων συμβάντων
- Ο προσδιορισμός των πληθυσμών που διατρέχουν κίνδυνο
- Η αξιολόγηση των κινδύνων για το περιβάλλον και για την υγεία των ανθρώπων και των ζώων .

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δίδεται κατά την κατάρτιση του σχεδίου διαχείρισης κινδύνου στον προγραμματισμό πιθανών προληπτικών μέτρων και φραγμών που θα πρέπει να ληφθούν για να περιοριστούν οι κίνδυνοι .(π.χ. έλεγχος πρόσβασης, πρόσθετα μέτρα απολύμανσης, ειδική αρδευτική τεχνολογία για τον σχηματισμό αερολυμάτων , ειδικές απαιτήσεις για την άρδευση με καταιονισμό , ειδικές απαιτήσεις για γεωργικές εκτάσεις, μέτρα εξάλειψης παθογόνων πριν τη συγκομιδή , καθορισμός ελάχιστων αποστάσεων ασφαλείας , σηματοδότηση στις εγκαταστάσεις άρδευσης για αναφορά χρήσης ανακτημένου νερού ακατάλληλου προς πόση.)

Τα κράτη μέλη της ΕΕ που εφαρμόζουν την επαναχρησιμοποίηση των ανακτημένων υγρών για γεωργική άρδευση , υποχρεούνται σύμφωνα με το άρθρο 9 του κανονισμού , να καταρτίζουν εκστρατείες πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης , μέσω των οποίων θα προωθούνται οι ωφέλειες από την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση των υδάτων .Μέσω της πληροφόρησης του κοινού ότι η επαναχρησιμοποίηση υδάτων μπορεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση των υδατικών πόρων ,αλλά και το ότι εξασφαλίζεται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της υγείας των ανθρώπων και των ζώων , μπορούν να αντιμετωπιστούν πιθανές ανησυχίες των πολιτών και να διαμορφωθεί ένα κλίμα εμπιστοσύνης και αποδοχής αναφορικά με την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων .

Στο άρθρο 10 του κανονισμού θεσπίζονται κανόνες αναφορικά με τις πληροφορίες που παρέχονται στο κοινό .Οι πληροφορίες αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν την ποσότητα και την ποιότητα του ανακτημένου υγρού , το ποσοστό του ανακτημένου υγρού σε σχέση με την συνολική ποσότητα επεξεργασμένων αστικών λυμάτων , τα

σημεία επαφής που έχουν οριστεί , καθώς και τα αποτελέσματα τυχόν ελέγχων συμμόρφωσης που έχουν διενεργηθεί .

Στο άρθρο 11 του κανονισμού (ΕΕ) 2020/741 και προκειμένου να στηριχθεί η εφαρμογή του κανονισμού στα κράτη μέλη της ΕΕ , η ευρωπαϊκή επιτροπή είχε την υποχρέωση να καταρτίσει κατευθυντήριες γραμμές σε συνεργασία με τα κράτη μέλη .Η παραπάνω υποχρέωση τηρήθηκε με την ανακοίνωση της επιτροπής την 5.8.2022 , «Κατευθυντήριες γραμμές για τη στήριξη της εφαρμογής του κανονισμού 2020/741 σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων .» (2022 / C 298 / 01).

4.3.1.Ελάχιστες απαιτήσεις επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων του κανονισμού (ΕΕ) 2020/741.

Στο παράρτημα I , Τμήμα 2 του κανονισμού (ΕΕ) 2020/741 του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου ,καταγράφονται οι ελάχιστες απαιτήσεις που ισχύουν για το ανακτημένο νερό , που προορίζεται για γεωργική άρδευση . Στον πίνακα 1 καταγράφονται οι κατηγορίες ποιότητας του ανακτημένου νερού οι επιτρεπόμενες χρήσεις(κατηγορίες καλλιεργειών) και οι μέθοδοι άρδευσης. Στον πίνακα 2 καθορίζονται οι απαιτήσεις ποιότητας(ελάχιστες) του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση και των κριτηρίων που πρέπει να τηρούνται . Οι ελάχιστες συχνότητες παρακολούθησης του ανακτημένου νερού καθορίζονται στον πίνακα 3 του τμήματος 2 του παραρτήματος I του κανονισμού . Οι στόχοι επιδόσεων (μείωση log10) για την παρακολούθηση για επικύρωση για τους επιλεγμένους μικροοργανισμούς-δείκτες ορίζονται στον πίνακα 4 και τηρούνται στο σημείο συμμόρφωσης.

Στο παράρτημα II , του κανονισμού προσδιορίζονται 11 βασικά στοιχεία του σχεδίου διαχείρισης κινδύνου , τα οποία υποδιαιρούνται στα μέρη Α,Β και Γ. Τα μέρη αυτά αποτελούν τη βάση της πρότασης που υπάρχει για την συνολική προσέγγιση για ένα σχέδιο διαχείρισης κινδύνου .Τα εν λόγω βασικά στοιχεία είναι τα εξής :

- Μέρος (Α) –Βασικά στοιχεία διαχείρισης κινδύνου
- Μέρος (Β)- Όροι σχετικά με τις πρόσθετες απαιτήσεις .

- Μέρος (Γ) –Προληπτικά μέτρα .

Στον πίνακα 1 του παραρτήματος ΙΙ του κανονισμού παρατίθενται τα ειδικά προληπτικά μέτρα , τα οποία ενδέχεται να έχουν σημασία .

Πίνακας 15

Κατηγορίες ποιότητας του ανακτημένου νερού και επιτρεπόμενη γεωργική χρήση και μέθοδος άρδευσης (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 1 ,Παράρτημα Ι)

Ελάχιστη κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου υγρού	Επιτρεπόμενες Χρήσεις -Κατηγορία Καλλιέργειας (1)	Μέθοδος άρδευσης για κάθε κατηγορία
Α	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα τους έρχεται σε επαφή με το ανακτημένο υγρό	όλοι οι τρόποι άρδευσης
	Ριζώδη φυτά που καταναλώνονται ωμά	
Β	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα τους παράγεται πάνω από το έδαφος και δεν βρίσκεται σε επαφή με το ανακτημένο νερό	όλοι οι τρόποι άρδευσης
	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που μεταποιούνται	
	Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή ζώων που παράγουν κρέας ή γαλακτοπαραγωγικών ζώων .	
Γ	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα τους παράγεται πάνω από το έδαφος και δεν βρίσκεται σε επαφή με το ανακτημένο νερό	Στάγδην(2) άρδευση ή άλλος τρόπος άρδευσης με τον οποίο αποφεύγεται η άμεση επαφή με το βρώσιμο μέρος της καλλιέργειας
	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που μεταποιούνται	
	Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή ζώων που παράγουν κρέας ή γαλακτοπαραγωγικών ζώων .	
Δ	Βιομηχανικές καλλιέργειες	(3)όλοι οι τρόποι άρδευσης
	Ενεργειακές καλλιέργειες	
	Καλλιέργειες σπόρων	

1. Στην περίπτωση όπου μια καλλιέργεια ανήκει σε πολλαπλές κατηγορίες του πίνακα, εφαρμόζονται οι απαιτήσεις της πιο αυστηρής κατηγορίας.
2. Η στάγδην άρδευση αποτελεί ένα σύστημα μικροάρδευσης φυτών με σταγόνες ή μικρά ρυάκια νερού, το οποίο προβλέπει τη χορήγηση νερού σε σταγόνες πάνω στο έδαφος ή απευθείας κάτω από την επιφάνειά του με μικρές ροές (2-20 λίτρα/ώρα), μέσω ενός συστήματος πλαστικών σωλήνων μικρής διαμέτρου, τους οποίους διαπερνούν εκροές που ονομάζονται σταλάκτες.
3. Στις μεθόδους άρδευσης τεχνητής βροχής, πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία της υγείας των εργαζομένων ή των παρευρισκόμενων, μέσω της εφαρμογής κατάλληλων προληπτικών μέτρων.

Πίνακας 16

Απαιτήσεις ποιότητας του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 2 ,Παράρτημα Ι)

Ελάχιστη κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου νερού	Τεχνολογικός στόχος (ενδεικτικός)	Απαιτήσεις ποιότητας				
		E.coli (αριθμός /100ml)	BOD 5 (mg/l)	TSS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Άλλα
A	Δευτεροβάθμια επεξεργασία Διήθηση Απολύμανση	<=10	<=10	<=10	<=5	Legionella spp: <1000 cfu/l , όταν υπάρχει κίνδυνος αερόλυσης
B	Δευτεροβάθμια επεξεργασία Απολύμανση	<=100	Σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ (Παράρτημα Ι πίνακας 1) , ήτοι <25 mg/l O ₂ και Ελάχιστη εκατοστιαία μείωση εισερχόμενου φορτίου 70-90%	Σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ (Παράρτημα Ι πίνακας 1) , ήτοι <35mg/l (για οικισμούς με ι.π. Άνω των 10.000) και ελάχιστη μείωση εισερχόμενου φορτίου 90% και < 60 (για οικισμούς με ι.π. 2.000-10.000)και ελάχιστη μείωση εισερχόμενου φορτίου 70%	-	
Γ	Δευτεροβάθμια επεξεργασία Απολύμανση	<=1000			-	
Δ	Δευτεροβάθμια επεξεργασία Απολύμανση	<=10000	-	Εντερικά νηματούδη (αβγά ελμίνθων):<= 1 αβγό / για άρδευση βοσκοτόπων και χορτονομής		

Το ανακτημένο νερό θεωρείται συμμορφούμενο με τις προδιαγραφές του πίνακα 16 εάν οι μετρήσεις για αυτό πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια:

- Οι τιμές για το E. coli, τη Legionella spp. και τα εντερικά νηματούδη πληρούνται σε ποσοστό 90% ή περισσότερων δειγμάτων.
- Καμία από τις τιμές δεν υπερβαίνει το όριο μέγιστης απόκλισης της 1 λογαριθμικής μονάδας από τις αναφερόμενες τιμές για το E. coli και τη Legionella spp., καθώς και το 100% της αναφερόμενης τιμής για τα εντερικά νηματούδη.
- Οι τιμές για το BOD₅, τα TSS και τη θολότητα στην κατηγορία Α πρέπει να πληρούνται σε ποσοστό 90% ή περισσότερων δειγμάτων, με καμία τιμή να μην υπερβαίνει το ανώτατο όριο απόκλισης του 100% της αναφερόμενης τιμής.

Πίνακας 17

Ελάχιστες συχνότητες για τη συνήθη παρακολούθηση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση. (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 3 ,Παράρτημα Ι)

« Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»

Ελάχιστες συχνότητες για τη συνήθη παρακολούθηση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση						
Ελάχιστη κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου νερού	Ecoli (αριθμός /100ml)	BOD 5 (mg/l)	TSS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Legionella spp (κατά περίπτωση)	Εντερικά νηματόδη (κατά περίπτωση)
A	Μία φορά την εβδομάδα	Μία φορά την εβδομάδα	Μία φορά την εβδομάδα	Συνεχής	Δύο φορές το μήνα	Δύο φορές το μήνα ή όπως άλλως ορίζεται από τον φορέα λειτουργίας (ανάλογα με τον αριθμό των αβγών στα λύματα που εισέρχονται στην εγκατάσταση ανάκτησης)
B	Μία φορά την εβδομάδα	Σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ (Παράρτημα I Τμήμα Δ (1)	Σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ (Παράρτημα I Τμήμα Δ (1)	-		
Γ	Δύο φορές το μήνα			-		
Δ	Δύο φορές το μήνα			-		

(1) Ο ελάχιστος αριθμός ετήσιων δειγμάτων καθορίζεται σε αντιστοιχία με το μέγεθος της Ε.Ε.Λ. , ήτοι, α) από 2.000 έως 9.999 ι.π. λαμβάνονται 4 δείγματα το χρόνο , β) από 10.000 έως 49.999 ι.π. λαμβάνονται 12 δείγματα το χρόνο και γ) άνω των 50.000 ι.π. λαμβάνονται 24 δείγματα το χρόνο.

Πίνακας 18

Παρακολούθηση για επικύρωση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση. (Κανονισμός ΕΕ 2020/741, Πίνακας 4 ,Παράρτημα Ι)

Παρακολούθηση για επικύρωση του ανακτημένου νερού για γεωργική άρδευση		
κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου νερού	Μικροοργανισμοί - δείκτες (4)	Στόχοι επιδόσεων της αλυσίδας επεξεργασίας (μείωση log 10) - Οι στόχοι τηρούνται στο σημείο συμμόρφωσης
A	E .coli	≥ 5
	Σύνολο κολιφάγων /ειδικών κολιφάγων /σωματικών κολιφάγων / κολιφάγων (5)	≥ 6
	Σπόρια Clostridium pergringens	≥ 4 (στην περίπτωση των σπορίων Clostridium pergringens)
	/σποριογόνα , θευκομειωτικά βακτηρίδια (6)	≥ 5 (στην περίπτωση των σποριογόνων , θευκο-αναγωγικών βακτηριδίων)

(4) Αντί των προτεινόμενων μικροοργανισμών-δεικτών, για την παρακολούθηση για επικύρωση μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν τα παθογόνα αναφοράς *Campylobacter*, ροταϊός και *Cryptosporidium*. Τότε θα ισχύουν οι ακόλουθοι στόχοι επιδόσεων για τη μείωση \log_{10} : *Campylobacter* ($> 5,0$), ροταϊός ($> 6,0$) και *Cryptosporidium* ($> 5,0$).

(5) Ως καταλληλότερος ικός δείκτης επιλέγεται το σύνολο των κολιφάγων. Αν η ανάλυση όμως των συνολικών κολιφάγων δεν είναι να πραγματοποιηθεί, τότε αναλύονται οι ειδικοί F κολιφάγοι ή οι σωματικοί κολιφάγοι.

(6) Ως ο καταλληλότερος δείκτης για τα πρωτόζωα επιλέγονται τα σπόρια *Clostridium perfringens*. Σε περίπτωση όμως που η συγκέντρωση των σπορίων *Clostridium perfringens* δεν καθιστά δυνατή την επικύρωση της απαιτούμενης μείωσης \log_{10} , τότε τα σποριογόνα, θεικό- αναγωγικά βακτηρίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια εναλλακτική λύση.

Η επαλήθευση πραγματοποιείται για την πιο αυστηρή κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου νερού, την κατηγορία Α, προκειμένου να αξιολογηθεί εάν επιτυγχάνονται οι στόχοι απόδοσης (μείωση \log_{10}).

Η επαλήθευση συνεπάγεται την παρακολούθηση των μικροοργανισμών-δεικτών που αντιστοιχούν σε κάθε ομάδα παθογόνων μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων, ιών και πρωτοζώων.

Οι επιλεγμένοι μικροοργανισμοί-δείκτες είναι οι εξής:

- Το *E. coli*, ως ένδειξη παρουσίας παθογόνων βακτηρίων.

Ειδικοί F κολιφάγοι, σωματικοί κολιφάγοι ή κολιφάγοι που δείχνουν την παρουσία παθογόνων ιών.

- και τα σπόρια *Clostridium perfringens* ή τα σποριογόνα, θεικο-αναγωγικά βακτηρίδια για τα πρωτόζωα.

Τουλάχιστον το 90 % των δειγμάτων επικύρωσης προσεγγίζει ή υπερβαίνει τους στόχους απόδοσης.

Πίνακας 19

Ειδικά προληπτικά μέτρα που ενδέχεται να έχουν σημασία. (ΕΕ 2020/741, Πίνακας 1 ,Παράρτημα II)

Ειδικά προληπτικά μέτρα που ενδέχεται να έχουν σημασία		
Ελάχιστη κατηγορία ποιότητας του ανακτημένου υγρού	Επιτρεπόμενες Χρήσεις -Κατηγορία Καλλιέργειας	Ειδικά Προληπτικά μέτρα
Α	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα	Οι χοίροι δεν πρέπει να εκτίθενται σε χορτονομές που έχουν αρδευτεί με ανακτημένο νερό, εκτός αν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποδεικνύουν ότι οι κίνδυνοι για μια συγκεκριμένη περίπτωση μπορούν να αντιμετωπιστούν.
	Ριζώδη φυτά που καταναλώνονται ωμά	
Β	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα τους παράγεται πάνω από το έδαφος και δεν βρίσκεται σε επαφή με το ανακτημένο νερό	Να απαγορεύεται η συγκομιδή των προϊόντων που είναι υγρά από άρδευση ή είναι πεσμένα στο έδαφος.
	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που μεταποιούνται	Μέχρι οι βοσκότοποι να στεγνώσουν , να υπάρχει αποκλεισμός αγελάδων γαλακτοπαραγωγής .
	Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή ζώων που παράγουν κρέας ή γαλακτοπαραγωγικών ζώων .	Πριν από την συσκευασία, οι χορτονομές να είναι ξηρές ή σε σιλό.
Γ	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που καταναλώνονται ωμά και το βρώσιμο τμήμα τους παράγεται πάνω από το έδαφος και δεν βρίσκεται σε επαφή με το ανακτημένο νερό	Οι χοίροι δεν πρέπει να εκτίθενται σε χορτονομές που έχουν αρδευτεί με ανακτημένο νερό, εκτός αν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποδεικνύουν ότι οι κίνδυνοι για μια συγκεκριμένη περίπτωση μπορούν να αντιμετωπιστούν.
	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που μεταποιούνται	Να απαγορεύεται η συγκομιδή των προϊόντων που είναι υγρά από άρδευση ή είναι πεσμένα στο έδαφος.
	Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή ζώων που παράγουν κρέας ή γαλακτοπαραγωγικών ζώων .	Για 5 ημέρες μετά την τελευταία άρδευση , να αποκλείονται τα ζώα βοσκής από τον βοσκότοπο.
Δ	Οι καλλιέργειες εδώδιμων φυτών που μεταποιούνται	Πριν από την συσκευασία, οι χορτονομές να είναι ξηρές ή σε σιλό.
	Καλλιέργειες μη εδώδιμων φυτών συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή ζώων που παράγουν κρέας ή γαλακτοπαραγωγικών ζώων .	Οι χοίροι δεν πρέπει να εκτίθενται σε χορτονομές που έχουν αρδευτεί με ανακτημένο νερό, εκτός αν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποδεικνύουν ότι οι κίνδυνοι για μια συγκεκριμένη περίπτωση μπορούν να αντιμετωπιστούν.
	Βιομηχανικές καλλιέργειες	Να απαγορεύεται η συγκομιδή των προϊόντων που είναι υγρά από άρδευση ή είναι πεσμένα στο έδαφος.
Ενεργειακές καλλιέργειες		
Καλλιέργειες σπόρων		

Κεφάλαιο 5: Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών.

5.1. Είδος και μέγεθος Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .

Η υφιστάμενη ΕΕΛ Σερρών βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του νέου δήμου Σερρών, ο οποίος ενοποιήθηκε με τους Καποδιστριακούς δήμους Καπετάν Μητρούση, Λευκώνα και Σκουτάρεως, καθώς και τις Κοινότητες Άνω Βροντούς και Ορεινής. Η Ε.Ε.Λ. αναπτύσσεται σε οικόπεδο ιδιοκτησίας της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών.

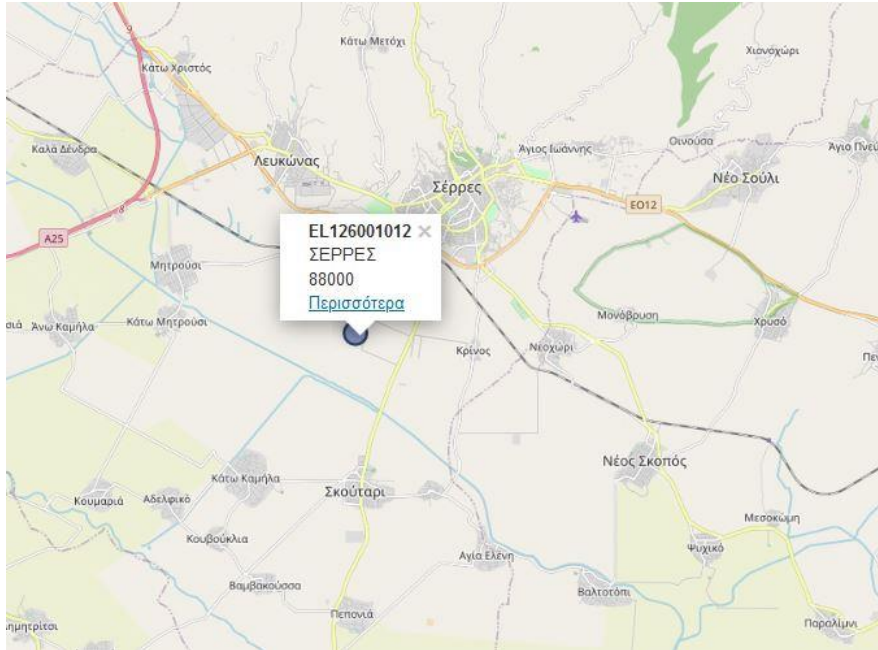
Σύμφωνα με τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους του έργου, κατασκευάστηκε μονάδα επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων στη θέση «Παλαιολόγου», για την εξυπηρέτηση σε πρώτη φάση της πόλης των Σερρών και μελλοντικά των οικισμών Αγ. Ιωάννης, Κάτω Μετόχι, Κρίνος και Ξηρότοπος (ουσιαστικά του ενιαίου Δήμου Σερρών μετά την εφαρμογή του τ. Σχεδίου Καποδίστρια).

Ο σχεδιασμός της μονάδας, έγινε για Ισοδύναμο Πληθυσμό 88.000 κατοίκων (αρχική φάση) και 105.000 κατοίκων (τελική φάση). Ο σχεδιασμός αυτός τροποποιήθηκε το 2001 λόγω της διεύρυνσης του πεδίου εξυπηρέτησης της ΕΕΛ (εξυπηρέτηση Δήμου Λευκώνα και Σκουτάρεως και κάποιων Δημοτικών Διαμερισμάτων του Δήμου Κ. Μητρουσίου) έτσι ώστε στην αρχική φάση να μπορεί να εξυπηρετήσει Ισοδύναμο Πληθυσμό 90.000 κατοίκων και στην τελική φάση 111.000 κατοίκους.

Η μέθοδος της επεξεργασίας των λυμάτων είναι αυτή του συστήματος της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό σε οξειδωτικές τάφρους τύπου “Carrousel”, με οξείδωση-νιτροποίηση και απονιτροποίηση και μηχανική πάχυνση - αφυδάτωση ιλύος. Τα επεξεργασμένα και απολυμασμένα λύματα από το φρεάτιο εξόδου διοχετεύονται σε παρακείμενη τάφρο που καταλήγει στον ποταμό Στρυμόνα. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων πραγματοποιείται μέσω αγωγού διατομής Φ1000.

5.2. Γεωγραφική θέση και γεωγραφικές συντεταγμένες Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .

Η ΕΕΛ αναπτύσσεται σε οικόπεδο ιδιοκτησίας της ΔΕΥΑ Σερρών.



Σχήμα 2 : Χάρτης θέσης Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι κεντροβαρικές γεωγραφικές συντεταγμένες του οικοπέδου της ΕΕΛ Σερρών.

Πίνακας 20 : Γεωγραφικές συντεταγμένες Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

	X	Y
Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) (x,y)	459353,6E	4544750,0N

5.3. Κατάταξη του έργου Ε.ΕΛ. Δήμου Σερρών

Σύμφωνα με την ΥΑ 1958/2012 (ΦΕΚ 21/Β/2012), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την ΥΑ 37674/2016 (ΦΕΚ 2471/Β/2016), το εξεταζόμενο έργο ανήκει στη 4η Ομάδα (Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών) με α/α 19 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων (πόλεων και οικισμών) με διάθεση επεξεργασμένων υγρών σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη ή τη θάλασσα $\Pi \geq 100.000$ της Α1 υποκατηγορίας (Το σύνολο).

5.4. Η Τροποποίηση-Ανανέωση των Περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.(Α.Π.:ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/27343/1851/, Ημ/νία:12-6-2023, ΑΔΑ:Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π)

Στις 12 Ιουνίου του 2023 εκδόθηκε η Τροποποίηση - Ανανέωση της υπ' αριθ. 197492/10-04-2012 (ΑΔΑ: Β4ΩΓ0-ΜΗΠ) Υ.Α. Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων, με θέμα: "Ανανέωση, τροποποίηση και κωδικοποίηση των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί με την Κ.Υ.Α. 109780/23-10-2001 για τα έργα αποχέτευσης και εγκατάστασης επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων του Καλλικρατικού Δήμου Σερρών στον Νομό Σερρών, όπως αυτή έχει ανανεωθεί με την Κ.Υ.Α. 102632/28-03-2008", προκειμένου να ενσωματωθούν στο έργο οι απαραίτητες προσθήκες, αντικαταστάσεις και τροποποιήσεις για την επέκταση της δυναμικότητας της Ε.Ε.Λ. μέσω συστήματος βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (MBR), δηλαδή με κατασκευή επιπλέον μίας γραμμής βιολογικής επεξεργασίας, όπου ο διαχωρισμός στερεής και υγρής φάσης θα γίνει με μεμβράνες διήθησης (υπερδιήθησης).

5.5. Σύντομη περιγραφή της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών

Η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών κατασκευάστηκε από το 1998 έως το 2000 και λειτουργεί με βάση το σύστημα της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό σε οξειδωτικές τάφρους τύπου "Carrousel". Η διαδικασία περιλαμβάνει οξείδωση, νιτροποίηση, απονιτροποίηση, καθώς και μηχανική πάχυνση και αφυδάτωση της ιλύος. Τα στάδια επεξεργασίας είναι τα παρακάτω:

1. Γραμμή επεξεργασίας υγρών αποβλήτων:
 - Φρεάτιο άφιξης - εκτροπής των λυμάτων
 - Μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων (κατασκευάστηκε με άλλη εργολαβία)
 - Αντλιοστάσιο ανύψωσης λυμάτων
 - Έργα προεπεξεργασίας:
 - Μονάδα μηχανικής εσχάρωσης
 - Μετρητής παροχής εισόδου
 - Μονάδα αεριζόμενης εξάμμοσης-απολίπανσης
 - Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας (2 όμοιες γραμμές), η οποία περιλαμβάνει:
 - Μεριστή παροχής γραμμών βιολογικής επεξεργασίας
 - Δεξαμενές βιολογικής επιλογής μικροοργανισμών
 - Δεξαμενές προ-απονιτροποίησης, οξειδωτικές τάφροι (τύπου Carrousel)
 - Μεριστή δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης
 - Δεξαμενές (2) δευτεροβάθμιας καθίζησης

- Μονάδα χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου (κατασκευάστηκε με άλλη εργολαβία)
 - Μονάδα διύλισης με φίλτρα υφάσματος
 - Μονάδα απολύμανσης με:
 - ο Χλωρίωση
 - ο Υπεριώδη ακτινοβολία (UV) (εναλλακτική λύση απολύμανσης), η οποία περιλαμβάνει:
 - Μετρητή παροχής εξόδου
 - Δεξαμενές επαφής
 - Φρεάτιο εξόδου
2. Γραμμή επεξεργασίας ιλύος:
- Αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας ιλύος
 - Αντλιοστάσια απαγωγής περίσσειας ιλύος
 - Δεξαμενή συγκέντρωσης περίσσειας ιλύος
 - Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας μονάδας πάχυνσης-αφυδάτωσης
 - Εγκατάσταση μηχανικής πάχυνσης
 - Εγκατάσταση μηχανικής αφυδάτωσης
 - Διάταξη συλλογής και απομάκρυνσης της αφυδατωμένης ιλύος
3. Κτιριακές εγκαταστάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν:
- Κτίριο Διοίκησης
 - Κτίριο Αποθήκης – Συνεργείου
 - Κτίριο Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - Κτίρια μονάδων επεξεργασίας (κτίριο άφιξης - εκτροπής παροχής, κτίριο βοθρολυμάτων, κτίριο συστημάτων κίνησης κοχλιών ανύψωσης - εσχάρωσης, κτίριο χημικής αποφωσφόρωσης, κτίριο απολύμανσης UV, κτίριο μηχανικής πάχυνσης - αφυδάτωσης ιλύος)
 - Κτίριο φυσητήρων αερισμού.

5.6. Δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών

Η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών έχει σχεδιαστεί για τα παρακάτω δεδομένα:

Πίνακας 21: Δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , (Δ.Ε.Υ.Α.Σ.,2023)

Δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών			
Παράμετρος		Υφιστάμενα έργα	
		Χειμώνας	Καλοκαίρι
Πληθυσμός	#	90.000	90.000
Μέγιστη ημερήσια παροχή	m ³ /d	18.000	18.000
BOD ₅	kg/d	7.200	7.200
	mg/l	364	364
SS	kg/d	10.800	10.800
	mg/l	545	545
TN	kg/d	1.500	1.500
	mg/l	76	76
TP	kg/d	300	300
	mg/l	15,2	15,2

5.7. Όρια εκροής Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών

Σύμφωνα με την ισχύουσα Τροποποίηση της ΑΕΠΟ (ΑΔΑ: Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π) και την Απόφαση Νομάρχη (υπ. αρ. 873/ ΦΕΚ 711/Δ/31.12.2010), τα όρια εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων είναι:

Πίνακας 22: Όρια εκροής Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .(Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)

Όρια εκροής Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών	
Παράμετρος	Τιμή
BOD ₅	< 20 mg/l
COD	< 80 mg/l
Διωρούμενα Στερεά SS	< 30 mg/l
Καθίζανοντα στερεά εντός 2 ωρών σε κώνο Imhoff	< 0,3 ml/l
Ολικό άζωτο TN	< 10 mg/l
Αμμωνιακό άζωτο NH ₄ -N	≤ 2 mg/l
Ολικός φώσφορος TP	< 2 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό < 100.000 ατ.
Ολικός φώσφορος TP	< 1 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό > 100.000 ατ.
Λίπη – Έλαια	≤ 0,1 mg/l
Διαλυμένο οξύγονο	> 5 mg/l
Επιπλέοντα στερεά	0
Σύνολο κολοβακτηριοειδών (αριθμός/100 mL)	20
Κολοβακτηρίδια (αριθμός/100 mL)	0

5.8. Λειτουργία και Αναλυτική Περιγραφή Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.



Εικόνα 3: Εποπτική θέα Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

5.8.1. ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΦΙΞΗΣ

Τα λύματα εισέρχονται στην Εγκατάσταση στο Φρεάτιο Άφιξης των εγκαταστάσεων μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού. Εκεί υφίστανται μία πρωτογενή αφαίρεση φερτών και ογκωδών σωματιδίων μέσω χονδροεσχάρωσης που συντελείται με την αυτόματη υδραυλική εσχάρα. Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται μέσω ηλεκτροκίνητου θυροφράγματος στη λεκάνη τροφοδοσίας των κοχλιών αρχικής ανύψωσης. Τα εσχαρίσματα απομακρύνονται μέσω ταινίας σε κάδο εσχαρισμάτων. Οι κάδοι απομακρύνονται μέσω ηλεκτροκίνητου βαρούλκου .



Εικόνα 4: Φρεάτιο Άφιξης (ΔΕΥΑΣ, 2023)

Σε κατάλληλο σημείο κατόπιν της εσχάρας είναι τοποθετημένος υπερχειλιστής ασφαλείας, ο οποίος σε περίπτωση πλεονάζουσας παροχής οδηγεί τα λύματα σε αγωγό bypass.

5.8.2. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΡΧΙΚΗΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ

Η ανύψωση των λυμάτων συντελείται στο αντλιοστάσιο Αρχικής Ανύψωσης το οποίο βρίσκεται κατόπιν του Φρεατίου Άφιξης. Είναι εφοδιασμένο με κοχλίες Αρχιμήδη, μέσω του οποίου τα λύματα ανυψώνονται προς τη μονάδα προεπεξεργασίας, σε κατάλληλο ύψος ώστε να επιτυγχάνεται η τελική διάθεση τους με βαρύτητα στον αποδέκτη. Έχουν εγκατασταθεί τρεις κοχλίες ανύψωσης (εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός) παροχής 250 lt/s με ικανότητα ανύψωσης 8.10m έκαστος και έχουν κατασκευαστεί τα δομικά έργα για τη μελλοντική εγκατάσταση τέταρτου όμοιου κοχλία. Η ανύψωση των λυμάτων συντελείται στο αντλιοστάσιο



Εικόνα 5: Μονάδα Προεπεξεργασίας (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

αρχικής ανύψωσης. Αυτό είναι εφοδιασμένο με τρεις κοχλιωτές αντλίες Αρχιμήδη .

Ταυτόχρονα με τους κοχλίες λειτουργούν και οι αντίστοιχες αντλίες λίπανσης των κοχλιών.



Εικόνα 6 : Χώρος Κοχλιών Αρχιμήδη (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

5.8.3. ΕΣΧΑΡΩΣΗ – ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ

Η μονάδα της εσχάρωσης αποτελείται από δύο αυτοκαθαριζόμενες μηχανικές εσχάρες οι οποίες επιτελούν την διεργασία του εσχαρισμού στα εισερχόμενα λύματα και έναν κοχλιωτό συμπιεστή που παραλαμβάνει από τις εσχάρες τα εσχαρίσματα, τα συμπιέζει και τα απορρίπτει σε κάδο αποκομιδής.



Εικόνα 7: Μονάδα Ψιλοεσχάρωσης (Δ.Ε.Υ.Α.Σ ,2023)

Τα λύματα από τη μονάδα εσχάρωσης διοχετεύονται προς το κανάλι μέτρησης της ροής, τύπου Venturi, στο οποίο έχει εγκατασταθεί σύστημα μέτρησης της ροής με χρήση υπερήχων (ultrasonic).

Κατά τη διεργασία της λεπτοεσχάρωσης απομακρύνονται φερτά υλικά μικρότερου μεγέθους τα οποία συγκρατούνται στις δύο εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματου εσχαρισμού μικρού διάκενου.

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ (FIT-102)

Κατάντη της μονάδας εσχάρωσης υπάρχει το κανάλι τύπου Venturi για την μέτρηση της παροχής εισόδου στην βιολογική βαθμίδα.. Στο κεντρικό σύστημα ελέγχου υπάρχει συνεχής ένδειξη και τακτική καταγραφή της στιγμιαίας παροχής, καθώς επίσης και της ημερήσιας και συνολικής παροχής των λυμάτων που έχουν εισέρθει στην βιολογική βαθμίδα.

5.8.4. ΜΟΝΑΔΑ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ – ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

Η μονάδα Εξάμμωσης των λυμάτων συντελείται σε αεριζόμενες δεξαμενές με παλινδρομική γέφυρα, η οποία με ξέστρο πυθμένα και επιφανείας σαρώνει την άμμο και τα λίπη αντίστοιχα προς το σημείο απομάκρυνσής τους. Υπάρχουν δύο παράλληλες γραμμές με ξέστρα . Κατάντη της εξάμμωσης βρίσκεται το φρεάτιο μερισμού της βιολογικής βαθμίδας στο οποίο είναι εγκατεστημένο το ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα παράκαμψης .

Ο αερισμός των δεξαμενών συντελείται με τρεις λοβοειδείς φυσητήρες , που βρίσκονται σε ιδιαίτερα κλειστό χώρο, ενώ η απομάκρυνση της άμμου γίνεται με δύο υποβρύχιες αντλίες , μία για κάθε γραμμή.

Η άμμος που περιέχεται στα υγρά απόβλητα πρέπει να απομακρυνθεί έτσι ώστε:

- να προστατευτεί ο μηχανολογικός εξοπλισμός (π.χ. φυγοκεντρικές αντλίες) από ισχυρή διάβρωση
- να μειωθεί ο σχηματισμός επικαθήσεων στους μεταφορικούς αγωγούς

Παράλληλα η απομάκρυνση λιπών –ελαίων προστατεύει ουσιαστικά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη βιολογική βαθμίδα τα εγκατάστασης.



Εικόνα 8: Γέφυρες Μονάδας Εξάμωσης (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

5.8.5. ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Η Μονάδα Προεπεξεργασίας Βοθρολυμάτων της Ε.Ε.Λ. του Δήμου Σερρών κατασκευάστηκε το έτος 2009 και τέθηκε σε λειτουργία το ίδιο έτος. Η δυναμικότητα επεξεργασίας της μονάδας βοθρολυμάτων είναι $Q=60\text{m}^3/\text{h}$. Η υποδοχή των



βοθρολυμάτων γίνεται σε φρεάτιο ειδικά διαμορφωμένο ώστε να είναι εφικτή η πρόσβαση των βυτιοφόρων οχημάτων.

Εικόνα 9 : Κτίριο Βοθρολυμάτων (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Η υποδοχή των βοθρολυμάτων γίνεται σε ένα φρεάτιο με διαστάσεις $1,00\text{m} \times 1,00\text{m}$ και βάθος $1,00\text{m}$ από την επιφάνεια του διαμορφωμένου εδάφους.

Η μονάδα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων φιλοξενείται σε ένα κτίριο με εξωτερικές διαστάσεις $13,40\text{m} \times 6,70\text{m}$. Το κτίριο αποτελείται από τρεις διακριτούς χώρους:

- Τον κύριο χώρο επεξεργασίας.
- Τη δεξαμενή βοθρολυμάτων.
- Το αντλιοστάσιο ανύψωσης.

Το σύστημα προεπεξεργασίας χρησιμοποιείται για τον εσχарισμό, την εξάμμωση και τον αερισμό των βοθρολυμάτων και κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα. Περιλαμβάνει τις εξής μονάδες: μια κυλινδρική εσχάρα με ενσωματωμένη διάταξη συμπίεσης εσχарισμάτων, μια δεξαμενή εξάμμωσης με κοχλίες εναπόθεσης και απαγωγής άμμου, ένα σύστημα αερισμού με δύο αεροσυμπιεστές (όπου ένας λειτουργεί ως εφεδρικός), έναν ηλεκτρικό πίνακα και τα απαραίτητα εξαρτήματα, όργανα και διακόπτες για την αυτόματη λειτουργία της διάταξης.



Εικόνα 10: Μονάδα Βοθρολυμάτων (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023)

Τα εσχарισμένα βοθρολύματα οδηγούνται με βαρύτητα στην μονάδα εξάμμωσης.

5.8.6. ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Τα λύματα μετά τη μονάδα εξάμμωσης υπερχειλίζουν στο Φρεάτιο Μερισμού της κύριας βιολογικής βαθμίδας, όπου ισοκατανέμεται η παροχή στις δύο γραμμές βιολογικής επεξεργασίας.

Η Μονάδα Βιολογικής Βαθμίδας αποτελείται από τις δεξαμενές Βιολογικής Επιλογής Μικροοργανισμών και τις δεξαμενές Νιτροποίησης-Απονιτροποίησης. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών της Α΄ Φάσης κατασκευάστηκαν δύο ανεξάρτητες

γραμμές βιολογικής επεξεργασίας ενεργού όγκου 11.370m^3 η κάθε μία (συνολικός ενεργός όγκος 22.740m^3).



Η πρώτη μονάδα της βιολογικής βαθμίδας είναι η δεξαμενή Επιλογής μικροοργανισμών (Selector Tank), σκοπός της οποίας είναι η επίτευξη δυσμενών

Εικόνα 11: Δεξαμενές Αερισμού (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)

συνθηκών ανάπτυξης των νηματοειδών μικροοργανισμών, για την αποφυγή προβλημάτων στην καθιζηματικότητα της βιολογικής ιλύος (filamentous bulking-foaming). Στη δεξαμενή Επιλογής πραγματοποιείται πλήρης ανάμιξη των εισερχόμενων λυμάτων με τη βιολογική ιλύ που ανακυκλοφορεί από τη δεξαμενή τελικής καθίζησης. Το ανάμικτο υγρό από το φρεάτιο επιλογής οδηγείται στην κύρια βιολογική επεξεργασία και συγκεκριμένα στη δεξαμενή προαπονιτροποίησης.



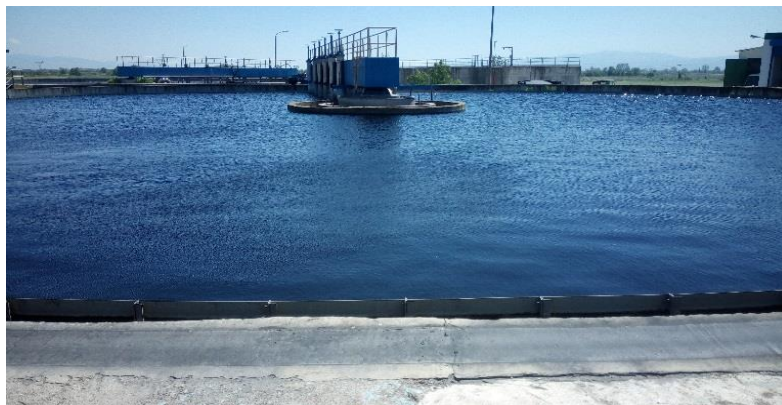
Εικόνα 12: Δεξαμενή Αερισμού Β (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

Η απαιτούμενη ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού εξασφαλίζεται με την υδραυλική επικοινωνία της δεξαμενής με την οξειδωτική τάφρο. Η απομάκρυνση του

επιπλέον αζώτου που απαιτείται ώστε να ικανοποιείται η ποιότητα εκροής συντελείται σε ανοξικές ζώνες που δημιουργούνται εντός των οξειδωτικών τάφρων. Το ανάμικτο υγρό από τη δεξαμενή προαπονιτροποίησης οδηγείται στην Οξειδωτική Τάφρο (δεξαμενή Αερισμού Carrousel) με ωφέλιμο ύψος υγρού 5.0m. Εκεί συντελούνται οι βιολογικές διεργασίες της οξείδωσης του οργανικού φορτίου, της νιτροποίησης, της σταθεροποίησης της βιολογικής ιλύος και μερικής απονιτροποίησης. Η οξειδωτική τάφρος είναι συνεχούς κυκλοφορίας και περιλαμβάνει οξική (αερόβια) και ανοξική ζώνη, η αναλογία των οποίων καθορίζεται βάσει των εκάστοτε απαιτήσεων λειτουργίας (εποχιακές και χρονικές διακυμάνσεις).

Η παροχή οξυγόνου στην οξειδωτική τάφρο προσφέρεται μέσω συστήματος αερισμού με υποβρύχια διάχυση. Το σύστημα αποτελείται από λοβοειδείς φυσητήρες και διαχυτήρες ελαστικής μεμβράνης και λεπτής φουσαλίδας.

5.8.7. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ – Α/Σ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ



Εικόνα 13: Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης Α (Δ.Ε.Υ.Α.Σ ,2023)

Από την οξειδωτική τάφρο τα λύματα υπερχειλίζουν στο κανάλι εξόδου- απαερίωσης του ανάμικτου υγρού και καταλήγουν σε κοινό φρεάτιο εξόδου.

Από εκεί οδηγούνται στο κυκλικό φρεάτιο μερισμού της δευτεροβάθμιας καθίζησης από όπου ισοκατανέμονται στις δύο κυκλικές δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης, διαμέτρου 40,0m με ωφέλιμο πλευρικό ύψος υγρού 4,0m. Οι δύο δεξαμενές

καθίζησης έχουν εξοπλιστεί με τα αντίστοιχα αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Σε κάθε δεξαμενή υπάρχει μηχανισμός σάρωσης και υδραυλικής αναρρόφησης ιλύος από τον πυθμένα με μηχανισμό κίνησης και μηχανισμός κίνησης της γέφυρας-ξέστρου.

Σε επαφή με κάθε δεξαμενή καθίζησης βρίσκεται από ένα αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Η ανακυκλοφορία και η εξαγωγή της πλεονάζουσας ιλύος πραγματοποιείται μέσω ανεξάρτητων για κάθε δεξαμενή καθίζησης Αντλιοστασίων ανακυκλοφορίας και εξαγωγής περίσσειας ιλύος.



Εικόνα 14: Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης Α (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)

Η ανακυκλοφορία ιλύος από κάθε αντλιοστάσιο, μέσω ανεξάρτητου καταθλιπτικού αγωγού, καταλήγει στη δεξαμενή Επιλογής ή / και στη δεξαμενή Προαπονιτροποίησης των δύο γραμμών βιολογικής επεξεργασίας. Η πλεονάζουσα ιλύς απομακρύνεται προς τη μονάδα επεξεργασίας ιλύος.

Η πλεονάζουσα λάσπη στη συνέχεια οδηγείται στη μονάδα αφυδάτωσης για να υποστεί τη φυσική διεργασία της αφυδάτωσης, με τη χρήση τριών γραμμών επεξεργασίας που περιλαμβάνουν συστοιχίες τραπεζών πάχυνσης και ταινιοφιλτροπρεσσών.

5.8.8. ΜΟΝΑΔΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΦΩΣΦΟΡΩΣΗΣ

Για τη βελτίωση της λειτουργίας της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων των Σερρών, προστέθηκε μια μονάδα προσθήκης χημικών για την χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου.

Η μονάδα της χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου λειτουργεί συμπληρωματικά της βιολογικής αποφωσφόρωσης για επίτευξη υψηλότερου ορίου εκροής φωσφόρου επιτυγχάνοντας αποδόσεις > 95% και τελική συγκέντρωση φωσφόρου στην έξοδο της Ε.Ε.Λ. μικρότερης των 2 mg/l.

Η μονάδα χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου είναι τοποθετημένη σε ένα κτίριο με εξωτερικές διαστάσεις 7,50m x 5,05m.



Εικόνα 15: Κτίριο Χημικής Αποφωσφόρωσης (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. ,2023)

Στον χώρο έχει εγκατασταθεί ο Η/Μ εξοπλισμός ,για τη δοσομέτρηση δύο κυλινδρικές δεξαμενές από πολυαιθυλένιο διαμέτρου 2,50m και ύψους 2 μέτρων συνολικού όγκου δηλαδή 9,7 m³ .

5.8.9. ΜΟΝΑΔΑ ΦΙΛΤΡΑΝΣΗΣ – ΔΙΑΥΛΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΞΟΔΟΥ – ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕ UV–ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΝΕΡΟ

Τα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης οδηγούνται στη Μονάδα Διύλισης που αποτελείται από φίλτρα υφάσματος τύπου δίσκου, με σκοπό την περαιτέρω μείωση

των στερεών. Στην Α΄ Φάση έχουν εγκατασταθεί τρία φίλτρα με ενεργή επιφάνεια φίλτρανσης 60,0m² έκαστο .

Η μονάδα αποτελείται από τρεις μονάδες φίλτρανσης. Η φίλτρανση των εισερχομένων λυμάτων επιτυγχάνεται με δίσκους – φίλτρα οι οποίοι είναι επενδυμένοι με ύφασμα μέσω του οποίου τα λύματα διυλίζονται από την εξωτερική προς την εσωτερική πλευρά και οι εκροές συλλέγονται σε κεντρικό αγωγό που αποτελεί και τον άξονα περιστροφής των φίλτρων. καθαρίζοντας έτσι όλη την επιφάνεια.



Εικόνα 16: Μονάδα Φίλτρανσης (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η μονάδα φίλτρανσης έχει τεθεί εκτός συνεχούς λειτουργίας. Η μονάδα εκκινεί μόνο περιστασιακά.

Τα επεξεργασμένα λύματα, μετά τη μονάδα φίλτρανσης υπερχειλίζουν στο κανάλι μέτρησης παροχής, όπου η παροχή μετριέται με όργανο μέτρησης παροχής τύπου υπερήχων , πριν οδηγηθούν στη μονάδα απολύμανσης.

Η μονάδα UV αποτελείται από τρία όμοια κανάλια που το κάθε ένα είναι εξοπλισμένο με σύστημα UV και που το κάθε ένα αποτελείται από δύο συστοιχίες

λαμπτήρων UV. Στο ανάντη άκρο κάθε καναλιού είναι εγκατεστημένα ηλεκτροκίνητα θυροφράγματα για την απομόνωση των καναλιών .



Εικόνα 17: Μονάδα Απολύμανσης με Υπεριώδη Ακτινοβολία (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Τα επεξεργασμένα λύματα από τη μονάδα απολύμανσης υπερχειλίζουν σε φρεάτιο εξόδου, στο οποίο καταλήγει και ο γενικός αγωγός παράκαμψης από την Προεπεξεργασία και από εκεί οδηγούνται με βαρύτητα, μέσω του αγωγού διάθεσης διαμέτρου Φ1000 στον τελικό αποδέκτη. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η μονάδα απολύμανσης UV έχει τεθεί εκτός συνεχούς λειτουργίας εδώ και αρκετά έτη λόγω βλαβών. Η απολύμανση των επεξεργασμένων υδάτων συντελείται με χλωρίωση των επεξεργασμένων υδάτων μετά την υπερχειλίση τους από τις Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης. Το μέσο απολύμανσης που χρησιμοποιείται είναι διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου.

5.8.10. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΛΥΟΣ – ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΧΥΝΣΗΣ – ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η Δεξαμενή Ιλύος, με ενεργό όγκο 1.125m³, λειτουργεί για τη συγκέντρωση της ιλύος που πλεονάζει και για την τροφοδοσία του αντλιοστασίου ιλύος. Είναι κλειστή, και η ανάδευση του περιεχομένου της γίνεται με τη χρήση δύο (2) υποβρύχιων αναδευτήρων για την αποτροπή καθιζήσεων.

Η περίσσεια ιλύος από το αντλιοστάσιο περίσσειας αλλά και τα λίπη και επιπλέοντα της εξάμμωσης και των δεξαμενών αερισμού και καθίζησης, οδηγούνται προς πάχυνση-αφυδάτωση στην μονάδα πάχυνσης-αφυδάτωσης.

Από τη δεξαμενή μέσω του Αντλιοστασίου Ιλύος, η ιλύς οδηγείται στη Μονάδα Πάχυνσης-Αφυδάτωσης Ιλύος. Η μονάδα στεγάζεται σε κλειστό κτίριο και περιλαμβάνει:

- Σύστημα μηχανικής πάχυνσης μικρού χρόνου παραμονής (in line unit operation) και συγκεκριμένα τράπεζες πάχυνσης.
- Σύστημα μηχανικής αφυδάτωσης με ταινιοφιλτρόπρεσες πολλαπλών βαθμίδων συμπίεσης και
- Σύστημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη.



Εικόνα 18 : Ταινιοφιλτρόπρεσσα EMO Μονάδας Αφυδατωμένης Ιλύος (Δ.Ε.Υ.Α.Σ.,2023)

Η αφυδατωμένη ιλύς, με περιεκτικότητα σε στερεά έως 20%, οδηγείται με σύστημα μεταφορικών ταινιών σε φορτηγό όχημα και απομακρύνεται από την Ε.Ε.Λ.

Παραπλεύρως της μονάδας αφυδάτωσης έχει εγκατασταθεί δεξαμενή αποθήκευσης νερού που χρησιμοποιείται κυρίως για την ικανοποίηση των αναγκών πλύσης των τριών γραμμών αφυδάτωσης ύλους που αποτελούνται από τα συγκροτήματα των ταινιοφιλτρόπρεσσων και των τραπεζών πάχυνσης. Το νερό τροφοδοσίας της δεξαμενής προέρχεται είτε από το δίκτυο ύδρευσης της πόλης, είτε από την αντλία βιομηχανικού νερού της εγκατάστασης που ανακυκλώνει τμήμα των παραγόμενων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την έξοδο της μονάδας.

5.8.14. ΧΗΜΙΚΟ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Σε ξεχωριστή αίθουσα του κτιρίου Διοίκησης της ΔΕΥΑ Σερρών, στεγάζεται το χημικό και μικροβιολογικό εργαστήριο πλήρως εξοπλισμένο (επιστημονικά όργανα-συσσκευές - εργαστηριακά σκεύη κλπ.) για τον ποιοτικό έλεγχο και την εκτέλεση των απαραίτητων χημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων εντός της εγκατάστασης, σύμφωνα με τις ενδεδειγμένες μεθόδους αναφοράς, σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας των λυμάτων και βοθρολυμάτων.

Στο χημείο της Ε.Ε.Λ. καθημερινώς γίνεται φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός των παραμέτρων COD, ολικού αζώτου, N-NH₄ και ολικού φωσφόρου στα ανεπεξέργαστα λύματα καθώς επίσης προσδιορισμός των παραμέτρων COD, ολικού αζώτου, N-NH₄ ολικού φωσφόρου και N-NO₃ στα επεξεργασμένα λύματα.

Επίσης γίνονται αναλύσεις βαρέων μετάλλων και χλωριόντων σε ανεπεξέργαστα και επεξεργασμένα λύματα, καθώς και αναλύσεων δειγμάτων τρίτων τις οποίες υποχρεούται η ΕΕΛ κατά διαστήματα να διενεργεί.

Επιπλέον, γίνονται αναλύσεις με πρότυπα πολυστοιχειακά διαλύματα με τα οποία διασφαλίζεται το αποτέλεσμα των μετρήσεων στο Χημείο της Ε.Ε.Λ.

Δύο φορές το χρόνο, διενεργείται εξέταση Φυσικοχημική και ύπαρξης Βαρέων μετάλλων στην Αφυδατωμένη λάσπη από την έξοδο της Μονάδας Αφυδάτωσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος, από πιστοποιημένο εργαστήριο.

Οι παράμετροι ,το σημείο δειγματοληψίας και η συχνότητα αναλύσεων, δίνονται παρακάτω.

Πίνακας 23: Εργαστηριακές αναλύσεις που διενεργούνται στο Χημείο της Ε.Ε.Λ.(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Α/Α	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ
1	BOD	Είσοδος	Καθημερινά *
2	BOD	Έξοδος	Καθημερινά *
3	Στερεά (SS)	Είσοδος	Καθημερινά
4	Στερεά (SS)	Έξοδος	Καθημερινά
5	COD	Είσοδος	3 /εβδομάδα
6	COD	Έξοδος	3 /εβδομάδα
7	Ολικό άζωτο	Είσοδος	2 /εβδομάδα
8	Αμμωνιακά	Έξοδος	Καθημερινά
9	Νιτρικά	Έξοδος	Καθημερινά
10	Φωσφορικά	Είσοδος	2 /εβδομάδα
11	Φωσφορικά	Έξοδος	2 /εβδομάδα
12	PH	Είσοδος, έξοδος, Δεξαμενή αερισμού, Δεξαμενή ύλους	Καθημερινά
13	Θερμοκρασία	Είσοδος, έξοδος, Δεξαμενή αερισμού	Καθημερινά
14	Διαλυμένο οξυγόνο (DO)	Δεξαμενή αερισμού, έξοδος	Καθημερινά
15	Συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών (MLSS)	Δεξαμενή αερισμού	Καθημερινά
16	Συγκέντρωση εξαερόσιμων στερεών (MLVSS)	Δεξαμενή αερισμού	Καθημερινά
17	Καθιζησιμότητα	Δεξαμενή αερισμού	Καθημερινά
18	Συγκέντρωση στερεών ανακυκλοφορίας	Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας	Καθημερινά
19	Συγκέντρωση στερεών περισσειας	Δεξαμενή ύλος ή αντλία ύλος	Καθημερινά
20	Συγκέντρωση στερεών παχυμένης ύλος	Έξοδος τραπεζών πάχυνσης	Όταν λειτουργεί η αφυδάτωση
21	Συγκέντρωση στερεών αφυδατωμένης ύλος	Έξοδος ταινιοφίλτροπρεσσών	Όταν λειτουργεί η αφυδάτωση
22	Συγκέντρωση Π/Η	Συγκρότημα παρασκευής Π/Η	Όταν λειτουργεί η αφυδάτωση

Κατά τη διάρκεια του έτους διενεργούνται σύνθετα πρωινά ημερήσια δείγματα από το προσωπικό της Ε.Ε.Λ. Πίνακας με τις μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων εκροής αποστέλλεται κάθε χρόνο στην Περιφερειακή Ενότητα Ν. Σερρών ,στη Διεύθυνση Υγείας.

Κεφάλαιο 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Ε.Ε.Λ. ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σαν αποδέκτης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών έχει οριστεί η παρακείμενη τάφρος Καμενίκια , η οποία καταλήγει στην τάφρο Μπέλιτσα και από εκεί στον ποταμό Στρυμόνα .Ο ποταμός Στρυμόνας κατατάσσεται στους ευαίσθητους αποδέκτες σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 19661/1982/99 (Φ.Ε.Κ. 1811Β/29-09-1999) . Ισχύουν οι όροι και οι περιορισμοί της με Α.Π. 873/23-12-2010 (Δ' 711) απόφαση του Νομάρχη Σερρών , καθώς η από 12-6-2023 ,(Α.Π.:ΥΠΕΝ/ΔΠΠΑ/27343/1851/, ΑΔΑ:Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π) Τροποποίηση - Ανανέωση της υπ' αριθ. 197492/10-04-2012 (ΑΔΑ: Β4ΩΓ0-ΜΗΠ) Υ.Α. Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων .

Για να μπορέσουμε να εξετάσουμε την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , απαραίτητη αρχική προϋπόθεση να διαπιστωθεί η εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης και η τήρηση των περιβαλλοντικών της όρων . Πρέπει δηλαδή να πληρούνται οι όροι τόσο της ΚΥΑ 5673/400/1997 ,(βλέπε Πίνακα 3, παρ.4.1.2 της παρούσας διπλωματικής) όσο και η τελευταία τροποποίηση –ανανέωση των περιβαλλοντικών της όρων και Απόφαση Νομάρχη Σερρών (υπ. αρ. 873/ ΦΕΚ 711/Δ/31.12.2010) . .(βλέπε Πίνακα 21, παρ.5.7.)

Όταν διαπιστωθεί ότι εξασφαλίζεται η μη υπέρβαση αυτών των ορίων , τότε μόνο μπορούμε να ελέγξουμε αν μπορούμε να προχωρήσουμε σε επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .

Από την Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών και το Χημείο της Ε.Ε.Λ., μας δόθηκαν οι μετρήσεις που έχουνε πραγματοποιηθεί τόσο στα ανεπεξέργαστα, όσο και επεξεργασμένα λύματα (από το τηρούμενο αρχείο της Ε.Ε.Λ. από το 2001) ,προκειμένου να εξυπηρετηθεί ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας .

Αρχικά από την σύγκριση των ορίων που πρέπει να πληρούνται από την ΚΥΑ 5673/400/1997 από την ισχύουσα Τροποποίηση της ΑΕΠΟ (ΑΔΑ: Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π) και την Απόφαση Νομάρχη (υπ. αρ. 873/ ΦΕΚ 711/Δ/31.12.2010). ,προκύπτει ο πίνακας 24 .

Πίνακας 24 : Σύγκριση περιβαλλοντικών όρων Ε.Ε.Λ. και ΚΥΑ 5673/400/1997 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Σύγκριση περιβαλλοντικών όρων Ε.Ε.Λ. και ΚΥΑ 5673/400/1997		
Παράμετρος	Όρια από την Τροποποίηση της ΑΕΠΟ και την Απόφαση Νομάρχη Σερρών	Όρια της ΚΥΑ 5673/400/1997
	Τιμή	Τιμή
BOD ₅	< 20 mg/l	< 25 mg/l
COD	< 80 mg/l	< 125 mg/l
Αιωρούμενα Στερεά SS	< 30 mg/l	< 35 mg/l
Καθιζάνοντα στερεά εντός 2 ωρών σε κώνο Imhoff	< 0,3 ml/l	-
Ολικό άζωτο TN	< 10 mg/l	< 15 mg/l
Αμμωνιακό άζωτο NH ₄ -N	≤ 2 mg/l	ΔΕΝ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ
Ολικός φώσφορος TP	< 2 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό < 100.000 ατ.	< 2 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό < 100.000 ατ.
Ολικός φώσφορος TP	< 1 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό > 100.000 ατ.	< 1 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό > 100.000 ατ.
Λίπη – Έλαια	≤ 0,1 mg/l	-
Διαλυμένο οξυγόνο	> 5 mg/l	-
Επιπλέοντα στερεά	0	-
Σύνολο κολοβακτηριοειδών (αριθμός/100 mL)	20	-
Κολοβακτηρίδια (αριθμός/100 mL)	0	-

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα , τα όρια που θέτονται στην εκροή των λυμάτων της Ε.Ε.Λ. ΑΠΟ τους περιβαλλοντικούς της όρους , είναι πιο αυστηρά από αυτά της ΚΥΑ 5673/400/1997. Επιπλέον με βάση τους περιβαλλοντικούς όρους της Ε.Ε.Λ. , απαιτείται η παρακολούθηση επιπλέον παραμέτρων σε σχέση με την ΚΥΑ 5673/400/1997 . Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό , ότι αν σε μία παράμετρο ικανοποιείται το όριο των περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. , τότε τηρείται και το όριο που θέτει η ΚΥΑ 5673/400/1997 . Μετά θα μπορούμε να εξετάσουμε , εάν τηρούνται και τα όρια που έχουν θεσπιστεί στην ΚΥΑ 145116/2011 για την επαναχρησιμοποίηση και ποια ακριβώς δύναται να είναι η χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .

6.2.1. Ποσότητα εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .

Πίνακας 25 : Απορρίψεις επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών σε αποδέκτη. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023)

Απορρίψεις επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών σε αποδέκτη	
ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m³/ έτος)
2023	6.526.666
2022	6.131.029
2021	5.806.693
2020	6.125.430
2019	6.049.747
2018	5.879.453
2017	5.857.199
2016	5.876.453
2015	6.638.935
2014	5.423.900

6.2.2.Λειτουργικά δεδομένα δύο (2) τελευταίων ετών της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών, που καταχωρούνται στην Εθνική Βάση Δεδομένων της Ε.Ε.Λ. της χώρας , σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και την ποιότητα εκροών της.

Η εύρυθμη λειτουργία των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Σερρών τεκμηριώνεται από τις μετρήσεις παραμέτρων (BOD₅, COD, SS, T-N, NH₄-N, TP) που πραγματοποιούνται συστηματικά στην είσοδο και στην έξοδο των εγκαταστάσεων. Τα σχετικά στοιχεία καταχωρούνται στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ. Στο πλαίσιο των απαιτήσεων της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και για την άμεση παρακολούθηση της πορείας εφαρμογής της στην Ελλάδα, ολοκληρώθηκε και λειτουργεί η Εθνική Βάση Δεδομένων των ΕΕΛ των οικισμών της χώρας που εμπίπτουν στις διατάξεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ της χώρας.

Η καταχώρηση όλων των στοιχείων και λειτουργικών δεδομένων των ΕΕΛ πραγματοποιείται μέσω διαδικτύου απευθείας από τους υπευθύνους λειτουργίας της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών. Πιο συγκεκριμένα στην είσοδο και έξοδο της εγκατάστασης παρακολουθούνται αδιαλείπτως οι παράμετροι: BOD₅, COD, SS, T-N, NH₄-N, TP. Τα σχετικά στοιχεία καταχωρούνται στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ και σε αρχεία που φυλάσσονται στα γραφεία της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών και είναι στη διάθεση κάθε αρμόδιας υπηρεσίας οποτεδήποτε ζητηθούν.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρατίθενται τα στοιχεία των μετρήσεων εκροής για τα έτη 2022 και 2023 .(Τα στοιχεία έχουνε αντληθεί από την Ιστοσελίδα της Ειδικής Γραμματείας Αστικών Λυμάτων του ΥΠΕΚΑ)

Αποτελέσματα Δειγματοληψιών

	Ημερομηνία	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	NO3-N (mg/l)	NH4-N (mg/l)	Παροχή (m3/d)
	22/12/2023	3	26.7	3.73	4.16	0.545	1.2	1.16	19942
	15/12/2023	1	20.3	4.93	4.31	0.295	2.96	0.038	24541
	08/12/2023	4	22.4	2.6	9.1	0.479	0.296	0.229	16487
	16/11/2023	3	19.2	4.8	3.54	1.26	2.17	0.326	18375
	13/11/2023	1	18.2	0.66	6.1	0.604	5.23	0.053	16801
	03/11/2023	3	19.2	2.83	2.42	0.641	1.4	0.084	16528
	30/10/2023	5	16.3	1.47	4.05	0.727	2.95	0.227	16252
	16/10/2023	1	14.7	6.8	4.36	0.611	3.96	0.348	17331
	02/10/2023	6	15.9	8	6.45	0.859	5.3	0.112	16599
	29/09/2023	2	21	1.06	3.83	0.905	2.75	0.226	17695
	25/09/2023	6	19.1	6.8	9.05	1.57	3.14	0.272	18391
	05/09/2023	4	13.8	1.06	9.71	1.77	9.35	0.081	16796
	11/08/2023	3	9.2	1.47	11.6	1.08	10.8	0.059	16087
	04/08/2023	7	15.1	2.53	6.84	2	6.35	0.089	18279
	02/08/2023	7	14.9	2.13	9.36	1.27	7.91	0.578	17311

	28/07/2023	1	15.6	3.2	5.32	1.79	3.82	0.109	17366
	21/07/2023	9	9.46	1.25	5.52	1.45	4.65	0.056	18737
	03/07/2023	3	11	0.66	8.66	1.35	4.33	0.028	18957
	28/06/2023	5	18.9	1.39	4.83	0.828	3.85	0.034	20378
	20/06/2023	1	12.8	1.2	6.47	1.24	5.61	0.05	18292
	16/06/2023	4	17.9	1.33	4.94	1.33	3.98	0.093	19399
	29/05/2023	1	14.4	0.8	7.73	1.47	7.58	0.049	19739
	18/05/2023	2	14	2.8	3.41	0.815	2.21	0.11	21481
	10/05/2023	1	12.2	1.47	5.2	1.3	4.51	0.095	20973
	19/04/2023	2	10.4	3.25	8.15	1.18	7.47	0.024	20975
	10/04/2023	1	16.1	5.58	4.25	1.41	3.4	0.133	17554
	03/04/2023	1	19.3	2.53	4	0.771	2.46	0.084	27242
	22/03/2023	2	15.5	4.4	7.44	1.68	5.86	0.102	16911
	15/03/2023	1	18.4	5.8	7.51	1.83	5.46	0.047	17107
	03/03/2023	3	20.1	4.93	4.31	1.74	2.92	0.106	18344
	20/02/2023	2	33.4	7.6	5.86	1.8	1.81	1.95	15788
	10/02/2023	2	21.2	6.8	4.19	1.52	1.8	0.893	16165
	06/02/2023	2	15.2	5.46	4.09	1.23	1.5	1.28	16403
	25/01/2023	1	13.1	4.27	6.15	1.64	4.73	0.227	18505
	16/01/2023	2	19.1	4.66	4.91	1.33	3.64	0.097	16360
	03/01/2023	1	6	3.06	4.32	1.56	2.85	0.735	14713

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

ΣΕΡΡΕΣ EL126001012

Τελευταία Ενημέρωση: Σάββατο, 06 Απριλίου 2024, 18:53:06

ΓΕΝΙΚΑ

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΡΟΜΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΑΕΡΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΤΗΡΙΟΥ

ΔΙΑΘΕΣΗ

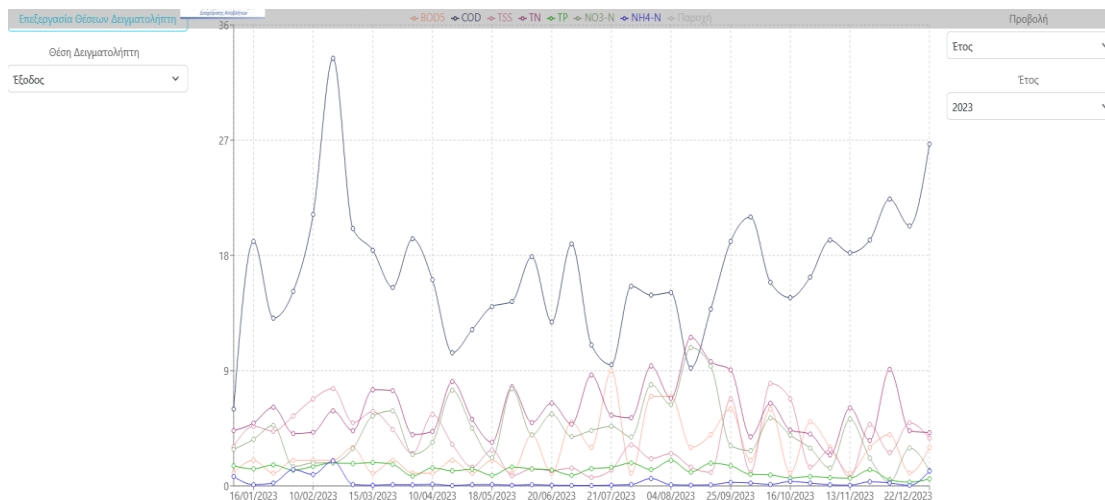
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΚΤΗΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

ΑΡΧΕΙΑ

ΣΧΟΛΙΑ

« Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»



Εικόνα 19 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , έτους 2023 .(ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΟΡΙΑ
-----------	------

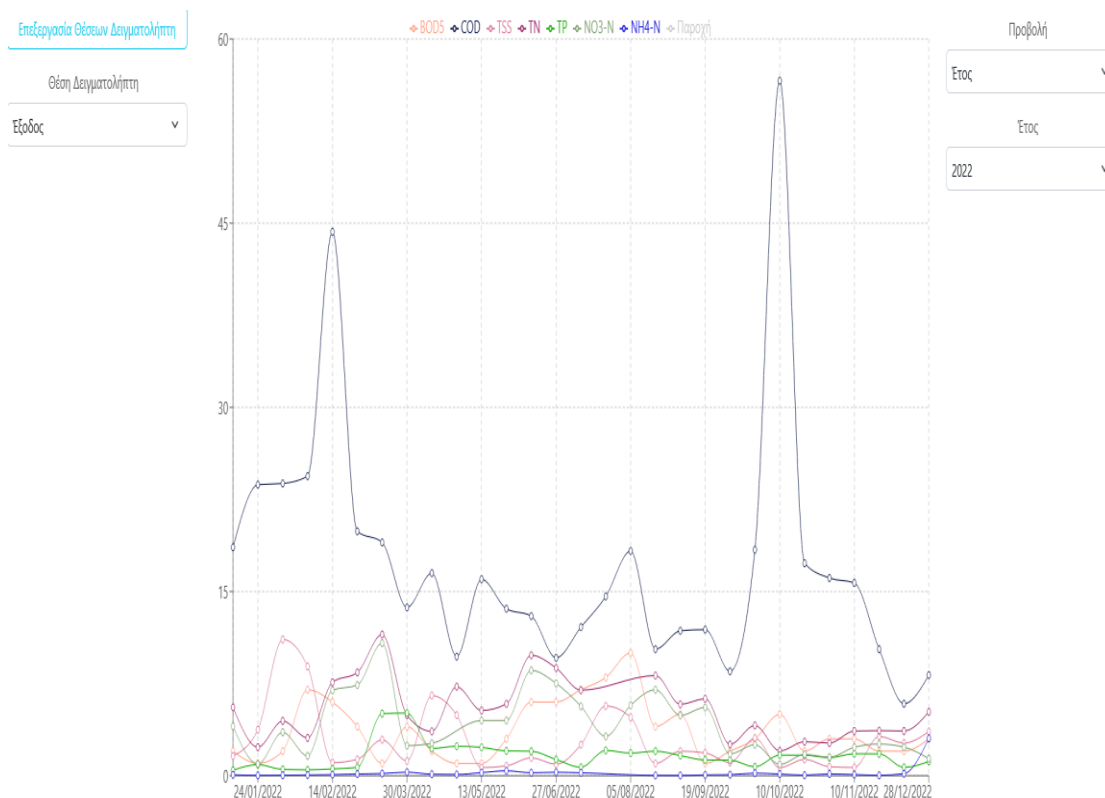
Αποτελέσματα Δειγματοληψιών

Ημερομηνία	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	NO3-N (mg/l)	NH4-N (mg/l)	Παροχή (m3/d)
28/12/2022	3	8.2	3.6	5.2	1.16	1.39	3.04	14938
14/12/2022	2	5.86	2.66	3.64	0.678	2.33	0.164	19785
06/12/2022	2	10.3	3.2	3.67	1.78	2.58	0.032	16207
10/11/2022	3	15.7	0.67	3.64	1.79	2.32	0.091	13570
07/11/2022	3	16.1	0.73	2.66	1.47	1.51	0.144	15136
26/10/2022	2	17.3	1.33	2.77	1.67	1.73	0.044	16890
10/10/2022	5	56.6	0.66	2.02	1.68	0.916	0.135	16780
03/10/2022	3	18.4	3.06	4.1	0.723	2.53	0.211	16362
28/09/2022	2	8.5	1.07	2.55	1.27	1.78	0.082	15046
19/09/2022	1	11.9	1.86	6.27	1.28	5.56	0.063	16909
06/09/2022	5	11.8	2	5.81	1.64	4.91	0.02	17014
31/08/2022	4	10.3	1	8.16	2	7	0.024	17148
05/08/2022	10	18.3	4.75		1.84	5.73		15888
26/07/2022	8	14.6	5.68		2.06	3.2		16793
11/07/2022	7	12.1	2.53	6.96	0.69	5.65	0.239	16019
27/06/2022	6	9.6	0.93	8.77	1.32	7.52	0.284	19002
17/06/2022	6	13	1.46	9.81	1.99	8.58	0.242	17824
19/05/2022	3	13.6	0.8	5.85	2.02	4.5	0.401	16440

« Επαναηρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»

19/05/2022	3	13.6	0.8	5.85	2.02	4.5	0.401	16440
13/05/2022	1	16	0.66	5.31	2.31	4.5	0.253	16742
19/04/2022	1	9.7	4.93	7.25	2.4		0.1	18486
15/04/2022	2	16.5	6.53	3.61	2.22	2.64	0.12	17358
30/03/2022	4	13.7	1.2	4.92	5.1	2.45	0.291	17588
03/03/2022	1	19	2.93	11.5	5.06	10.8	0.178	16252
23/02/2022	4	19.9	1.33	8.41	0.676	7.38	0.14	16261
14/02/2022	6	44.3	1.06	7.61	0.554	6.96	0.086	15856
02/02/2022	7	24.4	8.9	3.08	0.476	1.61	0.058	22439
31/01/2022	2	23.8	11.1	4.46	0.51	3.54	0.039	16557
24/01/2022	1	23.7	3.75	2.32	0.902	0.949	0.029	16730
04/01/2022	2	18.6	1.6	5.57	0.447	4.02	0.075	15660

Σελίδα 1 από 1 (29 εγγραφές)



Εικόνα 20 : Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , έτους 2022 . (ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)

Έλεγχος Απαιτήσεων Εκροής Ε.Ε.Λ.

• Συμμόρφωση βάσει της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ

Έτος	BOD5	COD	TSS	TP	TN
2023	✓	✓	✓	✓	✓
2022	✓	✓	✓	✓	✓
2021	✓	✓	✓	✓	✓
2020	✓	✓	✓	✓	✓
2019	✓	✓	✓	✓	✓
2018	✓	✓	✓	✓	✓
2017	✓	✓	✓	✓	✓
2016	✓	✓	✓	✓	✓
2015	✓	✓	✓	✓	✓
2014	✓	✓	✓	✓	✓
2013	✓	✓	✓	✓	✓
2012	✓	✓	✓	✓	✓
2011	✓	✓	✓	✓	✓

• Συμμόρφωση βάσει της ΑΕΠΟ
Δεν έχουν οριστεί περιβαλλοντικοί όροι

Επανάλεγχος ΑΕΠΟ Επανάλεγχος Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ Κλείσιμο

Εικόνα 21: Έλεγχος απαιτήσεων –συμμόρφωση βάσει της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ(ΥΠΕΚΑ , 2024 Β)

Από τα παραπάνω στοιχεία που έχουν καταχωρηθεί στην ιστοσελίδα της ειδικής γραμματείας αστικών λυμάτων , διαπιστώνεται ότι υπάρχει εναρμόνιση της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών με την ισχύουσα κοινοτική οδηγία 91/271/ΕΟΚ , που στην Ελλάδα έχει εφαρμοστεί με την ΚΥΑ . 5673/400/1997 .

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι σύμφωνα με την ΚΥΑ5673/400/1997 και λαμβάνοντας υπόψη ότι η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών είναι δυναμικότητας άνω των 50.000 ισοδύναμων κατοίκων , ο ελάχιστος αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται ανά έτος είναι 24 . (βλέπε πίνακα 4,παρ. 4.1.2. της παρούσας εργασίας) .Στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών ο ετήσιος πραγματικός αριθμός λαμβανόμενων δειγμάτων είναι πολύ μεγαλύτερος . Σύμφωνα με το αρχείο του Χημείου της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , προκύπτει ο παρακάτω πίνακας 26 .

Πίνακας 26: Ετήσιος αριθμός δειγμάτων εκροών στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών την τελευταία 10ετία . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Ετήσιος αριθμός δειγμάτων στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών την τελευταία 10ετία		
ΕΤΟΣ	Ετήσιος αριθμός δειγμάτων εκροών Ε.Ε.Λ. Σερρών	Απαιτούμενος ελάχιστος αριθμός δειγμάτων ανά έτος σύμφωνα με την ΚΥΑ 5673/400/1997
2023	241	24
2022	241	
2021	243	
2020	247	
2019	242	
2018	244	
2017	235	
2016	245	
2015	249	
2014	247	

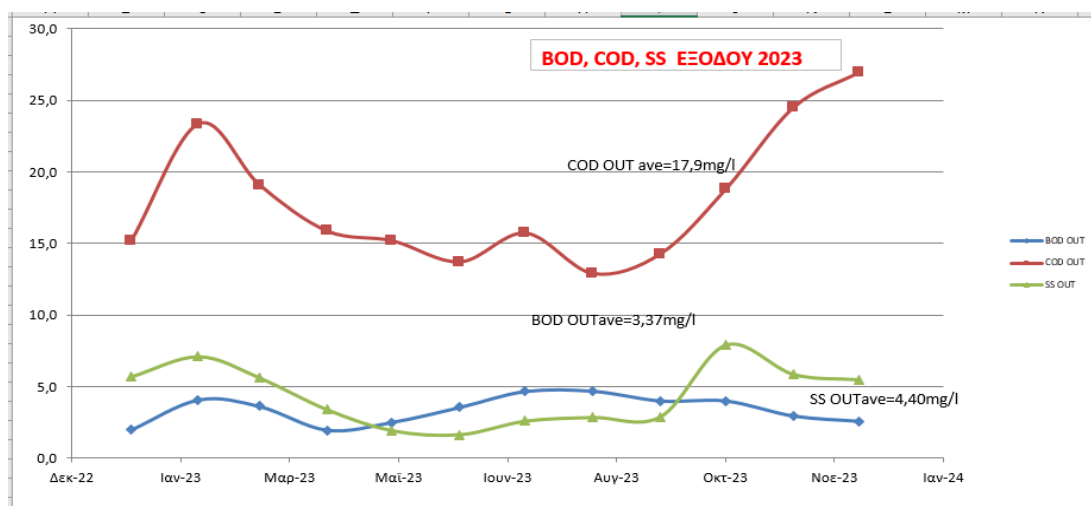
Από τον ανωτέρω πίνακα , διαφαίνεται ότι η Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών , πραγματοποιεί πολύ περισσότερες αναλύσεις από ότι προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία , γεγονός που καταδεικνύει την προσπάθειά της για όσο το δυνατόν καλύτερο έλεγχο λειτουργίας της εγκατάστασης και της τήρησης των περιβαλλοντικών της όρων και εν τέλει την προστασία του περιβάλλοντος .

6.2.3.Χαρακτηριστικά εισερχόμενων λυμάτων-ρυπαντικού φορτίου και εξερχόμενων εκροών - Ετήσιες Εκθέσεις Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών δύο (2) τελευταίων ετών, βάσει των περιβαλλοντικών της όρων .

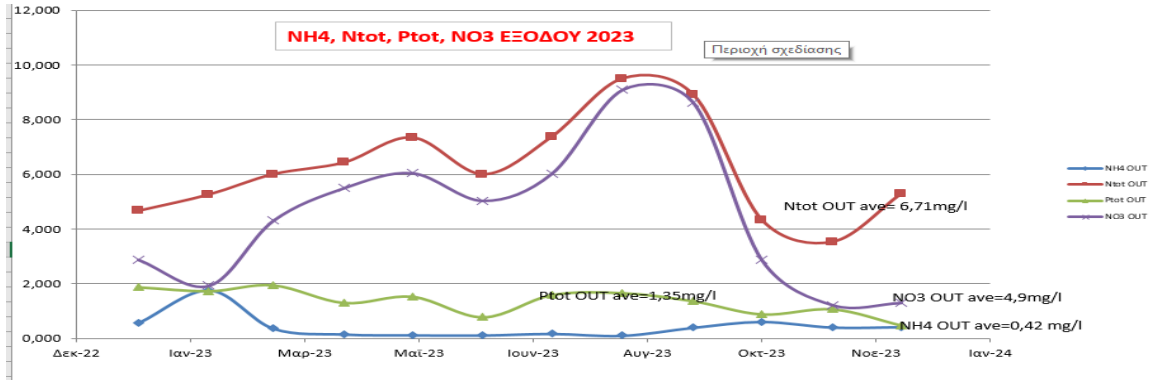
Με βάση το αρχείο του Χημείου της Ε.Ε.Λ Δήμου Σερρών , για τα έτη 2023 και 2022 , το σύνολο των αποτελεσμάτων των ποιοτικών χαρακτηριστικών εισόδου και των εκροών , από τα 241 δείγματα που έχουν ληφθεί ανά έτος , αποτυπώνονται στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα .

Πίνακας 27 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου και εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών-Ετήσια Έκθεση Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Σερρών έτους 2023 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΕΛ ΣΕΡΡΩΝ														
ΕΤΟΣ 2023														
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Ιαν-23	Φεβ-23	Μαρ-23	Απρ-23	Μαί-23	Ιουν-23	Ιουλ-23	Αυγ-23	Σεπ-23	Οκτ-23	Νοε-23	Δεκ-23	M.O	
ΕΙΣΟΔΟΣ	Παροχή Εισόδου (m ³ /d)	19.489	17.682	18.310	19.794	21.472	22.093	20.347	19.430	19.855	18.280	18624,7	18.946	19.527
	BOD ₅ (mg/l)	191	292	236	149	165	178	163	164	171	190	170,8	202	189
	SS (mg/l)	143,3	215,5	146,6	139,6	113,3	103,0	120,5	120,4	152,7	136,4	117,8	125,4	136
	COD (mg/l)	335	480	361	244	257	259	263	300	375	429	345,9	384	336
	N-NH ₄ (mg/l)	28,6	48,6	45,4	34,8	36,9	41,4	37,1	38,9	44,1	42,7	40,5	40,4	39,94
	N-Ολικό (mg/l)	49,8	64,8	56,3	44,4	45,8	48,5	44,3	44,1	50,2	48,3	48,0	52,8	49,79
	P-Ολικός(mg/l)	7,94	10,41	7,14	9,75	6,00	6,61	7,03	5,48	7,38	5,50	5,6	6,13	7,08
ΕΞΟΔΟΣ	Παροχή Εξόδου (m ³ /d)	17.786	16636,4	16.848	19.002	20.096	18.705	18.349	17.247	17.895	16.964	17471,4	17.576	17.881
	BOD ₅ (mg/l)	2,0	4	3,6	1,9	2,5	3,6	4,7	4,7	4,0	4,0	2,9	2,6	3,37
	SS (mg/l)	5,67	7	5,60	3,38	1,90	1,63	2,58	2,83	2,89	7,90	5,8	5,48	4,40
	COD (mg/l)	15,1	23	19,1	15,9	15,2	13,7	15,7	12,9	14,3	18,8	24,5	26,9	17,94
	N-NO ₃ (mg/l)	2,87	2	4,30	5,50	6,05	5,03	6,03	9,10	8,63	2,86	1,2	1,30	4,57
	N-NH ₄ (mg/l)	0,559	1,7	0,358	0,146	0,118	0,112	0,170	0,100	0,389	0,601	0,4	0,412	0,42
	N-Ολικό (mg/l)	4,7	5	6,0	6,4	7,3	6,0	7,4	9,5	8,9	4,3	3,5	5,3	6,21
	P-Ολικός(mg/l)	1,88	1,73	1,95	1,30	1,53	0,77	1,59	1,66	1,36	0,88	1,064	0,470	1,35



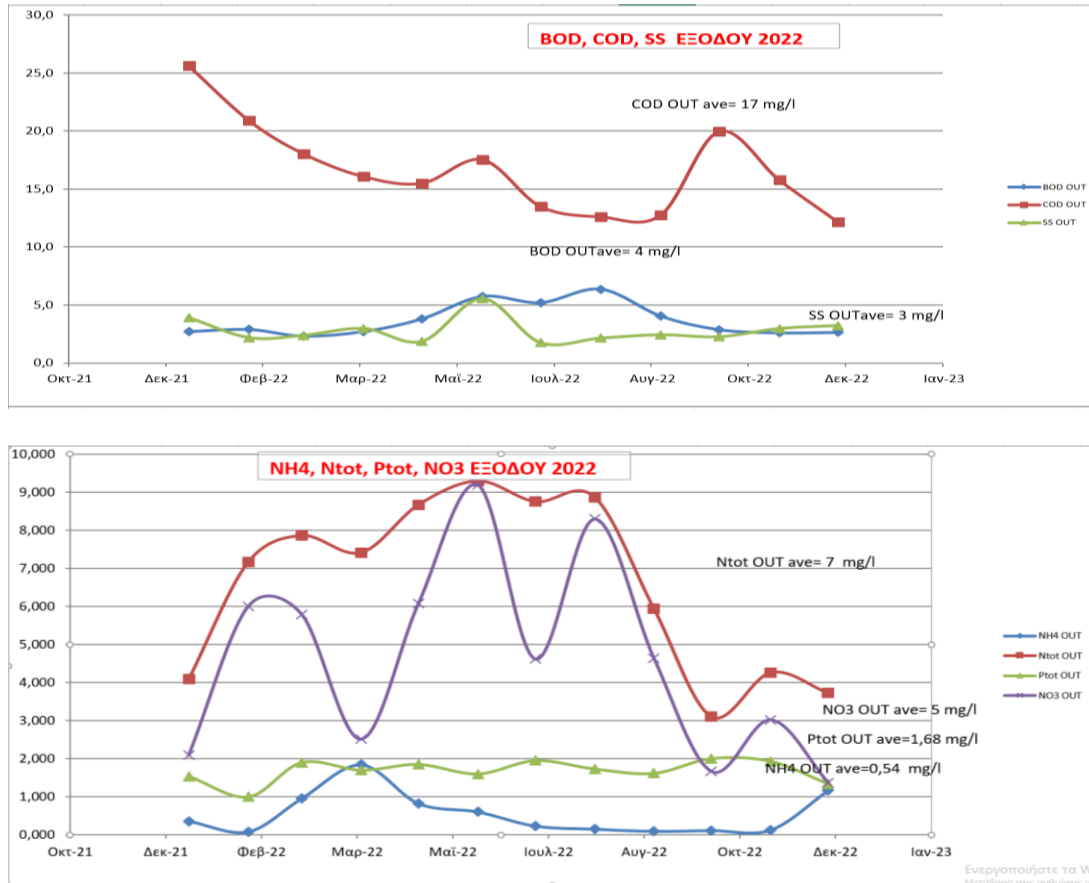
« Επαναηρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων
αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»



Σχήμα 3 : Διάγραμμα παραμετρικών τιμών BOD5,COD,SS ,NH4,Ntot,Ptot,NO3, έτους 2023 , επεξεργασμένων εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Πίνακας 28 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου και εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών- Ετήσια Έκθεση Λειτουργίας Ε.Ε.Λ. Σερρών έτους 2022 (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΕΛ ΣΕΡΡΩΝ ΕΤΟΣ 2022															
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		Ιαν-22	Φεβ-22	Μαρ-22	Απρ-22	Μαϊ-22	Ιουν-22	Ιουλ-22	Αυγ-22	Σεπ-22	Οκτ-22	Νοε-22	Δεκ-22	M.O	ΣΥΝΟΛΑ ΕΤΟΥΣ
ΕΙΣΟΔΟΣ	Παροχή Εισόδου (m ³ /d)	18.586	18.213	18.075	20.042	18.687	21.356	19.138	18.610	18.779	18.562	18948,3	18.575	18.964	6.921.922 m ³
	BOD ₅ (mg/l)	443	346	276	251	247	284	239	187	243	305	288,7	255	280	
	SS (mg/l)	196,9	187,7	199,8	184,1	214,0	184,5	170,5	139,6	142,8	182,9	197,4	201,4	183	
	COD (mg/l)	612	502	469	413	437	424	417	312	365	495	467,5	426	445	
	N-NH ₄ (mg/l)	60,4	53,4	46,9	51,7	63,4	48,2	38,9	46,7	46,9	55,2	56,9	52,4	52	
	N-Ολικό (mg/l)	71,9	69,2	63,5	66,3	72,3	63,7	56,0	57,2	61,8	66,6	69,9	67,0	65	
	P-Ολικός(mg/l)	10,83	11,01	11,32	11,40	14,01	13,36	12,73	10,42	9,91	11,66	13,2	10,69	11,71	
F/M, Kg/Kg/d	0,043	0,036	0,04	0,076	0,076	0,107	0,067	0,048	0,040	0,615	0,059	0,057	0,10		
ΕΞΟΔΟΣ	Παροχή Εξόδου (m ³ /d)	16.849	17.118,9	17.018	18.132	16.816	18.781	16.488	16.430	16.117	15.745	15993,7	16.080	16.797	6.131.029 m ³
	BOD ₅ (mg/l)	2,7	3	2,3	2,7	3,8	5,7	5,2	6,4	4,0	2,9	2,6	2,6	4	
	SS (mg/l)	3,92	2	2,39	2,98	1,86	5,56	1,76	2,15	2,44	2,27	3,0	3,23	3	
	COD (mg/l)	25,6	21	18,0	16,1	15,5	17,5	13,5	12,6	12,8	20,0	15,8	12,2	17	
	N-NO ₃ (mg/l)	2,09	6	5,80	2,51	6,09	9,20	4,62	8,30	4,64	1,66	3,0	1,37	5	
	N-NH ₄ (mg/l)	0,356	0,1	0,954	1,843	0,822	0,602	0,229	0,147	0,090	0,111	0,1	1,167	0,54	
	N-Ολικό (mg/l)	4,1	7	7,9	7,4	8,7	9,3	8,8	8,9	5,9	3,1	4,3	3,7	7	
P-Ολικός(mg/l)	1,54	1,00	1,90	1,70	1,85	1,60	1,95	1,73	1,62	2,00	1,930	1,339	1,68		



Σχήμα 4 : Διάγραμμα παραμετρικών τιμών BOD5,COD,SS ,NH4,Ntot,Ptot,NO3, έτους 2022 , επεξεργασμένων εκροών Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .(Δ.Ε.Υ.Α.Σ, 2023)

Από τους πίνακες 27, 28 και τα σήματα 3 και 4 , διαπιστώνεται ότι υπάρχει τήρηση των περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών στις παραμέτρους BOD5,COD,SS ,NH4,Ntot,Ptot,NO3.

6.2.4. Έλεγχος του έργου , της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών προς τη Διεύθυνση Υγείας για τα δύο (2) τελευταία έτη 2023-2022 – Παρακολούθηση παραμέτρων σύμφωνα με την Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και τους εγκεκριμένους Περιβαλλοντικούς όρους.

Η Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών , προς συμμόρφωση με την νομοθεσία , και έλεγχο του έργου Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων της επιχείρησης με την επωνυμία Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών, κάθε χρόνο αποστέλλει στην Δ/ση Δημόσιας Υγείας και Κοινωνικής Μέριμνας της Περιφερειακής Ενότητας Σερρών:

1. Πίνακα με μέσες μηνιαίες τιμές της παροχής εξόδου καθώς και των παραμέτρων εκροής BOD₅, COD, TSS, N-NH₄, N-NO₃, ολικό N και ολικό P , σύμφωνα με τους Εγκεκριμένους Περιβαλλοντικούς Όρους.

2. Πίνακα με αποτελέσματα ελέγχου των παραμέτρων που ορίζονται στην υπ' αριθμό πρωτ. 09/1662/13-5-2009 Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και αφορούν έλεγχο παραμέτρων στα επεξεργασμένα λύματα. Στον ίδιο πίνακα δίνονται αποτελέσματα ελέγχου των νερών του αποδέκτη πριν και μετά την ζώνη ανάμιξης. Επισημαίνεται ιδιαίτερα ότι τα παραπάνω αποτελέσματα διενεργούνται από Πιστοποιημένο Εργαστήριο Χημικών Αναλύσεων , τόσο προς επίρρωση των αποτελεσμάτων του Χημείου της Ε.Ε.Λ. ,αλλά και προς διενέργεια αναλύσεων παραμέτρων που το Χημείο της Ε.Ε.Λ. ,δεν δύναται να πραγματοποιήσει .

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται τα στοιχεία που έχουνε προσκομισθεί στην Δ/ση Δημόσιας Υγείας Σερρών για τα έτη 2023 και 2022 .

Πίνακας 29 : Παρακολούθηση ποιότητας νερών αποδέκτη σύμφωνα με την Α.Π.09/1662/13-05-2009 Άδειας Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) για το έτος 2023 . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ σύμφωνα με την Α.Π. 09/1662/13-05-2009 Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) ΕΤΟΣ 2023																	
A/A	Ημ/νία	Θέση	pH	Θερμοκρασία °C	Αγωγιμότητα μS/cm	Χλωριούχα mg/L	Βαθμός Αλκαλιώσεως % Na	Βόριο mg/L	Διαλυμένο Οξυγόνο mg/L	Πηκτίνες mg/L	Λίπη mg/L	Έλαια mg/L	Κολλοειδείς Ουσίες mg/L	BOD ₅ mg/L	Αιωρούμενα Στερεά mg/L	COD mg/L	Χρώμα Pt/Co units
1	20/1/2023	1	7,49	17,3	716,0	22,0	25	Δ.Α	7,8	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	3	2,2	23	4,5
	20/1/2023	2	7,54	8,6	1058,0	36,4	31	0,01	8,0	Δ.Α	0,30	0,24	0,31	10	15,8	113	37
	20/1/2023	3	7,60	10,5	902,0	30,0	30	0,01	9,6	Δ.Α	0,24	0,22	0,25	5	10,0	63,7	21
2	21/2/2023	1	7,52	15,8	725,0	20,0	25	Δ.Α	8,0	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	3	2,0	25	4
	21/2/2023	2	7,57	14,2	987,0	32,6	31	0,01	4,7	Δ.Α	0,30	0,25	0,31	10	16,0	107	38
	21/2/2023	3	7,55	14,5	832,0	22,0	30	0,01	9,6	Δ.Α	0,25	0,21	0,24	5	11,0	58,6	22
3	23/3/2023	1	7,50	17,7	651,0	21,2	25	Δ.Α	7,6	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	3,0	2,0	17,7	4,2
	23/3/2023	2	7,55	15,2	962,0	30,5	31	0,01	5,2	Δ.Α	0,31	0,24	0,3	10,0	15,0	82,6	37
	23/3/2023	3	7,53	16,1	723,0	22,7	30	0,01	7,9	Δ.Α	0,24	0,20	0,25	5	10,0	52,3	23
4	27/4/2023	1	7,55	18,9	662,0	17,0	26	Δ.Α	7,5	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	3,0	2,5	27,2	4,5
	27/4/2023	2	7,57	20,5	980,0	29,2	31	0,01	7,1	Δ.Α	0,31	0,25	0,31	10,0	17,0	82,6	38
	27/4/2023	3	7,55	19,3	705,0	21,4	30	0,01	6,8	Δ.Α	0,25	0,21	0,24	5,0	12,0	55	22
5	23/5/2023	1	7,35	21,6	721,0	17,3	25	Δ.Α	7,5	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	3,0	2,0	18	4,2
	23/5/2023	2	7,40	22,7	989,0	31,5	31	0,01	6,8	Δ.Α	0,31	0,24	0,30	10,0	19,0	90,2	40
	23/5/2023	3	7,31	21,5	876,0	22,6	30	0,01	5,8	Δ.Α	0,25	0,20	0,24	5,0	15,0	67,2	25
6	22/6/2023	1	7,47	25,5	773,0	10,2	25,0	Δ.Α	6,8	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	5	3,0	17,2	5
	22/6/2023	2	7,58	26,7	1160,0	23,0	31,0	0,02	6,6	Δ.Α	0,32	0,31	0,36	30,0	16,0	82,6	35
	22/6/2023	3	7,59	28,0	947,0	16,1	30,0	0,02	8,1	Δ.Α	0,26	0,28	0,32	15,0	10,0	47,1	20
ΟΡΙΑ			6,5-8,3	28-30	1000	110	60	< 0.3	>5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	<25	<35	125	<50
Θέση 1:	Στην έξοδο του Βιολογικού																
Θέση 2:	Τάφος 150m ανάντι του Βιολογικού																
Θέση 3:	Τάφος 200m κατάντι του Βιολογικού ,μετά την ανάμιξη των επεξεργασμένων λυμάτων με τα νερά της τάφρου.																
Δ.Α. *:	Δεν ανιχνεύεται																
L.R**:	Low Range = Χαμηλό επίπεδο τιμής																

« Επαναηρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ σύμφωνα με την Α.Π. 09/1662/13-05-2009 'Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών)																ΕΤΟΣ 2023	
A/A	Ημ/νία	Θέση	pH	Θερμοκρασία °C	Αγωγιμότητα μS/cm	Χλωριούχα mg/L	Βαθμός Αλκαλιότητας % Na	Βόριο mg/L	Διαλυμένο Οξυγόνο mg/L	Πηκτικές mg/L	Λίπη mg/L	Έλαια mg/L	Κολλοειδείς Ουσίες mg/L	BOD ₅ mg/L	Αιωρούμενα Στερεά mg/L	COD mg/L	Χρώμα Pt/Co units
7	31/7/2023	1	7,56	27,5	781,0	26,1	25	Δ.Α	9,7	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	5	3,4	20,4	5
	31/7/2023	2	7,67	26,7	1054,0	12,4	31	0,02	8,6	Δ.Α	0,34	0,3	0,41	20	17,2	89,8	34
	31/7/2023	3	7,63	28,0	955,0	18,1	30	0,02	10,1	Δ.Α	0,26	0,26	0,37	10	11,6	51,3	20
8	29/8/2023	1	7,37	26,5	760,0	25,3	25	Δ.Α	6,9	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	14	5,2	26,3	5
	29/8/2023	2	7,67	25,4	986,0	14,2	31	0,02	5,1	Δ.Α	0,34	0,30	0,41	150	22,8	96,4	34
	29/8/2023	3	7,63	25,8	931,0	17,7	30	0,02	5,3	Δ.Α	0,26	0,26	0,37	40	13,3	57,8	20
9	25/9/2023	1	7,22	26,0	714,0	27,5	25	Δ.Α	6,3	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	8	6,3	18,3	5
	25/9/2023	2	7,67	26,0	933,0	17,5	31	0,02	5,5	Δ.Α	0,37	0,36	0,41	130	32,8	90,2	34
	25/9/2023	3	7,78	25,5	867,0	20,0	30	0,02	5,4	Δ.Α	0,30	0,28	0,37	25	17,3	49,9	20
10	26/10/2023	1	7,57	22,4	790,0	24,7	26	Δ.Α	6,3	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	6,0	7,1	29,8	5
	26/10/2023	2	7,73	22,0	1034,0	15,4	34	0,02	5,7	Δ.Α	0,45	0,4	0,49	80,0	37,1	51	34
	26/10/2023	3	7,91	22,2	896,0	18,7	31	0,02	5,85	Δ.Α	0,34	0,32	0,41	22,0	19,3	38,9	20
11	24/11/2023	1	7,38	16,0	757,0	19,5	23	Δ.Α	6,6	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	4,0	6,5	26,6	5
	24/11/2023	2	7,38	15,0	968,0	15,0	32	0,02	5,9	Δ.Α	0,42	0,38	0,40	35,0	33,2	14	34
	24/11/2023	3	7,87	15,5	843,0	17,9	29	0,02	6,3	Δ.Α	0,30	0,29	0,39	19,0	17,5	32,7	20
12	27/12/2023	1	7,27	13,0	1027,0	13,9	21,0	Δ.Α	6,9	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	Δ.Α	4	11,0	28,7	5
	27/12/2023	2	7,38	12,0	1010,0	18,2	29,0	0,02	6,2	Δ.Α	0,45	0,4	0,31	23,0	35,5	19,4	34
	27/12/2023	3	7,87	12,0	1032,0	19,4	27,0	0,02	6,7	Δ.Α	0,33	0,34	0,34	17,0	20,2	34,2	20
ΟΡΙΑ			6,5-8,3	28-30	1000	110	60	< 0,3	>5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	<25	<35	125	<50

Θέση 1: Στην έξοδο του Βιολογικού
 Θέση 2: Τάφος 150m ανάντι του Βιολογικού
 Θέση 3: Τάφος 200m κατάντι του Βιολογικού , μετά την ανάμιξη των επεξεργασμένων λυμάτων με τα νερά της τάφρου.
 Δ.Α. *: Δεν ανιχνεύεται
 L.R **: Low Range = Χαμηλό επίπεδο τιμές

ΔΕΥΑ ΣΕΡΡΩΝ

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
 Δήμου Σερρών
 (ΕΕΛ ΣΕΡΡΩΝ)

ΕΤΟΣ 2023

ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΙ ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΞΟΔΟΥ

Μήνας	Ημερήσια παροχή (m ³ /d)	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	N-NH ₄ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	N-Ολικό (mg/l)	P-Ολικό (mg/l)
Ιανουάριος	17786	2,0	15,10	5,67	0,559	2,87	4,70	1,88
Φεβρουάριος	16636	4,0	23,00	7,00	1,700	2,00	5,00	1,73
Μάρτιος	16848	3,6	19,10	5,60	0,358	4,30	6,00	1,95
Απρίλιος	19002	1,9	15,90	3,38	0,146	5,50	6,40	1,30
Μάιος	20096	2,5	15,20	1,90	0,118	6,05	7,30	1,53
Ιούνιος	18705	3,6	13,70	1,63	0,112	5,03	6,00	0,77
Ιούλιος	18349	4,7	15,70	2,58	0,170	6,03	7,40	1,59
Αύγουστος	17247	4,7	12,90	2,83	0,100	9,10	9,50	1,66
Σεπτέμβριος	17895	4,0	14,30	2,89	0,389	8,63	8,90	1,36
Οκτώβριος	16964	4,0	18,80	7,90	0,601	2,86	4,30	0,88
Νοέμβριος	17471	2,9	24,50	5,80	0,400	1,20	3,50	1,06
Δεκέμβριος	17576	2,6	26,90	5,48	0,412	1,30	5,30	0,47
Μέση τιμή έτους	17881	3,38	17,00	4,39	0,422	4,57	6,19	1,35
ΟΡΙΑ ΕΠΟ (mg/l)		20,0	80,0	30,0	2,0		10,0	2,0
ΛΟΙΠΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ στα επεξεργασμένα λύματα							ΟΡΙΑ ΕΠΟ (mg/l)	
Λίπη-Έλαια : Δεν ανιχνεύονται							0	
Διαλυμένο Οξυγόνο : 7,10 mg/l							>5	
Καθιζάνοντα στερεά σε κώνο Imhoff εντός 2 ωρών : 0,01mg/l							<0,3	

Πίνακας 30 : Παρακολούθηση ποιότητας νερών αποδέκτη σύμφωνα με την Α.Π.09/1662/13-05-2009 Άδειας Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) για το έτος 2022 . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2022)

« Επαναηρησιμοποίηση υγρών αστικών επεξεργασμένων αποβλήτων από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου Σερρών»

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ σύμφωνα με την Α.Π. 09/1662/13-05-2009 'Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) ΕΤΟΣ 2022

A/A	Ημ/μια	Θέση	pH	Θερμοκρασία °C	Αγωγιμότητα μS/cm	Χλωριούχα mg/L	Βαθμός Αλκαλιωσότητας % Na	Βόριο mg/L	Διαλυμένο Οξυγόνο mg/L	Πηκτινικές mg/L	Λίπη mg/L	Έλαια mg/L	Κολλοειδείς Ουσίες mg/L	BOD ₅ mg/L	Αιωρούμενα Στερεά mg/L	COD mg/L	Χρώμα Pt/Co units
1	20/1/2022	1	7,43	14,0	942,0	68,2	29	Δ.Α.	6,4	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	2	3,0	13,1	5
	20/1/2022	2	7,35	5,3	1147,0	52,9	32	0,03	7,0	Δ.Α.	0,36	0,35	0,4	30	18,0	57,9	33
	20/1/2022	3	7,45	6,6	1059,0	46,8	30	0,02	8,8	Δ.Α.	0,24	0,26	0,30	25	11,0	39,5	20
2	22/2/2022	1	7,45	15,6	908,0	10,4	27	Δ.Α.	8,8	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	3	3,0	8	5
	22/2/2022	2	7,30	13,6	1040,0	2,9	31	0,03	5,1	Δ.Α.	0,36	0,35	0,4	40,0	19,0	57,9	33
	22/2/2022	3	7,46	14,8	980,0	9,9	30	0,02	5,5	Δ.Α.	0,25	0,26	0,30	5	10,0	10	20
3	22/3/2022	1	7,44	15,9	889,0	11,9	26	Δ.Α.	7,8	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	2,0	3,0	26,3	5
	22/3/2022	2	7,31	10,0	1085,0	21,3	31	0,03	9,6	Δ.Α.	0,35	0,35	0,4	20,0	18,0	58,5	35
	22/3/2022	3	7,47	13,2	1039,0	20,8	30	0,02	8,9	Δ.Α.	0,24	0,25	0,30	5	10,0	25,5	20
4	26/4/2022	1	7,37	19,8	777,0	13,4	25	Δ.Α.	7,0	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	2,0	3,0	18,3	5
	26/4/2022	2	7,32	24,1	929,0	8,0	31	0,02	8,1	Δ.Α.	0,35	0,34	0,40	20,0	18,0	31,2	36
	26/4/2022	3	7,38	21,8	895,0	11,3	30	0,02	7,6	Δ.Α.	0,24	0,26	0,30	5,0	11,0	41,8	21
5	23/5/2022	1	7,35	23,8	732,0	30,5	25	Δ.Α.	6,8	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	2	3,0	28,3	5
	23/5/2022	2	7,41	24,5	989,0	16,1	31	0,02	7,8	Δ.Α.	0,34	0,33	0,39	72,9	16,0	110	35
	23/5/2022	3	7,28	25,7	943,0	24,6	30	0,02	5,0	Δ.Α.	0,25	0,27	0,30	37,2	10,0	70,1	20
6	21/6/2022	1	7,47	25,0	773,0	23,0	25,0	Δ.Α.	6,7	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	6	3,0	9,9	5
	21/6/2022	2	7,59	26,7	1160,0	10,2	31,0	0,02	6,6	Δ.Α.	0,32	0,31	0,36	30,0	16,0	52,6	35
	21/6/2022	3	7,59	26,0	947,0	16,1	30,0	0,02	8,1	Δ.Α.	0,26	0,28	0,32	15,0	10,0	37,1	20
ΟΡΙΑ			6,5-8,3	28-30	1000	110	60	< 0,3	>5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	<25	<35	125	<50

Θέση 1: Στην έξοδο του Βιολογικού
 Θέση 2: Τάφος 150m ανάντι του Βιολογικού
 Θέση 3: Τάφος 200m κατάντι του Βιολογικού , μετά την ανάμιξη των επεξεργασμένων λυμάτων με τα νερά της τάφρου.
 Δ.Α. *: Δεν ανιχνεύεται
 L.R **: Low Range = Χαμηλό επίπεδο τιμής

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ σύμφωνα με την Α.Π. 09/1662/13-05-2009 'Άδεια Διάθεσης Λυμάτων και ΦΕΚ 711Δ-31/12/2010 (αρ. 873 Απ. Νομάρχη Σερρών) ΕΤΟΣ 2022

A/A	Ημ/μια	Θέση	pH	Θερμοκρασία °C	Αγωγιμότητα μS/cm	Χλωριούχα mg/L	Βαθμός Αλκαλιωσότητας % Na	Βόριο mg/L	Διαλυμένο Οξυγόνο mg/L	Πηκτινικές mg/L	Λίπη mg/L	Έλαια mg/L	Κολλοειδείς Ουσίες mg/L	BOD ₅ mg/L	Αιωρούμενα Στερεά mg/L	COD mg/L	Χρώμα Pt/Co units
7	20/7/2022	1	7,42	26,7	660,0	23,0	25	Δ.Α.	6,9	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	4	30,0	18,4	5
	20/7/2022	2	7,51	30,0	1162,0	13,9	31	0,02	5,6	Δ.Α.	0,32	0,31	0,36	30	18,0	93,9	35
	20/7/2022	3	7,47	27,3	1086,0	19,9	30	0,02	5,2	Δ.Α.	0,26	0,28	0,32	10	10,0	77,6	20
8	22/8/2022	1	7,40	27,0	780,0	24,0	25	Δ.Α.	6,5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	8	3,0	12,5	5
	22/8/2022	2	7,50	26,0	1152,0	14,0	31	0,02	4,5	Δ.Α.	0,32	0,30	0,35	70	18,0	140	36
	22/8/2022	3	7,45	27,0	1026,0	17,2	30	0,02	5,6	Δ.Α.	0,26	0,29	0,35	15	11,0	63,7	21
9	20/9/2022	1	7,16	23,4	884,0	30,1	26	Δ.Α.	7,3	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	10	3,0	20,2	5
	20/9/2022	2	7,25	14,8	1087,0	10,7	31	0,01	5,0	Δ.Α.	0,31	0,27	0,34	42	18,0	61,2	38
	20/9/2022	3	7,22	15,2	1057,0	23,3	30	0,01	6,2	Δ.Α.	0,24	0,25	0,30	25	12,0	38,4	20
10	19/10/2022	1	7,78	19,5	710,0	31,0	24	Δ.Α.	7,0	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	2,0	2,5	25,2	4,6
	19/10/2022	2	7,86	15,0	1048,0	10,5	31	0,01	6,0	Δ.Α.	0,3	0,26	0,32	20,0	16,0	56,9	35
	19/10/2022	3	7,83	14,5	1017,0	22,6	30	0,01	7,6	Δ.Α.	0,24	0,25	0,30	10,0	12,0	42,8	20
11	23/11/2022	1	7,76	18,6	705,0	27,2	25	Δ.Α.	7,8	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	3,0	2,6	18,1	4,5
	23/11/2022	2	7,82	12,7	982,0	10,0	31	0,01	4,5	Δ.Α.	0,3	0,26	0,32	20,0	15,0	53,2	35
	23/11/2022	3	7,80	12,5	820,0	12,2	30	0,01	7,1	Δ.Α.	0,25	0,25	0,30	10,0	11,0	41	20
12	20/12/2022	1	7,75	17,8	692,0	25,0	25,0	Δ.Α.	7,5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	3	2,5	17	4,4
	20/12/2022	2	7,80	7,2	980,0	10,0	31,0	0,01	3,5	Δ.Α.	0,31	0,25	0,30	20,0	15,5	51,2	36
	20/12/2022	3	7,72	8,0	765,0	11,7	30,0	0,01	7,4	Δ.Α.	0,25	0,24	0,28	10,0	10,0	37	20
ΟΡΙΑ			6,5-8,3	28-30	1000	110	60	< 0,3	>5	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	Δ.Α.	<25	<35	125	<50

Θέση 1: Στην έξοδο του Βιολογικού
 Θέση 2: Τάφος 150m ανάντι του Βιολογικού
 Θέση 3: Τάφος 200m κατάντι του Βιολογικού , μετά την ανάμιξη των επεξεργασμένων λυμάτων με τα νερά της τάφρου.
 Δ.Α. *: Δεν ανιχνεύεται
 L.R **: Low Range = Χαμηλό επίπεδο τιμής

ΔΕΥΑΣΕΡΡΩΝ

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

Δήμου Σερρών

(ΕΕΛ ΣΕΡΡΩΝ)

ΕΤΟΣ 2022

ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΙ ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΞΟΔΟΥ

Μήνας	Ημερήσια παροχή (m ³ /d)	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	N-NH4 (mg/l)	N-NO3 (mg/l)	N-Ολικό (mg/l)	P-Ολικό (mg/l)
Ιανουάριος	16849	2,7	25,60	3,92	0,356	2,09	4,10	1,54
Φεβρουάριος	17119	3,0	21,00	2,00	0,100	6,00	7,00	1,00
Μάρτιος	17018	2,3	18,00	2,39	0,954	5,80	7,90	1,90
Απρίλιος	18132	2,7	16,10	2,98	1,843	2,51	7,40	1,70
Μάιος	16816	3,8	15,50	1,86	0,822	6,09	8,70	1,85
Ιούνιος	18781	5,7	17,50	5,56	0,602	9,20	9,30	1,60
Ιούλιος	16488	5,2	13,50	1,76	0,229	4,62	8,80	1,95
Αύγουστος	16430	6,4	12,60	2,15	0,147	8,30	8,90	1,73
Σεπτέμβριος	16117	4,0	12,80	2,44	0,090	4,64	5,90	1,62
Οκτώβριος	15745	2,9	20,00	2,27	0,111	1,66	3,10	2,00
Νοέμβριος	15994	2,6	15,80	3,00	0,100	3,00	4,30	1,93
Δεκέμβριος	16080	2,6	12,20	3,23	1,167	1,37	3,70	1,34
Μέση τιμή έτους	16797	3,66	17,00	2,80	0,543	4,61	6,59	1,68
ΟΡΙΑ ΕΠΟ (mg/l)		20,0	80,0	30,0	2,0		10,0	2,0

ΛΟΙΠΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ στα επεξεργασμένα λύματα ΟΡΙΑ ΕΠΟ (mg/l)

Λίπη-Έλαια : Δεν ανιχνεύονται 0

Διαλυμένο Οξυγόνο : 7,15 mg/l >5

Καθίζοντα στερεά σε κύνο Imhoff εντός 2 ωρών : 0,30mg/l <0,3

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων 29,30 ,γίνεται σαφές ότι επέρχεται βελτίωση στην ποιότητα των νερών του αποδέκτη μετά την ανάμιξη με επεξεργασμένα λύματα της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Δήμου Σερρών.

6.2.5.Παροχή στοιχείων Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών προς το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας ,σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 85/278/ΕΟΚ -Καταχώρηση στοιχείων στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος.

Κάθε χρόνο οι υπεύθυνοι της Ε.Ε.Λ. , αποστέλλουν συμπληρωμένο ερωτηματολόγιο σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 85/278/ΕΟΚ για παροχή στοιχείων από την Ε.Ε.Λ. προς το Τμήμα Μητρώου , Αδειοδοτήσεων και Στατιστικών Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.Τα στοιχεία αυτά αποστέλλονται έπειτα στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή-Eurostat . Τα στοιχεία που αποστέλλονται αναφορικά με την ποσότητα της παραγόμενης ιλύος , την ποιοτική σύσταση, το ποσοστό υγρασίας και τον τρόπο διάθεσης/αξιοποίησης αυτής , πρέπει να συμφωνούν με αυτά που δηλώνονται για την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών στην πλατφόρμα του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων .

Η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , ως παραγωγός μη επικίνδυνων αποβλήτων , οφείλει να διαχειρίζεται τα παραγόμενα απόβλητα σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία .Πράγματι για τον λόγο αυτό η Δ.Ε.Υ.Α.Σ έχει προκηρύξει Ανοιχτούς Δημόσιους Διαγωνισμούς και έχει υπογράψει συμβάσεις με οικονομικούς φορείς που διαθέτουν τις απαιτούμενες άδειες μεταφοράς και διαχείρισης των μη επικίνδυνων αποβλήτων που παράγει , με κωδικούς ΕΚΑ 190805 , ΕΚΑ 190801 και ΕΚΑ 190801 .Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνεται η παραγόμενη ποσότητα μη επικίνδυνων αποβλήτων στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , κατά την τελευταία 10ετία .Επισημαίνεται ότι για όλες τις αναφερόμενες ποσότητες αποβλήτων υπάρχουν στο αρχείο της Ε.Ε.Λ. οι αντίστοιχες Βεβαιώσεις Διαχείρισης από τις Εγκαταστάσεις παραλαβής και τα σχετικά τριπλότυπα –ζυγολόγια και είναι στη διάθεση κάθε αρμόδιας υπηρεσίας.

Πίνακας 31 : Μη Επικίνδυνα παραγόμενα απόβλητα από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών
την τελευταία 10ετία -Καταχωρημένα στο Η.Μ.Α. (Δ.Ε.Υ.Α.Σ , 2023)

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ Ε.Ε.Λ. ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ (ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΣΤΟ Η.Μ.Α.)			
ΕΤΟΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ (ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)		
	ΕΚΑ 190805	ΕΚΑ 190801	ΕΚΑ 190802
	Λάσπες -Ιλύς από Ε.Ε.Λ.	Εσχαρίσματα	Από Αμμοσυλλέκτη
	Μέθοδος Διάθεσης Ιλύος - Κομποστοποίηση (R3)		
Παραγόμενη ποσότητα (τόνοι /έτος)			
2023	6.254,84	2,34	21,57
2022	7.503,39	9,66	49,18
2021	6.515,04	6,22	10
2020	6.417,19	21,11	36,64
2019	5.654,70	9,54	38,17
2018	3.894,76	6,9	45,33
2017	3.057,07	6,9	37,6
2016	2.775,47	8,6	63,9
2015	3.415,00	9	75
2014	2.676,36	8	72

Η Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών , τηρώντας την νομοθεσία και προς συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 86/278/ΕΟΚ , «σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία», διενεργεί εργαστηριακές αναλύσεις σε διαπιστευμένο εργαστήριο ,της αφυδατωμένης ιλύος από την έξοδο της Μονάδας Αφυδάτωσης τουλάχιστον κάθε έξι μήνες . Η Έκθεση δοκιμών που διενεργήθηκε το 2023 σε αφυδατωμένη ιλύ της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών για ύπαρξη συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων , αποτυπώνεται στον πίνακα 32.

Πίνακας 32: Έκθεση Δοκιμών Ιλύος αφυδατωμένης Ιλύος Ε.Ε.Λ. Σερρών τον Μάιο 2023 στο διαπιστευμένο εργαστήριο Envirolab . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΩΝ

Πελάτης	Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών – Τμήμα Ε.Ε.Λ.
Περιγραφή Δείγματος	ΛΑΣΠΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΣΕΡΡΩΝ
Ημερομηνία παραλαβής δείγματος	11/05/2023
Περίοδος Ανάλυσης	12/05/2023 - 17/05/2023
Κωδικός δείγματος	2023-28133
Είδος ανάλυσης	Φυσικοχημική

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Παράμετρος	Μονάδες	Τιμή	Όριο αναφοράς	Μέθοδος
Ολικός Φώσφορος (TP)	mg/kg d.w.	31650	10	HACH LCK 349 (εκ της τέφρας)*
Ολικός Οργανικός Ανθρακας (TOC)	% d.w.	31	0,1	Υπολογιστικά (εκ της τέφρας)*
Ολικό Άζωτο Kjeldahl (TKN)	mg/kg d.w.	56682	0,5	APHA 4500-Norg C 21th Ed (kjeldahl) *
pH	PH units	6.50		ASTM D1293 - 99 (2005) σε 1:10 εκχ με DIW*
Ολικά Στερεά (TS)	%	17,0	0,1	Τροποποιημένη μέθοδος (MA-23) APHA 2540
Χαλκός (Cu)	mg/kg d.w.	150	1.5	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Σίδηρος (Fe)	mg/kg d.w.	17620	1.3	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Ψευδάργυρος (Zn)	mg/kg d.w.	620	2.3	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Μαγγάνιο (Mn)	mg/kg d.w.	760	0.3	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Μόλυβδος (Pb)	mg/kg d.w.	34	0.3	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Κάδμιο (Cd)	mg/kg d.w.	1,4	0.05	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Νικέλιο (Ni)	mg/kg d.w.	22	0.4	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Χρόμιο (Cr)	mg/kg d.w.	28	0.5	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Αρσενικό (As)	mg/kg d.w.	7,2	0.03	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Υδράργυρος (Hg)	mg/kg d.w.	0,45	0.02	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)
Κοβάλτιο (Co)	mg/kg d.w.	3,8	0.1	Τροπ.βασισμένη στο πρότυπο APHA 3125 A,B με Τεχνική Φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικός συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)

Από την παραπάνω ανάλυση επιβεβαιώνεται η μη ύπαρξη βαρέων μετάλλων

στην παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύ της Ε.Ε.Λ. Σερρών .

6.3. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών - σύγκριση με τις εγκεκριμένες ΑΕΠΟ του έργου ,για τήρηση ή μη των περιβαλλοντικών της όρων .

Από το σύνολο των στοιχείων που έχουν παρουσιαστεί έως τώρα στην παρούσα διπλωματική εργασία στο Κεφάλαιο 6 και ειδικότερα στις παραγράφους 6.1, 6.2.1, 6.2.2., 6.2.3, 6.2.4, και 6.2.5., αλλά και στο Κεφάλαιο 5 όπου γίνεται μια εκτενής περιγραφή της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών ,είναι σαφές ότι η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών τηρεί τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς της όρους στο σύνολό τους . Οι τιμές των ρυπαντικών φορτίων στα επεξεργασμένα λύματα είναι εντός των προβλεπόμενων ορίων . Επομένως μπορούμε να εξετάσουμε πλέον , εάν τηρούνται οι όροι που έχουν θεσπιστεί για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων σύμφωνα με την ΚΥΑ 145116/2011 .

6.4. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών -σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει η ΚΥΑ 145116/2011 της επαναχρησιμοποίησης -Εξαγωγή συμπερασμάτων.

Για να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε εάν μπορεί να γίνει επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , πρέπει να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των εκροών με τους πίνακες της ΚΥΑ 145116/2011 και συγκεκριμένα τους πίνακες 1,2,3 του παραρτήματος Ι . (βλέπε πίνακες 9,10,11 παρ.4.2.3.,της παρούσας διπλωματικής , σελ. 51,52) .

Από το τηρούμενο αρχείο του Χημείου της Ε.Ε.Λ. ,για το έτος 2023 διενεργήθηκαν 202 αναλύσεις του BOD5 και 229 αναλύσεις για τα SS στην εκροή της Ε.Ε.Λ. Το σύνολο των ημερήσιων τιμών των παραπάνω παραμετρικών τιμών αποτυπώνονται στους πίνακες 33 και 34 .

Πίνακας 33 : Σύνολο Ημερήσιων τιμών BOD5 για το έτος 2023 από την εκροή της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Από την ανάλυση των παραπάνω πινάκων εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι τιμές του BOD5 στο σύνολό τους ήτανε κάτω από το όριο της ΚΥΑ 5673/400/1997 (25 mg/l) .Επίσης το σύνολο των τιμών των SS ήτανε κάτω από το όριο της ΚΥΑ 5673/400/1997 (35 mg/l)

Σύμφωνα με το αρχείο της Ε.Ε.Λ. , οι μικροβιολογικές αναλύσεις που έχουνε διενεργηθεί αποτυπώνονται στον πίνακα 35. Παρατίθεται πιστοποιητικό ανάλυσης από διαπιστευμένο εργαστήριο στον πίνακα 36 .

Πίνακας 35 : Μικροβιολογικές αναλύσεις στην Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών(Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Μικροβιολογικές αναλύσεις Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών								
Η θέση δειγματοληψίας είναι από το φρεάτιο εξόδου των επεξεργασμένων λυμάτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών								
Παράμετρος	Μονάδες	Αποτελέσματα						Μέθοδος*
		09.10.23	25.10.23	07.11.23	29.11.23	08.12.23	18.12.23	
Total Coliforms Έξοδος	cfu/100ml	3	5	4	4	6	3	ISO 9308-1:2014
E. Coli Έξοδος	cfu/100ml	0	0	0	0	0	1	ISO 9308-1:2014
Μέθοδος διήθησης του δείγματος μέσω μεμβρανών στις αντίστοιχες ποσότητες.								

Διαπιστώνεται ότι όλες οι τιμές E.Coli είναι κάτω από το όριο των 200 που ορίζει ο πίνακας 1 της ΚΥΑ 145116/2011 .

Πίνακας 36 : Πιστοποιητικό ανάλυσης από διαπιστευμένο εργαστήριο, Q lab (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ / CERTIFICATE OF ANALYSIS			
Κωδικός Δείγματος: 38616-4	Δειγματοληψία από:	Πελάτη / Customer	
Sample Code:	Sampling from:		
Περιγραφή δείγματος: Υγρό-Απόβλητο / Liquid-Waste	Σημείο Δειγματοληψίας:		
Sample Description:	Sampling Point:		
Θερμοκρασία: 7,0°C	Μέθοδος Δειγματοληψίας:		
Temperature:	Sampling Method:		
Ημ/νία παραλαβής: 29/11/2023	Κατάσταση δείγματος:	Κανονική / Normal	
Date of Receipt:	State of Sample:		
Ημ. Έναρξης δοκιμής: 30/11/2023	Ημ/νία Δειγματοληψίας:	29/11/2023 12:00:00πμ	
Start of Analysis:	Sampling Date:		
Ημ. Ολοκλήρ. δοκιμής: 1/12/2023	Ποσότητα:	250 ml	
End of Analysis:	Quantity:		
Στοιχεία Δείγματος: ΕΕΛ ΔΕΥΑ Σερρών Έξοδος χλωριωμένο (φρεάτιο εξόδου εντός ΕΕΛ)			
Sample Details:			
Δ Παράμετρος	Μέθοδος	Αποτέλεσμα	μ.μ.
Parameter	Method	Result	m.u.
<input checked="" type="checkbox"/> Ολικά Κολοβακτηριοειδή / Total Coliforms ISO 9308-1:2014		est.4	cfu/100mL
<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia Coli ISO 9308-1:2014		N.D.	cfu/100mL
est: Σύμφωνα με ISO 8199:2018, 3-9 αποικίες κατά προσέγγιση/According to ISO 8199:2018, 3-9 colonies estimated			
N.D.: Not detected / Δεν ανιχνεύθηκε			

Για να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση, σύμφωνα με τον πίνακα 4 του παραρτήματος II της ΚΥΑ145116/2011, πρέπει να τηρούνται μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων και στοιχείων στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Η Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών προκειμένου να εξετάσει την παραπάνω απαίτηση, διενεργεί 4 φορές το χρόνο τις σχετικές αναλύσεις, τα αποτελέσματα των οποίων για το έτος 2023, αποτυπώνονται στον πίνακα 37.

Πίνακας 37 : Αναλύσεις μετάλλων και στοιχείων έτους 2023 σε επεξεργασμένα υγρά απόβλητα της Ε.Ε.Λ. Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

Αναλύσεις μετάλλων και στοιχείων έτους 2023 σε επεξεργασμένα υγρά απόβλητα της Ε.Ε.Λ. Σερρών .						
Μέταλλο	Μονάδα μέτρησης	Μέγιστη συγκέντρωση βάση ΚΥΑ 145116/2011	Ημερομηνία Ανάλυσης			
			18/1/2023	18/7/2023	10/10/2023	27/12/2023
AL (αργίλιο)	(mg/l)	5				
As (αρσενικό)	(mg/l)	0.1				
Be (βηρύλλιο)	(mg/l)	0.1				
Cd (κάδμιο)	(mg/l)	0.01				
Co (κοβάλτιο)	(mg/l)	0.05				
Cr (χρώμα)	(mg/l)	0.1	0,014	0,063	0,009	0,005
Cu (χαλκός)	(mg/l)	0.2	0,079	0,062	0,108	0,129
F (φθόριο)	(mg/l)	1.0				
Fe (σίδηρος)	(mg/l)	3.0	0,285	0,07	0,099	0,109
Li (λίθιο)	(mg/l)	2.5				
Mn (μαγγάνιο)	(mg/l)	0.2	0,173	0,218	0,155	0,186
Mo (μολυβδαίνιο)	(mg/l)	0.01				
Ni (νικέλιο)	(mg/l)	0.2	0,075	0,048	0,042	0,056
Pb (μόλυβδος)	(mg/l)	0.1	0,92	0,124	0,082	0,138
Se (σελήνιο)	(mg/l)	0.02				
V (βανάδιο)	(mg/l)	0.1				
Zn (ψευδάργυρος)	(mg/l)	2.0	0,052	0,05	0,125	0,117
Hg (υδράργυρος)	(mg/l)	0.002				
B (βόριο)	(mg/l)	2				

Από την ανάλυση του ανωτέρω πίνακα , συμπεραίνουμε ότι τηρούνται οι μέγιστες συγκεντρώσεις των μετάλλων βάση της ΚΥΑ 145116/2011 επαναχρησιμοποίησης .

Λαμβάνοντας υπόψιν τον πίνακα 1 της ΚΥΑ 145116/2011(βλέπε πίνακα 9 , παρ. 4.2.3. της παρούσας διπλωματικής) , αλλά και τους παραπάνω πίνακες 33,34,35,37 συμπεραίνουμε ότι τηρούνται οι προϋποθέσεις για επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την Ε.Ε.Λ. Σερρών , για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα που δεν χρησιμοποιείται για πόση. Επίσης ικανοποιείται η απαίτηση του πίνακα 1 για την κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία (δευτεροβάθμια επεξεργασία και απολύμανση) , αλλά και η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων .Επισημαίνεται ιδιαίτερα ότι αναφέρεται στην ,απόφαση τροποποίησης-ανανέωσης της ΑΕΠΟ της Ε.Ε.Λ. Σερρών,ότι προβλέπεται η επαναχρησιμοποίηση για περιορισμένη άρδευση επιλεγμένων καλλιεργειών ή άλλων εκτάσεων .Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι μπορεί να λάβει χώρα η επαναχρησιμοποίηση των

επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , για περιορισμένη
άρδευση άμεσα .

Για να εξετάσουμε την δυνατότητα για επαναχρησιμοποίηση για απεριόριστη άρδευση , οφείλουμε να λάβουμε υπόψιν τους περιορισμούς του πίνακα 2 του παραρτήματος 1 της ΚΥΑ 145116/2011 (βλέπε πίνακα 10 , παρ. 4.2.3. της παρούσας εργασίας) . Από την ανάλυση των παραπάνω πινάκων 33,34 εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι τιμές του BOD5 που μετρήθηκαν κάτω από 10mg/l (που ορίζει ο πίνακας 2 της ΚΥΑ145116/2011) ,είναι περισσότερο από το 80% των δειγμάτων . Συγκεκριμένα , το 100% των δειγμάτων ήταν κάτω από 10 mg /l .Για την παράμετρο SS ,από τα 229 δείγματα του έτους κάτω από τα 10 mg/ l ,μετρήθηκε το 96% των δειγμάτων , ήτοι 221 δείγματα, δηλαδή πάνω από το 80% των δειγμάτων που ορίζει η ΚΥΑ .Επίσης από τις μικροβιολογικές αναλύσεις που υπήρχαν διαθέσιμες , διαπιστώθηκε ότι η μέτρηση των E.Coli είναι κάτω από το όριο των 5 που ορίζει ο πίνακας 1 της ΚΥΑ 145116/2011 . Όμως πρέπει να επισημανθεί ότι για την συχνότητα δειγματοληψιών των EC , επειδή η Ε.Ε.Λ. Σερρών είναι δυναμικότητας άνω των 50.000 κατοίκων , απαιτείται κατ' ελάχιστο 4 μικροβιολογικές αναλύσεις την εβδομάδα . (Αυτή την περίοδο στην Ε.Ε.Λ., πραγματοποιούνται 2 μικροβιολογικές αναλύσεις το μήνα για Ολικά Κολοβακτηριοειδή και E.coli ,σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς της όρους). Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι η δευτεροβάθμια επεξεργασία , ακολουθείται από τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση, διότι από το 2009 έχει γίνει επέκταση στην Ε.Ε.Λ. και έχει προστεθεί μονάδα Χημικής αποφωσφόρωσης ,για την απομάκρυνση φωσφόρου .Χρησιμοποιείται διάλυμα τρισθενούς χλωριούχου θεικού σιδήρου με την εμπορική ονομασία Ferrisol 123.Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, παρόλο που καλύπτονται οι αυστηρότερες απαιτήσεις για τις παραμέτρους BOD5 και SS , η απεριόριστη άρδευση των επεξεργασμένων λυμάτων δεν μπορεί να λάβει χώρα , εάν δεν τηρηθεί και η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών αναφορικά για τα E.Coli.

Επισημαίνεται ότι η επαναχρησιμοποίηση για αστική και περιαστική χρήση , σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς του πίνακα 3 του παραρτήματος 1

της ΚΥΑ 145116/2011(βλέπε πίνακα 11 παρ. 4.2.3. της παρούσας διπλωματικής) , επίσης δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί . Και αυτό διότι παρόλο που επιτυγχάνονται οι προϋποθέσεις για το BOD5 (το ποσοστό μετρήσεων < 10mg/l ήτανε πάνω από το 80%,) , για την παράμετρο SS ,το ποσοστό μετρήσεων που ήτανε < 2mg/l , ήτανε μόνο 28% , αντί του ελάχιστου 80% σύμφωνα με την απαίτηση. Επιπρόσθετα θα πρέπει να διενεργούνται και μετρήσεις για θολότητα και διαπερατότητα , τουλάχιστον 4 φορές την εβδομάδα που δεν διενεργούνται στην Ε.Ε.Λ. Τέλος δεν καλύπτεται και η απαίτηση για προχωρημένη επεξεργασία όπως σύστημα μεμβρανών (συνίσταται τουλάχιστον υπερδιήθηση) .

Σύμφωνα με την ΚΥΑ145116/2011 ,για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων , πρέπει να τηρούνται και οι μέγιστες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας του πίνακα 6 του παραρτήματος IV (βλέπε πίνακα 16 , παρ.4.2.3. της παρούσας διπλωματικής) . Διευκρινίζεται όμως ότι τα όρια αυτού του πίνακα έχουν εφαρμογή σε εγκαταστάσεις δυναμικότητας άνω των 100.000 κατοίκων .Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών στην παρούσα φάση έχει δυναμικότητα 88.000 κατοίκων ,συμπεραίνουμε ότι δεν έχει εφαρμογή σήμερα.. Σε περίπτωση όμως που υλοποιηθεί η επέκταση της Ε.Ε.Λ., σύμφωνα με την τελευταία τροποποίηση της ΑΕΠΟ της, και η Ε.Ε.Λ. Σερρών θα εξυπηρετεί 111.000 κατοίκους , τότε τα όρια του πίνακα 6 της ΚΥΑ145116/2011 , θα πρέπει να ισχύουν και για την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών .(αυτή την περίπτωση θα την εξετάσουμε στο Κεφάλαιο 7 της παρούσας διπλωματικής εργασίας .

6.5 Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών -σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει ο κανονισμός ΕΕ 2020/741 της επαναχρησιμοποίησης - Εξαγωγή συμπερασμάτων.

Σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 202/741 ,στο παράρτημα 1, τμήμα II, πίνακας 2 (βλέπε πίνακα 16 , παρ. 4.3.1. της παρούσας διπλωματικής) , ορίζονται οι απαιτήσεις ποιότητας προκειμένου να είναι δυνατή η χρήση του επεξεργασμένου νερού για άρδευση .Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών που αποτυπώθηκαν στους πίνακες 33,34,35,37 (παρ.6.4. της παρούσας εργασίας) μπορούμε να συμπεράνουμε ότι για τις κατηγορίες ποιότητας ανακτημένου νερού

Β,Γ,Δ του πίνακα 2 του κανονισμού ,τηρούνται οι όροι για τις παραμέτρους E.coli(<100-10.000 αριθμός/100ml) , BOD5(<25 mg/l) και TSS< 35 mg/l) .Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει να μετρούνται και τα Legionella spp και τα εντερικά νηματώδη(αβγά ελμίνθων).Επειδή όμως δεν μετρούνται καθόλου οι συγκεκριμένες παράμετροι στην Ε.Ε.Λ. Σερρών ,τελικά εξάγουμε το συμπέρασμα ότι δεν πληρούνται συνολικά οι ελάχιστες απαιτήσεις για τις κατηγορίες ποιότητας ανακτημένου νερού Β,Γ,Δ του πίνακα 2 του κανονισμού 2020/741, προκειμένου να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Σερρών για γεωργική χρήση .Για την κατηγορία ποιότητας ανακτημένου νερού Α του πίνακα 2 του κανονισμού έχουμε να παρατηρήσουμε ότι ,εκτός από το γεγονός ότι δεν μετρούνται οι τιμές για τα Legionella spp και τα εντερικά νηματώδη(αβγά ελμίνθων), δεν γίνονται μετρήσεις στην Ε.Ε.Λ. Σερρών και για την θολότητα(NTU)<=5.Επιπρόσθετα στην Ε.Ε.Λ. Σερρών ,δεν πληρείται ο όρος για την ελάχιστη απαιτούμενη επεξεργασία των λυμάτων που είναι η Διήθηση . Αναφορικά με τις τιμές της παραμέτρου TSS τίθεται η απαίτηση για τιμή <10mg/l και για το 90% των δειγμάτων .Υπενθυμίζουμε ότι σύμφωνα με τον πίνακα 34 για τις μετρήσεις των TSS της Ε.Ε.Λ. Σερρών για το έτος 2023 , από τις 229 μετρούμενες τιμές ,οι 221 τιμές , ποσοστό 96.5% είναι κάτω των 10mg/l.Δηλαδή ικανοποιείται η απαίτηση του κανονισμού για τα TSS. Συνολικά όμως εξάγουμε το συμπέρασμα ότι και για την κατηγορία ποιότητας ανακτημένου νερού Α του πίνακα 2 του κανονισμού ,ότι δεν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της Ε.Ε.Λ. Σερρών για γεωργική χρήση.

Επισημαίνεται ιδιαίτερα ότι ακόμη και αν πληρούνταν οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ποιότητα του νερού σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 202/741 ,στο παράρτημα 1, τμήμα ΙΙ, πίνακας 2 (βλέπε πίνακα 16 , παρ. 4.3.1. της παρούσας διπλωματικής), πρέπει να πληρούνται και προϋποθέσεις ελάχιστης παρακολούθησης, όπως αποτυπώνονται στον πίνακα 3 του κανονισμού και να υπάρχει αξιολόγηση αν πληρούνται οι στόχοι απόδοσης (μείωση log10) σύμφωνα με τον πίνακα 4 του κανονισμού .(βλέπε πίνακες 17,18 ,παρ.4.3.1. της παρούσας διπλωματικής εργασίας)

Επίσης απαραίτητη προϋπόθεση για να επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση ,πρέπει να έχει εκδοθεί άδεια. Για την έκδοση της άδειας υποχρεωτικά πρέπει προηγουμένως να έχει καταρτιστεί σχέδιο διαχείρισης κινδύνου από τον υπεύθυνο λειτουργίας του έργου ανάκτησης, το οποίο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου πρέπει να είναι σύμφωνο με τα όσα ορίζονται στο παράρτημα ΙΙ του κανονισμού ΕΕ 2020/741.

Κεφάλαιο 7 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ-ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ. ΔΗΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ .

ΓΕΝΙΚΑ 7.1.

Η επέκταση της δυναμικότητας της ΕΕΛ θα γίνει, μέσω συστήματος βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (MBR), δηλαδή με κατασκευή επιπλέον μίας γραμμής βιολογικής επεξεργασίας, όπου ο διαχωρισμός στερεής και υγρής φάσης θα γίνει με μεμβράνες διήθησης (υπερδιήθησης).

Κύριος γνώμονας της απόφασης της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών αποτέλεσε η εφαρμογή της βέλτιστης δυνατής τεχνολογίας που εξασφαλίζει αυτοματοποιημένη λειτουργία, περιορισμό περιβαλλοντικών οχλήσεων και ευελιξία κατά τη λειτουργία. Σημαντική παράμετρος είναι επίσης η δυνατότητα για αποκόμιση οφέλους από την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων εκροών, που θα πληρούν τις πλέον αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας ,καθώς θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αστική και περιαστική χρήση , σύμφωνα με τη σχετική ΚΥΑ.145116/2011, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω. Σημαντικό ρόλο στην απόφαση της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών για επέκταση με χρήση μεμβρανών αποτέλεσαν τα παρακάτω :

- Μεγάλη συμβατότητα με την υφιστάμενη εγκατάσταση και την υπάρχουσα υδραυλική μηκοτομή .
- Χρήση σύγχρονων τεχνολογιών επεξεργασίας λυμάτων με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων.
- Δυνατότητα εκμετάλλευσης των διαυγασμένων και πώλησης σε ιδιώτες (π.χ βιομηχανία), κάλυψη αρδευτικών αναγκών, εγκαταστάσεις αναψυχής,

κατάσβεση πυρκαγιών, περιαστική χρήση για πλύση οδών-
πεζοδρόμων, διακοσμητικά συντριβάνια κτλ.

7.1.1. Δεδομένα σχεδιασμού επέκτασης.

Η επέκταση της δυναμικότητας της ΕΕΛ θα γίνει για την εξυπηρέτηση επιπλέον 21.000 Ισοδυνάμων Κατοίκων (Ι.Κ.). Τα συνολικά φορτία και οι παροχές που θα εξυπηρετεί η ΕΕΛ μετά την ολοκλήρωση των έργων επέκτασης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 38: Συνολικά δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Σερρών μετά την επέκταση (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Συνολικά δεδομένα σχεδιασμού Ε.Ε.Λ. Σερρών μετά την επέκταση			
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΕΡΓΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ	
		Χειμώνας	Καλοκαίρι
Πληθυσμός	#	111.000	111.000
Μέγιστη ημερήσια παροχή (Παροχή σχεδιασμού)	m ³ /d	24.200	24.200
Παροχή αιχμής	m ³ /h	2.319,17	2.319,17
BOD ₅	kg/d	9.000	9.000
	mg/l	372	372
SS	kg/d	13.500	13.500
	mg/l	558	558
TN	kg/d	1.800	1.800
	mg/l	74	74
TP	kg/d	360	360
	mg/l	14,9	14,9
T	°C	12	22

Η υφιστάμενη εγκατάσταση προβλέπεται να παραλαμβάνει τη μέγιστη παροχή και ρυπαντικά φορτία, για τα οποία έχει σχεδιαστεί, ενώ η επιπρόσθετη παροχή, που αντιστοιχεί σε 21.000 ΙΚ θα παραλαμβάνεται από τη νέα γραμμή επεξεργασίας (Β' φάσης). Συγκεκριμένα, η νέα γραμμή MBR θα παραλαμβάνει τα παρακάτω φορτία:

Πίνακας 39: Δεδομένα σχεδιασμού νέας γραμμής MBR (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

Δεδομένα σχεδιασμού νέας γραμμής MBR			
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΕΡΓΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ	
		Χειμώνας	Καλοκαίρι
Πληθυσμός	#	21.000	21.000
Μέγιστη ημερήσια παροχή (Παροχή σχεδιασμού)	m ³ /d	4.400	4.400
Παροχή αιχμής	m ³ /h	422	422
BOD ₅	kg/d	1.800	1.800
	mg/l	409	409
SS	kg/d	2.700	2.700
	mg/l	614	614
TN	kg/d	300	300
	mg/l	68	68
TP	kg/d	60	60
	mg/l	14	14
T	°C	12	22

Ο σχεδιασμός των έργων της γραμμής της Β' φάσης θα επιτρέπει τα παρακάτω όρια εκροής.

Πίνακας 40: Μελλοντικά όρια εκροής γραμμής Β' φάσης Ε.Ε.Λ. Σερρών με MBR . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ. , 2023)

Μελλοντικά όρια εκροής γραμμής φάσης Β' Ε.Ε.Λ. Σερρών με MBR	
Παράμετρος	Τιμή
BOD ₅	≤ 10 mg/L για το 80% των δειγμάτων
Θολότητα	≤ 2 NTU διάμεση τιμή
Αιωρούμενα Στερεά SS	≤ 2 mg/L για το 80% των δειγμάτων
Total Coli	≤ 2 TC/100 ml για το 80% των δειγμάτων και
	≤ 20 TC/100 ml για το 95% των δειγμάτων
E. Coli	0
COD	< 80 mg/L
Καθιζάνοντα στερεά εντός 2 ωρών σε κώνο Imhoff	< 0,3 mL/L
Ολικό άζωτο TN	< 10 mg/L
Αμμωνιακό άζωτο NH ₄ -N	≤ 2 mg/L
Ολικός φώσφορος TP	< 2 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό < 100.000 ατ.
Ολικός φώσφορος TP	< 1 mg/l για εξυπηρετούμενο πληθυσμό > 100.000 ατ.
Λίπη – Έλαια	≤ 0,1 mg/l
Επιπλέοντα στερεά	0

7.2. Περιγραφή των προτεινόμενων νέων παρεμβάσεων

Μετά τα έργα προεπεξεργασίας, τμήμα της παροχής θα οδηγείται στη νέα μονάδα MBR, ενώ η υπόλοιπη παροχή θα οδηγείται στις υφιστάμενες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας και θα διατίθεται στον τελικό αποδέκτη, όπως και σήμερα.

Δεξαμενή Εξισορρόπησης

Θα κατασκευαστεί δεξαμενή εξισορρόπησης για τη διαχείριση των αιχμών των παροχών εισόδου. Η νέα δεξαμενή εξισορρόπησης θα είναι κατάλληλων διαστάσεων όγκου 5.000 m³

Βιολογικός αντιδραστήρας (νέας γραμμής)

Χημική κατακρήμνιση φωσφόρου

Με τις βιολογικές διεργασίες επιτυγχάνεται βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου κατά μέγιστο μέχρι 70% του ημερήσιου φορτίου. Για την περαιτέρω απομάκρυνση του φωσφόρου (εκτός από τη βιολογική απομάκρυνσή του) είναι αναγκαία η χημική κατακρήμνισή του. Η κατακρήμνιση του φωσφόρου θα γίνει με κατάλληλο κροκιδωτικό διάλυμα. Θα εγκατασταθεί δοχείο αποθήκευσης , που επαρκεί για περισσότερες από 20 ημέρες.

Λεπτοεσχάρωση

Στην μονάδα θα οδηγούνται τα λύματα μετά τα υφιστάμενα έργα προεπεξεργασίας. Η λεπτοεσχάρωση είναι απαραίτητη για την ορθή λειτουργία των μεμβρανών και την αποφυγή έμφραξής τους. Η μονάδα λεπτοεσχάρωσης αποτελείται από κόσκινα, έχει τύμπανο εσχάρωσης, διάταξη έκπλυσης και διάθεσης των εσχαρισμάτων σε κοχλία μεταφοράς - συμπίεσης, καθώς και υπερχειλίση υψηλής στάθμης, μέσω της οποίας τα υπερχειλίζοντα οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Ανοξική δεξαμενή – αερόβια δεξαμενή – δεξαμενές μεμβρανών

Οι βιοαντιδραστήρες μεμβρανών είναι σύστημα ενεργού ιλύος, κατά το οποίο ο διαχωρισμός υγρών – στερεών γίνεται με την βοήθεια μεμβρανών και όχι σε δεξαμενές καθίζησης, οι οποίες δεν είναι απαραίτητες σε μια εγκατάσταση MBR. Για την επεξεργασία των νέων φορτίων προβλέπεται η κατασκευή ενός νέου βιοαντιδραστήρα ενδεικτικού συνολικού όγκου 4.000 m³, με 1.400 m³ ανοξικής

δεξαμενής και 2.600 m³ αερόβιας δεξαμενής και δεξαμενές μεμβρανών εντός των οποίων θα τοποθετηθούν οι μεμβράνες σε συστοιχίες.

Κτίριο εξυπηρέτησης μεμβρανών

Παρακείμενα της νέα γραμμής μεμβρανών προβλέπεται η κατασκευή νέου κτιρίου εξυπηρέτησης μεμβρανών - φυσητήρων, στο οποίο θα στεγάζεται ο κύριος και δευτερεύων εξοπλισμός των μονάδων βιοαντιδραστήρα και MBR, σε κοινή κατασκευή με τη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων λυμάτων ενδεικτικού όγκου 500 m³.

Απολύμανση (νέας γραμμής)

Χλωρίωση

Για τις ανάγκες της επιπλέον απολύμανσης της εκροής από τη νέα γραμμή, για την τήρηση των αυστηρών ορίων στα ολικά κολοβατηριοειδή για αστική – περιαστική χρήση (μελλοντική επαναχρησιμοποίηση), θα κατασκευασθεί μαιανδρική δεξαμενή επαφής με ωφέλιμο όγκο 185 m³ περίπου.

Αποχλωρίωση

Το φρεάτιο αποχλωρίωσης θα έχει ενεργό όγκο περίπου 7,5 m³ και εντός του οποίου θα γίνεται η προσθήκη του διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου και θα εγκατασταθεί κατακόρυφος αναδευτήρας για την ανάμιξη.

Τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση (υφιστάμενης και νέας γραμμής)

Η έξοδος από την υφιστάμενη εγκατάσταση μετά τις ΔTK ενώνεται με την έξοδο από τη γραμμή MBR στο φρεάτιο εξόδου των ΔTK και οδηγείται στην τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση. Ο χειριστής της εγκατάστασης μπορεί να επιλέξει για τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση:

- Είτε την ανακατασκευασμένη υφιστάμενη τριτοβάθμια επεξεργασία που αποτελείται από φίλτρα, μέτρηση παροχής σε VENTURI και στη συνέχεια απολύμανση σε κανάλια UV.
- Είτε τη νέα χλωρίωση – αποχλωρίωση – μεταερισμό

Μέτρηση παροχής

Για τη μέτρηση της παροχής της εκροής από την υφιστάμενη και τη νέα γραμμή προβλέπεται η κατασκευή καναλιού Venturi κατάλληλων διαστάσεων.

Χλωρίωση

Προβλέπεται η κατασκευή δεξαμενής επαφής ενεργού όγκου 507,5 m³ και επίσης θα διασφαλίζεται η επίτευξη της εμβολοειδούς ροής.

Αποχλωρίωση

Το φρεάτιο αποχλωρίωσης θα έχει ενεργό όγκο περίπου 40 m³ και εντός του οποίου θα γίνεται η προσθήκη του διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου και θα εγκατασταθεί κατακόρυφος αναδευτήρας για την ανάμιξη.

Μεταερισμός

Για την επίτευξη συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου τουλάχιστον 5 mg/l, που απαιτείται σύμφωνα με την ΑΕΠΟ του έργου θα γίνει μετα-αερισμός πριν την τελική διάθεση.

Ο αερισμός θα επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου συστήματος διάχυσης μέσω διαχυτήρων και φυσητήρων ή αεριστήρα.

Κτίριο χημικών – φυσητήρων

Το νέο κτίριο χημικών – φυσητήρων, για τη στέγαση των φυσητήρων εξισορρόπησης, του φυσητήρα δεξαμενής μετα-αερισμού, τις δοσομετρικές αντλίες και τα δοχεία για τη χλωρίωση και αποχλωρίωση.

Κτίριο αφυδάτωσης

Προβλέπεται η κατασκευή νέου κτιρίου αφυδάτωσης, εντός του οποίου θα στεγαστεί ο νέος εξοπλισμός αφυδάτωσης της παραγόμενης ιλύος (από την υφιστάμενη και τη νέα γραμμή). Για την αφυδάτωση της ιλύος εγκαθίστανται φυγοκεντρικές κατάλληλης δυναμικότητας. Οι φυγοκεντρικές θα τροφοδοτούνται από αντλίες, στο, καταθλιπτικό αγωγό των οποίων εγκαθίσταται ένα ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο.

Δεξαμενή επεξεργασμένων – Κτίριο χημικών νέας γράμμης

Θα κατασκευαστεί νέα δεξαμενή επεξεργασμένων ενεργού όγκου 1000 m³ με δύο αντλιοστάσια διάθεσης:

- ένα προς τους καταναλωτές – αποδέκτες των επεξεργασμένων (πιεστικά συγκροτήματα διάθεσης) και
- ένα προς την υφιστάμενη δεξαμενή βιομηχανικού νερού.

Σημειώνεται ότι η εκροή από τη νέα μονάδα μεμβρανών μπορεί με κατάλληλο χειρισμό θυροφράγματος να οδηγηθεί:

- Είτε στη νέα δεξαμενή χλωρίωσης (επαφής) και δεξαμενή αποχλωρίωσης της μονάδας μεμβρανών και ακολούθως στη νέα δεξαμενή επεξεργασμένων
- Είτε στο φρεάτιο εξόδου της υφιστάμενης δεξαμενής καθίζησης και εν συνεχεία προς την υφιστάμενη τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση (φίλτραση – απολύμανση με UV) ή τη νέα μονάδα χλωρίωσης/αποχλωρίωσης.

Κτίριο αποθήκης

Θα κατασκευαστεί νέο κτιρίου αποθήκης με δύο γερανογέφυρες για την κάλυψη βοηθητικών αναγκών της εγκατάστασης, στέγαση εξοπλισμού και εργαλείων συνεργείου κτλ.

Δίκτυο βιομηχανικού νερού

Θα εγκατασταθεί ένα νέο πιεστικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού. Το νέο συγκρότημα θα εγκατασταθεί πλησίον της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης του βιομηχανικού νερού. Θα αναρροφά από την υφιστάμενη δεξαμενή βιομηχανικού νερού. Το νέο δίκτυο βιομηχανικού νερού θα επεκταθεί στα νέα έργα και θα συνοδεύεται από τις απαραίτητες υδραυλικές συνδέσεις με το υφιστάμενο δίκτυο.

Επέκταση ηλεκτρολογικής εγκατάστασης – υποσταθμός

Προβλέπονται πρόσθετα έργα για την επέκταση του υποσταθμού και πρόσθετα έργα για την επέκταση των ηλεκτρικών δικτύων για την κάλυψη των αναγκών των νέων έργων ώστε να καλυφθούν οι νέες απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια στην εγκατάσταση.(Μετασηματιστές , Πίνακες , Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος , Διάταξη πυκνωτών αντιστάθμισης ,Σύστημα γειώσεων , σύστημα αυτοματισμού .)

Η Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών προκειμένου να είναι μελετητικά έτοιμη ώστε να εντάξει την αναβάθμιση της Ε.Ε.Λ. σε χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα , έχει συντάξει τα τεύχη δημοπράτησης που απαιτούνται από την κείμενη νομοθεσία . Το σύστημα με το

οποίο πρόκειται να δημοπρατηθεί το έργο είναι το σύστημα μελέτη - κατασκευή. Ο προϋπολογισμός του έργου της αναβάθμισης της Ε.Ε.Λ. ,σύμφωνα με την Τεχνική Υπηρεσία της Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών αποτυπώνεται στον πίνακα 40.

Πίνακας 41: Προϋπολογισμός έργων Αναβάθμισης Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών . (Δ.Ε.Υ.Α.Σ., 2023)

Α/Α	ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΕΡΓΑ ΠΛΜ.	ΕΡΓΑ Η/Μ	ΕΡΓΑ Χ/Μ	ΛΑΠΑΝΗ
1	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΠΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΜΕΡΙΣΜΟΥ & ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	15.000,00	876.614,00	112.386,00	1.004.000,00
2	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	10.000,00	661.354,00	30.646,00	702.000,00
3	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΦΙΛΤΡΑΝΣΗΣ & ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ	17.000,00	306.000,00	1.000.000,00	1.323.000,00
4	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	5.000,00	247.492,00	99.508,00	352.000,00
5	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ	5.000,00	73.588,50	10.411,50	89.000,00
6	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	3.000,00	2.880,00	9.120,00	15.000,00
7	ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	962.000,00	64.732,00	36.268,00	1.063.000,00
8	ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ ΛΕΠΤΟΕΣΧΑΡΩΣΗΣ - ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	70.000,00	27.850,00	47.150,00	145.000,00
9	ΝΕΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (MBR)	535.000,00	518.201,00	1.287.799,00	2.341.000,00
10	ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ	361.000,00	382.923,00	262.077,00	1.006.000,00
11	ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΑΦΗΣ ΕΞΟΔΟΥ MBR	37.000,00	15.517,00	10.483,00	63.000,00
12	ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΚΤΙΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ	77.000,00	11.663,00	13.337,00	102.000,00
13	ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	127.000,00	332.416,00	740.584,00	1.200.000,00
14	ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΑΦΗΣ - ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ	53.000,00	33.680,00	11.320,00	98.000,00
15	ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ - ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	122.000,00	142.558,00	127.442,00	392.000,00
16	ΝΕΑ ΑΠΟΘΗΚΗ	217.000,00	57.000,00		274.000,00
17	ΕΡΓΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΧΩΡΟΥ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	121.000,00	24.000,00		145.000,00
18	ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ Η/Ζ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	33.000,00	1.492.000,00		1.525.000,00
19	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ		358.000,00		358.000,00
20	ΧΗΜΕΙΟ			14.000,00	14.000,00
21	ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ		60.000,00	60.000,00	120.000,00
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1	2.770.000,00	5.688.468,50	3.872.531,50	12.331.000,00
	ΓΕ & ΟΕ 18%				2.219.580,00
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ2				14.550.580,00
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ (9% του Σ2)				1.309.552,20
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ3				15.860.132,20
	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ				119.867,80
	ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ				270.000,00
	ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ				16.250.000,00

7.3. Αξιολόγηση της ποιότητας εκροής της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών μετά την ολοκλήρωση των έργων επέκτασης- σύγκριση με τα κριτήρια που θέτει η ΚΥΑ 145116/2011 της επαναχρησιμοποίησης -Εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τα διαυγασμένα λύματα από την έξοδο της νέας μονάδας MBR (σύμφωνα με τον πίνακα 39, παρ. 7.1.1.), θα ικανοποιούν τα όρια για την επαναχρησιμοποίησή τους για αστική - περιαστική χρήση και ως εκ τούτου θα τηρούνται τα αυστηρότερα όρια που τίθενται στα Παραρτήματα του Άρθρου 16 της ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β/8.3.2011) «Καθορισμός μέτρων όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων» (Πίνακας 3 και Πίνακας 4) και πριν την επαλήθευση των ορίων του Πίνακα 6 της παραπάνω ΚΥΑ.

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 6, παρ.6.4., όταν υλοποιηθεί η επέκταση της Ε.Ε.Λ., σύμφωνα με την τελευταία τροποποίηση της ΑΕΠΟ της, και η Ε.Ε.Λ. Σερρών θα εξυπηρετεί 111.000 κατοίκους, τότε τα όρια του πίνακα 6 της ΚΥΑ145116/2011(βλέπε πίνακα 14, παρ. 4.2.3. της παρούσας εργασίας), θα πρέπει να ισχύουν και για την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών. Από το τηρούμενο αρχείο της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών διαπιστώθηκε ότι η Δ.Ε.Υ.Α.Σ. είχε διενεργήσει το 2021 αναλύσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε υγρό απόβλητο της Ε.Ε.Λ.,στο διαπιστευμένο εργαστήριο Veltia (πρώην Agrolab), σύμφωνα με την απαίτηση του πίνακα 6 της ΚΥΑ145116/2011, τα αποτελέσματα των οποίων αποτυπώνονται στον πίνακα 42.

Πίνακας 42 : Αποτελέσματα αναλύσεων ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε υγρό απόβλητο της Ε.Ε.Λ., βάσει των απαιτήσεων της ΚΥΑ 145116/2011.(Δ.Ε.Υ.Α.Σ,2023)

Παράμετρος	CAS No	Αποτέλεσμα	Μονάδα μέτρησης	LOR	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Alachlor	15972-60-8	< 0,010	µg/L	0,010	0,7
Ανθρακένιο (anthracene)	120-12-7	< 0,020	µg/L	0,020	1
Ατραζίνη (atrazine)	1912-24-9	< 0,050	µg/L	0,050	2
Βενζόλιο (benzene)	71-43-2	< 0,20	µg/L	0,20	5
Βρωμιούχος διφαινυλαιθέρας (Pentabromodiphenyl ether)	32534-81-9	0 0,2	ng/L	-	0,025 (= 25 ng/L)
Ανθρακο-τετραχλωρίδιο (tetrachloromethane)	56-23-5	< 0,10	µg/L	0,10	MA
C10-13 Χλωροαλκάνια (Chlorinated alkanes C10-C13)	85535-84-8	< 0,40	µg/L	0,40	1,4

Παράμετρος	CAS No	Αποτέλεσμα	Μονάδα μέτρησης	LOR	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Chlorfenvinphos	470-90-6	< 0,050	µg/L	0,050	0,3
Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	2921-88-2	< 0,0500	µg/L	0,0500	0,1
Aldrin	309-00-2	< 0,0050	µg/L	0,0050	MA
Dieldrin	60-57-1	< 0,010	µg/L	0,010	MA
Endrin	72-20-8	< 0,010	µg/L	0,010	MA
Isodrin	465-73-6	< 0,010	µg/L	0,010	0,01
DDT ολικό	-	< 0,060	µg/L	0,060	MA
para-para-DDT (4,4'-DDT)	50-29-3	< 0,010	µg/L	0,010	MA
1,2 διχλωροαιθάνιο (1,2 - Dichloroethane)	107-06-2	< 1,00	µg/L	1,00	20
Διχλωρομεθάνιο (Dichloromethane)	75-09-2	< 6,0	µg/L	6,0	50
Φθαλικό δι(2-αιθυλεξίλιο) – (ΦΔΕΕ-DEHP) [Bis(2-ethylhexyl)phthalate] (DEHP)	117-81-7	< 1,0	µg/L	1,0	10
Diuron	330-54-1	< 0,05	µg/L	0,05	1,0
Ενδοσουλφάνιο (Endosulfan)	115-29-7	< 0,010	µg/L	0,010	0,01
		< 0,010	µg/L	0,010	
Φλουορανθένιο (Fluoranthene)	206-44-0	< 0,030	µg/L	0,030	1
Εξαχλωροβενζόλιο (Hexachlorobenzene)	118-74-1	< 0,0050	µg/L	0,0050	MA
Εξαχλωροβουταδιένιο (Hexachlorobutadiene)	87-68-3	< 0,010	µg/L	0,010	0,6
Εξαχλωροκυκλοεξάνιο	608-73-1	< 0,050	µg/L	0,050	MA
Isoproturon	34123-59-6	< 0,050	µg/L	0,050	1
Ναφθαλένιο (Naphthalene)	91-20-3	< 0,100	µg/L	0,100	2,4
Εννεύλοφαινόλη (4-εννεύλοφαινόλη) (4-nonylphenol)	104-40-5	< 0,100	µg/L	0,100	2
Οκτυλοφαινόλη [(4-(1,1',3,3'-τετραμεθυλβουτυλική)-φαινόλη)] (4-t-Octylphenol)	140-66-9	< 0,010	µg/L	0,010	1
Πενταχλωροβενζόλιο (Pentachlorobenzene)	608-93-5	< 0,010	µg/L	0,010	0,1
Πενταχλωροφαινόλη (Pentachlorophenol)	87-86-5	< 0,10	µg/L	0,010	1
Βενζο(α)πυρένιο [Benzo(a)pyrene]	50-32-8	< 0,020	µg/L	0,020	0,1

Παράμετρος	CAS No	Αποτέλεσμα	Μονάδα μέτρησης	LOR	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Βενζο(β)φλουορανθέσιο [Benzo(b)fluoranthene]	205-99-2	< 0,010	µg/L	0,010	Αθροιστικά=0,03
Βενζο(κ)φλουορανθέσιο [Benzo(k)fluoranthene]	207-08-9	< 0,010		0,010	
Βενζο(ζ,η,θ)-περιλένιο [Benzo(g,h,i)perylene]	191-24-2	< 0,010	µg/L	0,010	Αθροιστικά=0,02
Ινδενο(1,2,3-γδ)πυρένιο [Indeno(1,2,3,cd)pyrene]	193-39-5	< 0,010		0,010	
Σιμαζίνη (Simazine)	122-34-9	< 0,05	µg/L	0,05	1
Τετραχλωροαιθυλένιο (Tetrachloroethylene or tetrachloroethene)	127-18-4	< 0,20	µg/L	0,20	10
Τριχλωροαιθυλένιο (Trichloroethylene or trichloroethene)	79-01-6	< 0,10	µg/L	0,10	10
Ενώσεις τριβουτυλτίνης (κατιόν) (Tributyltin)	36643-28-4	<1	ng/L	1	0,003 (= 3 ng/L)
Τριχλωροβενζόλια (όλα ισομερή) (Trichlorobenzenes)	12002-48-1	< 0,40	µg/L	0,40	0,4
Τριχλωρομεθάνιο (Trichloromethane or Chloroform)	67-66-3	< 0,30	µg/L	0,30	2,5
Τριφθοραλίνη (Trifluralin)	1582-09-8	< 0,010	µg/L	0,010	0,03
Οξεία τοξικότητα στον οργανισμό δείκτη <i>Daphnia</i> Magna (πριν από την απολύμανση)	Immobilization (original sample)	5,00	%	-	1 Μονάδα Τοξικότητας (TU 50 ≤ 1)
	48hEC50	N/A	mL/L	-	
	TU – D.m.	N/A	-	1	

Όπως διαπιστώνεται, για το σύνολο των παραμέτρων, το αποτέλεσμα της ανάλυσης των επιμέρους παραμέτρων είναι κάτω από το όριο αναφοράς της κάθε αναλυτικής μεθόδου για τις επιμέρους παραμέτρους, το οποίο, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι αρκετά χαμηλότερο από τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση (βάσει της σχετικής ΚΥΑ). Επισημαίνεται ότι όπως μας εξηγήθηκε από τους υπευθύνους της Δ.Ε.Υ.Α.Σ, οι ανωτέρω αναλύσεις διενεργήθηκαν στα πλαίσια τροποποίησης – ανανέωσης των περιβαλλοντικών της όρων, προκειμένου να γνωρίζουν εάν και

ποιοι παράμετροι πληρούνται πριν την αναβάθμιση της Ε.Ε.Λ. Σύμφωνα με την απαίτηση της ΚΥΑ η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας είναι 2 φορές το χρόνο .

Από το σύνολο των ανωτέρω εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν ολοκληρωθεί η επικείμενη αναβάθμιση της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , σύμφωνα με την τροποποίηση της ΑΕΠΟ της ,θα μπορεί να λάβει χώρα επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για αστική και περιαστική χρήση, από τις εκροές της νέας μονάδας MBR. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι σύμφωνα με τα δεδομένα σχεδιασμού της νέας μονάδας MBR ,(βλέπε πίνακα 39, παρ. 7.1.1. της παρούσας διπλωματικής) η μέγιστη ημερήσια παροχή θα είναι 4.400 κυβικά/ημέρα , προκύπτει ότι ανά έτος περίπου 1.606.000 κυβικά επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών θα είναι διαθέσιμα για αστική και περιαστική χρήση.

Απαραίτητη προϋπόθεση σύμφωνα με την ΚΥΑ 145116/2011 και την ΑΕΠΟ της Ε.Ε.Λ. , παραμένει η εκπόνηση μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του συστήματος επαναχρησιμοποίησης .Επίσης θα πρέπει να υποβληθεί Τεχνική και περιβαλλοντική Μελέτη , προς αξιολόγηση και έγκριση στην αρμόδια αρχή για την Περιβαλλοντική αδειοδότηση .

Κεφάλαιο 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

8.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι σαφές ότι από τα αρχεία που μας διατέθηκαν από την Δ.Ε.Υ.Α.Σ. για τον σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας , ότι η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών τηρεί τους περιβαλλοντικούς όρους και την κείμενη νομοθεσία .Διαπιστώθηκε ότι διαχειρίζεται τα παραγόμενα απόβλητα της όπως ο νόμος ορίζει και ότι επέρχεται βελτίωση της ποιότητας των μερών του αποδέκτη μετά την ανάμιξη με τα επεξεργασμένα λύματα της Ε.Ε.Λ.

Αναφορικά για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα που δεν χρησιμοποιείται για πόση, μπορεί άμεσα να λάβει χώρα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΚΥΑ145116/2011.

Όσον αφορά την απεριόριστη άρδευση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ,δεν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της ΚΥΑ145116/2011 στο σύνολό τους. Θα μπορούσε να λάβει χώρα εάν τηρούνταν και οι όροι για την ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών αναφορικά για τα E.Coli.

Τέλος, δεν πληρούνται οι απαιτήσεις και για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για αστική και περιαστική χρήση . Αυτό θα είναι εφικτό , όταν υλοποιηθεί η αναβάθμιση –επέκταση της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών όπως ορίζεται στην τελευταία τροποποίηση –ανανέωση της ΑΕΠΟ της. Με την προσθήκη της μονάδας MBR (με μεμβάνες υπερδιήθησης) θα τηρείται η απαίτηση για προχωρημένη επεξεργασία ,αλλά και θα επιτευχθεί περαιτέρω μείωση των SS ,ώστε να τηρείται η απαίτηση και για ποσοστό μετρήσεων $SS < 2mg/l$,άνω του 80%.

Επισημαίνεται ιδιαίτερα ότι η Δ.Ε.Υ.Α Σερρών έχει προβεί σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες προκειμένου να είναι έτοιμη για να ενταχθεί το έργο της αναβάθμισης της Ε.Ε.Λ. σε κάποιο χρηματοδοτικό πρόγραμμα .Το κόστος των έργων αναβάθμισης έχει κοστολογηθεί από την Τεχνική Υπηρεσία της Δ.Ε.Υ.Α.Σ στο ποσό των 16.250.000 ευρώ. Η πολιτεία αλλά και η Ευρωπαϊκή Ένωση οφείλουν να βρουν τα κονδύλια και να χρηματοδοτήσουν ένα τόσο σημαντικό έργο , ώστε να είναι δυνατή

τόσο η εξοικονόμηση υδατικών πόρων , αλλά και η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης ζωής και των ζώων .

8.2. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προκειμένου να αξιοποιηθούν οι επεξεργασμένες εκροές από την Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών ,που ανέρχονται σε περίπου 6,5 εκατομμύρια κυβικά ανά έτος ,από την υφιστάμενη εγκατάσταση, **προτείνεται στη Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες για την εκπόνηση μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του συστήματος επαναχρησιμοποίησης, σύμφωνα με το άρθρο 4 της ΚΥΑ 145116/2011.** Η μελέτη αυτή θα αναδείξει ποιες παρακείμενες εκτάσεις πλησίον της Ε.Ε.Λ. θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για τις ανάγκες άρδευσης τους τις επεξεργασμένες εκροές από την Ε.Ε.Λ., τι είδους καλλιέργειας θα αρδεύονται στην παρούσα φάση ,και με τι εφαρμογή άρδευσης . Επισημαίνεται ότι η Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , είναι μία μονάδα με αδιάλειπτη συνεχή λειτουργία όλο το χρόνο .Ο παραπάνω όγκος των 6,5 εκατομμυρίων κυβικών σε ετήσια βάση επεξεργασμένων εκροών θα μπορούσε να συνεισφέρει στην σημαντική μείωση λειτουργίας των αρδευτικών γεωτρήσεων ,ειδικά την καλοκαιρινή περίοδο ,στην εξοικονόμηση υδατικών πόρων στην περιοχή και στην βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου .Η μελέτη αυτή θα αναδείξει και την αναγκαιότητα ή όχι κατάλληλου ξεχωριστού δικτύου αγωγών, δεξαμενών αποθήκευσης , για να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Στη μελέτη αυτή θα περιλαμβάνονται επίσης για τους χρήστες και τους καταναλωτές τα μέτρα ενημέρωσης και προστασίας που πρέπει να ληφθούν κατά την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων . **Επιπρόσθετα προτείνεται** παράλληλα με την εκπόνηση της παραπάνω μελέτης σύμφωνα με τους όρους και τους κανόνες της ελληνικής νομοθεσίας, **να καταρτιστεί και σχέδιο διαχείρισης κινδύνου** από την Δ.Ε.Υ.Α. Σερρών , το οποίο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου πρέπει να είναι σύμφωνο με τα όσα ορίζονται στο παράρτημα ΙΙ του κανονισμού ΕΕ 2020/741. **Τέλος προτείνεται** να πραγματοποιηθούν σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ2020/741 , **δράσεις-εκστρατείες για την πληροφόρηση του κοινού για τις ωφέλειες της επαναχρησιμοποίησης στην τοπική κοινωνία** .Όταν το κοινό ενημερωθεί ότι με τα προβλεπόμενα έργα που

προωθούνται εξασφαλίζεται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της υγείας των ανθρώπων και των ζώων, τότε θα μπορεί να διαμορφωθεί ένα κλίμα εμπιστοσύνης και αποδοχής αναφορικά με την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων .

Όπως προαναφέρθηκε ,όταν θα υλοποιηθεί η αναβάθμιση της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών , επισημαίνεται ότι οι εκροές από την μονάδα MBR (με μεμβράνες υπερδιήθησης) ,περίπου 1.600.000 κυβικά ανά έτος θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αστική και περιαστική χρήση, ήτοι για νεκροταφεία ,πρηνή αυτοκινητόδρομων ,γήπεδα γκόλφ , δημόσια πάρκα, εγκαταστάσεις αναψυχής ,κατάσβεση πυρκαγιών ,συμπύκνωση εδαφών ,καθαρισμός οδών και πεζοδρόμων , διακοσμητικά συντριβάνια .

Πιστεύουμε ότι αξίζει να προγραμματιστούνε εκ των προτέρων επενδύσεις και δράσεις που μακροπρόθεσμα , τηρώντας τους απαιτούμενους όρους και προϋποθέσεις ,που τίθενται από την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία , θα έχουν όφελος στο περιβάλλον και στις τοπικές κοινωνίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelakis, A. N., Asano, T., Bahri, A., Jimenez, B. E., & Tchobanoglous, G. (2018). Water Reuse: From Ancient to Modern Times and the Future. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 26. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00026>
- Angelakis, A. N., Capodaglio, A. G., & Dialynas, E. G. (2022). Wastewater Management: From Ancient Greece to Modern Times and Future. *Water*, 15(1), 43. <https://doi.org/10.3390/w15010043>
- Angelakis, A. N., Tzanakakis, V. A., Capodaglio, A. G., & Dercas, N. (2023). A Critical Review of Water Reuse: Lessons from Prehistoric Greece for Present and Future Challenges. *Water*, 15(13), 2385. <https://doi.org/10.3390/w15132385>
- Angelakis, A., & Snyder, S. (2015). Wastewater Treatment and Reuse: Past, Present, and Future. *Water*, 7(12), 4887–4895. <https://doi.org/10.3390/w7094887>
- Antoniou, G., De Feo, G., Fardin, F., Tamburrino, A., Khan, S., Tie, F., Reklaityte, I., Kanetaki, E., Zheng, X., Mays, L., & Angelakis, A. (2016). Evolution of Toilets Worldwide through the Millennia. *Sustainability*, 8(8), 779. <https://doi.org/10.3390/su8080779>
- Babiker, I. (2004). Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. *Environment International*, 29(8), 1009–1017. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00095-3](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00095-3)
- Burian, S. J., & Edwards, F. G. (2002). Historical Perspectives of Urban Drainage. *Global Solutions for Urban Drainage*, 1–16. [https://doi.org/10.1061/40644\(2002\)284](https://doi.org/10.1061/40644(2002)284)
- Candela, L., Fabregat, S., Josa, A., Suriol, J., Vignes, N., & Mas, J. (2007). Assessment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: Application in a golf course (Girona, Spain). *Science of The Total Environment*, 374(1), 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.12.028>

- Capodaglio, A. G. (2021). Fit-for-purpose urban wastewater reuse: Analysis of issues and available technologies for sustainable multiple barrier approaches. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(15), 1619–1666. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1763231>
- Chaoua, S., Boussaa, S., El Gharmali, A., & Boumezzough, A. (2019). Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 429–436. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.003>
- Corcoran, E. (Ed.). (2010). *Sick water? The central role of wastewater management in sustainable development ; a rapid response assessment*. UNEP/GRID-Arendal [u.a.].
- Dickin, S. K., Schuster-Wallace, C. J., Qadir, M., & Pizzacalla, K. (2016). A Review of Health Risks and Pathways for Exposure to Wastewater Use in Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 124(7), 900–909. <https://doi.org/10.1289/ehp.1509995>
- Ebel, R. (2020). Chinampas: An Urban Farming Model of the Aztecs and a Potential Solution for Modern Megalopolis. *HortTechnology*, 30(1), 13–19. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04310-19>
- EEA. (2023). *Water use and environmental pressures*. <https://www.eea.europa.eu/themes/water/european-waters/water-use-and-environmental-pressures/water-use-and-environmental-pressures>
- Fatta-Kassinos, D., Kalavrouziotis, I. K., Koukoulakis, P. H., & Vasquez, M. I. (2011). The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agroecological environment. *Science of The Total Environment*, 409(19), 3555–3563. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.03.036>
- Halliwell, D. J., Barlow, K. M., & Nash, D. M. (2001). A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. *Soil Research*, 39(6), 1259. <https://doi.org/10.1071/SR00047>

- Jaramillo, M., & Restrepo, I. (2017). Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. *Sustainability*, 9(10), 1734. <https://doi.org/10.3390/su9101734>
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>
- Jimenez, B., & Asano, T. (2015). Water Reuse: An International Survey of current practice, issues and needs. *Water Intelligence Online*, 7(0), 9781780401881–9781780401881. <https://doi.org/10.2166/9781780401881>
- Kalavrouziotis, I. K., Koukoulakis, P. H., & Drakatos, P. A. (2015). Water and wastewater management in antiquity in the context of an ethically oriented environmental protection. *International Journal of Global Environmental Issues*, 14(3/4), 226. <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2015.071847>
- Kesari, K. K., Soni, R., Jamal, Q. M. S., Tripathi, P., Lal, J. A., Jha, N. K., Siddiqui, M. H., Kumar, P., Tripathi, V., & Ruokolainen, J. (2021). Wastewater Treatment and Reuse: A Review of its Applications and Health Implications. *Water, Air, & Soil Pollution*, 232(5), 208. <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-8>
- Lazarova, V., Asano, T., Bahri, A., & Anderson, J. (Eds.). (2013). *Milestones in Water Reuse: The Best Success Stories*. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780400716>
- Lindquist, H. D. A., & Cross, J. H. (2017). Helminths. In *Infectious Diseases* (pp. 1763-1779.e1). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-6285-8.00195-7>
- Mahfooz, Y., Yasar, A., Guijian, L., Islam, Q. U., Akhtar, A. B. T., Rasheed, R., Irshad, S., & Naeem, U. (2020). Critical risk analysis of metals toxicity in wastewater irrigated soil and crops: A study of a semi-arid developing region. *Scientific Reports*, 10(1), 12845. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69815-0>
- Mahmood, A., & Malik, R. N. (2014). Human health risk assessment of heavy metals via consumption of contaminated vegetables collected from different irrigation sources in Lahore, Pakistan. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.07.002>

- Mainardis, M., Cecconet, D., Moretti, A., Callegari, A., Goi, D., Freguia, S., & Capodaglio, A. G. (2022). Wastewater fertigation in agriculture: Issues and opportunities for improved water management and circular economy. *Environmental Pollution*, 296, 118755. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118755>
- Matheyarasu, R., Bolan, N. S., & Naidu, R. (2016). Abattoir Wastewater Irrigation Increases the Availability of Nutrients and Influences on Plant Growth and Development. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(8), 253. <https://doi.org/10.1007/s11270-016-2947-3>
- McCaa, R. (2000). The Peopling of Mexico from Origins to Revolution. In *The Population History of North America* (pp. 241–304). Cambridge University Press. <https://users.pop.umn.edu/~rmccaa/mxpoprev/cambridg3.htm>
- Metcalf & Eddy. (2018). *Μηχανική Υγρών Αποβλήτων* (4η). Τζιόλας.
- Morehart, C. T. (2012). Mapping ancient chinampa landscapes in the Basin of Mexico: A remote sensing and GIS approach. *Journal of Archaeological Science*, 39(7), 2541–2551. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.03.001>
- Njuguna, S. M., Makokha, V. A., Yan, X., Gituru, R. W., Wang, Q., & Wang, J. (2019). Health risk assessment by consumption of vegetables irrigated with reclaimed waste water: A case study in Thika (Kenya). *Journal of Environmental Management*, 231, 576–581. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.088>
- Paranychianakis, N. V., Salgot, M., Snyder, S. A., & Angelakis, A. N. (2015). Water Reuse in EU States: Necessity for Uniform Criteria to Mitigate Human and Environmental Risks. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45(13), 1409–1468. <https://doi.org/10.1080/10643389.2014.955629>
- Qadir, M., Wichelns, D., Raschid-Sally, L., McCornick, P. G., Drechsel, P., Bahri, A., & Minhas, P. S. (2010). The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management*, 97(4), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.004>

- Ramirez, K. S., Craine, J. M., & Fierer, N. (2012). Consistent effects of nitrogen amendments on soil microbial communities and processes across biomes. *Global Change Biology*, *18*(6), 1918–1927. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02639.x>
- Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, *130*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007>
- Shakir, E., Zahraw, Z., & Al-Obaidy, A. H. M. J. (2017). Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. *Egyptian Journal of Petroleum*, *26*(1), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.01.003>
- Singh, A., Sawant, M., Kamble, S. J., Herlekar, M., Starkl, M., Aymerich, E., & Kazmi, A. (2019). Performance evaluation of a decentralized wastewater treatment system in India. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(21), 21172–21188. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05444-z>
- Smith, M. E. (1996). The Aztec silent majority: William T. Sanders and the study of the Aztec peasantry. In *Arqueología Mesoamericana* (pp. 375–386). <https://www.public.asu.edu/~mesmith9/1-CompleteSet/MES-96-AztecSilentMajority.pdf>
- Toze, S. (2006). Reuse of effluent water—Benefits and risks. *Agricultural Water Management*, *80*(1–3), 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.010>
- Tzanakakis, V., Angelakis, A., Paranychianakis, N., Dialynas, Y., & Tchobanoglous, G. (2020). Challenges and Opportunities for Sustainable Management of Water Resources in the Island of Crete, Greece. *Water*, *12*(6), 1538. <https://doi.org/10.3390/w12061538>
- Tzanakakis, V., Koo-Oshima, S., M., H., N., A., & Angelakis, A. (2014). *The History of Land Application and Hydroponic Systems for Wastewater Treatment and Reuse* (pp. 457–479).
- Unesco (Ed.). (2017). *Wastewater: The untapped resource*. UNESCO.

- Ungureanu, N., Vlăduț, V., & Voicu, G. (2020). Water Scarcity and Wastewater Reuse in Crop Irrigation. *Sustainability*, 12(21), 9055. <https://doi.org/10.3390/su12219055>
- Villalonga Gordaliza, A. (2007). Hydraulic imperialist from Aztecs in the Mexico Valley. *Water Technology*, 27, 78–91.
- Winpenny, J., Heinz, I., & Koo-Oshima, S. (2010). *The wealth of waste: The economics of wastewater use in agriculture*. FAO.
- Yannopoulos, S., Lyberatos, G., Theodossiou, N., Li, W., Valipour, M., Tamburrino, A., & Angelakis, A. (2015). Evolution of Water Lifting Devices (Pumps) over the Centuries Worldwide. *Water*, 7(12), 5031–5060. <https://doi.org/10.3390/w7095031>
- Zhang, J., Duke, M., Northcott, K., Packer, M., Allinson, M., Allinson, G., Kadokami, K., Tan, J., Allard, S., Croué, J.-P., Knight, A., Scales, P., & Gray, S. (2017). Small Scale Direct Potable Reuse (DPR) Project for a Remote Area. *Water*, 9(2), 94. <https://doi.org/10.3390/w9020094>
- Zhang, Y., & Shen, Y. (2019). Wastewater irrigation: Past, present, and future. *WIREs Water*, 6(3), e1234. <https://doi.org/10.1002/wat2.1234>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2012). *Προσχέδιο για τη διαφύλαξη των υδατικών πόρων της Ευρώπης*. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0673>
- FAO. (2017). *Water for Sustainable Food and Agriculture.*, <https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf>

Ελληνική Νομοθεσία

ΚΥΑ 14511602-02-2011, (ΦΕΚ Β'354/2011) «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις». Η Εγκύκλιος 1589: Διευκρινίσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της ΚΥΑ 145116/2011 μετά την έκδοση του Ν.4014/2011(ΦΕΚ 209/21-09-2011).
<file:///C:/Users/user/Downloads/document-7.pdf>

ΚΥΑ 191002/2013 (ΦΕΚ 2220/9-9-2013) :Τροποποίηση της 145116/2011 κοινής υπουργικής απόφασης “Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (Β' 354)” και συναφείς διατάξεις. <file:///C:/Users/user/Downloads/document-8.pdf>

ΚΥΑ 5673/400/97,1997 (ΦΕΚ 192/Β/14.03.97). Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων, όπως έχει τροποποιηθεί με την ΚΥΑ 19661/1982/99 (ΦΕΚ 1811/Β/29.09.99) και 48392/939/28.03.02 (ΦΕΚ 405/Β/03.04.02) με την προσθήκη του καταλόγου των ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση των αστικών λυμάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 91/271/ΕΕC Για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991.
<file:///C:/Users/user/Downloads/document-9.pdf>

Δ.Ε.Υ.Α.Σ. (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Σερρών), (2023), Περιλαμβάνει πληροφορίες που αντλήθηκαν άμεσα από την Υπηρεσία ή από την πρόσβαση που μου δόθηκε σε αρχείο της Υπηρεσίας (Τεχνικά Εγχειρίδια , Τεχνικές Προσφορές , Μελέτες , Αναλύσεις Χημείου Ε.Ε.Λ.)

Υ.Π.Ε.Ν. (2023). Τροποποίηση-Ανανέωση των Περιβαλλοντικών όρων της Ε.Ε.Λ. Δήμου Σερρών.(Α.Π.:ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/27343/1851/, Ημ/νία:12-6-2023, ΑΔΑ:Ψ9Ν64653Π8-Σ1Π)

(Τροποποίηση - Ανανέωση της υπ' αριθ. 197492/10-04-2012 (ΑΔΑ: Β4ΩΓ0-ΜΗΠ) Υ.Α. Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων, με θέμα: 'Ανανέωση, τροποποίηση και κωδικοποίηση των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί με την Κ.Υ.Α. 109780/23-10-2001 για τα έργα αποχέτευσης και εγκατάστασης επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων του Καλλικρατικού Δήμου Σερρών στον Νομό Σερρών, όπως αυτή έχει ανανεωθεί με την Κ.Υ.Α. 102632/28-03- 2008'' προκειμένου να ενσωματωθούν στο έργο οι απαραίτητες προσθήκες, αντικαταστάσεις και τροποποιήσεις για την επέκταση της δυναμικότητας της Ε.Ε.Λ. μέσω συστήματος βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (MBR), δηλαδή με κατασκευή επιπλέον μίας γραμμής βιολογικής επεξεργασίας, όπου ο διαχωρισμός στερεής και υγρής φάσης θα γίνει με μεμβράνες διήθησης (υπερδιήθησης).

<https://aepo.ypeka.gr/wp-content/plugins/gravity-forms-addons/entry-details.php?leadid=705986&form=2&post=21&view=c9eee2ce21>

Κανονισμός ΕΕ 2020/741, 2020, Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Μαΐου 2020.

<http://data.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj>

Κατευθυντήριες γραμμές ΕΕ, 2022 , Κατευθυντήριες γραμμές για τη στήριξη της εφαρμογής του κανονισμού 2020/741 σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων (2022/C 298/01

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A52022XC0805%2801%29>

Οδηγία 91/71/ ΕΟΚ, 1991 , Οδηγία ΕΕ για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων,

<http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj>

Διαδικτυακές πηγές

Ε.Ε. 2023, https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-reuse_en?prefLang=el

ΥΠΕΚΑ , 2024 , <https://astikalimata.ypeka.gr/pages/about-el>

ΥΠΕΝ,2024. <https://ypen.gov.gr/diacheirisi-apovlition/astikalimata/epanachrisimopoiisi-lymaton/>

ΕΕ,2024 <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/minimum-requirements-for-water-reuse.html>

(ΥΠΕΚΑ ,2024 Β) <https://astikalimata.ypeka.gr/pages/newdirective>

ΥΠΕΝ , 2024 Β <https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoi-poroi/diacheirisi-lymaton/>

ΥΠΕΚΑ 2024 Β , <https://astikalimata.ypeka.gr/>