Α. Τ. Ε. Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

«Παρακολούθηση λειτουργικών παραμέτρων Εγκατάστασης Βιολογικού Καθαρισμού Ηρακλείου. Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης.»



Ονοματεπώνυμο: Αραμπατζή Ιωάννα

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεωργάκη Ειρήνη

Έτος: 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή έχει τίτλο***«Παρακολούθηση λειτουργικών παραμέτρων Εγκατάστασης Βιολογικού Καθαρισμού Ηρακλείου. Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης.»***

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Γεωργάκη Ειρήνη Εργαστηριακός συνεργάτης του ΤΕΙ Κρήτης στο Γενικό Τμήμα Θετικών Επιστημώνγια την ανάθεση του θέματος της παρούσας πτυχιακής,την επιστημονική καθοδήγηση της, για τις παρατηρήσεις, το ενδιαφέρον και την υποστήριξη της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης, για τη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης του εργαστηριακού μέρους της διατριβής καθώς και για την υποστήριξη της κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Το προσωπικό στο εργαστήριο της Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου για τα δεδομένα και τις πληροφορίες που μου χορήγησαν.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται και λειτουργούν ολοένα και περισσότερες Εγκαταστάσεις Επεξεργασία Λυμάτων με στόχο την προστασία των υδάτινων αποδεκτών από την ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων..

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τη παρακολούθηση λειτουργικών παραμέτρων του Βιολογικού Καθαρισμού Ηρακλείου, μια από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων στην Ελλάδα και από τις πιο σύγχρονες στο μεσογειακό χώρο. Εντάσσεται μέσα στο σχέδιο ολοκληρωμένης διαχείρισης λυμάτων της ευρύτερης περιοχής Ηρακλείου και περιλαμβάνει το Βιολογικό καθαρισμό και τον αγωγό διάθεσης της εκροής (χερσαίο και υποθαλάσσιο).

Στα πλαίσια αυτά για την παρακολούθηση της λειτουργίας του αναλύθηκαν δείγματα υγρών αποβλήτων τόσο κατά την είσοδο τους (πριν το στάδιο ανάμειξης με τα βοθρολύματα) όσο και κατά την έξοδο τους (πριν και μετά το στάδιο χλωρίωσης) από τη μονάδα επεξεργασίας. Έγινε έλεγχος των βασικών ποιοτικών χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων, καθώς και του οργανικού ρυπαντικού τους φορτίου. Οι μετρήσεις αφορούν τις παραμέτρους: διαλυμένο οξυγόνο, αγωγιμότητα, θολερότητα, ολικά στερεά, καθιζάνοντα, αιωρούμενα, διαλελυμένα, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, καθώς και μετρήσεις αζώτου και φωσφόρου. Τα αποτελέσματα για τα δείγματα της εκροής είναι ικανοποιητικά και καλύπτουν τα απαιτούμενα όρια από τη νομοθεσία και τις προδιαγραφές της εγκατάστασης. Σύμφωνα με αυτά, γίνεται η αξιολόγηση των εκροών για τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.

Λέξεις -Κλειδιά: Εγκατάσταση Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων, Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων, Τριτοβάθμια Επεξεργασία, Ποιοτικά χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων, Επαναχρησιμοποίηση

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

1.1 Εισαγωγή 2

1.2 Ορισμός Υγρών Αποβλήτων-Κατηγορίες.....2

1.3 Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων..... 3

1.3.1 Εισαγωγή.....3

1.3.2 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ποιότητας υγρών αποβλήτων.....5

1.3.2.1 Στερεά 5

1.3.2.2 pH.....6

1.3.2.3 Τυποποιημένες Παράμετροι Ελέγχου Οργανικού Φορτίου 6

1.3.2.4 Άζωτο.....8

1.3.2.5 Φώσφορος 9

1.3.3 Τυπικές τιμές Παραμέτρων Υγρών Αποβλήτων..... ….9

1.4 Σύστημα Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων……...11

1.4.1 Στόχοι Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων ..... .12

1.4.2 Στάδια Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων ..... .13

1.4.2.1 Πρωτοβάθμια επεξεργασία (μηχανικός καθαρισμός).....15

1.4.2.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία (βιολογικός καθαρισμός)…15

1.4.2.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία..... .16

1.4.2.4 Απολύμανση.....16

1.4.2.5 Επεξεργασία παραγόμενης ιλύος (λάσπης)..... 17

1.4.2.6 Διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων 17

1.5 Επαναχρησιμοποίηση 18

1.5.1 Κατηγορίες Επαναχρησιμοποίησης Υγρών Αποβλήτων ..... …….18

1.5.1.1 Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση.....20
1.5.1.2 Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για αστική χρήση
πλήν πόσης και χρήσεις αναψυχής..... 20
1.5.1.3 Επαναχρησιμοποίηση στη βιομηχανία..... 21
1.5.1.4 Άμεση ή έμμεση επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για πόση.....21
1.5.1.5 Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα για χρήση εκτός πόσης 21

1.5.2 Τεχνικές απαιτήσεις για την Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων ……..23
1.5.3 Διεθνείς Οργανισμοί για την Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων……24
1.5.4 Οδηγίες και Κανονισμοί για την Επαναχρησιμοποίηση 25

1.5.4.1 Ο Κανονισμός της Καλιφόρνιας 25
1.5.4.2 Κανονισμοί σε χώρες της Ε.Ε.....25
1.5.4.3 Ελληνικοί Κανονισμοί..... 26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ηρακλείου

2.1 Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ηρακλείου 28
2.1.1 Περιγραφή Εγκατάστασης.....28
2.1.2 Στάδια Επεξεργασίας 29
2.1.3 Σύστημα Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων..... 34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Δειγματοληψία-Προεργασία 37

3.2 Έλεγχος Φυσικοχημικών Παραμέτρων 38
3.2.1 Μετρήσεις πεδίου 38
3.2.1.1 Αγωγιμότητα 38
3.2.1.2 pH.....38

3.2.1.3 Διαλυμένο Οξυγόνο (DO) 38

3.3 Διαδικασία Διαχωρισμού και Ανάλυσης Στερεών 39

3.3.1 Ολικά στερεά (Total Solids) (TS) 39

3.3.2 Ολικά διαλυμένα στερεά (Total Dissolved Solids) (TDS) 39

3.3.3 Ολικά αιωρούμενα στερεά(Total Suspended Solids) (TSS).....40

3.4 Μετρήσεις Ελέγχου Οργανικού Φορτίου..... 41

3.4.1 Μέτρηση COD..... 41

3.4.2 Μέτρηση BOD.....41

3.4.3 Μέτρηση Ολικού Φωσφόρου 42

3.4.4 Μέτρηση Ολικού Αζώτου..... 43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Αποτελέσματα Τυποποιημένων Παραμέτρων Ελέγχου Απόδοσης Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

4.1 Εισαγωγή 45

4.2 Έλεγχος Παραμέτρων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου 45

4.2.1 pH.....45

4.2.2BOD_5.....45

4.2.3 COD 47

4.2.4 Αιωρούμενα Στερεά (TSS) 48

4.2.5 Διαλυμένο Οξυγόνο (D.O)..... 50

4.2.6 Ολικά Στερεά (TS)..... 51

4.2.7 Διαλυμένα Στερεά (TDS).....52

4.2.8 Αγωγιμότητα 53

4.2.9 Ολικό Άζωτο (Total (N)) 53

4.2.10 Ολικός Φώσφορος (Total (P)) 54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

(Ι)Αξιολόγηση λειτουργίας Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

(ΙΙ) Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης

5.1 Αξιολόγηση λειτουργίας Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου 57

5.1.1 Εισροή 57

5.1.2 Εκροή Δευτεροβάθμιας Επεξεργασίας.....58

5.2 Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης 61

5.2.1 Παράμετροι επιλογής Συστήματος Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων 65

5.2.2 Προτεινόμενες επιλογές Συστήματος Διαχείρισης και Επαναχρησιμοποίησης των Υγρών Αποβλήτων στο Ηράκλειο 66

5.2.3 Προτεινόμενες επιλογές συστήματος διαχείρισης /επαναχρησιμοποίησης.…66

5.2.4 Ενέργειες φορέα 67

ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... 68

Παράρτημα..... 69

Κεφάλαιο 1
Διαχείριση υγρών Αποβλήτων

1.1 Εισαγωγή

Όταν το νερό με οποιονδήποτε τρόπο χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο μετατρέπεται σε απόβλητο. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ποσότητες ρυπαντικών ουσιών, οι οποίες καθιστούν επικίνδυνη την απευθείας διάθεση τους σε ένα φυσικό (συνήθως υδάτινο) αποδέκτη τόσο για τον ίδιο τον αποδέκτη όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα (Νταρακάς, 2006). Η αυξημένη συγκέντρωση πληθυσμών στα αστικά κέντρα, η βιομηχανική ανάπτυξη, η υπερκατανάλωση νερού από τον άνθρωπο και οι συνεχώς μειούμενοι υδάτινοι πόροι επιβάλλουν τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων, επιδιώκοντας τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων ώστε να επιτυγχάνεται παράλληλα η εξοικονόμηση πηγών νερού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες χρήσεις.

Στα βιομηχανικά ανεπτυγμένα κράτη υπάρχουν αυξανόμενα προβλήματά, που σχετίζονται με τη διασφάλιση της αναγκαίας τροφοδοσίας με νερό και τη διάθεση των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Αντίθετα στα αναπτυσσόμενα κράτη και ιδιαίτερα αυτά που βρίσκονται σε ξηρικές και ημιξηρικές περιοχές, υπάρχει έντονη η ανάγκη της τεχνολογίας διάθεσης των υγρών αποβλήτων με προσιτό κόστος, για αύξηση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού και παράλληλα προστασία των ήδη υπάρχων πηγών (Νταρακάς, 2006).

1.2 Ορισμός Υγρών Αποβλήτων-Κατηγορίες

Ως υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται όλες οι ποσότητες νερού που αφού αξιοποιηθούν σε διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, απομακρύνονται από το χώρο παραγωγής τους. Προέρχονται από κατοικίες, από κτίρια που στεγάζονται διάφορες υπηρεσίες από βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες και πιθανόν από βιομηχανικές μονάδες, τα οποία συλλέγονται στο σύστημα αποχέτευσης της κάθε πόλης και οδηγούνται στο χώρο επεξεργασίας τους (Γεωργάκη, σημειώσεις 2007). Ανάλογα, τη χρήση που προηγήθηκε, ορίζουμε τις παρακάτω βασικές κατηγορίες υγρών αποβλήτων:

Αστικά-Οικιακά υγρά απόβλητα, είναι κυρίως αυτά τα οποία προέρχονται από ανθρώπινες καθημερινές δραστηριότητες και απόνερα οικιακής χρήσης.
Στην κατηγορία των αστικών υγρών αποβλήτων περιλαμβάνονται αυτά των εστιατορίων, ξενοδοχείων, δημοσίων υπηρεσιών, καταστημάτων, γραφείων κλπ. Στα κυριότερα συστατικά τους περιλαμβάνονται οργανικές κυρίως ουσίες σε διάλυση ή αιωρούμενα σωματίδια, λίπη, έλαια, ανόργανες ουσίες και σε ελάχιστες ποσότητες διαλυμένα αέρια όπως αμμωνία (NH_3) και υδρόθειο (H_2S). Ανάλογα με το μέγεθος μιας πόλης μεταβάλλεται η ποσότητα των λυμάτων μεταξύ 100-300 lt ανά άτομο και ημέρα. Γενικά υπολογίζονται 150-200 lt ανά άτομο/ημέρα λαμβάνοντας υπόψη το ξεχωριστό σύστημα κατά το οποίο κατασκευάζονται δύο ανεξάρτητα δίκτυα, ένα για την αποχέτευση των ομβρίων και ένα για τη συλλογή και απομάκρυνση των υγρών αποβλήτων. Στη χώρα μας κυριαρχεί το μικτό σύστημα αποχέτευσης (αστικά λύματα και όμβρια) (Νταρακάς, 2006).

Βιομηχανικά υγρά απόβλητα ονομάζονται τα απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα (Οδηγία Ε.Ε. 91/271). Είναι δηλαδή τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται. Τα απόβλητα που παράγονται από το ανθρώπινο δυναμικό της βιομηχανικής μονάδας κατατάσσονται στα αστικά απόβλητα (Νταρακάς,2006).

Γεωργικά υγρά απόβλητα προέρχονται από υπολείμματα λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Οι ουσίες αυτές είναι είτε διαλυμένες στο νερό είτε απορροφημένες στα σωματίδια του εδάφους κι έτσι παρασύρονται με τη ροή του νερού και μεταφέρονται μέσα από ρέματα, κανάλια και αντλιοστάσια στα ποτάμια και στη θάλασσα. Επίσης μπορούν να «κινηθούν» κάθετα, καθώς απορροφούνται από το έδαφος, και έτσι φτάνουν σε βαθύτερα υδροφόρα στρώματα.

1.3 Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων

1.3.1 Εισαγωγή

Ανάμεσα στους παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό των επιμέρους διατάξεων σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας σημαντικό ρόλο παίζουν οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν την ποσότητα αλλά και την ποιότητα των αποβλήτων. Ως συνέπεια, ο καθορισμός της ογκομετρικής παροχής των αποβλήτων και της συγκέντρωσης των ρυπαντικών ουσιών που πρόκειται να απομακρυνθούν είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται από τα αρχικά στάδια μιας μελέτης σχεδιασμού. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων μπορούν να διακριθούν σε φυσικά, χημικά και βιολογικά, αφού τα υγρά απόβλητα περιέχουν υψηλή ποσότητα σε φυσικούς, βιολογικούς και μικροβιακούς ρυπαντές. Θα μπορούσαν επιπλέον να ταξινομηθούν σε αυτά που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία ή την αισθητική, ενώ για περισσότερο εξειδικευμένους σκοπούς μπορούν να διαχωριστούν σε πολλές υποομάδες. δραστικότητα τους και ο βαθμός ρύπανσης τους εξαρτάται από τη σύσταση τους η οποία ποικίλει ανάλογα με τη προέλευση τους (αστική, βιομηχανική κ.τ.λ.) (Σαββάκης, 2002). Για το λόγο αυτό, της επιβαρυμένης δηλαδή σύστασής τους, τα υγρά απόβλητα προκαλούν ρύπανση κατά τη διάθεση τους στους τελικούς και ενδιάμεσους αποδέκτες (θάλασσες, λίμνες, ρέματα, υπόγεια νερά κ.τ.λ.)

Φυσικά, για τον επιτυχή προσδιορισμό οποιουδήποτε χαρακτηριστικού ποιότητας τόσο για το νερό όσο και για τα υγρά απόβλητα είναι απαραίτητο να διασφαλίζεται:

- η σωστή δειγματοληψία,
- η σωστή συντήρηση του δείγματος και
- η σωστή εφαρμογή της κατάλληλης αναλυτικής μεθόδου

Δηλαδή, το δείγμα θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό και από τη στιγμή της παραλαβής του μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού θα πρέπει να συντηρείται με κατάλληλο τρόπο ώστε να παραμένουν αναλλοίωτα τα χαρακτηριστικά του. σωστή συντήρηση των δειγμάτων είναι καθοριστικής σημασίας για πολλές χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους ενώ μερικές φυσικοχημικές παράμετροι προσδιορίζονται στο πεδίο κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας με τη χρήση φορητών αναλυτικών συσκευών (Νταρακάς, 2006).

Στον Πίνακα 1.1 γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των διάφορων ποιοτικών χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων αλλά και της προέλευσής τους.

Πίνακας 1.1: Φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Χαρακτηριστικά	Προέλευση
Φυσικά Χαρακτηριστικά	
Χρώμα	Από αποδόμηση της οργανικής ουσίας
Οσμή	Αερόβια αλλά κυρίως αναερόβια αποδόμηση οργανικής ουσίας
Στερεά	Τεμαχίδια οργανικής και ανόργανης προέλευσης
Θερμοκρασία	Επηρεάζεται από την προέλευση των υγρών αποβλήτων και τις περιβαλλοντικές συνθήκες
Χημικά Χαρακτηριστικά	
Ουσίες οργανικής προέλευσης	
Υδατάνθρακες	Προϊόντα ανθρώπινου και ζωικού μεταβολισμού που υπάρχουν και σε βιομηχανικά απόβλητα, όπως αυτά της βιομηχανίας τροφίμων
Λίπη και έλαια	Προϊόντα ανθρώπινου και ζωικού μεταβολισμού που συναντιόνται και σε βιομηχανικά απόβλητα
Φυτοφάρμακα	Βρίσκονται κυρίως στα γεωργικά υγρά απόβλητα που η παρουσία τους σε αστικά απόβλητα δεν είναι συχνή ή αναμενόμενη
Πρωτεΐνες	Προϊόντα ανθρώπινου και ζωικού μεταβολισμού που μπορεί και να προέρχονται από πλειάδα άλλων δραστηριοτήτων βιομηχανικής προέλευσης
Πτητικές οργανικές ουσίες	Κυρίως βιομηχανικής προέλευσης
Φαινόλες	Βιομηχανικής προέλευσης
Ουσίες ανόργανης προέλευσης	
Άζωτο	Από τη διάσπαση οργανικής ουσίας και από άλλες κυρίως οικιακές δραστηριότητες
Φώσφορο	Οικιακής και βιομηχανικής προέλευσης
Βαριά μέταλλα	Κυρίως βιομηχανικής προέλευσης -η παρουσία τους ένδειξη σημαντικής βιομηχανικής δραστηριότητας
Θειικές ενώσεις	Κυρίως οικιακής προέλευσης
Βιολογικά Χαρακτηριστικά	
Ζωικοί οργανισμοί	Αναπτύσσονται λόγω ύπαρξης οργανικής ουσίας στα απόβλητα
Φυτικοί οργανισμοί	Αναπτύσσονται λόγω ύπαρξης οργανικής ουσίας στα απόβλητα
Μικροοργανισμοί	Από ανθρώπινου οργανισμούς αλλά και λόγω ύπαρξης αποδομούμενης οργανικής ουσίας στα απόβλητα

1.3.2 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ποιότητας υγρών αποβλήτων

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν στο σχεδιασμό διαχείρισης υγρών αποβλήτων είναι η περιεκτικότητα σε στερεά, κυρίως αιωρούμενα στερεά (TSS), οργανικό φορτίο (BOD_5, COD), άζωτο (αμμωνιακό, οργανικό, νιτρικά ιόντα) και φώσφορο. Στον Πίνακα 1.2 καταγράφονται οι σημαντικότερες αυτές παράμετροι ποιοτικού ελέγχου, οι οποίες αποτελούν και τους βασικούς στόχους επεξεργασίας μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων, οι συνέπειες των παραμέτρων αυτών στο περιβάλλον, καθώς και οι αντίστοιχες μετρήσεις τους. Οι ημερήσιες εποχιακές και ετήσιες διακυμάνσεις των παραμέτρων αυτών, θα πρέπει να παρακολουθούνται με σκοπό την ομαλή λειτουργία της μονάδας αυτής για τυχόν μελλοντικές τροποποιήσεις ή αναβάθμιση της εγκατάστασης. ποιοτική σύνθεση των υγρών αποβλήτων μπορεί να διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή, όταν έχουμε διείσδυση υδάτων στο αποχετευτικό δίκτυο ή όταν έχουμε σύνδεση με βιομηχανική μονάδα και με βοθροαστικά υγρά απόβλητα.

Πίνακας 1.2: Στόχοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (Γεωργάκη, σημειώσεις, 2007)

Κύρια Ποιοτικά Χαρακτηριστικά (στόχοι επεξεργασίας)	Παράμετροι Μέτρησης	Συνέπειες στο περιβάλλον
Αιωρούμενα Στερεά	SS	Προκαλούν θολότητα, ιζήματα
Οργανικά συστατικά	BOD_5, COD	Αφαιρούν οξυγόνο, προκαλούν οσμές
pH	pH	Προκαλούν προβλήματα σε υδρόβιους οργανισμούς
Παθογόνοι οργανισμοί	ΠΠΑ (MNP)	Προβλήματα υγείας σε πόση και αναψυχή
Άζωτο	NH_{4+} $NO_{2"}$ $NO_{s"}$	Αφαιρούν οξυγόνο, τοξικό στα ψάρια, ανάπτυξη φυκών
Φώσφορος	$PO_4^{3"}$	Ανάπτυξη φυκών
Τοξικές ουσίες Ανόργανα άλατα	Ανάλογα ΔΣ	Επικίνδυνες για τη ζωή φυτών και ζώων. Περιορίζουν την βιομηχανική και αγροτική Χρήση

1.3.2.1 Στερεά

Ολικά Στερεά TS: Το υπόλειμμα που απομένει μετά την εξάτμιση και την ξήρανση δείγματος υγρών αποβλήτων σε θερμοκρασία 103°C-105°C. Μετρούνται σε mg υπολείμματος ανά L δείγματος. Διακρίνονται σε διαλυμένα στερεά, DissolvedSolids - DS και αιωρούμενα στερεά, SuspendedSolids -SS. Αποτελούνται δε από οργανικά ή πτητικά, VolatileSolids - VS στερεά και ανόργανα Non-VolatileSolids - NVS ή FixedSolids -FS στερεά (Στάμου, 1995).
Διαλυμένα Στερεά DS: Τα διαλυμένα στερεά DS αφορούν τη συγκέντρωση των στερεών συστατικών που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή στη μάζα των αποβλήτων και ορίζονται ως τα στερεά δείγματος που διέρχονται μέσα από ειδικό χάρτινο φίλτρο (μέσο μέγεθος πόρων 2μιη ή μικρότερο). Προσδιορίζονται με την ξήρανση του διηθήματος στους 105°C σε κατάλληλο κλίβανο ξήρανσης και μετρούνται σε mg υπολείμματος μετά την ξήρανση ανά 1l δείγματος (Metcalf&Eddy, 1991).

Αιωρούμενα Στερεά SS: Τα αιωρούμενα στερεά είναι η ποσότητα σε mg για 1l δείγματος αποβλήτων που συγκρατείται από το ειδικό χάρτινο φίλτρο. Τα αιωρούμενα διακρίνονται σε καθιζάνοντα και σε μη καθιζάνοντα. Καθιζάνοντα είναι τα αιωρούμενα στερεά που

καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας μέσα σε ειδικά βαθμονομημένο κώνο και για το διάστημα μιας ώρας (Metcalf&Eddy, 1991).

Πτητικά Στερεά VS: Όλα τα παραπάνω είδη στερεών αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Κατά τη θέρμανση δείγματος στους 600°C τα οργανικά συστατικά εξαερώνονται (πτητικά στερεά, VolatileSolids-VS) ενώ τα ανόργανα (αδρανή) στερεά μένουν ως στάχτη (μη πτητικά στερεά, Non-VolatileSolids-NVS ή FixedSolids -FS).

Τα αιωρούμενα στερεά SS είναι κυρίως αυτά που δημιουργούν τη ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος καθώς κατά τη διοχέτευση των υγρών αποβλήτων στον υδάτινο υδροφορέα συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας λάσπη και ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα.

Δείκτης της ποσότητας των διαλυμένων ιοντικών ενώσεων αποτελεί η μέτρηση της αγωγιμότητας των λυμάτων. Η ειδική αγωγιμότητα σε μονάδες μS/cm πολλαπλασιαζόμενη με ένα εμπειρικό συντελεστή, που κυμαίνεται, από 0,55 έως 0,90, μας δίνει τα συνολικά διαλυτά άλατα σε mg/l.

1.3.2.2 pH

Το pH επηρεάζει σχεδόν όλες τις διεργασίες επεξεργασίας (χημική και βιολογική επεξεργασία, απολύμανση, επεξεργασία λάσπης κ.α.) και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς (διάβρωσης) σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό κ.λ.π. Επειδή πολλές διεργασίες απαιτούν ορισμένες τιμές pH κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχός του τόσο στο σχεδιασμό όσο και στη λειτουργία μιας ΕΕΑΑ (Στάμου, 1986).

1.3.2.3 Τυποποιημένες Παράμετροι Ελέγχου Οργανικού Φορτίου

Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD)

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BiochemicalOxygenDemand, BOD) είναι η ποσότητα οξυγόνου εκφραζόμενο σε mg/l ή μέρη αναεκατομ. (ppm), το οποίο καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς για τη βιολογική αποικοδόμηση (διάσπαση) των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε νερά ή λύματα Πρόκειται δηλαδή για τη φυσική βιολογική οξείδωση (με αερόβιους μικροοργανισμούς) των οργανικών ενώσεων σε συγκεκριμένο όγκο νερού, χρονικό διάστημα και θερμοκρασία.

Το BOD είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους που μας δίνει πληροφορίες για το βαθμό ρύπανσης σε οργανικές ενώσεις σε οικιακά, βιομηχανικά απόβλητα και αποδέκτες (π.χ. λίμνες, ποταμοί κτλ.). Επίσης η μέτρηση του BOD βοηθάει στο σχεδιασμό και τον έλεγχο απόδοσης συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων.
Η κατανάλωση οξυγόνου αυξάνει στην αρχή εκθετικά (5-8 μέρες) μετά μειώνεται προοδευτικά και σταθεροποιείται στις 15-20 μέρες, οπότε η τιμή του BOD μεταβάλλεται με το χρόνο (Ανδρεαδάκης, 1989 &Χριστούλας, 1991).

Αρχή μεθόδου

Η πιο συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδος για τη μέτρηση του βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου γίνεται σε διάστημα 5 ημερών (BOD_5) και θερμοκρασία 20 °C. Η μέθοδος συνιστάται στη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου που απαιτείται για τη βιοχημική οξείδωση της οργανικής ύλης για το χρονικό αυτό διάστημα:

Μικροβιακά κύτταρα

Οργανική ύλη + ΔΟ $\rightarrow CO_2 + H_2 + NH_3 + ...+$ νέα κύτταρα

Η ποσότητα οξυγόνου σε δείγματα νερού σε γεμάτη, αεροστεγώς κλεισμένη φιάλη μειώνεται με το χρόνο εξ' αιτίας της οξείδωσης της οργανικής ύλης που περιέχεται στο δείγμα από μικροοργανισμούς. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο αποτελεί εμπειρικό καθορισμό της ποσότητας του οξυγόνου που απαιτείται για την αποικοδόμηση των βιοδιασπούμενων ενώσεων (κυρίως οργανική ύλη) του δείγματος σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και χρόνο.

Παρεμποδίσεις στη μέτρηση

Το εξεταζόμενο δείγμα πρέπει να έχει pH = 6.5-7.5. Στην αντίθετη περίπτωση το pH ρυθμίζεται με H_2SO_4 ή ΝαΟΗ. Το ελεύθερο χλώριο εμποδίζει τον προσδιορισμό του BOD επειδή καταστρέφει τους μικροοργανισμούς. Στην περίπτωση αυτή προστίθεται στο δείγμα $^_2SO_3$ το οποίο ανάγει το χλώριο σε χλωριούχα.

Τα άλγη επηρεάζουν τον προσδιορισμό του BOD επειδή παράγουν οξυγόνο λόγω της φωτοσύνθεσης. Για το λόγο αυτό η επώαση γίνεται πάντοτε απουσία φωτός. Τοξικά στοιχεία ή οργανικές ενώσεις, όπως βαρέα μέταλλα, θειούχα, κυανούχα, φαινόλες, φυτοφάρμακα κ.α. σκοτώνουν τους μικροοργανισμούς και εμποδίζουν το προσδιορισμό του BOD (Γεωργάκη, σημειώσεις, 2007).

Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (ChemicalOxygenDemand, COD) αποτελεί την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται για τη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών νερών ή λυμάτων, δηλαδή την πλήρη οξείδωση τους σε ανόργανα τελικά προϊόντα.

Όπως και το BOD, το COD είναι μια σημαντική παράμετρος για την εκτίμηση της ρύπανσης. Περιλαμβάνεται στις παραμέτρους για τις οποίες έχουν τεθεί ανώτατες επιτρεπτές τιμές προκειμένου τα λύματα-απόβλητα να διατεθούν σε υδάτινους αποδέκτες. Όπως και το BOD, οι τιμές διαφέρουν από αποδέκτη σε αποδέκτη και καθορίζονται με βάση την ικανότητα αυτοκαθαρισμού αυτών.

Ο προσδιορισμός του COD γίνεται γρήγορα, σε τρεις περίπου ώρες, γεγονός σημαντικό για ένα γρήγορο έλεγχο του οργανικού φορτίου λυμάτων-αποβλήτων. Οι τιμές του COD δε συνδέονται άμεσα με τις τιμές του BOD, αλλά έμμεσα και εμπειρικά όταν πρόκειται για δείγματα σταθερής σύνθεσης. Στα δείγματα αυτά είναι δυνατό με βάση της τιμές COD να εκτιμήσουμε τις τιμές του BOD. Αυτό έχει ιδιαίτερη αξία για τα απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες, οι οποίες νεκρώνουν τους μικροοργανισμούς και δε μπορεί να μετρηθεί το BOD. Έτσι, μεγάλες τιμές COD και πολύ μικρές τιμές BOD δείχνουν την παρουσία τοξικών ουσιών στα δείγματα (Γεωργάκη, σημειώσεις, 2007).

Στον Πίνακα 1.3 δίνονται ενδεικτικές τιμές του λόγου BOD/COD (α). για ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα, (β). τιμές για μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία και (γ). για τιμές στην τελική εκροή.

Πίνακας 1.3: Σύγκριση του λόγου BOD/COD που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό των υγρών αποβλήτων (Metcalf&Eddy, 1991)

Είδος υγρού αποβλήτου	BOD/COD
Ανεπεξέργαστα	0.3-0.8
Μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία	0.4-0.6
Τελική εκροή	0.1-0.3

Μικρές τιμές COD σε σχέση με τις τιμές του ολικού οργανικού άνθρακα οφείλονται στην παρουσία οργανικών ουσιών οι οποίες δεν οξειδώνονται π.χ. βενζόλιο, ορισμένα απορρυπαντικά, χλωριωμένα παράγωγα, κ.α.

Αρχή της μεθόδου
Η χημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων γίνεται με ένα ισχυρό οξειδωτικό διάλυμα διχρωμικού καλίου σε περίσσια, σε όξινο περιβάλλον, H_2SO_4, κατά την αντίδραση: &2O7-2+ 6e-+ 14H+ ^ 2Cr3+ 7H2O

Τα εναπομείναντα διχρωμικά ιόντα (περίσσεια), προσδιορίζεται ογκομετρικά ή φασματοφωτομετρικά. Η αντίδραση γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, παρουσία καταλύτη θειικού αργύρου, Ag2SO4, η παρουσία του οποίου αυξάνει το ποσοστό των οργανικών ενώσεων που οξειδώνονται. Προσθήκη θειικού υδράργυρου, HgSO4, περιορίζει την επίδραση των ιόντων χλωρίου, που δεν πρέπει να ξεπερνούν την τιμή των 2000 ppm.

Παρεμποδίσεις στη μέτρηση
Η παρουσία χλωριούχων ιόντων δίνει μεγαλύτερες τιμές COD λόγω του ότι οξειδώνονται από τα διχρωμικά ιόντα προς στοιχειακό χλώριο. Επίσης καταστέλλουν τη δράση του καταλύτη Ag_2SO_4 επειδή σχηματίζουν ίζημα με το θειικό άργυρο. Οι παρεμποδίσεις αυτές αντιμετωπίζονται με προσθήκη στο δείγμα θειικού υδράργυρου,
HgSO^ ο οποίος δεσμεύει τα χλωριούχα με τη μορφή των συμπλόκωνHgCl4- (1 gHgSO4 δεσμεύει περίπου 100 mgCl-.

Παρεμποδίσεις δημιουργούν και ανόργανες ενώσεις οι οποίες δρουν αναγωγικά, όπως π.χ. NO_3^-, Fe+2, S^{-2}, Mn+2, κ.α. Όταν η συγκέντρωση των παραπάνω ιόντων είναι μεγάλη, τότε η ισοδύναμη ποσότητα σε O2 αφαιρείται από την τιμή του COD (Γεωργάκη,σημειώσεις2007).

1.3.2.4 Άζωτο
Το άζωτο αποτελεί ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:
α. Οργανικό άζωτο (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα)
β. Αμμωνιακό άζωτο (άλατα NH_4+ ή NH_3) Το αμμωνιακό άζωτο στα απόβλητα δημιουργεί απαίτηση οξυγόνου για την οξείδωσή του σε NO_2^-και NO_3^-κάτω από ορισμένες συνθήκες. Το άζωτο σε μορφή NH_3 αυξάνει την τοξικότητα των υδάτων για τα ψάρια, ενώ σε μορφή NO_3^- χρησιμοποιείται από τα άλγη και διάφορα υδρόβια φυτά του φορέα για την ανάπτυξή τους.

Έτσι μεγάλες συγκεντρώσεις αζώτου σε υδάτινους φορείς σε συνδυασμό με την παρουσία φωσφόρου, μπορεί να οδηγήσουν σε κατάσταση που ευνοεί την υπερβολική ανάπτυξη των αλγών και των διαφόρων υδρόβιων φυτών (ευτροφισμός), με αποτέλεσμα το φράξιμο του φορέα, την εμφάνιση επιπλεόντων, την αύξηση της θολότητας, την αδυναμία χρήσης του νερού για ύδρευση, τη δημιουργία αισθητικών προβλημάτων (έντομα, οσμές) κ.α. (Στάμου, 1995).

Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας το άζωτο παίζει σημαντικό ρόλο καθώς ευνοεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες. Στα αστικά απόβλητα βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες, ενώ για πολλά βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να προστίθεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Στη διεργασία της χλωρίωσης η παρουσία αμμωνίας οδηγεί στο σχηματισμό χλωραμινών που μειώνουν την απόδοση της χλωρίωσης (Στάμου, 1995).

Η απομάκρυνση του αζώτου στις ΕΕΑΑ γίνεται συνήθως σε ειδικό στάδιο με βάση τις διεργασίες της νιτροποίησης- απονιτροποίησης.
Το άζωτο εκφράζεται συνήθως ως οργανικό άζωτο, που μετριέται με τη μέθοδο Kjeldahl σε ειδικό φασματόμετρο, ως ολικό άζωτο (TKN) δηλαδή οργανικό άζωτο και NH_3, ως NH_4-N, και ως NO_3^- (κυρίως για πόσιμο νερό) (Στάμου, 1995).

1.3.2.5 Φώσφορος:
Ο φώσφορος συναντάται στα απόβλητα με τη μορφή φωσφορικών κυρίως ιόντων (PO_4^- και HPO_4^-) αποτελεί ένα από τα βασικά θρεπτικά συστατικά τόσο των ζωικών όσο και των φυτικών οργανισμών (Νταρακάς, σημειώσεις 2009).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η παρουσία φωσφόρου στον υδάτινο φορέα σε συνδυασμό με τη παρουσία αζώτου οδηγεί στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ο P είναι απαραίτητος στους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες και στα αστικά απόβλητα βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες.

Κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία μειώνεται ο φώσφορος, ο οποίος χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, αλλά σε αντίθεση με το άζωτο και τον άνθρακα η ποσότητα του συνεχίζει να είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στην βιολογική σύνθεση. μείωση του φωσφόρου μπορεί να αυξηθεί κατά την τριτοβάθμια επεξεργασία με χημική καθίζηση που γίνεται με προσθήκη χημικών Al^3+ και Fe^3+ (Γεωργάκη, σημειώσεις 2007). Ο φώσφορος εκφράζεται κυρίως ως ολικός φώσφορος και ως ανόργανος φώσφορος (ορθοφωσφορικά και πολυφωσφορικά) και μετριέται με τη μέθοδο της φασματοφωτομετρίας.

Στα υγρά απόβλητα περιέχονται και ανόργανα συστατικά όπως το θείο, διάφορες τοξικές ενώσεις και βαρέα μέταλλα.

1.3.3 Τυπικές Τιμές Παραμέτρων Υγρών Αποβλήτων

Η κατανόηση λοιπόν των βασικών ρύπων και παραμέτρων που σχετίζονται με την ποιότητα των υγρών αποβλήτων, βοηθάει στην αξιολόγηση των ποιοτικών παραμέτρων και εν συνεχεία στην οργάνωση και βελτίωση των σταδίων συλλογής και διαχείρισης τους από την εισροή, μέχρι τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης και τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.Α.).

Στον Πίνακα 1.4 παρουσιάζονται τυπικές τιμές συγκεντρώσεων για τις βασικότερες παραμέτρους ποιότητας των υγρών αποβλήτων.

Πίνακας 1.4: Τυπικές τιμές συγκεντρώσεων ποιοτικών παραμέτρων (Metcalf&Eddy, 1991)

	Συγκέντρωση σε mg/l	
Παράμετρος	Όρια	Μέση Τιμή
BOD_5	110-400	220
SS	100-350	220
Ολικό N	20-85	40
Ολικό P	4-15	8

Στον Πίνακα 1.5 παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές ποιοτικών παραμέτρων για διάφορες Ε.Ε.Α.Α. στην Ελλάδα.

Πίνακας 1.5: Ενδεικτικές τιμές συγκεντρώσεων ποιοτικών παραμέτρων στην Ελλάδα (Μπακάλης κ.α., 1993, Στάμου κ.α., 1995)

Παράμετρος Πόλη	BOD_5	SS mg/l	Ολικός N	Ολικός P	COD/ BOD_5
Βόλος	330	300	56	9	2,2
Ιωάννινα	290	360	33		2,1
Καβάλα	355	282	43	27	2,1
Κατερίνη	280	230	35	6	1,6
Κοζάνη	265	300	28	6	
Κώς	240	300	45	20	2,6
Λάρισα	390	230	68		
Σπάρτη	323	230	31	18	2,2

Παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις των ποιοτικών παραμέτρων των αποβλήτων παρουσιάζουν διακυμάνσεις στις διάφορες Ε.Ε.Α.Α. στην Ελλάδα και αυτό οφείλεται κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

- Στη διαφοροποίηση της ποσότητας βιομηχανικών αποβλήτων ή βοθρολυμάτων
- Στην παρουσία διάφορων εισροών στο αποχετευτικό δίκτυο που σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία.

Με την οδηγία 91/271 η Ευρωπαϊκή Ένωση καθορίζει τις επιθυμητές τιμές των παραμέτρων ποιότητας για την εκροή των υγρών αποβλήτων από τις Ε.Ε.Α.Α., όπως αυτές συνοψίζονται στον Πίνακα 1.6

Πινάκας 1.6: Επιθυμητή ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων κατά την 91/271οδηγία της Ε.Ε.

Χαρακτηριστικά	Όρια Οδηγίας 91/271 Άνω των 10.000 κατοίκων	Όρια Οδηγίας 91/271 Άνω των 100.000 κατοίκων
BOD_5	25	25
COD	125	125
Αιωρούμενα στερεά	35	
Ολικό Άζωτο	10	15
Ολικός Φώσφορος	2	1

1.4 Σύστημα Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων

Ένα σύστημα διαχείρισης υγρών αποβλήτων έχει σκοπό τον καθαρισμό (διαχωρισμό) των αστικών αποβλήτων από τα διάφορα ρυπαντικά συστατικά που περιέχουν, έτσι ώστε η τελική διάθεση τους στο περιβάλλον να είναι ακίνδυνη. Τα ογκώδη στερεά, η άμμος και τα αιωρούμενα στερεά προκαλούν περισσότερο αισθητική δυσαρέσκεια παρά ουσιαστική ρύπανση του υδάτινου φορέα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί όμως στα υγρά απόβλητα είναι υπεύθυνοι για τη μετάδοση ασθενειών στον άνθρωπο και σε άλλους οργανισμούς. Τα οργανικά συστατικά, όπως το άζωτο και ο φώσφορος, προκαλούν σοβαρά προβλήματα καθώς είναι υπεύθυνα για τις δυσάρεστες καταστάσεις ρύπανσης σε υδάτινους φορείς. επικίνδυνη δράση των οργανικών συστατικών οφείλεται στο ότι διάφοροι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τις διαθέσιμες ποσότητες από τα συστατικά αυτά για την ανάπτυξη και το πολλαπλασιασμό τους παράλληλα με την κατανάλωση οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό (Στάμου, 1995).

Η σωστή και ολοκληρωμένη διαχείριση των υγρών αποβλήτων προϋποθέτει βασικές γνώσεις τόσο για την προέλευση όσο και για τη σύστασή τους. Βασικές γνώσεις των χαρακτηριστικών των αποβλήτων βοηθούν ώστε αυτά να υποβληθούν σε βαθμό επεξεργασίας κατάλληλο για τον τελικό αποδέκτη. Οι φυσικοί υδάτινοι αποδέκτες αποικοδομούν τα οργανικά συστατικά με τα οποία φορτίζονται εφ' όσον η φόρτιση που δέχονται διατηρείται κάτω από το επίπεδο που αντιστοιχεί στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους. Σε περίπτωση που ένας αποδέκτης φορτιστεί πέρα του επιπέδου που αντιστοιχεί στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού του καταστρέφεται (ρυπαίνεται και μολύνεται).

Έτσι, ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει τον πλήρη και σαφή χαρακτηρισμό των αποβλήτων ξεκινώντας από:

- την προέλευση (αστικά λύματα, όμβρια ύδατα, βιομηχανικά απόβλητα, γεωργικά απόβλητα),
- την ποσότητα των υγρών αποβλήτων (παροχές ξηρής και υγρής περιόδου) και
- την ποιότητα (σύσταση, χαρακτηριστικά) των υγρών αποβλήτων

Το σύστημα περιλαμβάνει τη συλλογή, την επεξεργασία και την περιβαλλοντικά αποδεκτή διάθεση των υγρών αποβλήτων (Νταρακάς, σημειώσεις 2009).

Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης το οποίο είναι δυνατόν να δέχεται και εισροές από υπόγεια ή επιφανειακά νερά. Μπορεί επίσης κάτω από καθορισμένες συνθήκες να δέχεται και κάποιες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία όμως έχουν οπωσδήποτε υποστεί κάποιου είδους προεπεξεργασία. Το σύστημα του δικτύου αποχέτευσης μπορεί να είναι είτε χωριστικό, το οποίο δεν δέχεται όμβρια ύδατα είτε μικτό, το οποίο δέχεται και όμβρια ύδατα. Υπάρχει βέβαια και το ενδιάμεσο σύστημα, το οποίο μόνο σε μερικά τμήματα του δικτύου αποχέτευσης δέχεται όμβρια, και ονομάζεται μερικά χωριστικό.

Όλο το δίκτυο του συστήματος αποχέτευσης συμβάλλει σε έναν κεντρικό αποχετευτικό αγωγό (Κ.Α.Α.) ο οποίος καταλήγει σε μια Ε.Ε.Α.Α. όπου τα λύματα υφίστανται επεξεργασία με σκοπό τη δέσμευση και την εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών τους (Νταρακάς, 2006).

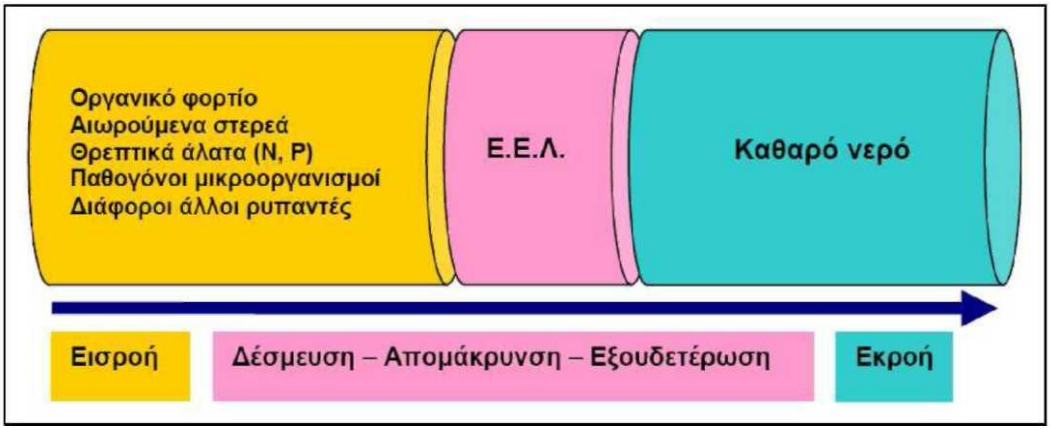
Το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος της Ε.Ο.Κ. εξέδωσε στις 19/3/92 οδηγία σύμφωνα με την οποία προβλέπεται ότι θα πρέπει να εγκατασταθούν σε όλες τις πόλεις των χωρών της Κοινότητας, εγκαταστάσεις καθαρισμού αστικών υγρών αποβλήτων. Συγκεκριμένα, είχε προταθεί η πραγματοποίηση Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) για όλες τις πόλεις με πληθυσμό πάνω από 15.000 κατοίκους μέχρι το 2000 και για τις μικρότερες μέχρι το 2005. Σε πολλές πόλεις η δημιουργία Ε.Ε.Λ. βρίσκεται ακόμα στο στάδιο εκπόνησης της μελέτης.

1.4.1 Στόχοι Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σκοπό έχει την απομάκρυνση, εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση του ρυπαντικού φορτίου, ώστε να εξαλειφθούν ή να ελαττωθούν σε αποδεκτό επίπεδο οι δυσμενείς για τον τελικό αποδέκτη (έδαφος, επιφανειακά νερά, κλπ) συνέπειες. επεξεργασία περιλαμβάνει ένα συνδυασμό φυσικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών. Οι διεργασίες αυτές σκοπεύουν να δεσμεύσουν και να αφαιρέσουν τους ρύπους από τη μάζα του νερού. Οι κύριοι στόχοι επεξεργασίας των λυμάτων είναι η μείωση του BOD_5 (Βιοχημική Απαίτηση Οξυγόνου) (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου, 1995), των αιωρούμενων στερεών και του αριθμού των μικροοργανισμών. εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, στην οποία διαχωρίζονται οι ρύποι από το νερό με τις κατάλληλες διεργασίες έχει επικρατήσει να ονομάζεται βιολογικός καθαρισμός (Αραβώσης κ.α., 2003).

Οι λόγοι για τους οποίους καθίσταται υποχρεωτική η επεξεργασία των λυμάτων είναι:
η προστασία της υγείας των ανθρώπων μέσω της προστασίας της ποιότητας του νερού (πόσιμο, κολύμβηση, ψάρεμα κ.λ.π.) και η αποφυγή μετάδοσης ασθενειών,
η αποτροπή δηλητηριάσεων από τοξικές ουσίες, υπολείμματα φαρμάκων και βαριά μέταλλα τα οποία βιοσυσσωρεύονται,
η προστασία της ποιότητας των αποδεκτών από την ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου και την αλλοίωση του οικοσυστήματος (αποξυγόνωση), από την αισθητική υποβάθμιση

(οσμές, μη διαύγεια, κ.λ.π.) και τα φαινόμενα ευτροφισμού (υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων) (Νταρακάς, 2006)



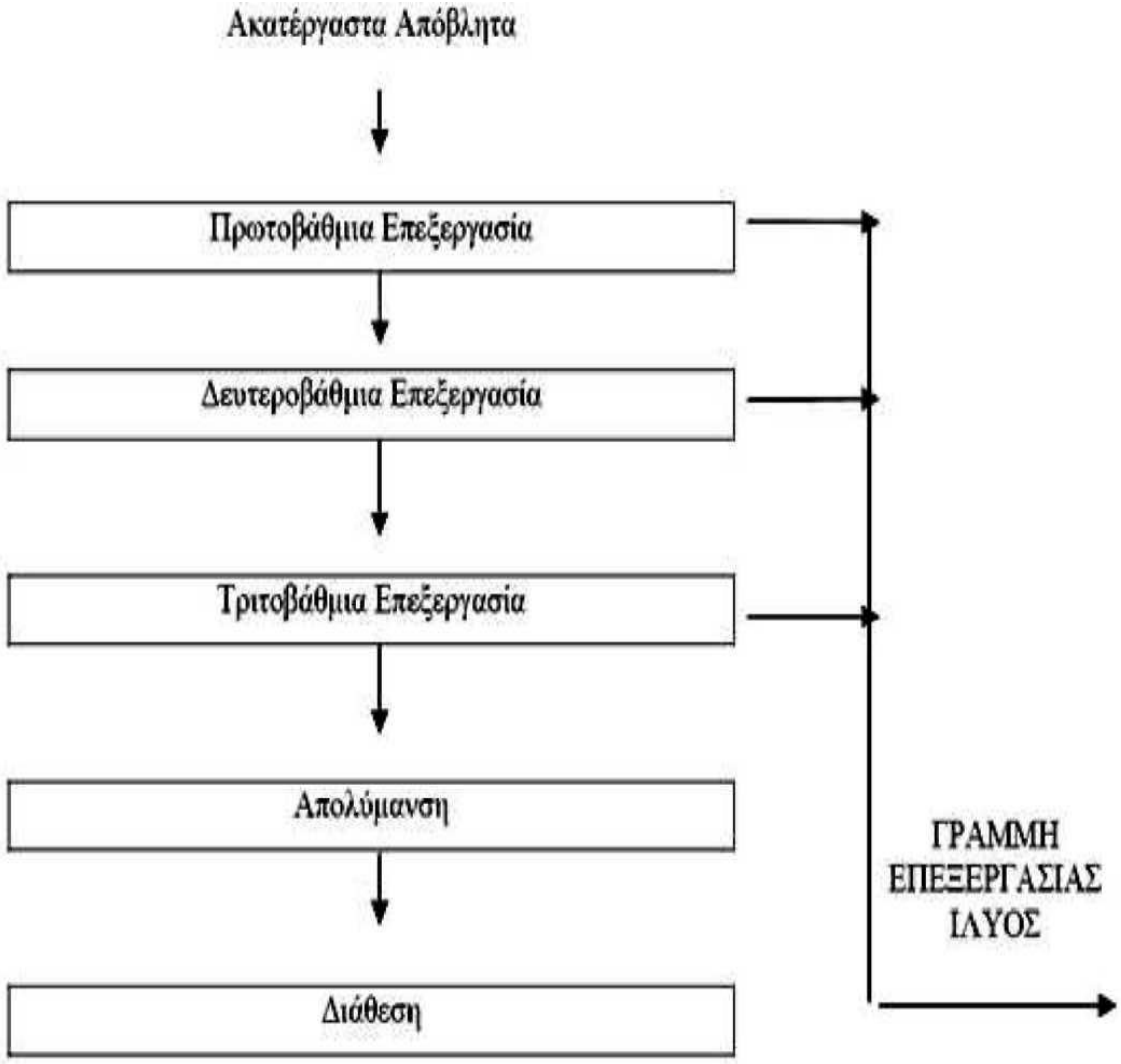
Σχήμα 1.1: Στόχοι της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (Νταρακάς, 2006)

1.4.2 Στάδια Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Προκειμένου να προσδιοριστεί το βέλτιστο δυνατό σύστημα επεξεργασίας είναι απαραίτητο να διερευνηθεί η ποιότητα και η μορφή του ρυπαντικού φορτίου και τα αποδεκτά όρια ποιότητας των επεξεργασμένων αποβλήτων κατά τη διάθεση τους, επίσης πρέπει να συνδυάζεται και η μικρότερη δυνατή δαπάνη κατασκευής και λειτουργίας της Ε.Ε.Α.Α.

Τα στάδια γραμμής επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που ακολουθούνται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης υγρών αποβλήτων δίνονται στο σχήμα 1.3.

Στον πίνακα 1.7 παρατίθενται συνοπτικά τα διάφορα είδη επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, οι μέθοδοι που εφαρμόζονται και ο βασικός τεχνικός εξοπλισμός που απαιτείται για τη λειτουργία τους.


Ακατέργαστα Απόβλητα
Πρωτοβάθμια Επεξεργασία
Δευτεροβάθμια Επεξεργασία
Τριτοβάθμια Επεξεργασία
Απολύμανση
Διάθεση
ΓΡΑΜΜΗ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΙΛΥΟΣ

Σχήμα 1.3: Στάδια γραμμής επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων

Πίνακας 1.7: Στάδια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων

Είδος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων			
Μηχανική	Χημική	Βιολογική	Φυσικοχημική
Επιτυγχάνεται με	Διάφορα χημικά	Συνιστάται στη	Γίνεται εκμετάλλευση
μηχανικά μέσα και	Αντιδραστήρια	βιοχημική οξείδωση	ορισμένων
περιλαμβάνει:	αναμιγνύονται με τα	διαλυμένων στα υγρά	φυσικοχημικών
	υγρά απόβλητα	απόβλητα οργανικών	ιδιοτήτων των
• Σχάρες	προκειμένου να γίνει	ενώσεων,	διάφορων ενώσεων των
• Τεμαχιστές	κάποια χημική	περιλαμβάνει:	υγρών αποβλήτων,
• Κόσκινα	αντίδραση,		περιλαμβάνει:
• Αμμοσυλλέκτες	περιλαμβάνει:	• Δεξαμενές	
• Λιπποσυλλέκτες		βιολογικής	• Αντιδραστήρες
• Δεξαμενές	• Δεξαμενές	επεξεργασίας	ενεργού άνθρακα
καθίζησης	Ανάμιξης	• Δεξαμενές	• Εναλλακτικές
• Διυλιστήρια	Αντιδραστηρίων	καθίζησης	ιόντων
	• Συσκευές		• Δεξαμενές
	Δοσομέτρησης		αντίστροφης
	Αντιδραστηρίων		όσμωσης

1.4.2.1 Πρωτοβάθμια επεξεργασία (μηχανικός καθαρισμός)

Περιλαμβάνει συνήθως εσχάρωση, αφαίρεση άμμου και ενδεχόμενα επιπλεόντων υλικών (προκαταρκτική επεξεργασία) και βασικά πρωτοβάθμια καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα την επεξεργασία της λάσπης (π.χ. αναερόβια χώνευση κ.τ.λ.), που δεν είναι εξολοκλήρου «μηχανική» επεξεργασία. Ο μηχανικός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει το ρυπαντικό φορτίο (οργανικά, στερεά, μικρόβια), (Μαρκαντωνάτου, 1986). Σε αρκετές εγκαταστάσεις η πρωτοβάθμια επεξεργασία είναι το μοναδικό είδος επεξεργασίας που γίνεται, ενώ σε άλλες εγκαταστάσεις, ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας που ακολουθεί, μπορεί να παραληφθεί. απόδοση στην μείωση του BOD και των SS είναι σημαντική (40% και 60% αντίστοιχα), η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών SS προκαλεί ουσιαστικά και τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου σε αυτό το στάδιο επεξεργασίας .

1.4.2.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία (βιολογικός καθαρισμός)

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία στοχεύει στην περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου BOD) και των αιωρούμενων στερεών (S.S.), ενώ ακόμα μπορεί να στοχεύει στη μείωση των αζωτούχων (N) και φωσφορικών (P) ενώσεων, που μπορεί να υπάρχουν στα υγρά απόβλητα. Βασίζεται κυρίως στη μετατροπή των διαλυμένων ενώσεων και των αιωρούμενων σωματιδίων (S.S.) σε μικροβιακή βιομάζα και στη συνέχεια στην

απομάκρυνση της βιομάζας με καθίζηση. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιείται αερόβια βιολογική αποικοδόμηση της οργανικής ύλης που περιέχεται στα απόβλητα (βιολογικός καθαρισμός)

Κατά την βιολογική επεξεργασία οι οργανικές ουσίες χρησιμοποιούνται ως τροφή από τους μικροοργανισμούς, προκειμένου να αποκτήσουν την απαραίτητη ενέργεια για την συντήρηση και την αναπαραγωγή τους, μειώνοντας έτσι την τιμή του BOD (Σαββάκης, 2002).

Από χημική άποψη οι βιολογικές διεργασίες κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες:
αερόβιες (παρουσία οξυγόνου, αερόβια χώνευση),
αναερόβιες (απουσία οξυγόνου, αναερόβια χώνευση).
Οι διατάξεις, οι οποίες εξασφαλίζουν το βιολογικό καθαρισμό είναι συνδυασμός βιολογικού αντιδραστήρα (δεξαμενής Αερισμού για την ανακύκλωση της βιομάζας) και δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης για την τελική απομάκρυνση της παραγόμενης βιομάζας.

1.4.2.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Μετά τη βιολογική κατεργασία το BOD_5 των αποβλήτων έχει μειωθεί δραστικά και τα νερά μπορεί να διατεθούν στους αποδέκτες μετά από απολύμανση. Όμως σε ειδικές περιπτώσεις, ιδίως όταν πρόκειται για τα απόβλητα βιομηχανιών, είναι απαραίτητο και τρίτο στάδιο επεξεργασίας πριν από τη διάθεση τους (Σαββάκης,2002).
Στην τριτοβάθμια επεξεργασία εφαρμόζονται προχωρημένες διαδικασίες επεξεργασίας με σκοπό την απομάκρυνση κυρίως του αζώτου (N) και του φωσφόρου (P), καθώς και ορισμένων άλλων τοξικών ή ανεπιθύμητων ουσιών (βαρέα μέταλλα, παθογόνοι μικροοργανισμοί κ.α.). Συνήθως συναντώνται μια από τις παρακάτω διεργασίες ή συνδυασμός αυτών:

- Διήθηση με κατάλληλα φίλτρα για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων.
- Απομάκρυνση ιόντων μετάλλων με αντίστροφη ώσμωση ή ανταλλαγή ιόντων.
- Απομάκρυνση μη βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών, χρώμα κλπ. με προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα.
- Αφαίρεση των θρεπτικών συστατικών (ανόργανες ενώσεις, N, για την αποφυγή δημιουργίας ευτροφισμού στον αποδέκτη) (Σαββάκης, 2002).

1.4.2.4 Απολύμανση

Η απολύμανση είναι το τελευταίο στάδιο στην επεξεργασία των αποβλήτων και έχει σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και σε προηγούμενα στάδια της επεξεργασίας.

Τρεις κύριες μέθοδοι απολύμανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά: η χλωρίωση, ο οζονισμός και η έκθεση σε υπεριώδης (UV) ακτινοβολία. Η κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και απαιτείται τεχνοοικονομική μελέτη για τον προσδιορισμό της πλέον κατάλληλης, η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να συνίσταται σε κατάλληλο συνδυασμό δύο τεχνολογιών. Στο σχήμα 1.4 δίνεται το σχετικό κόστος των τεχνολογιών απολύμανσης ως συνάρτηση του μεγέθους της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Στον πίνακα 1.8 φαίνονται τα συγκριτικά τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά των τριών τεχνολογιών,

Πίνακας 1.8: Τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών απολύμανσης σε σύγκριση με τη χλωρίωση (Lazarova 2003_Γκίκας, 2005)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΧΛΩΡΙΩΣΗ	ΟΖΟΧΙΣΜΟΣ	UV
Βακτηριοκτόνος δράση	++	1t	++
Ιοκτόνος δράση	+	• Η Ι	++
Επανεμφάνιση βακτηρίων	+	+	+
Απομένουσα τονικότητα	+++	+	
Παραπροϊόντα	+++	+	
Προβλήματα ασφαλείας	+++	1 Ι	+
Λειτουργικό κόστος	+	++	+
Κόστος επένδυσης	+	++	+
Ευκολία εγκατάστασης	+	+	++
Συντήρηση	++	+	+++
Σύστημα ελέγχου	+	++	+++

1.4.2.5 Επεξεργασία παραγόμενης ιλύος (λάσπης)

Κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, μαζί με την τελική απορροή που πρέπει να διατεθεί κατάλληλα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα προϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, και η ενεργός ιλύς (λάσπη) από τις δεξαμενές τις πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης. ενεργός ιλύς δεν είναι δυνατόν να διατεθεί χωρίς επεξεργασία ούτε να αποθηκευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα κοντά στη μονάδα καθώς εκτός από τις αισθητικές οχλήσεις που προκαλεί, είναι εξαιρετικά δραστική οπότε σαπίζει, δημιουργεί οσμές και παθογόνους οργανισμούς και επιπλέον περιέχει μεγάλες ποσότητες νερού (Σαββάκης, 2002).

Κύριοι στόχοι της επεξεργασίας της ενεργούς ιλύος είναι:

- η ελάττωση του όγκου με την απομάκρυνση μέρους του νερού (ελάττωση υγρασίας από 95% σε 70-60%) και
- η αποδόμηση των οργανικών ουσιών

Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει σε πρώτη φάση τη συλλογή και προσωρινή αποθήκευση της ενεργούς ιλύος και στη συνεχεία τη συγκέντρωση συμπύκνωση της, τη χώνευση, τη βελτίωση και την αφυδάτωση και ξήρανση της, προτού γίνει η τελική διάθεση της.

Εναλλακτικά της διαδικασίας χώνευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί καύση ή υγρή οξείδωση. Από τις μεθόδους αυτές η συμπύκνωση, βελτίωση και αφυδάτωση αποβλέπουν στην απομάκρυνση μέρους του νερού, ενώ η χώνευση, καύση και υγρή οξείδωση στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών.

1.4.2.6 Διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων

Η διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων γίνεται σε υδάτινους αποδέκτες ή στο έδαφος. Τα απόβλητα μπορεί επίσης να αφεθούν για εξάτμιση σε εκτεταμένες αβαθείς λίμνες. Οι βιομηχανικές μονάδες και τα ξενοδοχεία μπορούν να επαναχρησιμοποιήσουν τα νερά για δευτερεύοντες χρήσεις, όπως είναι το πότισμα και διάφορες εργασίες πλύσεις (Σαββάκης, 2002).

1.5 Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων

1.5.1 Κατηγορίες Επαναχρησιμοποίησης

Τα υγρά απόβλητα μπορούν, κατόπιν κατάλληλης επεξεργασίας να επαναχρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε σκοπό. Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται τα επεξεργασμένα απόβλητα απαιτείται και κατάλληλη ποιότητα, συνεπώς και διαφορετικό επίπεδο επεξεργασίας.αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στο γενικό προγραμματισμό διαχείρισης του νερού απαιτεί την προσεκτική αξιολόγηση των αναγκαίων ποσοτήτων νερού αλλά και της ποιότητας του (Cleick, 2000).

Η αξιοποίηση των λυμάτων μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικούς τύπους: την επαναχρησιμοποίηση για μη πόσιμους σκοπούς και την επαναχρησιμοποίηση για εμπλουτισμό του δικτύου ύδρευσης πόλεως.

Στον παρακάτω πίνακα 1.9 αναφέρονται οι κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με τους ανάλογους περιορισμούς που απαιτούνται για κάθε συγκεκριμένη χρήση.
1.Επαναχρησιμοποίηση για μη πόσιμους σκοπούς περιλαμβάνει της παρακάτω χρήσεις:
Αγροτική (άρδευση)
Αστική
Βιομηχανική
Φόρτιση υπογείων υδροφορέων (που δεν χρησιμοποιούνται για ύδρευση)

2.Επαναχρησιμοποίηση για εμπλουτισμό του δικτύου ύδρευσης:
Έμμεση πόση (μέσω εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων) ή
Άμεση πόση (Γκίκας 2005).

Πίνακας 1.9: Κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων και δυνατοί περιορισμοί (Angelakis, etal, 2001).

Κατηγορία χρήσης	Περιορισμοί
1. Άρδευση γεωργικών εκτάσεων • Φυτικές καλλιέργειες • Εμπορικά φυτώρια 2. Άρδευση κοινόχρηστών - αναψυχής χώρων. • Πάρκα • Σχολικοί χώροι • Εθνική δρόμοι • Ιπποδρόμια • Κοιμητήρια • Ελεύθεροι κοινοτικοί χώροι • Περιφερειακές ζώνες πρασίνου κ.λ	1. Ποιότητα νερού (κυρίως ως προς την επίδραση αλάτων στο έδαφος και στα φυτά) 2. Προστασία δημόσιας υγείας (σε σχέση με παθογόνα, π.χ. παράσιτα βακτήρια και ιοί) 3. Μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων νερών όταν δεν υφίστανται κατάλληλο σύστημα διαχείρισης 4. Εμπορικότητα και δημόσια αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων
3. Βιομηχανική χρήση • Ψύξη • Μεταποίηση • Βαρέα βιομηχανία • Άλλες	1. Συστατικά του νερού που ανακτάται και μπορούν να προξενήσουν διάβρωση, εναπόθεση, βιολογική ανάπτυξη ή γενικά προβλήματα ρύπανσης 2. Δημόσια υγεία (ιδιαίτερα σε σχέση με μεταφερόμενα οργανικά ή παθογόνα aerosols)
4. Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων • Αναπλήρωση • Προστασία • Ιζηματολογικός έλεγχος	1. Ίχνη οργανικών, άλλων χημικών και παθογόνων στο ανακτώμενο νερό υγρών αποβλήτων με υψηλό δυναμικό τοξικότητας 2. Συνολικά διαλυμένα στερεά, μέταλλα και παθογόνα στο ανακτώμενο νερό
5. Αναψυχή και άλλες περιβαλλοντικές χρήσεις • Λίμνες και δεξαμενές • Αποκατάσταση ελώδων χώρων • Αύξηση παροχής υδαρορευμάτων • Ανάπτυξη αλιευτικών χώρων • Δημιουργία πάγου	1. Προστασία δημόσιας υγείας με βακτήρια και ιούς 2. Ευτροφισμός οφειλόμενος στο N και P 3. Αισθητικές οχλήσεις συμπεριλαμβανόμενων των οσμών

1.5.1.1 Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση

Η άρδευση καλλιεργειών διαχωρίζεται βάσει των καλλιεργειών και του τρόπου εφαρμογής του νερού, σε δυο είδη στην περιορισμένη και στην απεριόριστη. περιορισμένη άρδευση αφορά καλλιέργειες όπως δάση, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δέντρα (συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων, εφόσον κατά τη συλλογή τους οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος), καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες διαφόρων προϊόντων τα οποία πριν την κατανάλωση τους υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία. Στην περιορισμένη άρδευση ο καταιονισμός δεν συνίσταται ως μέθοδο εφαρμογής νερού. Ενώ στην απεριόριστη άρδευση όπου συμπεριλαμβάνονται καλλιέργειες λαχανικών, αμπελιών, θερμοκήπια κτλ. η μέθοδος του καταιονισμού επιτρέπεται.

Για την περιορισμένη άρδευση προτείνεται η ελάχιστη επεξεργασία της δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας για την παραγωγή εκροής με συγκεντρώσεις BOD5 και SS χαμηλότερες από 25 και 35 mg/l αντίστοιχα, για το 80% των δειγμάτων και συγκεντρώσεις περιττωματικών κολοβακτηριδίων χαμηλότερες από 200 FC/100 ml, ως μέση τιμή, μέσω κατάλληλης απολύμανσης των δευτεροβάθμιων εκροών Οι τιμές νιτρικών στις δευτεροβάθμιες εκροές δεν υπερβαίνουν τα 35 mg/l, τιμή που είναι αποδεκτή υπό κανονικές συνθήκες. Στις περιπτώσεις που τα απόβλητα παραμένουν αποθηκευμένα σε επιφανειακούς ταμιευτήρες για μεγάλο χρονικό διάστημα ή χρησιμοποιούνται για άρδευση ζωνών που είναι ευπρόσβλητες σε νιτρορύπανση, απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία για την απομάκρυνση των θρεπτικών, ώστε η τελικά παραγόμενη εκροή να περιέχει συγκεντρώσεις αζώτου μικρότερες από 15 mg/l. Οι προτεινόμενες μέθοδοι δευτεροβάθμιας επεξεργασίας περιλαμβάνουν τα συστήματα ενεργού ιλύος, βιολογικά φίλτρα και περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους (Ανδρεαδάκης, Μαμάης&Γαβαλάκης 2005).

Στην απεριόριστη άρδευση η ελάχιστη προτεινόμενη επεξεργασία που απαιτείται είναι η δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, που ακολουθείται από τριτοβάθμια (κατ' ελάχιστο κροκίδωση, διύλιση) και στη συνέχεια απολύμανση, για την παραγωγή εκροής με συγκεντρώσεις BOD5 και SS μικρότερες από 10 mg/l για το 80% των δειγμάτων και τιμές θολότητας μικρότερες από 2 NTU ως μέση τιμή. Η συγκέντρωση των περιττωματικών κολοβακτηριδίων θα πρέπει να διατηρείται μικρότερη από 5 FC/100 ml για το 80% των δειγμάτων.

Οι επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις του αζώτου είναι αντίστοιχες με αυτές της περιορισμένης άρδευσης. Και σε αυτή την περίπτωση για την δευτεροβάθμια επεξεργασία προτείνονται τα συστήματα ενεργού ιλύος, βιολογικών φίλτρων και περιστρεφόμενων βιολογικών δίσκων. Στην τριτοβάθμια επεξεργασία το σύστημα θα πρέπει να είναι ισοδύναμο της ποιότητας επεξεργασίας που απαιτείται (Ανδρεαδάκης, Μαμάης&Γαβαλάκης 2005).

1.5.1.2 Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για αστική χρήση πλην πόσης και χρήσεις αναψυχής

Οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν το πότισμα μεγάλων εκτάσεων (νεκροταφεία, πρανή αυτοκινητοδρόμων, γήπεδα γκόλφ, δημόσια πάρκα) και εγκαταστάσεων αναψυχής, την κατάσβεση πυρκαϊών, νερό για τη συμπύκνωση εδαφών, νερό για τον καθαρισμό οδών και πεζοδρομίων, νερό για διακοσμητικά σιντριβάνια και νερό για τον καθαρισμό τουαλετών. Ως προς την απαιτούμενη επεξεργασία, η περιορισμένη αστική χρήση απαιτεί δευτεροβάθμια επεξεργασία, ενώ η απεριόριστη προϋποθέτει επιπρόσθετα τριτοβάθμια επεξεργασία.

Ο διαχωρισμός μεταξύ περιορισμένης και απεριόριστης αστικής χρήσης είναι μια αξιόπιστη και ασφαλής διαδικασία υπό την προϋπόθεση ότι τα θεσμικά, οργανωτικά και

διαχειριστικά μέσα μπορούν να εξασφαλίσουν τη σωστή εφαρμογή της. εκπλήρωση αυτής της προϋπόθεσης είναι ωστόσο αμφίβολη στην περίπτωση της Ελλάδας. Προτείνονται λοιπόν κοινά όρια τόσο για την περιορισμένη όσο και για την απεριόριστη αστική χρήση και τις χρήσεις αναψυχής, τα οποία είναι αντίστοιχα με αυτά της απεριόριστης άρδευσης (Ανδρεαδάκης, Μαμάης&Γαβαλάκης 2005).

1.5.1.3 Επαναχρησιμοποίηση στη βιομηχανία

Η επαναχρησιμοποίηση λυμάτων στη βιομηχανία περιλαμβάνει νερά ψύξης, λεβήτων και χρήσης κατά τις διάφορες διεργασίες. Σε περιπτώσεις νερών ψύξης μιας χρήσης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα, τα οποία μετά από απολύμανση περιέχουν συγκεντρώσεις περιττωματικών κολοβακτηριδίων μικρότερες από 200 FC /100 ml (διάμεση τιμή). Για όλες τις άλλες περιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένου του νερού που ανακυκλώνεται στα αντίστοιχα συστήματα ψύξης, η ελάχιστη απαίτηση επεξεργασίας είναι η τριτοβάθμια. Πρόσθετη επεξεργασία μπορεί να απαιτηθεί σε ειδικές περιπτώσεις (Ανδρεαδάκης, Μαμάης & Γαβαλάκης 2005).

1.5.1.4 Άμεση ή έμμεση επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για πόση

Προτείνεται η απαγόρευση της επαναχρησιμοποίησης λυμάτων για άμεση ή έμμεση πόση.

1.5.1.5 Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα για χρήση εκτός πόσης

Ο εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα με επεξεργασμένα λύματα μπορεί να επιτραπεί στις περιπτώσεις όπου αποδεδειγμένα ο υδροφορέας δεν χρησιμοποιείται για σκοπούς ύδρευσης. ποιότητα των υπόγειων υδάτων μετά τον εμπλουτισμό του υδροφορέα με λύματα θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον ισοδύναμη με την ποιότητα που απαιτείται για απεριόριστη αρδευτική ή αστική χρήση. Ωστόσο, με δεδομένη την αβεβαιότητα ως προς μελλοντικές πιθανές χρήσεις του υδροφορέα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή συσσώρευσης οργανικών στα υπόγεια ύδατα. Κατά συνέπεια απαιτείται επαρκής βαθμός επεξεργασίας για την απομάκρυνση οργανικών που θα περιλαμβάνει, εκτός από δευτεροβάθμια βιολογική και τριτοβάθμια επεξεργασία, προχωρημένες μεθόδους κατάλληλες για την απομάκρυνση διαλυτού οργανικού υλικού (π.χ. ενεργός άνθρακας ή μεμβράνες). Σε περιπτώσεις εμπλουτισμού μέσω διήθησης από την επιφάνεια του εδάφους με κατάλληλα χαρακτηριστικά και επαρκές βάθος αναμένεται απομάκρυνση των οργανικών που θα κατακρατηθούν στο έδαφος, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η προχωρημένη επεξεργασία. Θα πρέπει να τονιστεί ωστόσο ότι ανεξάρτητα από τον ελάχιστο απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας, είναι απαραίτητη η εκτέλεση ειδικών υδρογεωλογικών μελετών, που θα αναφέρονται στην εκάστοτε περιοχή ώστε να είναι δυνατή η με ασφάλεια αποφυγή διείσδυσης λυμάτων σε υπόγειους υδροφορείς που χρησιμοποιούνται για χρήση πόσιμου νερού (Ανδρεαδάκης, Μαμάης&Γαβαλάκης
2005).

Στον παρακάτω πίνακα 1.10 αναφέρονται τα προτεινόμενα όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους σε κάθε περίπτωση επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα και τα προτεινόμενα συστήματα επεξεργασίας.

Πίνακας 1.10: Προτεινόμενα όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους στην περίπτωση επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στην Ελλάδα(Ανδρεαδάκης, Μαμάης&Γαβαλάκης 2005)

	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια (FC/100 ml	BOD5 (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Προτεινόμενη επεξεργασία
1.Περιορισμένη άρδευση 2.Βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση	200 *διάμεση τιμή*	25 *για το 80% των δειγμάτων*	*35 για το 80% των δειγμάτων*		*Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία α, α1 Απολύμανση β*
1. Απεριόριστη άρδευση					
2.Αστική χρήση 3.Βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση 4.Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα	5 *για το 80% των δειγμάτων*	10 *για το 80% των δειγμάτων*	10 *για το 80% των δειγμάτων*	2 *διάμεση τιμή*	*Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία α Τριτοβάθμια Επεξεργασία γ Απολύμανση δ*

Παρατηρήσεις Πίνακα 1.10

α) Οι προτεινόμενες μέθοδοι δευτεροβάθμιας επεξεργασίας περιλαμβάνουν διάφορους τύπους του συστήματος ενεργού ιλύος, βιολογικά φίλτρα και περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους. Άλλα συστήματα που παράγουν εκροή με ισοδύναμη ποιότητα (BOD_5/SS=25/35 για το 80% των δειγμάτων) είναι αποδεκτά κατόπιν επαρκούς τεκμηρίωσης. Οι συγκεντρώσεις αζώτου στην εκροή πρέπει να διατηρούνται χαμηλότερα από 35 mg/l, με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου υπάρχει μεγάλης διάρκειας αποθήκευση των λυμάτων σε ταμιευτήρες ή γίνεται άρδευση ευπρόσβλητων στη νιτρορρύπανση ζωνών. Στις περιπτώσεις αυτές οι μέσες συγκεντρώσεις αζώτου πρέπει να μην υπερβαίνουν τα 15 mg/l.

α1) Στην περίπτωση μικρών οικισμών με πληθυσμό μικρότερο από 2000 ισοδύναμους κατοίκους είναι δυνατή η εφαρμογή συστημάτων επεξεργασίας, που δεν επιτυγχάνουν τα ως άνω όρια για τα BOD_5/SS με την προϋπόθεση ότι τεκμηριωμένα εξασφαλίζεται η μη επαφή κοινού και γεωργών με τα επεξεργασμένα λύματα. Στις περιπτώσεις αυτές ως ενδεικτική μέση τιμή περιττωματικών κολοβακτηριδίων
τίθενται τα 1000 FC/ 100ml.

β) Χλωρίωση, οζόνωση, χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) ή άλλου είδους μέθοδοι καταστροφής ή συγκράτησης παθογόνων, που εξασφαλίζουν στην εκροή την απαιτούμενη μέση συγκέντρωση περιττωματικών κολοβακτηριδίων. Σε κάθε περίπτωση κατά την εφαρμογή της χλωρίωσης θα εξασφαλίζεται γινόμενο υπολειμματικού χλωρίου επί χρόνο επαφής (C-t) μεγαλύτερο ή ίσο από 30 mg-min/lt, ενώ για απολύμανση με UV θα εξασφαλίζεται ελάχιστη δόση 70 mWsec/cm στο τέλος της ζωής των λαμπτήρων και για το σχεδιασμό του συστήματος UV δεν θα λαμβάνεται τιμή διαπερατότητας μεγαλύτερη από 50%.

γ) Κατάλληλο σύστημα που να επιτυγχάνει τα αναφερόμενα στον Πίνακα 1.10 όρια για το BOD_5, τα SS και τη θολότητα. Κατ' ελάχιστον προσθήκη θειικού αργιλίου (alum) σε δόση μεγαλύτερη από 10 mg/l και απευθείας διύλιση σε διυλιστήριο άμμου.

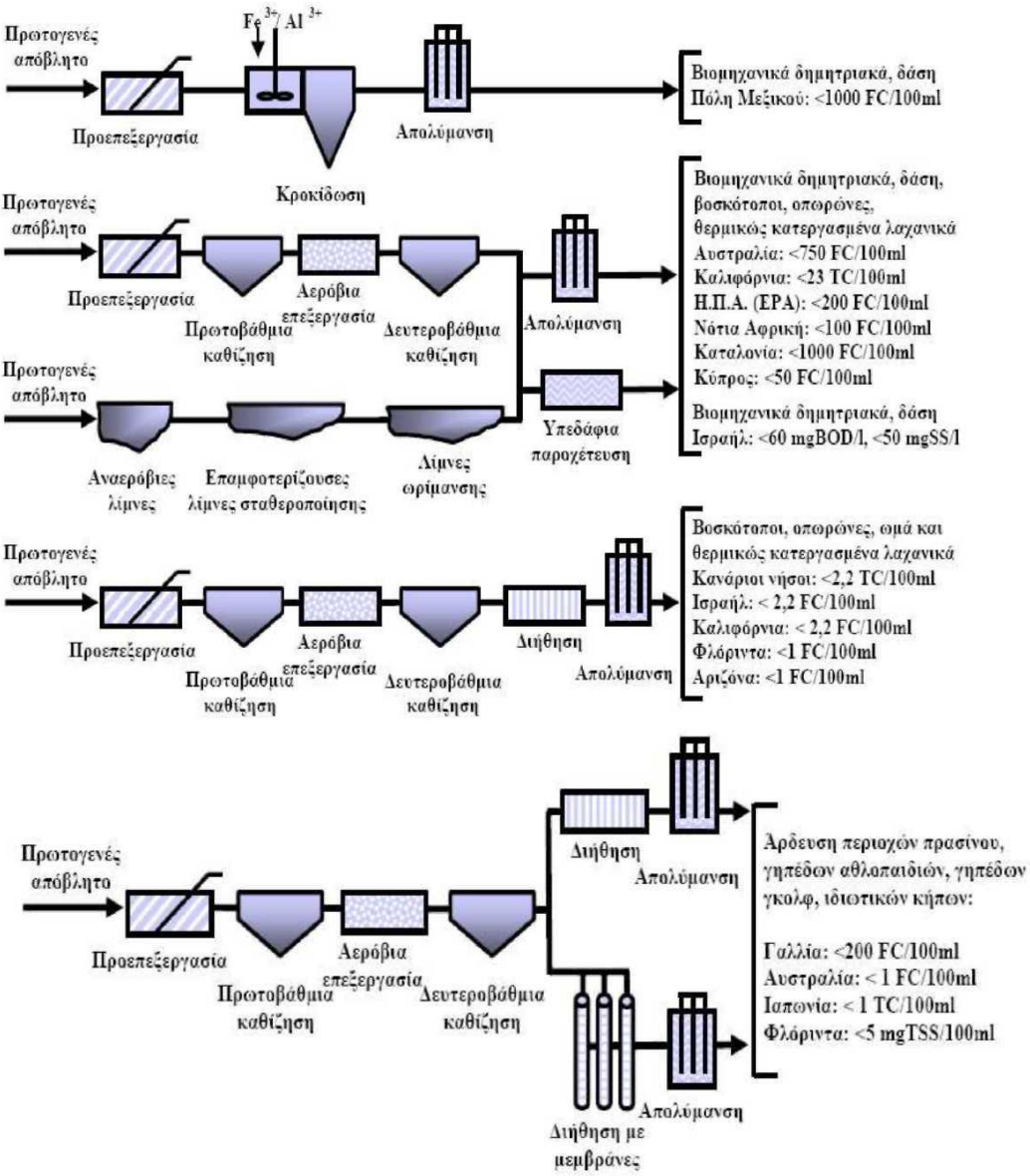
δ) Χλωρίωση, οζόνωση, χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) ή άλλου είδους μέθοδος καταστροφής ή συγκράτησης παθογόνων, που εξασφαλίζουν στην εκροή την απαιτούμενη συγκέντρωση περιττωματικών κολοβακτηριδίων για το 80 % των δειγμάτων. Σε κάθε περίπτωση κατά την εφαρμογή της χλωρίωσης θα εξασφαλίζεται συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου 2 mg/l και ελάχιστος χρόνος επαφής 60 min, ενώ η αναγκαιότητα αποχλωρίωσης πριν από την επαναχρησιμοποίηση θα εξετάζεται κατά περίπτωση. Για απολύμανση με UV θα εξασφαλίζεται ελάχιστη δόση 50 mWsec/cm στο τέλος της ζωής των λαμπτήρων και για το σχεδιασμό του συστήματος.

1.5.2 Τεχνικές απαιτήσεις για την Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων

Η αποτελεσματική επεξεργασία των λυμάτων με στόχο την επιστροφή καλής ποιότητας νερού στη φύση είναι γενικά μια σύνθετη και υψηλού βαθμού δυσκολίας διεργασία. Σε αυτό συντελούν δύο βασικοί παράγοντες: πρώτον τόσο η μικροβιολογική όσο και η χημική σύσταση των λυμάτων δεν είναι καθορισμένες και δύναται να υπόκεινται σε μεγάλες διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα να μην ορίζεται πάντα μονοσήμαντα το είδος της βέλτιστης επεξεργασίας, και δεύτερον, οι τεράστιοι προς επεξεργασία όγκοι νερού απαιτούν την κατασκευή και λειτουργία ενός μεγάλου έργου. επεξεργασία που τελικά επιλέγεται αποτελείται συνήθως από πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια (βιολογική) επεξεργασία, με τελικό στάδιο, πριν την διάθεση, την εφαρμογή κάποιας διεργασίας απολύμανσης. Κατά την τελευταία δεκαετία έχουν ιδιαίτερα αναπτυχθεί οι διεργασίας καθαρισμού με τη χρήση μεμβρανών, και πιστεύεται ότι πολύ σύντομα, όταν οι τεχνολογίες αναπτυχθούν περαιτέρω, θα είναι εφικτή η παραγωγή υψηλής ποιότητας ανακυκλωμένου ύδατος προς πόση, σε προσιτό κόστος.

Στο σχήμα 1.5α εμφανίζονται τυπικά σχήματα ανάκτησης λυμάτων με προορισμό την αγροτική χρήση, ενώ στο σχήμα 1.5β εμφανίζονται αντίστοιχα σχήματα με προορισμό αστικές χρήσεις (Lazarova 2003_Γκίκας, 2005)

Σχήμα 1.5α: Τυπικά σχήματα ανάκτησης λυμάτων για γεωργική χρήση



Σχήμα 1.5β: Τυπικά σχήματα ανάκτησης λυμάτων για αστική χρήση

1.5.3 Διεθνείς Οργανισμοί για την Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων

Διάφοροι διεθνείς Οργανισμοί έχουν ασχοληθεί με κριτήρια ανακύκλησης και επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων, όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) και ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO). Μια σημαντική διαφορά στη προσέγγιση της οδηγίας του WHO από αυτή του FAO για τη χρήση εκροών αποβλήτων για άρδευση, συνίσταται στη θέσπιση κριτηρίων για τοξικές παραμέτρους (βαρέα μέταλλα, ιχνοστοιχεία καιιητοξικές οργανικές ενώσεις).

Οι οδηγίες του FAO αποσκοπούν στην αντιμετώπιση αρνητικών επιδράσεων στην απόδοση των γεωργικών καλλιεργειών παρά στη βάση μιας προσέγγισης και ανάλυσης του κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία, όπως αυτή που θεωρείται από τον WHO (Αγγελάκης, Παρυχιανάκης, 2005).

Οι οδηγίες επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων για άρδευση του WHO βασίζονται στο μικρότερο δυνατό βαθμό απομάκρυνσης, απ' αυτόν που απαιτείται για να επιτευχθεί η προτεινόμενη ποιότητα εκροής για απεριόριστη άρδευση. Αυτός βέβαια μπορεί να είναι αποδεκτός, εάν εφαρμόζονται συμπληρωματικά μέτρα προστασίας της δημόσιας υγείας ή η ποιότητα των εκροών μετά την επεξεργασία, βελτιωθεί περαιτέρω με αραίωση με φυσικά νερά, παρατεταμένη αποθήκευση ή μεταφορά τους σε μεγάλες αποστάσεις.

Ο FAO έχει προτείνει και οδηγίες για τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του αρδευτικού νερού καθώς και μια σειρά αγρονομικών μέτρων προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή απόδοση των αρδευόμενων καλλιεργειών. Με βάση την ταξινόμηση αυτή το νερό άρδευσης κατατάσσεται σε διάφορες κατηγορίες ποιότητας, έτσι ώστε ο χρήστης να αποφαίνεται για τα πιθανά πλεονεκτήματα, όσο και τα προβλήματα, που αφορούν τη χρήση δεδομένης ποιότητας νερού για άρδευση (Αγγελάκης, Παρυχιανάκης, 2005).

1.5.4 Οδηγίες και Κανονισμοί για την Επαναχρησιμοποίηση

1.5.4.1 Ο Κανονισμός της Καλιφόρνιας

Σήμερα, τα ισχύοντα κριτήρια στην πολιτείας της Καλιφόρνιας περιλαμβάνουν τέσσερις κατηγορίες ποιότητας ανακυκλωμένου νερού. Τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης εκτός από όρια παθογόνων οργανισμών, θολότητας και απαιτήσεις επεξεργασίας περιλαμβάνουν προδιαγραφές και για την αξιοπιστία της επεξεργασίας. Οι προδιαγραφές αυτές αναφέρονται σε εφεδρικά συστήματα ενέργειας και ασφαλείας, πολλαπλές ή εφεδρικές μονάδες επεξεργασίας, σε αποθήκευση ή διάθεση μερικώς επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σε περιπτώσεις ανάγκης, ελαχιστοποίηση παρακάμψεων στη διαδικασία επεξεργασίας, μηχανισμούς παρακολούθησης, αυτοματοποίηση λειτουργίας και θέματα σχεδιασμού για πιο ευέλικτη λειτουργία. Επιπλέον οι προτεινόμενες προσθήκες στα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν τις ακόλουθες απαιτήσεις αποστάσεων ασφαλείας:
(α) δεν επιτρέπεται η άρδευση με ανακτημένα υγρά απόβλητα, που δεν έχουν υποστεί απολύμανση σε απόσταση 50 m από οποιοδήποτε γεώτρηση πόσιμου νερού, (β) για εκροές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας που έχουν δεχτεί απολύμανση η απόσταση είναι 30 m,
(γ) για εκροές τριτοβάθμιας επεξεργασίας (δευτεροβάθμια, φίλτρανση και απολύμανση) η απόσταση πρέπει να είναι 15 m και τέλος,
(δ) δεν επιτρέπεται η αποθήκευση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που έχουν δεχτεί τριτοβάθμια επεξεργασία σε απόσταση μικρότερη από 30 m από κατοικίες ή μέρη όπου είναι ιδιαίτερα αυξημένος ο κίνδυνος να συμβεί τυχαία έκθεση (Αγγελάκης, Παρυχιανάκης, 2005, (StateofCalifornia, 2003))

1.5.4.2 Κανονισμοί σε χώρες της Ε.Ε.

Οι Ευρωπαϊκοί κανονισμοί χαρακτηρίζονται από απουσία νομοθεσίας για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην Οδηγία 91/271 της ΕΕ (άρθρο 12, παρ. 1) αναφέρεται: «Τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει να χρησιμοποιούνται, όποτε είναι σκόπιμο». Για τον Ευρωπαϊκό χώρο, σημαντική παράμετρος για την έλλειψη ενιαίας θεώρησης σχετικά με το θέμα αποτελεί η ανισοκατανομή των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Έτσι, η επαναχρησιμοποίηση έχει μεγαλύτερη βαρύτητα και λαμβάνει χώρα σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό στις Μεσογειακές χώρες. Ειδικότερα, η Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/271 «σχετικά με την επεξεργασία των αστικών λυμάτων», αναφέρει ότι τα εκάστοτε κράτη μέλη μεριμνούν ώστε

όλοι οι οικισμοί να διαθέτουν δίκτυα επεξεργασίας αστικών λυμάτων και η απαιτούμενη «ποιότητα» των επεξεργασμένων λυμάτων εξαρτάται από την ευαισθησία του υδάτινου αποδέκτη: (α) τριτογενή επεξεργασία για φυσικές λίμνες, εκβολές ποταμών, παράκτια ύδατα κ.λπ. και (β) δευτερογενή επεξεργασία για θαλάσσια υδάτινη μάζα, ανοικτούς όρμους, εκβολές ποταμών.

1.5.4.3 ΕλληνικοίΚανονισμοί

Σύμφωνα με του Ελληνικούς κανονισμούς (ΦΕΚ. 2089/τ.Β79-10-2008, όπως τροποποιήθηκε με την Δ.ΥΓ2/Φ.Π.ΟΙΚ.133551/08) έχουν καθοριστεί απαιτήσεις ποιότητας κατ' ελάχιστον επεξεργασίας (όρια κολοβακτηριοειδών, BOD_5, αιωρούμενα στερεά), για την επιφανειακή διάθεση και απεριόριστη άρδευση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Πίνακας 1.11: Απαιτήσεις ποιότητας κατ? ελάχιστον επεξεργασίας (ΦΕΚ

Όρια ολικών κολοβακτηριοειδών	Άλλες παράμετροι	Απαιτούμενη κατ' ελάχιστον επεξεργασία
@ 2/100 mlγια το 90% των δειγμάτων Επιπροσθέτως ο αριθμός των Ολικών Κολοβακτηριδίων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20 ανά 100mlσε περισσότερα του ενός δείγματα για οποιοδήποτε συνεχές χρονικό διάστημα 2 μηνών	BOD_5 < 10 mg/lΑιωρούμενα στερεά < 10 mg/l	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία και κροκίδωση και διήθηση και απολύμανση (α) Οι ως άνω διεργασίες πρέπει να λαμβάνουν χώρα με τη σειρά που αναγράφονται (β) ταχύτητα διήθησης να μην υπερβαίνει τα 8 μέτρα ^{3} ^{2} ανά ώρα (m/ m /h) κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας

Στην περίπτωση που τηρούνται τα όρια του πίνακα δεν τίθεται περιορισμός στη μέθοδο εφαρμογής (μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του καταιονισμού).
Επίσης αναφέρεται ότι πρέπει κατ' ελάχιστον να γίνεται μια δειγματοληψία ανά τρεις ημέρες για αναλύσεις Ολικών Κολοβακτηριδίων και αιωρούμενων στερεών και τουλάχιστον μια ανά 7 ημέρες για BOD_5.
Σε όλους τους χώρους όπου γίνεται χρήση ανακτημένου νερού πρέπει να υπάρχει κατάλληλη σήμανση που να απεικονίζει κρουνό βρύσης διαγραμμένο με το σύμβολο «Χ» και ευανάγνωστα η φράση «ΑΝΑΚΥΚΆΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ-ΜΗ ΠΟΣΙΜΟ» στα Ελληνικά και στα Αγγλικά.
Οι σωληνώσεις (συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων σύνδεσης και των κρουνών) που θα εξυπηρετούν το δίκτυο του ανακυκλωμένου νερού θα έχουν χρώμα ιώδες, ώστε να ξεχωρίζουν από το δίκτυο ύδρευσης. Με τον τριτογενή καθαρισμό και την απολύμανση με UV εξασφαλίζονται τα όρια για επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

2.1 Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ηρακλείου

2.1.1 Περιγραφή Εγκατάστασης

Η μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων Ηρακλείου αποτελεί το μεγαλύτερο έργο διαχείρισης λυμάτων στην Κρήτη. Έχει κατασκευαστεί στη θέση Λούτι-Πέραμα της περιοχής Φοινικιάς σε έκταση 80 στρεμμάτων. Εντάσσεται μέσα στο σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης λυμάτων της ευρύτερης περιοχής Ηρακλείου, το οποίο περιλαμβάνει:

- Χωριστικούς κεντρικούς και δευτερεύοντες αποχετευτικούς αγωγούς και αντλιοστάσια
- Το Βιολογικό Καθαρισμό Ηρακλείου
- Τον αγωγό διάθεσης της εκροής (χερσαίο και υποθαλάσσιο)

Η λειτουργία της ξεκίνησε το 1996.

Η μονάδα επεξεργασία υγρών αποβλήτων Ηρακλείου σχεδιάστηκε για να καλύψει τις ανάγκες της ευρύτερης περιοχής του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου συμπεριλαμβανομένων και των λυμάτων των περιοχών Ν. Αλικαρνασσού κα Γαζίου.



Εικόνα 2.10: Αεροφωτογραφία μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων δήμου Ηρακλείου

Έχει σχεδιαστεί να επεξεργάζεται τα λύματα 164.000 ισοδύναμων κατοίκων περίπου, με μέση ημερήσια παροχή έως 30.500 m^3/ημέρα για λύματα και έως 1500 m^3/ημέρα για βοθρολύματα. Ενώ η μέση ημερήσια παροχή για το έτος 2008 ήταν 28.100 m^3/ημέρα. Η τελική απορροή των επεξεργασμένων λυμάτων διοχετεύεται με αγωγό εκβολής μήκους 100 μέτρων από την ακτή στη θάλασσα, στη θέση Νταμπακαριά του Ηρακλείου.

Οι επιμέρους μονάδες επεξεργασίας περιλαμβάνουν:

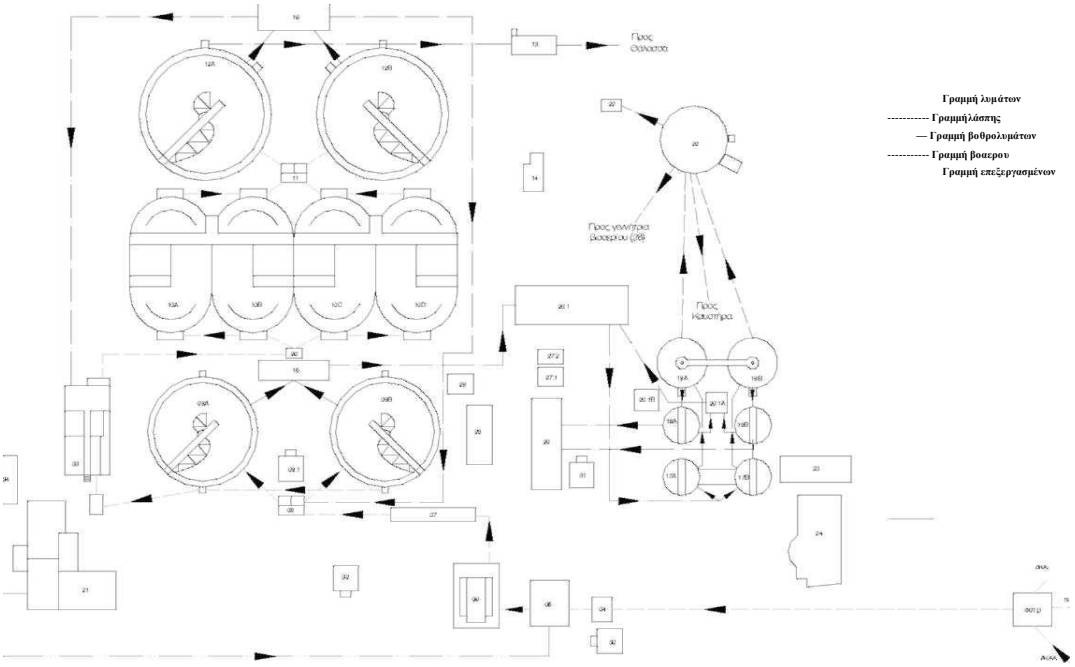
- Μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίαςβοθρολυμάτων
- Μονάδα εσχάρωσης
- Μονάδα εξάμμωσης-απολίπανσης
- Δεξαμενές Πρωτοβάθμια καθίζηση
- Βιολογική επεξεργασία - απονιτροποίηση
- Δευτεροβάθμια καθίζηση
- Κανάλια απολύμανσης
- Αερόβια χώνευση
- Μηχανική αφυδάτωση ιλύος
- Μονάδα μηχανικής πάχυνσης
- Μονάδα απόσμησης
- Αγωγός διάθεσης προς τη θάλασσα.

2.1.2 Στάδια Επεξεργασίας

Στην εγκατάσταση Ηρακλείου χρησιμοποιείται σύστημα ενεργής βιομάζας σε αιώρηση και περιλαμβάνει τις παρακάτω γραμμές επεξεργασίας:

1. Γραμμή υγρών
2. Γραμμή ιλύος
3. Γραμμή βιοαερίου

Στο σχήμα 2.2 περιγράφεται το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης



Σχήμα 2.2:Διάγραμμα ροής εγκατάστασης επεξεργασίας αποβλήτων Ηρακλείου.

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Τα λύματα εισέρχονται στην εγκατάσταση από τον πλακοσκεπή αγωγό καθαρού στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης, στο οποίο πραγματοποιείται συνεχής ανάδευση των λυμάτων με υποβρύχιες αντλίες για αποφυγή κατακαθίσεων και δημιουργίας λάσπης στον πυθμένα της δεξαμενής.

Εσχάρωση: Τα λύματα καταθλίβονται στην μονάδα εσχάρωσης, η οποία αποτελείται από 3 αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες για την απομάκρυνση στερεών αντικειμένων μέχρι 6mm, και δύο μηχανικές εσχάρες για την απομάκρυνση στερεών αντικειμένων μέχρι 19 mm.

Εξάμμωση-Απολίπανση: Η διαδικασία γίνεται σε δύο αεριζόμενους εξαμμωτές - απολιπαντές, όγκου 150 m^3 ο κάθε ένας. Ο αερισμός των εξαμμωτών επιτυγχάνεται με τρεις φυσητήρες, εκ τον οποίων ο ένας είναι εφεδρικός. Εφεδρικός.
καθιζάνουσα άμμος αντλείται με δύο αντλίες (μία σε κάθε δεξαμενή) προς το διαχωριστή άμμου όπου υφίσταται αποστράγγιση.

Τα λίπη διαχωρίζονται σε δύο θαλάμους στους οποίους επικρατούν συνθήκες «ηρεμίας» και συλλέγονται με τη βοήθεια ξέστρου τοποθετημένου πάνω σε αυτοκινούμενη γέφυρα, σε παρακείμενο φρεάτιο λιποσυλλογής. Από το φρεάτιο λιποσυλλογής τα λίπη είτε οδηγούνται σε ειδικά δοχεία με τη βοήθεια του συστήματος ταινιών απομάκρυνσης λιπών είτε στις δεξαμενές προπάχυνσης.



Εικόνα 2.11:Αυτοκινούμενες γέφυρες μονάδας εξαμμωσης -απολύμανσης ΜΕΛ Ηρακλείου

Η μονάδα εξάμμωσης - απολίπανσης είναι στεγασμένη και από τους χώρους της αναρροφάται αέρας ο οποίος καταλήγει σε μονάδα απόσμησης .

Μέτρηση Παροχής: Με δύο μετρητές παροχής τύπου Parshall (1 εφεδρικός) γίνεται η μέτρηση της παροχής με τη χρήση διάταξης αισθητήρων με υπερήχους.

Φρεάτιο διανομής: Τα λύματα οδεύουν στο φρεάτιο διανομής για την κατανομή της παροχής προς τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης. Επίσης, μέσω αυτού, μπορεί να παρακάμπτονται οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης σε περίπτωση που θέλουμε να οδηγήσουμε τα λύματα κατευθείαν στη δεξαμενή επιλογής.

Πρωτοβάθμια καθίζηση: Δύο κυκλικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, όγκου 3.000 m^3, διαμέτρου 30 m και βάθος 4,10 m.



Εικόνα 2.12: Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας καθίζησης Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου.

Μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση τα λύματα οδεύουν προς τη δεξαμενή επιλογής. Η μονάδα έχει σχεδιαστεί για παροχή 47.000 πι^3/ημέρα και φόρτιση BOD 10.000 kgBOD/ημέρα (κάλυψη των αναγκών για τον αρχικό σχεδιασμό το 2002). Η δεξαμενή έχει 5 θαλάμους στους οποίους έχουν εγκατασταθεί έξι αναδευτήρες. Οι αναδευτήρες σε όλες τις δεξαμενές λειτουργούν συνεχώς και ελέγχονται αυτόματα.



Εικόνα 2.13: Δεξαμενές επιλογής Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου.

Δευτεροβάθμια επεξεργασία (βιολογικός καθαρισμός)

Η βιολογική επεξεργασία αποτελείται από δύο γραμμές, στις οποίες ισοκατανέμονται τα απόβλητα στο φρεάτιο μερισμού πριν την βιολογική επεξεργασία. Κάθε γραμμή αποτελείται από δύο βιολογικές δεξαμενές (αερισμού - ανοξικές), που λειτουργούν εναλλασσόμενα, ως δεξαμενές αερισμού ή ως ανοξικές δεξαμενές και δύο δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.



Εικόνα 2.14: Δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου

Ο συνολικός όγκος των βιολογικών δεξαμενών είναι 10.000 m : Κατά τη λειτουργία ως δεξαμενές αερισμού πραγματοποιείται η απομάκρυνση των οργανικών ενώσεων άνθρακα και η μετατροπή του αζώτου σε νιτρικά (νιτροποίηση). Στη συνέχεια τα νιτρικά ανακυκλοφορούνται στις βιολογικές δεξαμενές, που λειτουργούν ως ανοξικές δεξαμενές, όπου μετατρέπονται σε ελεύθερο άζωτο που απομακρύνεται. Κατά τη λειτουργία των δεξαμενών ως ανοξικές δεξαμενές πραγματοποιείται σε αυτές η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου με τη διαδικασία της απονιτροποίησης. Τα υπερχειλίζοντα λύματα από τις δεξαμενές αερισμού οδηγούνται στο φρεάτιο διανομής και απ' εκεί κατανέμονται στις δύο δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η απαραίτητη ποσότητα μικροοργανισμών στις βιολογικές δεξαμενές εξασφαλίζεται με την ανακυκλοφορία ενεργού ιλύος από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, που γίνεται μέσω του βιοεπιλογέα. Για τη σωστή λειτουργία των μονάδων πραγματοποιείται αργή ανάμιξη των αποβλήτων με την περιστροφή των ροτόρων σε χαμηλές ταχύτητες. Τα υπερχειλίζοντα λύματα από τις δεξαμενές αερισμού οδηγούνται στο φρεάτιο διανομής και απ' εκεί κατανέμονται στις δύο δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Απολύμανση: Η απολύμανση των επεξεργασμένων υγρών πραγματοποιείται στα περιμετρικά κανάλια των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης με την έγχυση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου NaOCl (15%) με τη βοήθεια τριών δοσομετρικών αντλιών των οποίων η παροχή ρυθμίζεται σε συνάρτηση με το χρόνο λειτουργίας τους και της παροχής εξόδου των λυμάτων.

Επεξεργασία Ενεργούς ιλύος και Βιοαερίου

Η βιολογική ιλύς από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης υφίστανται επεξεργασία με προπάχυνση, αναερόβια χώνευση, μεταπάχυνση και αφυδάτωση. Από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης η λάσπη αντλείται προς τους δύο προπαχυντές. Στις δεξαμενές προπάχυνσης είναι τοποθετημένο ξέστρο για την ανάμιξη και σάρωση. Στους προπαχυντές η λάσπη συμπυκνώνεται σε ποσοστό στερεών 6%.

Από τους προπαχυντές η λάσπη αντλείται στους δύο χωνευτές με 2 αντλίες θετικήςεκτόπισης. Το παραγόμενο αέριο αποθηκεύεται σε αεροφυλάκιο, ενώ έχει κατασκευαστεί και πυρσός για την καύση της περίσσειας του βιοαερίου.Μετά την αερόβια χώνευση η λάσπη οδηγείται προς τις δύο δεξαμενές μεταπάχυνσης ίδιας γεωμετρίας και τρόπου λειτουργίας με τις δεξαμενές προπάχυνσης.

Στη συνέχεια η λάσπη οδηγείται προς τις δύο μονάδες αφυδάτωσης, στις οποίες αφυδατώνεται (συγκέντρωση στερεών περίπου 25%), φορτώνεται σε ειδικά κοντέινερ και μεταφέρεται στο ΧΥΤΑ στους Πέρα Γαλήνους του νομού Ηρακλείου.

Η ΜΕΛ Ηρακλείου διαθέτει πέντε τοπικές μονάδες απόσμησης τύπου οι οποίες καλύπτουν :

- το αντλιοστάσιο εισόδου- ανύψωσης,
- το κτίριο εσχαρών,
- το κτίριο εξάμμωσης - απολίπανσης
- το περιμετρικό κανάλι των πρωτοβάθμιων καθιζήσεων,
- τον σταθμό βοθρολυμάτων ,
- τις δεξαμενές προπάχυνσης ,μεταπάχυνσης, και
- την παλαιά μονάδα αφυδάτωσης

2.1.3 Σύστημα Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων

Οι εκροές από τις δύο δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης οδεύουν με κοινό αγωγό προς τελική διάθεση. Κατά τη διαδρομή των λυμάτων από την έξοδο της εγκατάστασης μέχρι τη θάλασσα εξασφαλίζεται ο απαραίτητος στροβιλισμός και ο αναγκαίος χρόνος επαφής για την απολύμανση.

Για τη λειτουργία της Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου και τη διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους θα πρέπει να καλύπτουν τις τιμές του Πίνακα 2.3:

Πίνακας 2.3: Χαρακτηριστικά εκροής Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Παράμετροι	Απαιτούμενα Χαρακτηριστικά Εκροής
BOD5	<25mg/l
COD	<120mg/l
T.S.S (ολικά αιωρούμενα στερεά)	<33mg/l
Αμμωνιακό άζωτο	<2mg/l
Άζωτο ως νιτρίκα	<20mg/l

Ο αγωγός που οδηγεί τα επεξεργασμένα λύματα στη θάλασσα, σχεδιάστηκε για μέγιστη παροχή 1.600 λίτρα/δευτερόλεπτο και λόγω της θέσης των εγκαταστάσεων αποτελείται από δύο τμήματα. Το ένα τμήμα βρίσκεται στην ξηρά και το άλλο τμήμα το οποίο είναι υποθαλάσσιο τοποθετήθηκε στον πυθμένα της θάλασσας.

Το τμήμα στην ξηρά έχει μήκος 3.855 m και ξεκινά από το φρεάτιο εξόδου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Το ίδιο τμήμα καταλήγει σε φρεάτιο που βρίσκεται κοντά στην ακτή και σε υψόμετρο εδάφους περίπου +4.00 m, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως φρεάτιο φόρτισης του υποβρυχίου τμήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Δειγματοληψία – Προ-επεξεργασία

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε, σε δείγματα υγρών αποβλήτων του Βιολογικού Καθαρισμού Ηρακλείου, κατά το χρονικό διάστημα από Μάιο 2011 έως και Σεπτέμβριο του 2011, όπου και εξετάστηκε η επίδραση των θερινών μηνών (τόσο λόγω καιρικών συνθηκών (αύξηση θερμοκρασίας) όσο και αύξησης παροχής Υ.Α στη μονάδα λόγω τουριστικής περιόδου (αύξησης του πληθυσμού).

Οι μετρήσεις γίνονταν μια φορά το μήνα σε δείγματα που είχαν ληφθεί την ίδια μέρα. Η δειγματοληψία κάθε φορά περιελάμβανε ένα δείγμα από την εισροή των λυμάτων στην εγκατάσταση και ένα δείγμα από την εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Αμέσως μετά τη δειγματοληψία τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο Χημείας της σχολής ΣΤΕΦ του ΤΕΙ Κρήτης προκειμένου να γίνουν οι αναλύσεις οι οποίες ήταν το BOD, το COD, το ολικό Άζωτο και ο ολικός Φώσφορος, τα ολικά στερεά (TS) και ο διαχωρισμός τους σε αιωρούμενα (SS) και διαλυμένα (DS) μετά την επεξεργασία τους. Επίσης, έγιναν μετρήσεις για το pH, την αγωγιμότητα, τη θολερότητα και το διαλυμένο οξυγόνο.

Κατά τη δειγματοληψία και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων γινόταν χρήση ειδικών προστατευτικών γαντιών, φιαλών, σιφονιών και άλλων συσκευών τα οποία ξεπλένονταν με απιονισμένο νερό πριν και μετά τη χρήση τους.

Επίσης, πριν από κάθε χρήση γινόταν έλεγχος των ρυθμίσεων των συσκευών που χρησιμοποιούταν όπως ζύγισης, αγωγιμόμετρο, pH-μετρο και άλλες.



Εικόνα 3.1: Συσκευές ηλεκτρονικής ζύγισης

Τα δοχεία με τα δείγματα αναδεύονταν πολύ καλά πριν από κάθε χρήση τους για μέτρηση και σε κάθε μπουκάλι, δοχείο, κυπελάκι ή κυψέλη που υπήρχε ποσότητα δείγματος για συγκεκριμένη μέτρηση τοποθετούνταν αυτοκόλλητη ετικέτα όπου αναγράφονταν στοιχεία όπως το είδος του δείγματος (εισροή, εκροή κτλ), αντιδραστήριο κ.α.

3.2 Έλεγχος Φυσικοχημικών Παραμέτρων

3.2.1 Μετρήσεις Πεδίου

Οι μετρήσεις πεδίου έγιναν σε παραμέτρους οι οποίες μετά την απομάκρυνση των υγρών αποβλήτων από τις δεξαμενές μπορούν να αλλοιωθούν.

3.2.1.1 Αγωγιμότητα

Για τη μέτρηση της αγωγιμότητας χρησιμοποιήθηκε αγωγιμόμετρο το οποίο αποτελείται από το ηλεκτρόδιο και από το κυρίως όργανο. Η μέτρηση ενός δείγματος γίνεται βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο στο δείγμα και αναδεύοντας, ώστε να μην παγιδεύονται φυσαλίδες αέρα. Το όργανο δίνει αυτόματα την τιμή της αγωγιμότητας με ακρίβεια (0,1-10) μS/cm, κάνοντας αντιστάθμιση της θερμοκρασίας στους 20^{o}C ή 25 ^{o}C



Εικόνα 3.2: Αγωγιμόμετρο

Η μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το Siemens/cm (S/cm).

3.1.2.2 pH

Η μέτρηση του pH έγινε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο. Αφού τεθεί η θερμοκρασία, βυθίζεται το ηλεκτρόδιο του οργάνου στο δείγμα υπό σταθερή ανάδευση και καταγράφεται η ένδειξη που μένει σταθερή 1min περίπου. Η ακρίβεια των πεχαμέτρων είναι συνήθως 0,02-0,05 μονάδες pH.

3.1.2.1.3 Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)

Ο προσδιορισμός του DO έγινε ηλεκτροχημικά με οξυγονόμετρο. Η συγκέντρωση του DO σε mg/L δίνεται αυτόματα με το οξυγονόμετρο μόλις το ηλεκτρόδιο βυθιστεί στο δείγμα.

3.3 Διαδικασία Διαχωρισμού και Ανάλυσης Στερεών

Για το διαχωρισμό και των προσδιορισμό των στερεών ακολουθήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες.

3.3.1 Ολικά στερεά (Total Solids) (TS)

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στο σύνολο των στερεών ουσιών που υπάρχουν σε ένα δείγμα νερού. Έπειτα από καλή ανάμειξη του δείγματος, 50ml από το δείγμα μεταφέρονται σε μια κάψα πορσελάνης η οποία ζυγίστηκε σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας (0,01g).Το δείγμα εξατμίστηκε σε θερμοκρασία 105^{o}C σε ξηραντήριο για περίπου 24 ώρες και αφού έμεινε μέχρι να φτάσει σε θερμοκρασία δωματίου για 30 περίπου λεπτά ζυγίστηκε.

Η διαφορά βάρους του δίσκου μετά την ξήρανση αντιστοιχεί στο σύνολο των στερεών ουσιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/L δείγματος.

Mg Total Solids/ L = A-B/όγκο δείγματος σε L

A= βάρος ξηρού δείγματος σε mg

B= βάρος κάψας πορσελάνης σε mg

3.3.2 Ολικά Διαλυμένα στερεά (Total Dissolved Solids) (TDS)

Με αυτή τη μέθοδο μετρούνται τα στερεά τα οποία μπορούν να διηθούν από ειδικό διηθητικό χαρτί (0,45μ) και παραμένουν μετά την εξάτμιση και ξήρανση σε σταθερό βάρος στους 180^{o}C.

Έτσι, αφού έγινε διήθηση του δείγματος με φίλτρο 0,45μ που είχε τοποθετηθεί σε διηθητική φιάλη, έτσι ώστε να απομακρυνθούν τα αδιάλυτα στερεά, 50ml από το διήθημα τοποθετήθηκαν σε προζυγιασμένο δίσκο αλουμινίου. Το διήθημα όπως ήταν με το δίσκο τοποθετήθηκε στο πυριαντήριο για εξάτμιση και ξήρανση στους 180^{o}C για 24 ώρες. Αφού έμεινε μέχρι να φτάσει σε θερμοκρασία δωματίου ζυγίστηκε και πάλι.

Η διαφορά του βάρους του δίσκου πριν και μετά την ξήρανση αντιστοιχεί στα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS).



Εικόνα 3.3: Ξηραντήριο φούρνος και πυριαντήριο

3.3.3 Ολικά Αιωρούμενα στερεά (Total Suspended Solids) (TSS)

Ζυγίστηκε 0,45μm φίλτρο και τοποθετήθηκε στην κατάλληλα διαμορφωμένη διηθητική φιάλη. Το φίλτρο βράχηκε με απιονισμένο νερό για να έχει καλύτερη επαφή με το στόμιο της φιάλης. Υπό συνθήκες κενού 100mlαπό το δείγμα φιλτράθηκε. Η διήθηση ολοκληρώθηκε με 3 διαδοχικές πλύσεις με απιονισμένο νερό. Το φίλτρο έπειτα μεταφέρθηκε σε ένα προ-πυρωμένο δίσκο αλουμινίου και ξηράθηκε στους 105^{o}C για 30 λεπτά. Το δείγμα κρύωσε σε θερμοκρασία δωματίου και ζυγίστηκε. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/L δείγματος.

Τα ολικά αιωρούμενα στερεά δίνονται από τον τύπο :

TSS (mg/L) = (A-B) x 1000/V, όπου

A: βάρος διηθητικού χαρτιού μετά τη διήθηση σε mg

B: βάρος διηθητικού χαρτιού πριν τη διήθηση σε mg

V: όγκος δείγματος που διηθήσαμε σε ml

Καθιζάνοντα στερεά

Το δείγμα μετά από καλή ανάδευση μεταφέρθηκε σε ειδική φιάλη Imhoff μέχρι τη χαραγή 1L. Τα στερεά χρειάστηκαν 45 λεπτά για να κατακαθίσουν. Κατόπιν καταγράφηκε ο όγκος των καθιζανόντων στερεών και εκφράστηκε ως ml ανάL αρχικού όγκου δείγματος.

3.4 Μέτρηση Ελέγχου Οργανικού Φορτίου

3.4.1 Μέτρηση COD

Το οργανικό φορτίο των λυμάτων μπορεί να μετρηθεί έμμεσα προσδιορίζοντας το Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD). Με τον όρο Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD) αναφερόμαστε στην ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από μια ισχυρά οξειδωτική ουσία ώστε να οξειδώσει όλες τις οργανικές ουσίες προς CO_2 καιH_2O. Στην περίπτωση μας το δείγμα οξειδώνεται από το διχρωμικό κάλιο ($K_2Cr_2O_7$) σε θερμό διάλυμαH_2SO_4παρουσία καταλύτη $(Ag)_2SO_4$.

Για τη μέτρηση του COD έγινε καλή ανάδευση του δείγματος και έπειτα τοποθετήθηκαν 3ml από αυτό στην κυψέλη με το αντιδραστήριο. Έπειτα, έχοντας την κυψέλη κλειστή ανακατεύτηκε το δείγμα με το αντιδραστήριο καλά. Η κυψέλη τοποθετήθηκε σε ειδικό θερμομανδύα στους 148^oC για 2 ώρες και θερμάνθηκε. Μετά από τις 2 ώρες η κυψέλη έφτασε σε θερμοκρασία δωματίου και τοποθετήθηκε στο φασματοφωτόμετρο για την μέτρηση του COD σε mg/l.



Εικόνα 3.5:α) Θερμομανδύας β) φασματοφωτόμετρο

Η περιοχή τιμών μέτρησης είναι : 25-1500 ppm (mg/l COD).

3.4.2 Μέτρηση BOD

Οι μετρήσεις του BOD έγιναν με μανομετρική μέθοδο. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ισχυρή ανάδευση του δείγματος ώστε αυτό να εμπλουτιστεί με περίσσεια οξυγόνου και στη συνέχεια, αφού βρίσκεται το δείγμα σε θερμοκρασία 20^oC και χωρίς φώς μέσα σε ειδικό θάλαμο επώασης, να υπολογιστεί το οξυγόνο που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς για την αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου του δείγματος.

Αναλυτικά για τον υπολογισμό τουBOD_5 χρησιμοποιήθηκαν 2 ειδικές φιάλες με τις ποσότητες 432ml για το δείγμα της εκροής και 97ml για το δείγμα της εισροής, τα οποία έχουν συντελεστές 1 και 20 αντίστοιχα και στις οποίες αρχικά τοποθετήθηκε μαγνήτης ανάδευσης. Στο λαιμό κάθε φιάλης εφαρμόστηκε ένα ελαστικό δοχείο στο οποίο προστέθηκαν δύο ταμπλέτες NaOH για την απορρόφηση του CO_2 και εν συνέχεια οι φιάλες βιδώθηκαν σφιχτά με τα πώματα τους στα οποία υπάρχει ο ηλεκτρονικός μηχανισμός μέτρησης των τιμών του BOD. Εν συνέχεια οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε ειδικό μηχανισμό ανάδευσης που βρίσκεται στο θάλαμο επώασης σε σταθερή θερμοκρασία 20^{o}C. Τα μανόμετρα στις φιάλες ρυθμίστηκαν για την έναρξη των μετρήσεων και οι μετρήσεις καταγράφηκαν ανά ημέρα. Την 5^{η} ημέρα λάβαμε τις τελικές τιμές του BOD_5.



Εικόνα 3.6 :Θάλαμος επώασης, μηχανισμός ανάδευσης και φιάλες με μανομετρικό μηχανισμό μέτρησης.

3.4.3 Μέτρηση Ολικού Φωσφόρου

Η φωτομετρική μέθοδος στηρίζεται στη μετατροπή των ορθοφωσφωρικών σε μολυβδοφωσφορικό οξύ με την επίδραση μολυβδαινικών ιόντων παρουσία θειικού οξέος. Το μολυβδαίνιο που περιέχεται στο μολυβδοφωσφορικό οξύ ανάγεται με ασκορβικό οξύ σε φωσφομολυβδαινικό μπλε, το οποίο είναι ανάλογο της ποσότητας των φωσφορικών και μετράται φωτομετρικά στα 710nm.

Ύστερα από καλή ανάδευση και διήθηση του δείγματος, προσθέσαμε σε ειδική κυψέλη 1ml από το δείγμα. Στη συνέχεια προσθέσαμε μια δόση αντιδραστήριο P-1K (πράσινο δοσομετρικό καπάκι και αφού κλείσαμε καλά την κυψέλη την ανακατέψαμε καλά. Έπειτα, θερμάνθηκε στους 120^{o}C για 30 λεπτά. Αφού το δείγμα παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκαν 5 σταγόνες από το αντιδραστήριο P-2K και αφού ανακατέψαμε καλά προσθέσαμε 1 δόση από το αντιδραστήριο P-3K (μπλε δοσομετρικό καπάκι). Έχοντας ανακατέψει την κυψέλη καλά την αφήνουμε 5 λεπτά περίπου και μετράμε στο φασματοφωτόμετρο.

Η περιοχή τιμών του φωσφόρου είναι: 0,5-25,0 (mg/l PO_4-P)

3.4.4 Μέτρηση Ολικού Αζώτου

Η μέθοδος στηρίζεται στη μετατροπή των οργανικών και ανόργανων ενώσεων του αζώτου σε νιτρικά σύμφωνα με την αντίδραση Koroleff κατά τη χώνευση του δείγματος στους 120^{o}C για 1 ώρα, με ένα οξειδωτικό αντιδραστήριο. Τα νιτρικά που προκύπτουν αντιδρούν με βενζοικό οξύ και δίνουν νιτροένωση κόκκινου χρώματος, το οποίο μετράται φωτομετρικά στα 517nm.

Σε μια άδεια κυψέλη τοποθετήθηκε 1ml δείγματος και 9ml νερό. Αφού την ανακατέψαμε πολύ καλά, προσθέσαμε μια κουταλιά αντιδραστήριο N-1K και μετά 6 σταγόνες από το αντιδραστήριο N-2K. Θερμαίναμε την κυψέλη στους 120^{o}C για 60 λεπτά. Μετά το πέρας των 60 λεπτών και αφού έχει κρυώσει η κυψέλη σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκαν 1ml από το χωνευμένο δείγμα. Έπειτα, προσθέσαμε 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο N-3K ανακατέψαμε καλά την κυψέλη και αφού την αφήσαμε 10 λεπτά να αντιδράσει μετρήσαμε στο φωτόμετρο.



Εικόνα 3.7:Ειδικές κυψέλες αζώτου (N) μετά την ολοκλήρωση της μεθόδου, όπου έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι σχετικές αντιδράσεις

Η περιοχή τιμών του αζώτου είναι: 0,5-15,0 ppm (mg/l N).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΥΠΟΠΟΗΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Ε.Ε.Α.Α ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

4.1 Εισαγωγή

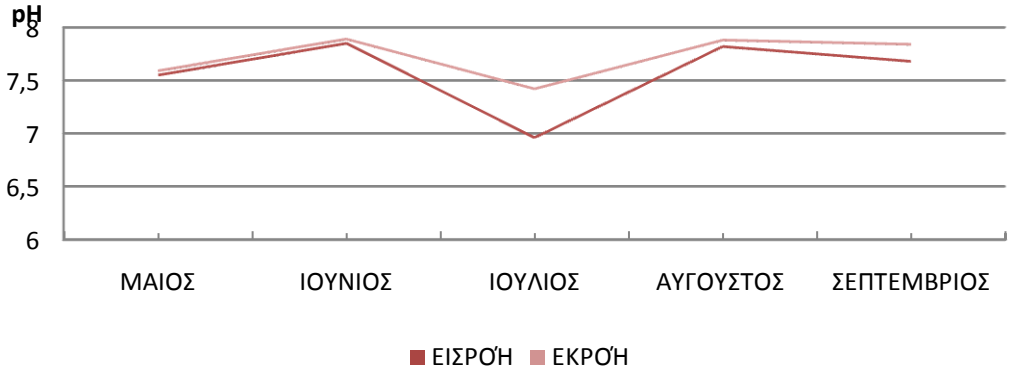
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων πέντε μηνών που πραγματοποιήθηκαν για τα υγρά απόβλητα της εγκατάστασης επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων Ηρακλείου. Η Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου είναι μια από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις καθαρισμού υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα, δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Για την εγκατάσταση του Ηρακλείου, μετρήθηκαν και αναλύονται οι βασικές παράμετροι, αφού υπολογίστηκαν οι τιμές των μετρήσεων, όπως καταγράφηκαν για τους μήνες από τον Μάιο του 2011 έως τον Σεπτέμβριο του 2011. Τα αποτελέσματα επικεντρώνονται στην ποιότητα των υγρών αποβλήτων Ηρακλείου καθώς και στην απόδοση λειτουργίας της εγκατάστασης. Τα δείγματα που αναλύθηκαν εξετάζουν την εισροή και την εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

4.2 Έλεγχος Παραμέτρων Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου

4.2.1 pH

Το PH επηρεάζει σχεδόν όλες τις διεργασίες επεξεργασίας χημική, απολύμανση κ.α και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς (διάβρωσης) σε αγωγούς και μηχανολογικό εξοπλισμό. Τα όρια που προβλέπονται για την διάθεση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων είναι από 6,5 έως 8,5.



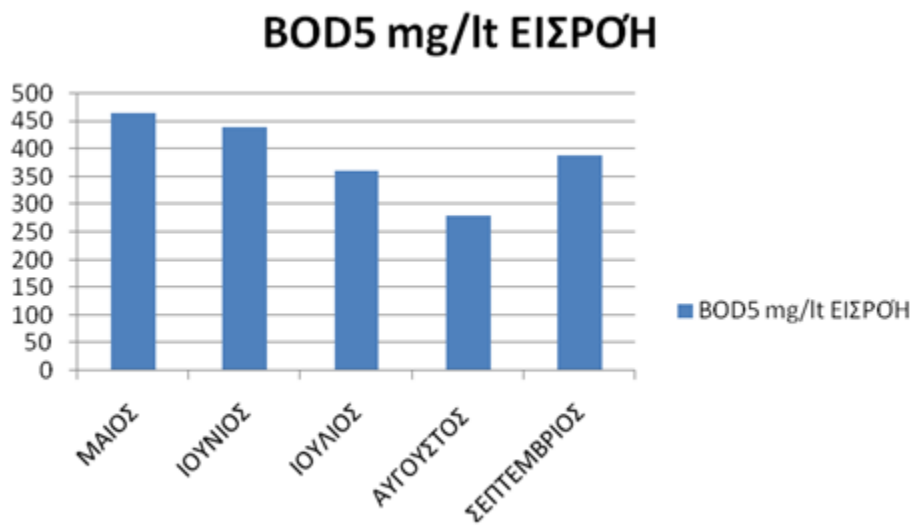
Γράφημα 4.1: PH εισροής και εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Τα ανεπεξέργαστα απόβλητα κατά την εισροή τους στην εγκατάσταση έχουν τιμές PH από 6,96 έως 7,85 με μέση μηνιαία τιμή 7,57 περίπου. Στην εκροή της εγκατάστασης τα επεξεργασμένα λύματα παρουσιάζουν PH της τάξης του 7,72 τιμή η οποία βρίσκεται εντός των αποδεκτών ορίων για διάθεση στο περιβάλλον.

4.2.2 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο BOD_5

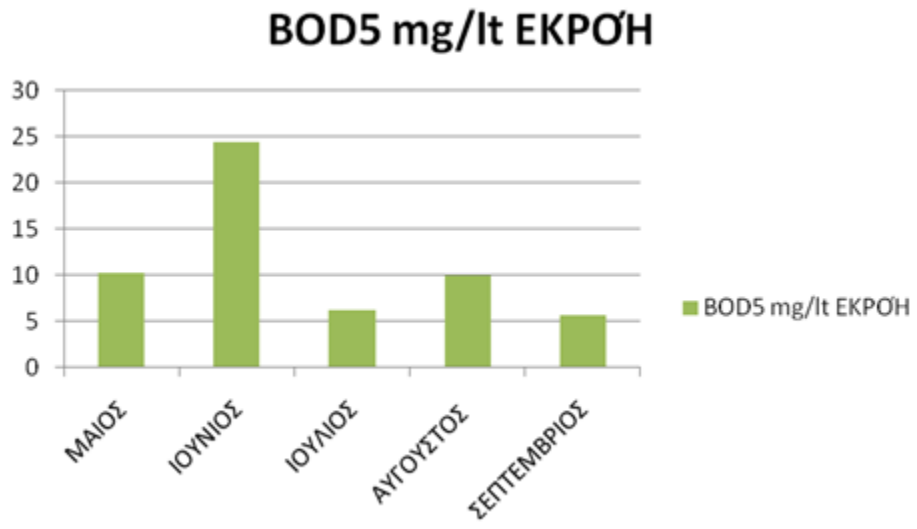
Το BOD είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους που μας δίνει πληροφορίες για το βαθμός ρύπανσης σε οργανικές ενώσεις σε οικιακά, βιομηχανικά απόβλητα και αποδέκτες.

Οι συγκεκριμένες τιμές του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου έχουν γίνει σε διάστημα 5 ημερών και σε θερμοκρασία 20^{o}C. Τα όρια της εκροής στην εγκατάσταση του Ηρακλείου είναι BOD_5< 25mg/lt και σύμφωνα με την οδηγία του ελληνικού κανονισμού < 10mg/lt.



Γράφημα 4.2 : Συγκέντρωση BOD_5 εισροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Το BOD_5που έχει καταγραφεί στην εισροή των λυμάτων Ηρακλείου κυμαίνεται από 280mg/ltέως 466mg/lt, με μέση συγκέντρωση γύρω στα 387mg/lt. Σύμφωνα με τις συγκεντρώσεις αυτές τα υγρά απόβλητα που εισέρχονται στις εγκαταστάσεις του Ηρακλείου παρουσιάζουν μεσαίες προς υψηλές συγκεντρώσεις σε οργανικό φορτίο.



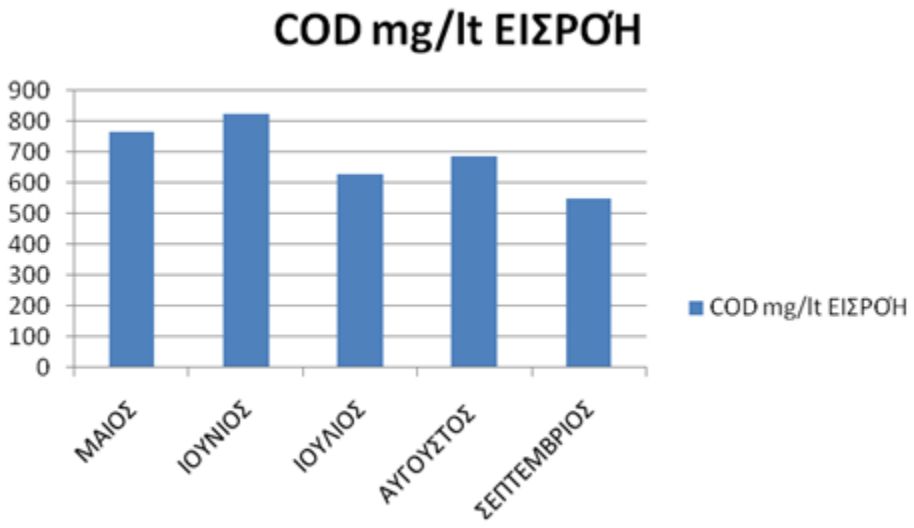
Γράφημα 4.3 : Συγκέντρωση BOD_5 εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Μετά την επεξεργασία των αποβλήτων το BOD_5παρουσιάζει πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις <11mg/lt με μέση τιμή 11,36. Τα αποτελέσματα της παραμέτρου είναι πολύ ικανοποιητικά, καθώς καλύπτουν τόσο τις απαιτήσεις της οδηγίας 91/271 της Ε.Ε., για την διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων , όσο και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Σημειώνεται ότι οι

τιμές της παραμέτρου είναι αποδεκτές και για επαναχρησιμοποίηση σύμφωνα με τα όρια του ελληνικού κανονισμού.

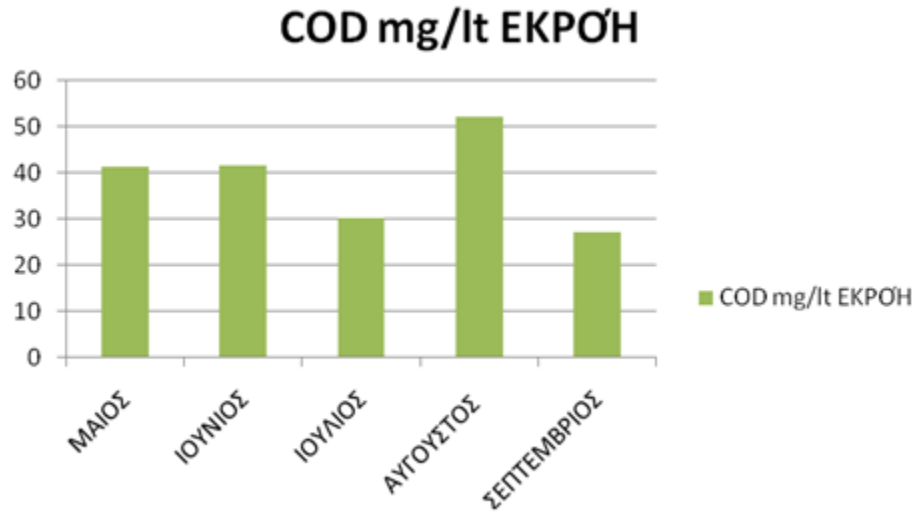
4.2.3 Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο COD

Το COD αποτελεί την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών νερών ή λυμάτων, δηλαδή την πλήρη οξείδωση τους σε ανόργανα τελικά προϊόντα. Σύμφωνα με την οδηγία 91/271 της Ε.Ε τα όρια της τιμής είναι < 125mg/lt και τα όρια της εγκατάστασης είναι < 120mg/lt.



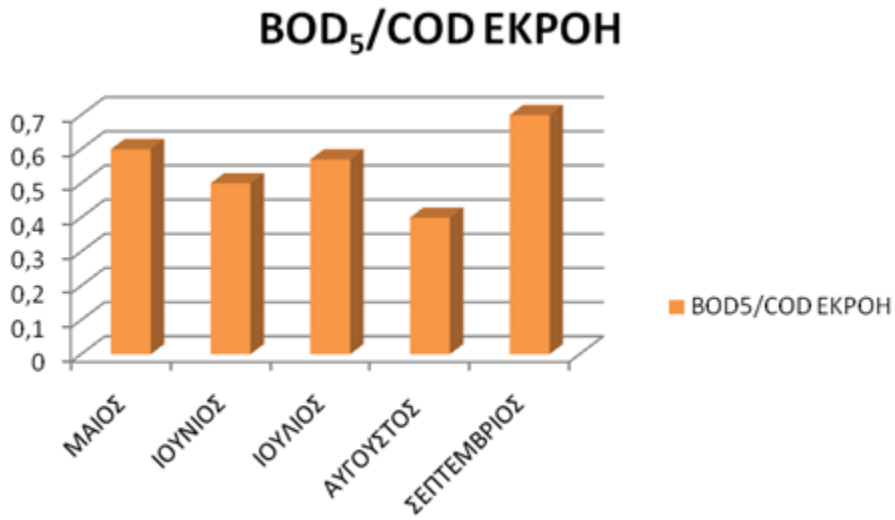
Γράφημα 4.4 : Συγκέντρωση COD εισροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Το COD που έχει καταγραφεί στην εισροή των λυμάτων Ηρακλείου κυμαίνεται από 550 έως 826mg/lt με μέση συγκέντρωση γύρω στα 690mg/lt. Σύμφωνα με τις συγκεντρώσεις αυτές τα υγρά απόβλητα παρουσιάζουν μεσαίες προς υψηλές συγκεντρώσεις σε οργανικό φορτίο, ιδιαίτερα τους μήνες Μάιο και Ιούνιο και μικρότερες τον Σεπτέμβριο, με μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται τον Ιούνιο (826 ppm). Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από την επιβάρυνση της παροχής λόγω έναρξης τουριστικής θερινής περιόδου.



Γράφημα 4.5 : Συγκέντρωση COD εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Στην εκροή της εγκατάστασης οι συγκεντρώσεις του COD είναι πολύ χαμηλές κάτω τον 70mg/lt με μέση τιμή γύρω στα 38,5mg/lt. Οι τιμές δείχνουν ότι κατά την επεξεργασία των αποβλήτων το οργανικό φορτίο περιορίστηκε σε χαμηλά επίπεδα όπως προβλέπεται από τα όρια της Ε.Ε. και της εγκατάστασης.

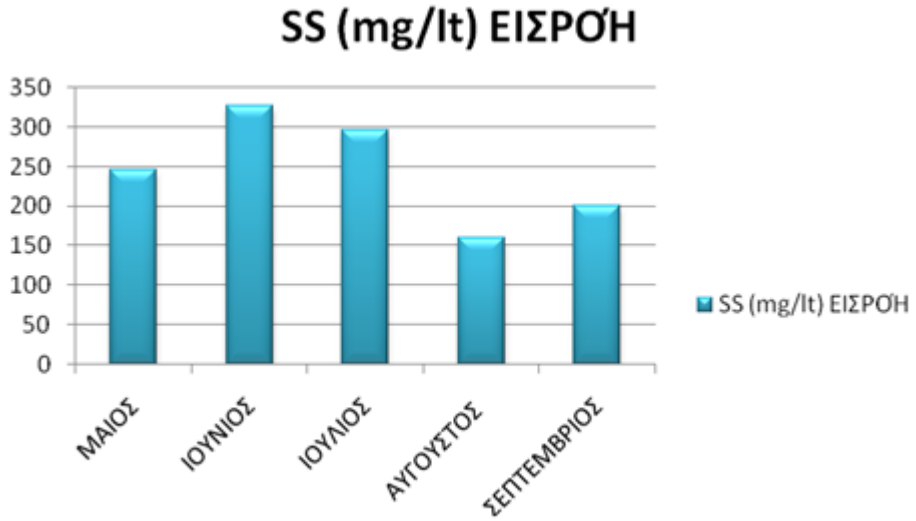


Γράφημα 4.6 : Λόγος BOD_5/COD εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Ο λόγος BOD_5/COD για τα επεξεργασμένα απόβλητα της εγκατάστασης του Ηρακλείου είναι 0,16-0,5 απόλυτα σύμφωνος με τα αναμενόμενα μέσα από την δουλειά των Metcalf&Eddy 1991 για δείγματα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

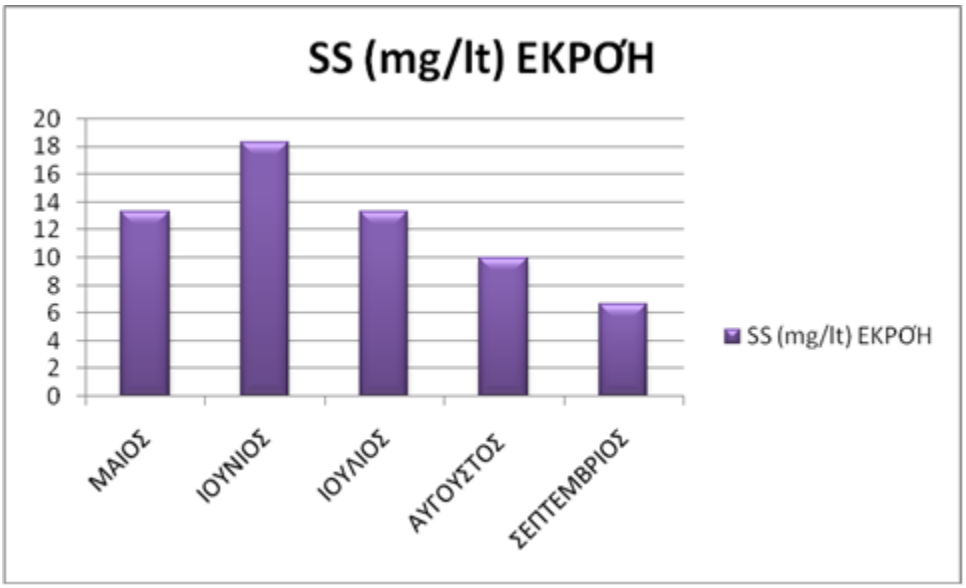
4.2.4 Αιωρούμενα στερεά SS

Μετρούνται σε mg ανά L δείγματος. Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντα και μη καθιζάνοντα. Ως καθιζάνοντα ορίζονται αυτά που καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας σε ειδικά βαθμονομημένο κώνο σε διάστημα μιας ώρας και μετρούνται σε ml στερεών ανά L δείγματος. Η απαιτούμενη τιμή συγκέντρωσης των SS από τον σχεδιασμό της εγκατάστασης προβλέπεται κάτω των 33mg/lt και από την οδηγία 91/271 της Ε.Ε. κάτω των 35mg/lt.



Γράφημα 4.7 : Συγκέντρωση SS εισροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Τα αιωρούμενα στερεά SS, στην εισροή της εγκατάστασης Ηρακλείου έχουν συγκεντρώσεις από 160 (τον Αύγουστο) έως 326mg/lt, το μήνα Ιούνιο. Οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σε υψηλότερα από τα μέσα επίπεδα χωρίς όμως να ξεπερνούν τα 400mg/lt που χαρακτηρίζει τα ανώτερα όρια για τα αιωρούμενα στερεά σε ανεπεξέργαστα λύματα.



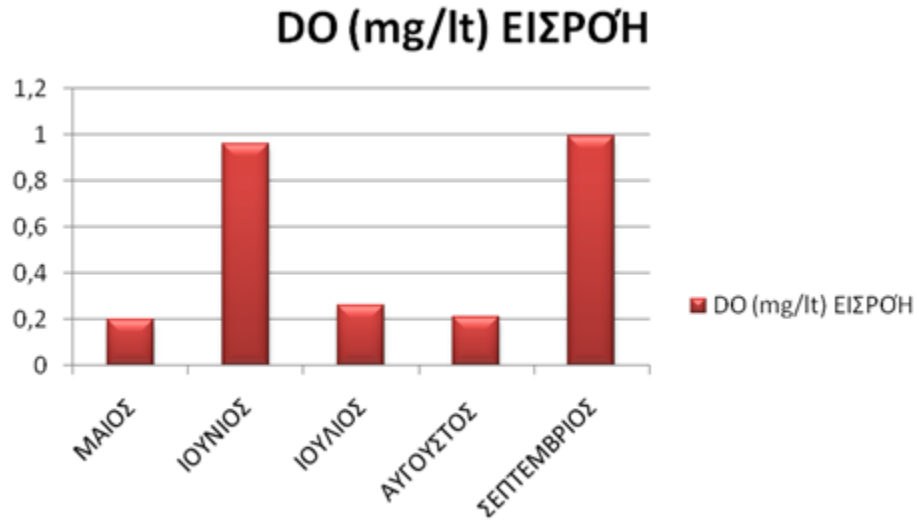
Γράφημα 4.8 : Συγκέντρωση SS εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Στην εκροή του Ηρακλείου βρέθηκαν πολύ χαμηλές και σταθερές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών από 6,6 έως 13,3mg/lt εκτός του Ιουνίου όπου η συγκέντρωσή τους ήταν 18,3mg/lt. Η μεμονωμένη αυτή υψηλή τιμή μπορεί να οφείλεται σε πιθανό πρόβλημα

του δειγματολήπτη, ώστε να μην πάρθηκε σύνθετο δείγμα κατά τη συγκεκριμένη δειγματοληψία, αλλά ίσως στιγμιαίο, άρα όχι αντιπροσωπευτικό δείγμα παροχής στην εγκατάσταση. Διαφορετικά η υψηλή αυτή τιμή αιωρούμενων στερεών είναι ένδειξη της επιβάρυνσης των δειγμάτων κατά την έναρξη της θερινής τουριστικής περιόδου. Η συγκέντρωση των SS στην εκροή των επεξεργασμένων λυμάτων θεωρείται πολύ ικανοποιητική καθώς καλύπτουν τα όρια των προβλεπόμενων τιμών.

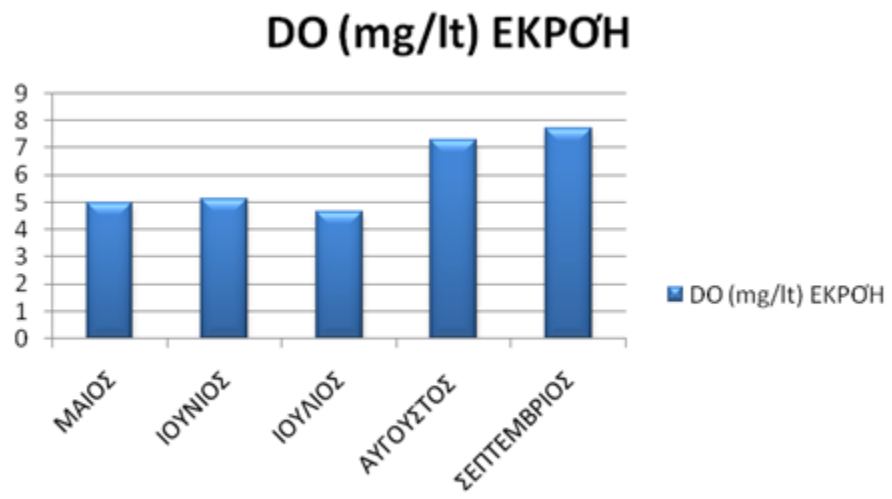
4.2.5 Διαλυμένο οξυγόνο DO

Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους ποιότητας του νερού είναι το ποσό του διαλυμένου οξυγόνου. Οι περισσότεροι οργανισμοί χρησιμοποιούν το οξυγόνο του περιβάλλοντος για την αναπνοή τους και την οξείδωση οργανικών ουσιών. Η κυριότερη πηγή οξυγόνωσης του νερού είναι η ατμόσφαιρα, από όπου μεταφέρεται μέσω του φαινομένου της διάχυσης. Μια δεύτερη πηγή οξυγόνωσης των υδάτινων συστημάτων είναι η φωτοσύνθεση των υδρόβιων φυτικών οργανισμών. Κατά την οδηγία της Ε.Ε. πρέπει να εξασφαλίζεται απολύτως ελάχιστη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου 5mg/lt.



Γράφημα 4.9 : Συγκέντρωση DO εισροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου των υγρών αποβλήτων κατά την είσοδό τους στην εγκατάσταση επεξεργασίας κυμαίνονται από 0,20 έως 0,99mg/lt, δείκτης του σημαντικού βαθμού ρύπανσης των παροχών και της αναγκαιότητάς τους για επεξεργασία.



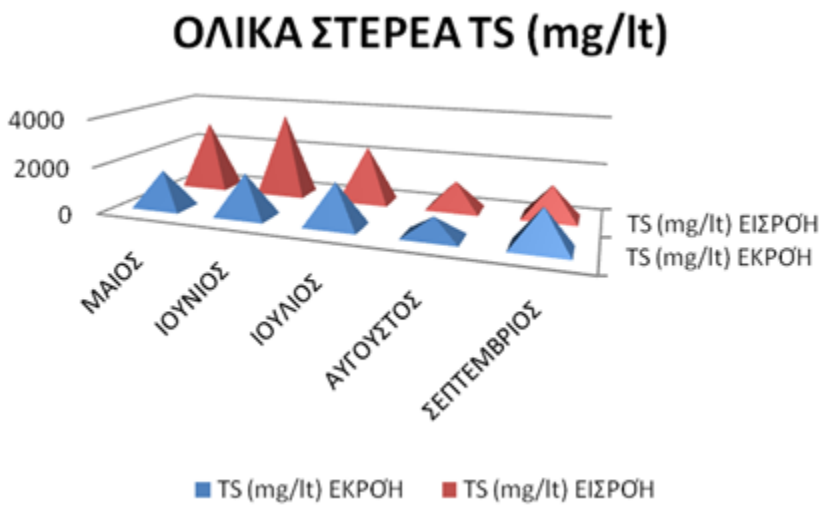
Γράφημα 4.10 : Συγκέντρωση DO εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Κατά την έξοδο τους από την δευτεροβάθμια επεξεργασία τα απόβλητα παρουσιάζουν αυξημένη τιμή της παραμέτρου DO, με διακύμανση από 4,67 έως 7,7mg/lt για το σύνολο των μετρήσεων. Τα αποτελέσματα του DO στην έξοδο από την δευτεροβάθμια εκροή δείχνουν ότι τα επεξεργασμένα απόβλητα έχουν επανακτήσει υψηλές και πάλι τιμές διαλυμένου οξυγόνου, ένδειξη της μειωμένης παρουσίας οργανικού ρυπαντικού φορτίου στα δείγματα αυτά, το οποίο διασπάστηκε, έως αποτέλεσμα των βιολογικών αερόβιων διεργασιών κατά την δευτεροβάθμια επεξεργασία.

Οι σχετικά χαμηλότερες τιμές το DO στην εκροή παρουσιάζονται τους μήνες αιχμής (Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο) από 4,67-5,1mg/lt το οποίο μπορεί να οφείλετε σε υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ρύπανσης λόγω απότομης αύξησης του πληθυσμού και των χρήσεων, άρα και επιβάρυνσης της παροχής κατά τους θερινούς αυτούς μήνες. Το μήνα Αύγουστο η εγκατάσταση έχει πλέον ‘ανακάμψει’ και οι αποδόσεις επεξεργασίας είναι και πάλι υψηλές

4.2.6 Ολικά στερεά TS

Στα φυσικά συστατικά των υγρών αποβλήτων ανήκουν τα ολικά στερεά (TS), τα οποία βρίσκονται αιωρούμενα ή διαλυμένα στη μάζα των αποβλήτων. Τα στερεά αποτελούνται από οργανικά εξαερώσιμα δηλαδή πτητικά στερεά και ανόργανα αδρανή μη εξαερώσιμα δηλαδή σταθερά στερεά.



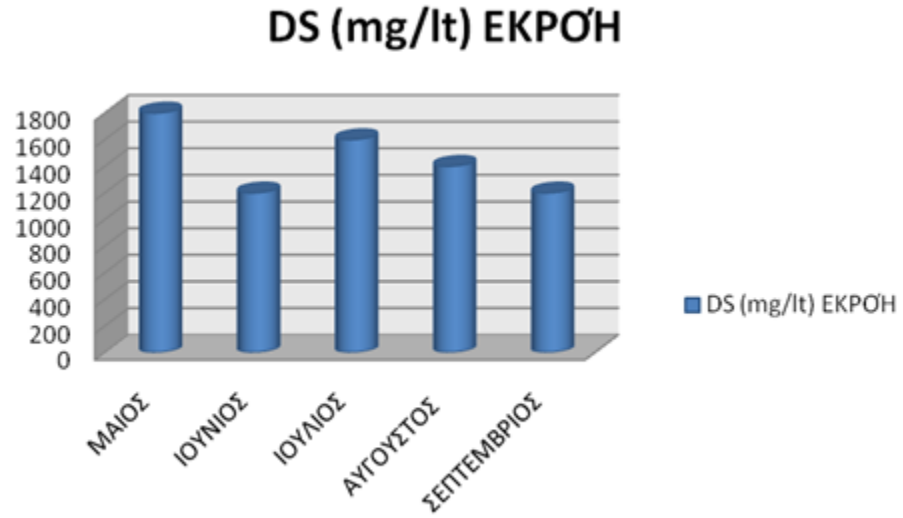
Γράφημα 4.11 : ΣυγκέντρωσηTSS υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Τα ολικά στερεά που εισέρχονται στην εγκατάσταση παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις με τιμές από 1900 μέχρι3600mg/lt. Γενικά προκύπτει μια μέση τιμή στα 2300mg/lt η οποία θεωρείται αρκετά υψηλή.

Μετά την δευτεροβάθμια επεξεργασία τα υγρά απόβλητα συνεχίζουν να παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις ολικών στερεών με μέση τιμή γύρω στα 1500mg/lt, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης των διαλυμένων στερεών, όπως παρουσιάζονται παρακάτω, γεγονός που έχει να κάνει με την υψηλή αγωγιμότητα, επιβάρυνση των νερών σε διαλυμένα άλατα, σε περισσότερες από τις περιοχές του Ηρακλείου

4.2.7 Διαλυμένα στερεά DS

Αφορούν τη συγκέντρωση των στερεών συστατικών που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή στη μάζα των αποβλήτων και ορίζονται ως στερεά δείγματος που διέρχονται μέσα από ειδικό χάρτινο φίλτρο. Προσδιορίζονται με την ξήρανση του διηθήματος στους 105 σε κατάλληλο κλίβανο ξήρανσης και μετρούνται σε mg υπολείμματος μετά την ξήρανση ανά L δείγματος.

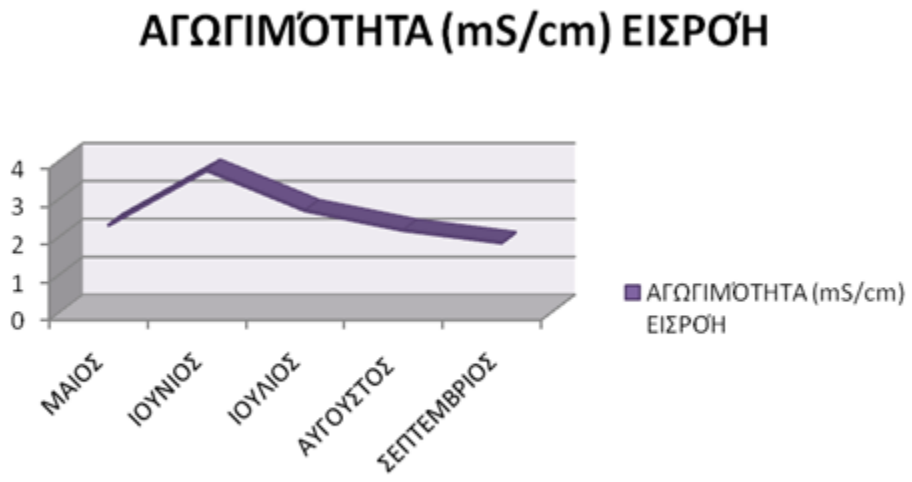


Γράφημα 4.12 : Συγκέντρωση DS εκροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Η συγκέντρωση των διαλυμένων στερεών στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα του Ηρακλείου είναι σε υψηλά επίπεδα, γεγονός που φάνηκε και στα αποτελέσματα για τα ολικά στερεά. Για την εκροή των λυμάτων από την δευτεροβάθμια επεξεργασία οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται περίπου στα 1400mg/lt

4.2.8 Αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των υγρών αποβλήτων κατά την είσοδό τους στην μονάδα έχει τιμές γύρω στα 2,55 mS/cm λόγω της αυξημένης παρουσίας διαλυμένων ιοντικών ενώσεων – αλάτων στα δείγματα αυτά της εισροής, χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερα εμφανείς αυξομειώσεις .



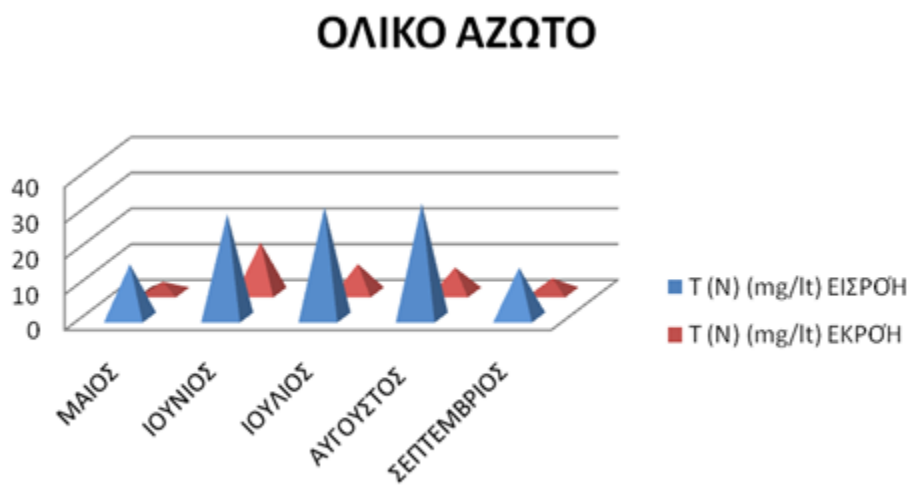
Γράφημα 4.13: Αγωγιμότητα εισροής υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

4.2.9 Ολικό άζωτο Τ(Ν)

Το άζωτο (Ν) είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών. Όπως έχει αναφερθεί το άζωτο στα αστικά – οικιακά υγρά απόβλητα προκύπτει από τις ανθρώπινες εκκρίσεις, τα σκουπίδια και τα βιομηχανικά απορρίμματα, κυρίως της βιομηχανίας τροφίμων. Το ολικό άζωτο δηλαδή, που μετράμε σε ένα για παράδειγμα δείγμα υγρών αποβλήτων είναι το άθροισμα των νιτρικών, νιτρώδων, οργανικών αζωτούχων ενώσεων (ουρία, αμινοξέα, πρωτεΐνες, νουκλεοτίδια κα), αμμωνίας και ελεύθερου αζώτου.

Το άζωτο είναι ένας ευαίσθητος δείκτης, το οποίο σε μεγάλες τιμές στα υγρά απόβλητα δημιουργεί έντονα απόβλητα ευτροφισμού εάν διατεθεί σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, για αυτό είναι απαραίτητη η χημική επεξεργασία πριν την τελική του διάθεση. Αποφυγή μείωσης της συγκέντρωσης του αζώτου σε απόβλητα είναι μόνο δυνατή αν αυτά χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για άρδευση καλλιεργειών, αντικαθιστώντας αποκλειστικά τη χημική λίπανση.

Σύμφωνα με την οδηγία 91/271 της Ε.Ε τα όρια της τιμής του ολικού αζώτου για επεξεργασμένα απόβλητα είναι <10mg/lt και σύμφωνα με τους Metcalf&Eddy 1991 οι τυπικές τιμές συγκεντρώσεων εισροών είναι 20 - 85mg/lt.



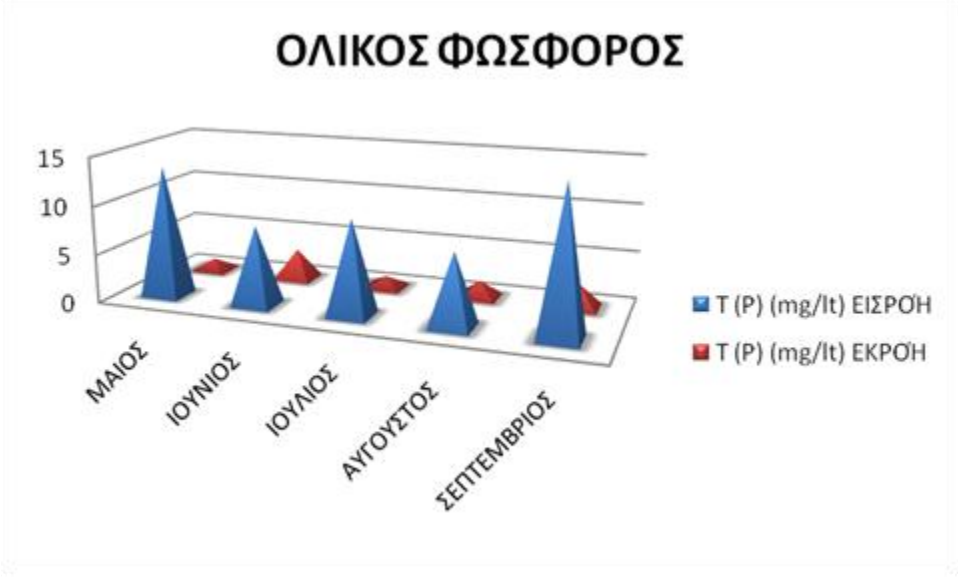
Γράφημα 4.14 : Συγκέντρωση Τ(Ν) εισροής και εκροών υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Οι τιμές του ολικού αζώτου στην είσοδο της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων κυμαίνονται από 14 – 32mg/ltμε μέση τιμή γύρω στα 24mg/lt, η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί ότι βρίσκεται σε καλό επίπεδο σύμφωνα με τους Metcalf&Eddy 1991.

Μετά τις διεργασίες της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας η συγκέντρωση περιορίζεται σε τιμές από 3 έως 10mg/lt. Οι τιμές αυτές ικανοποιούν το όριο συγκέντρωσης όπως αυτό προβλέπεται από την οδηγία της Ε.Ε.

4.2.10 Ολικός φώσφορος Τ(Ρ)

Στις διαδικασίες επεξεργασίας ο φώσφορος είναι απαραίτητος στους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διαδικασίες και στα αστικά απόβλητα βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες. Βασική πηγή προέλευσής του στα αστικά υγρά απόβλητα είναι τα απορρυπαντικά. Σύμφωνα με την οδηγία 91/271 της Ε.Ε. το όριο της συγκέντρωσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι 2mg/lt και οι τυπικές τιμές των παραμέτρων σύμφωνα με τους Metcalf&Eddyκυμαίνονται από 4 - 15mg/lt με μέση τιμή 8mg/lt.



Γράφημα 4.15 : Συγκέντρωση Τ(Ρ) εισροής και εκροών υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου

Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα του Ηρακλείου έχει τιμές από 7,5 έως 15mg/lt με μέση τιμή 10,8mg/lt. Αρκετά υψηλή τιμή αφού οι μήνες που εξετάζουμε αποτελούν τους μήνες τουριστικής αιχμής όπου γίνεται αυξημένη χρήση οικιακών απορρυπαντικών στα παραγόμενα αστικά – οικιακά απόβλητα της περιοχής.

Μετά την δευτεροβάθμια επεξεργασία, ουσιαστικά μέσω της βιολογικής διεργασίας επιτυγχάνεται μείωση του ολικού Ρ σε αρκετά χαμηλές συγκεντρώσεις της τάξης του 1,2mg/lt με 3,4 και μέση τιμή 2mg/lt. Ιδιαίτερα τους μήνες αυτούς που στην εισροή της εγκατάστασης ο ολικός φώσφορος παρουσίαζε αυξημένες συγκεντρώσεις, παρατηρούμε ότι κατά την εκροή των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ο φώσφορος παραμένει σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Τα αποτελέσματα για τις τιμές του ολικού Ρ στις εκροές της εγκατάστασης είναι αρκετά καλές αφού είναι μέσα στο όριο των τιμών της Ε.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
(Ι)Αξιολόγηση λειτουργίας Ε.Ε.Α.Α ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
(ΙΙ)Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης

5.1 Αξιολόγηση της λειτουργίας Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου

Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της λειτουργίας της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων στο Ηράκλειο και η δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας (επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων). Η Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις της χώρας που διαχειρίζεται τεράστιες ποσότητες καθημερινά.

Για τον χρόνο παρακολούθησης των παραμέτρων ανάλυσης διαπιστώθηκαν συνοπτικά τα εξής:

- ✓ Σε γενικές γραμμές οι αποδόσεις του συστήματος κρίνονται σε ικανοποιητικά επίπεδα, με βάση τις προδιαγραφές και τον σχεδιασμό της μονάδας ως προς τον τελικό αποδέκτη (θάλασσα) για τις περισσότερες από τις παραμέτρους που αναλύθηκαν.
- ✓ Οι εισροές στη μονάδα επεξεργασίας χαρακτηρίζονται σε υψηλά σχετικά επίπεδα (επιβάρυνση παροχής λόγω τουριστικής θερινής περιόδου).
- ✓ Οι συγκεντρώσεις του αζώτου και του φωσφόρου στις εκροές εμφανίστηκαν άνω των αναμενόμενων ορίων, που ορίζονται στα 10mg/l και 2mg/l αντίστοιχα, συγκεκριμένα τον μήνα Ιούνιο.
- ✓ Τα ολικά στερεά βρέθηκαν αυξημένα κατά το διάστημα ανάλυσης με σχετικά χαμηλή απόδοση ως προς την απομάκρυνσή τους.

Για την αξιολόγηση της εγκατάστασης Ηρακλείου συσχετίστηκαν τα αποτελεσμάτων των παραμέτρων των υγρών αποβλήτων στην εισροή της εγκατάστασης με τα αποτελέσματα της τελικής εκροής της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

5.1.1 Εισροή

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρούμε διακυμάνσεις στις τιμές των παραμέτρων, με αύξηση του ρυπαντικού φορτίου των υγρών αποβλήτων κατά τους μήνες αιχμής Μάιο έως και Ιούλιο, λόγω της αύξησης των κατοίκων αλλά και των τουριστικών εγκαταστάσεων.

- ➢ Τα υγρά στην εισροή της Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου έχουν ουδέτερο προς αλκαλικό χαρακτήρα με μέση τιμή του PH γύρω στο 7,57.
- ➢ Οι παράμετροι BOD_5και COD βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις, πράγμα που δηλώνει ότι υπάρχει υψηλή οργανική ρύπανση στα υγρά απόβλητα του Ηρακλείου. Τους μήνες Μάιο και Ιούνιο οι τιμές του BOD ήταν πολύ υψηλές 466mg/ltκαι 440mg/lt, αντίστοιχα. Το COD για τους ίδιους μήνες έφτασε σε τιμές 767mg/lt τον Μάιο και 826mg/lt τον Ιούνιο, τιμή υψηλή για τη σύσταση ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων. Τους υπόλοιπους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο και οι δύο παράμετροι κυμαίνονται σε χαμηλότερες τιμές και το οργανικό φορτίο των αποβλήτων θεωρείται ότι βρίσκεται σε μεσαία επίπεδα. Ο λόγος BOD_5/COD για τα ανεπεξέργαστα δείγματα της εισροής παίρνει τιμές από 0,2 έως 0,9, όπου σύμφωνα με τους Metcalf&Eddy

1991, υποδηλώνει σημαντική ποσότητα σε βιολογικά αποικοδομήσιμο οργανικό φορτίο, το οποίο πρέπει να μειωθεί κατά την διαδικασία.

- Το διαλυμένο οξυγόνο DO,που είναι απαραίτητο στις αερόβιες βιολογικές διεργασίες για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς παραμένει σε αρκετά χαμηλά επίπεδα στην εισροή, ενισχύοντας το γεγονός του υψηλού δείκτη ρύπανσης των παροχών.

- Η περιεκτικότητα των ανεπεξέργαστων αποβλήτων σε ολικά στερεά TSβρέθηκε σε πολύ υψηλές τιμές άνω των 1600mg/lt, ενώ παρατηρήθηκε μείωση τιμής τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο.

- Τα υγρά απόβλητα κατά την εισροή τους στην εγκατάσταση παρουσίασαν καλές ποσότητες των ΄θρεπτικών΄ συστατικών αζώτου και φωσφόρου. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου σημείωσαν αύξηση κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο με τιμές από 29 έως 32mg/lt, ενώ τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο μειώθηκαν σε τιμές 15mg/lt και 14mg/lt αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου βρέθηκαν σε υψηλά επίπεδα με μέση τιμή για τους μήνες που εξετάσαμε 8,42mg/lt.

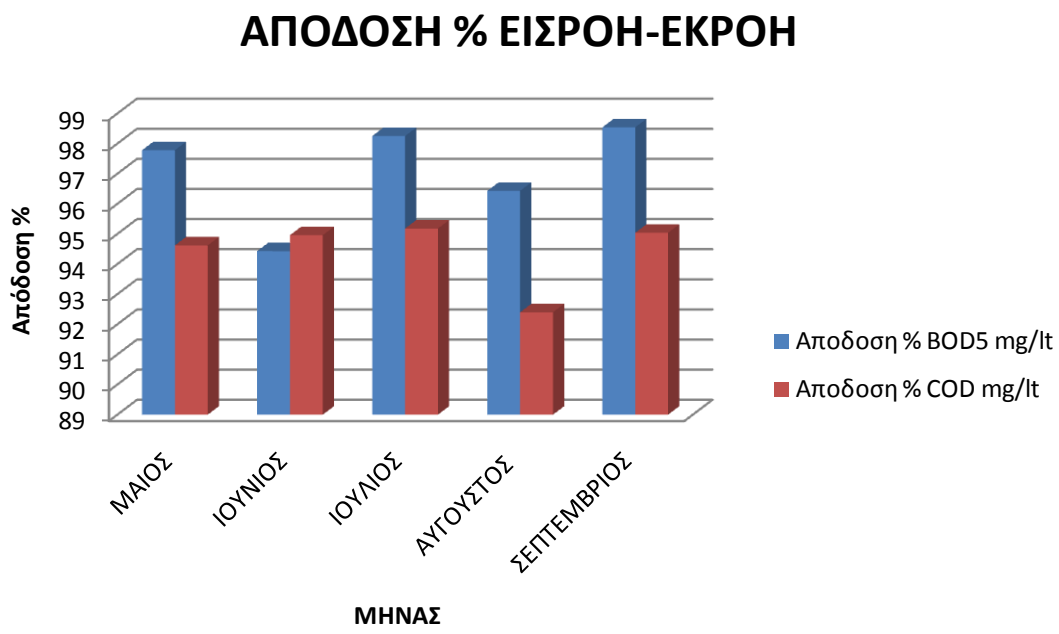
Γίνεται φανερό πως τα υγρά απόβλητα Ηρακλείου, ως προς την σύστασή τους κατατάσσονται σε μέτρια προς υψηλή συγκέντρωση παραμέτρων ποιότητας εισροών που σημαίνει πως απαιτείται σημαντικός βαθμός επεξεργασίας τους, πριν την τελική διάθεσή τους στο περιβάλλον.

5.1.2 Εκροή Δευτεροβάθμιας Επεξεργασίας

Μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση, τη βιολογική επεξεργασία, που περιλαμβάνει αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου, νιτροποίηση και βιολογική απονιτροποίηση καθώς και την απολύμανση των υγρών αποβλήτων, οι παράμετροι ποιότητας των αποβλήτων έδωσαν τιμές οι οποίες για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου είναι ικανοποιητικές και καλύπτουν τα απαιτούμενα όρια από τη νομοθεσία και τις προδιαγραφές της εγκατάστασης.

Συγκεκριμένα για τις τυποποιημένες παραμέτρους οργανικού φορτίου BOD_5και COD η απόδοση της εγκατάστασης έδωσε πολύ υψηλές αποδόσεις άνω του 90%. Από τον πίνακα του παραρτήματος προέκυψε το γράφημα με τη μέση μηνιαία απόδοση της εγκατάστασης για τις παραπάνω παραμέτρους. Αν και τα λύματα του Ηρακλείου τους μήνες Μάιο και Ιούνιο στην εισροή παρουσίαζαν αυξημένη οργανική ρύπανση, παρατηρούμε ότι η απόδοση της εγκατάστασης για την περίοδο αυτή παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα. Για το COD μάλιστα παρατηρείται μεγάλη απόδοση τους μήνες αιχμής με τιμή 94 έως 95%, ενώ τον Αύγουστο μειώνεται σε 92%.

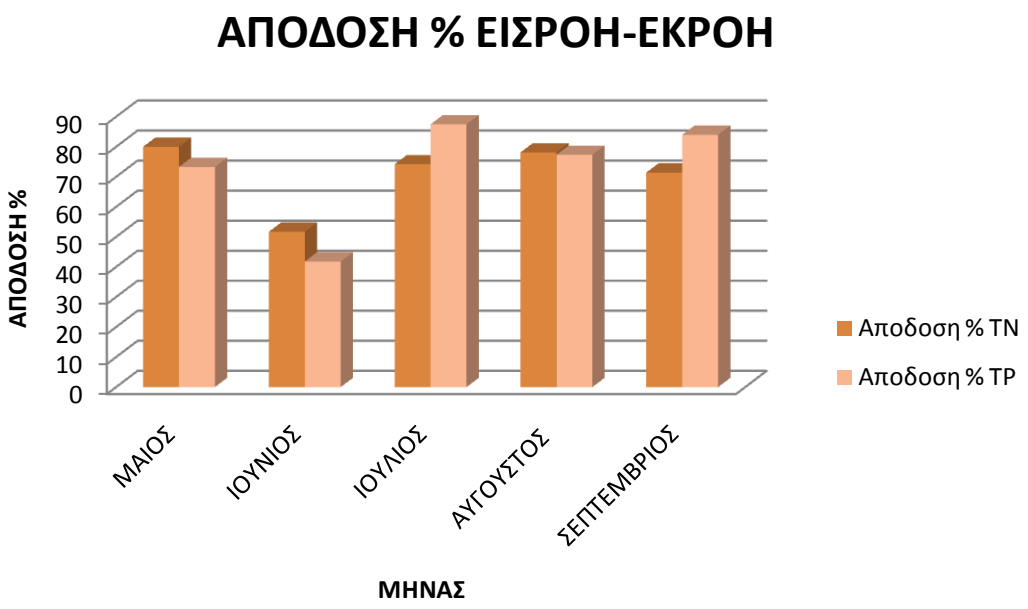
Όσον αφορά το BOD_5 το οποίο σύμφωνα με τις προδιαγραφές πρέπει να βρίσκεται σε πολύ πιο χαμηλά επίπεδα από το COD, το σύστημα επεξεργασίας λειτουργεί ικανοποιητικά, επιτυγχάνοντας την προβλεπόμενη μείωση.



Γράφημα 5.1: Μέση μηνιαία απόδοση % παραμέτρων BOD_5και COD υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου (από εισροή προς εκροή 2βάθμιας επεξεργασίας).

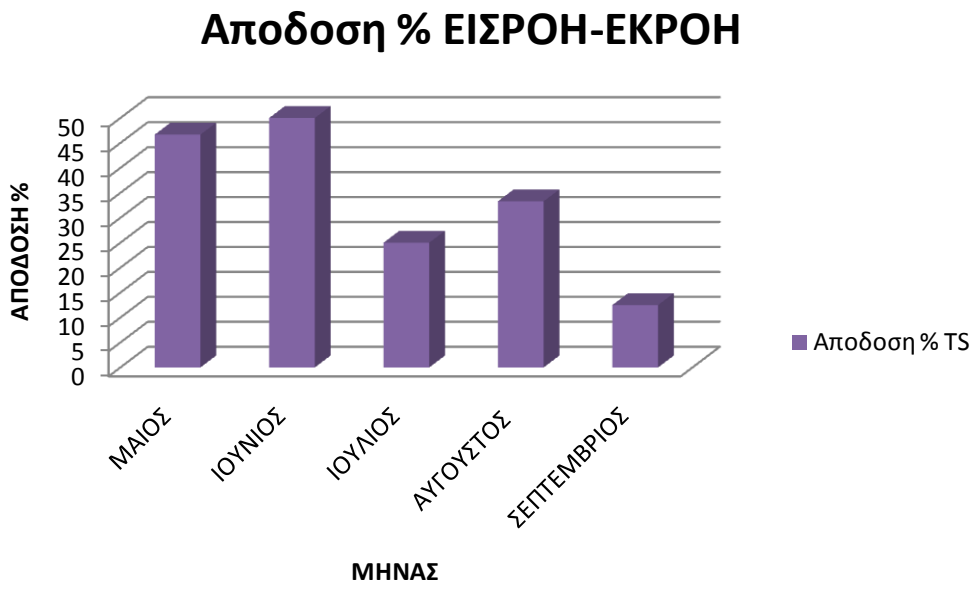
Στην απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου η εγκατάσταση δίνει χαμηλότερες αποδόσεις από 41% έως 87% με υψηλότερες τιμές όλους τους μήνες εκτός του Ιούνιου.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, η απόδοση του συστήματος είναι ικανοποιητική για τη μείωση του φωσφόρου, πρέπει όμως να σημειωθεί ότι θα μπορούσε η διαδικασία απομάκρυνσης φωσφόρου να βελτιωθεί (τριτοβάθμια επεξεργασία) και να δώσει ακόμη καλύτερη ποιότητα αποβλήτων. Από την άλλη πλευρά η απόδοση όσον αφορά την απομάκρυνση του αζώτου πρέπει να αυξηθεί ιδιαίτερα τους μήνες αιχμής. Στόχος θα πρέπει να είναι η αύξηση της απόδοσης πέραν του 85%.



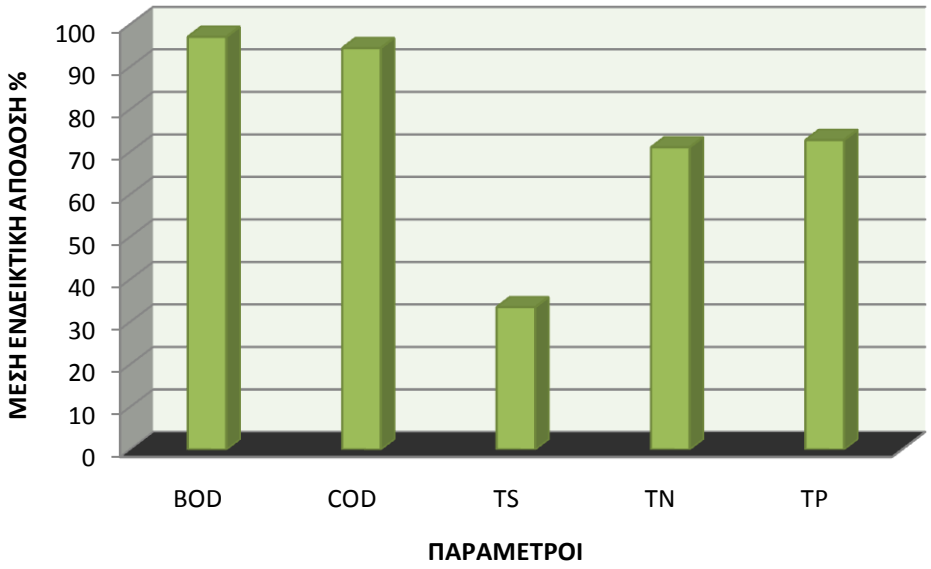
Γράφημα 5.2: Μέση μηνιαία απόδοση % παραμέτρων TN και TP υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου (από εισροή προς εκροή 2βάθμιας επεξεργασίας).

Η μείωση των ολικών στερεών κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι αξιοσημείωτα μικρή. Η απόδοση της εγκατάστασης κυμαίνεται από 12,5% έως 50%. Η μέση μηνιαία απόδοση του συστήματος είναι 33%, αρκετά χαμηλή.



Γράφημα 5.3: Μέση μηνιαία απόδοση % παραμέτρων TS υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου (από εισροή προς εκροή 2βάθμιας επεξεργασίας).

Γενικότερα οι αποδόσεις της εγκατάστασης είναι υψηλές σχεδόν άνω του 90% για BOD καιCOD , χαμηλότερες για ολικό άζωτο και φώσφορο και πιο χαμηλές για τα ολικά στερεά. Εάν πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν τότε απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία για την απομάκρυνση τόσο των ολικών στερεών όσο και των παθογόνων μικροοργανισμών.



Γράφημα 5.4: Μέση ενδεικτική απόδοση % παραμέτρων υγρών αποβλήτων Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου (από εισροή προς εκροή 2βάθμιας επεξεργασίας).

5.2 Αξιολόγηση εκροών για δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των εκροών για όλες τις παραμέτρους ανάλυσης, μαζί με τις προδιαγραφές της εγκατάστασης σε σύγκριση με την Ευρωπαϊκή οδηγία για διάθεση σε τελικό απόδέκτη (επαναχρησιμοποίηση).

Πίνακας 5.1: Συγκριτικός πίνακας τιμών COD για τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

COD mg/lt			
ΜΗΝΑΣ	Εκροή Ηρακλείου	Προδιαγραφές εγκατάστασης Ηρακλείου	οδηγία 91/271 Ε.Ε.
ΜΑΙΟΣ	41,3	120	125
ΙΟΥΝΙΟΣ	41,6		
ΙΟΥΛΙΟΣ	30,3		
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	52,3		
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	27,3		

Πίνακας 5.2: Συγκριτικός πίνακας τιμών BOD_5για τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

BOD_5 mg/lt				
ΜΗΝΑΣ	Εκροή Ηρακλείου	Προδιαγραφές εγκατάστασης Ηρακλείου	οδηγία 91/271 Ε.Ε.	ΦΕΚ 138/65 Κατάελάχιστηεπ εξεργασία
ΜΑΙΟΣ	10,3	25	25	10
ΙΟΥΝΙΟΣ	24,5			
ΙΟΥΛΙΟΣ	6,3			
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	10			
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	5,7			

Πίνακας 5.3: Συγκριτικός πίνακας τιμών TSγια τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

SS mg/lt				
ΜΗΝΑΣ	Εκροή Ηρακλείου	Προδιαγραφές εγκατάστασης Ηρακλείου	οδηγία 91/271 Ε.Ε.	ΦΕΚ 138/65 Κατάελάχιστηεπ εξεργασία
ΜΑΙΟΣ	11	33	33	10
ΙΟΥΝΙΟΣ	11			
ΙΟΥΛΙΟΣ	23			
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	18			
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	29			

Πίνακας 5.4: Συγκριτικός πίνακας τιμών TNγια τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

TN mg/lt			
ΜΗΝΑΣ	Εκροή Ηρακλείου	Προδιαγραφές εγκατάστασης Ηρακλείου	οδηγία 91/271 Ε.Ε.
ΜΑΙΟΣ	3		10
ΙΟΥΝΙΟΣ	14		
ΙΟΥΛΙΟΣ	8		
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7		
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4		

Πίνακας 5.5: Συγκριτικός πίνακας τιμών TP για τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

TP mg/lt			
ΜΗΝΑΣ	Εκροή Ηρακλείου	Προδιαγραφές εγκατάστασης Ηρακλείου	οδηγία 91/271 Ε.Ε.
ΜΑΙΟΣ	1,2		2
ΙΟΥΝΙΟΣ	3,2		
ΙΟΥΛΙΟΣ	1,2		
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1,7		
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2,4		

Πίνακας 5.6: Πίνακας τιμών BOD/COD για τις υπό μελέτη Ε.Ε.Α.Α.

BOD/COD mg/lt			
ΜΗΝΑΣ	Εισροή Ηρακλείου	Εκροή Ηρακλείου	Εκροή Metcalf & Eddy 1991
ΜΑΙΟΣ	0,2	0,6	0,1 – 0,3
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,5	0,5	
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,2	0,57	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,9	0,4	
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,2	0,7	

Η λειτουργία της υπό μελέτης Ε.Ε.Α.Α Ηρακλείου με στόχο την επαναχρησιμοποίηση των εκροών της θα μπορούσε να αφορά:

i. Την βελτίωση της ποιότητας των εκροών, (περαιτέρω μείωση στερεών, παθογόνων, φωσφόρου και αζώτου όταν χρειάζεται) ειδικά σε περιόδους αυξανόμενων αναγκών, όπως κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου στην οποία τα εισερχόμενα υγρά απόβλητα είναι τόσο ποσοτικά αυξημένα (λόγω τουρισμού) όσο και ποιοτικά υποβαθμισμένα και ιδιαίτερα επιβαρυμένα σε οργανικό φορτίο.
ii. Την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση, (περιορισμένη ή και απεριόριστη) κατά τους θερινούς μήνες, που συμπίπτει χρονικά με την περίοδο που σημειώνεται και η μεγαλύτερη ανάγκη νερού για αρδευτική χρήση.

5.2.1 Παράμετροι επιλογής Συστήματος Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων

Ως προς την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης τους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

1. Τιμές παραμέτρων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων
   Η Ε.Ε.Α.Α θα πρέπει να έχει αποτελεσματική λειτουργία και να διασφαλίζει την απαιτούμενη ποιότητα των αποβλήτων που διατίθενται στο περιβάλλον. Οι τιμές των δεικτών ρύπανσης στα επεξεργασμένα απόβλητα θα πρέπει να παραμείνουν χαμηλές, έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα όρια της νομοθεσίας και να παράγονται λύματα κατάλληλα για τις επιλεγμένες περιπτώσεις επαναχρησιμοποίησης.
2. Χρήστες των επεξεργασμένων εκροών
   Οι σημαντικοί χρήστες είναι τα ξενοδοχεία αλλά και οι καλλιεργητές. Τα ξενοδοχεία έχουν μεγάλες ανάγκες σε νερό για την άρδευση των εκτάσεων πρασίνου και καλλωπιστικών φυτών που διαθέτουν, για πλύση μεγάλων εξωτερικών χώρων και για χρήση σε μηχανήματα ψύξης. Οι καλλιεργητές από τη μεριά τους χρειάζονται νερό για πότισμα σε καλλιέργειες που μπορούν να γίνουν με περιορισμένη άρδευση αλλά και για καλλιέργειες με απεριόριστη άρδευση, η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων ως πηγές νερού για τις παραπάνω χρήσεις θα προσφέρει μεγάλη εξοικονόμηση υδάτινων πόρων και μπορεί να δώσει κίνητρα και για τις περισσότερες δραστηριότητες.
3. Οικονομικοί παράγοντες
   Απαίτηση για οικονομοτεχνικές μελέτες που θα αναλύουν το κόστος που απαιτείται για ενδεχόμενες νέες κατασκευές, τη συντήρηση και λειτουργία της εγκατάστασης αλλά και των δικτύων αποχέτευσης και διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων. Ανάλογα με τις επιλογές διαχείρισης των υγρών αποβλήτων προκύπτουν νέες ανάγκες εξοπλισμού, συντήρησης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

5.2.2 Προτεινόμενες Επιλογές Συστήματος Διαχείρισης και Επαναχρησιμοποίησης των Υγρών Αποβλήτων στο Ηράκλειο

Στην Ε.Ε.Α.Α. Ηρακλείου λειτουργεί μέχρι στιγμής μόνο η δευτεροβάθμια επεξεργασία και αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις της χώρας που διαχειρίζεται τεράστιες ποσότητες αποβλήτων καθημερινά, ενώ τα επεξεργασμένα απόβλητα (εκροές) τα διαθέτει στην θάλασσα. Με βάση το γεγονός ότι μιλάμε για πολύ καλές εκροές από άποψη ποιοτικών χαρακτηριστικών (όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες, Π1-Π6), η διαχείριση των εκροών θα μπορούσε να περιλαμβάνει επιλογές αξιοποίησης – επαναχρησιμοποίησης, με κύριες ενέργειες:

- Την επέκταση της εγκατάστασης σε περαιτέρω επεξεργασία, ώστε να μειωθούν περαιτέρω τα στερεά, να θανατωθούν πλήρως οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, να μειωθεί περαιτέρω, όταν και εφόσον χρειάζεται το ολικό άζωτο και ο φώσφορος .
- Το σχεδιασμό επιλογών εκμετάλλευσης των παραγόμενων επεξεργασμένων αποβλήτων, ώστε να εξασφαλιστεί η αύξηση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού, τόσο για αρδευτική χρήση όσο και για χρήση σε άλλους τελικούς αποδέκτες. Απαιτείται η μελέτη των επιτρεπόμενων ορίων, ανάλογα με την ευαισθησία του τελικού αποδέκτη (αξιοποίηση για άρδευση απεριόριστης χρήσης)

5.2.3 Προτεινόμενες επιλογές συστήματος διαχείρισης / επαναχρησιμοποίησης

<u>Λειτουργία συστήματος περιατέρω φίλτρανσης και απολύμανσης για επαναχρησιμοποίηση του παραγόμενου νερού και δημιουργία νέων δικτύων διάθεσης για επαναχρησιμοποίηση.</u>

Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να επιτευχθεί ο περιορισμός των παραμέτρων στα προτεινόμενα όρια που επιτρέπουν τις εναλλακτικές χρήσεις του παραγόμενου νερού π.χ απεριόριστη άρδευση σε ευαίσθητες καλλιέργειες, χρήσεις σε κοινόχρηστους χώρους και ξενοδοχεία. Ο στόχος εδώ είναι να γίνεται όσο το δυνατόν καλύτερη επεξεργασία των αποβλήτων δίνοντας νέες δυνατότητες στην περιοχή για αξιοποίησή τους.

Για το συγκεκριμένο στόχο θα μπορούσαν να προταθούν:

- Φίλτρανση των εκροών (χρήση αμμόφιλτρου)
- Επιπρόσθετη απολύμανση (χρήση UV)
- Δημιουργία δικτύων άρδευσης σε αρδευόμενες περιοχές

Η απόδοση ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει να παραμείνει σε υψηλά και αυστηρά επίπεδα. . Με αυτόν τον τρόπο οι τιμές των παραμέτρων των TSS, που θα αποτελο΄υσαν πρόβλημα αν οι εκροές χρησιμοποιούνταν ως είχαν) θα φτάσουν και αυτές τα προβλεπόμενα όρια για απεριόριστη άρδευση, σημαντικό για το Ηράκλειο με τις τόσες γεωργικές καλλιέργειες και τις ανάγκες για νερό που αυτές απαιτούν.

5.2.4 Ενέργειες φορέα

Ο φορέας λειτουργίας και εκμετάλλευσης της εγκατάστασης θα πρέπει να προχωρήσει σε μία σειρά ενεργειών – προμελετών, προκειμένου να ελέγξει την βιωσιμότητα του συστήματος διαχείρισης των λυμάτων σε ποιοτικό και τεχνικοοικονομικό επίπεδο. Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις βασικές ενέργειες προμελέτες που θα πρέπει να εκπονηθούν:

- Ενημέρωση και εκπαίδευση των προβλεπόμενων καταναλωτών, όσον αφορά την ποιότητα του παραγόμενου νερού και τις δυνατότητες που δίνει στις δραστηριότητες τους. Οι καταναλωτές θα πρέπει να πειστούν για την ποιότητα του παραγόμενου νερού, να συμφωνήσουν για τις νέες χρήσεις και να συνεργαστούν με τον φορέα λειτουργίας της εγκατάστασης.

- Επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας συστημάτων για την εγκατάσταση (π.χ. στην απολύμανση υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες, θα πρέπει να επιλεχτεί η πιο κατάλληλη και η πιο αποδοτική).

- Πρέπει να προωθηθούν οι σχετικές περιβαλλοντικές αδειοδοτήσεις της εγκατάστασης.

- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων του συστήματος και της τελικής ποιότητας των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ορθή επαναχρησιμοποίηση τους. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του συστήματος που η επαναχρησιμοποίηση μπορεί να περιλαμβάνει πληθώρα δραστηριοτήτων , ο φορέας μπορεί να προχωρήσει σε πιλοτικές εφαρμογές για την εναλλακτική μορφή επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων με ασφάλεια για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

- Κοστολόγηση επένδυσης και ανεύρεση χρηματοδοτικών πόρων

- Εξασφάλιση συστήματος ελέγχου της εγκατάστασης για την παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού, καθώς και για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων που θα τεθούν από τις αρχές.

- Τεχνικοοικονομικές μελέτες για την εξασφάλιση εσόδων από την πώληση του παραγόμενου ύδατος που να καλύπτουν τα λειτουργικά και έκτατα έξοδα. Θα πρέπει η τιμή μονάδα πώλησης του νερού να είναι προσιτή στον κάθε καταναλωτή.

Αναφορές

1. Νταρακάς Ε, 2006. «Επεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη.

2. Γεωργάκη Ειρήνη, 2007, Σημειώσεις «Έλεγχος ποιότητας Περιβαλλοντικών Παραμέτρων σε νερά και Απόβλητα», Σχολή ΣΤΕΦ, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

3. Οδηγία Ε.Ε. 91/271, «Για την επεξεργασία αστικών λυμάτων», ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192/Β)

4. Οδηγία 96/61/ΕΚ «για την ολοκληρωμένη πρόληψη και περιορισμό της ρύπανσης (IPPC) και οι Ελληνικές προτάσεις για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές» http://www.rninenv.gr/4/ypexode4/docs/

5. Σαββακης, Κ.Ε, 2002. «Χημική Τεχνολογία. Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Τεχνολογία», Θεσσαλονική,13,488-513

6. Στάμου Α Ι, 1995. «Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων». Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα. Σελ 19-20

7. Υπουργική Απόφαση Ειβ 221/65, «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβήτων», ΦΕΚ 138/65

8. Μαρκαντωνάτος Γ, 1986. «Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων». Β Έκδοση. Αθήνα

9. Α., Αγγελάκης, Ν.Β. Παρυχιανάκης, 2005, «Επαναχρησιμοποίηση Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων: Ανάγκη για θέσπιση κριτηρίων», Διαχείριση υγρών αποβλήτων με αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας, Καρδίτσα Οκτώβριος 2005

10. Αγγελάκης, ΑΝ. και Tsobanoglous, G., 1995. «Υγρά απόβλητα. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και διάθεσης εκροών. Ηράκλειο», Ελλάδα,

11. Χριστούλας Δ., 1991 «Ρύπανση υδάτων και αντιρρυπαντική τεχνολογία», Αθήνα, Εκδόσεις Συμεών

12. Στάμου, Α. Ι., Μπακάλης Ν., Μαρκαντωνάτος Π. και Παπαδάκης Π., Σεπτέμβριος 1995 «Χαρακτηριστικά των λυμάτων Ελληνικών πόλεων με τη χρήση βάσεων δεδομένων και συστημάτων G.I.S.», Πρακτικά 4ου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

13. Σαββακης, Κ.Ε, 2002. «Χημική Τεχνολογία. Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Τεχνολογία», Θεσσαλονική,13,488-513

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι: ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΣΡΟΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ Ε.Ε.Α.Α. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (ΜΑΙΟΣ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011)

ΜΗΝΑΣ	pH	Αγωγιμ. mS/cm	DO mg/lt	BOD_5 mg/lt	COD mg/lt	TN mg/lt	TP mg/lt.	TS mg/lt	ΚΑΘΙΖΑΝΟΝΤΑ mg/lt
ΜΑΪΟΣ	7,55	2,30	0,20	466	767	15	4,5	3000	9,5
ΙΟΥΝΙΟΣ	7,85	3,75	0,96	440	826	29	5,5	3600	10
ΙΟΥΛΙΟΣ	6,96	2,69	0,26	360	628	31	9,6	2400	5,5
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,82	2,17	0,21	280	688	32	7,5	1200	8
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7,68	1,84	0,99	390	550	14	15	1600	2

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ: ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΚΡΟΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ Ε.Ε.Α.Α. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (ΜΑΙΟΣ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011)

ΜΗΝΑΣ	pH	Θολερότητα NTU	DO mg/lt	BOD_5 mg/lt	COD mg/lt	TN mg/lt	TP mg/lt.	TS mg/lt	SS mg/lt	DS mg/lt
ΜΑΪΟΣ	7,59	4,83	4,96	10,3	41,3	3	1,2	1600	11	1800
ΙΟΥΝΙΟΣ	7,89	6,71	5,1	24,5	41,6	14	3,2	1800	11	1200
ΙΟΥΛΙΟΣ	7,42	4,76	4,67	6,3	30,3	8	1,2	1800	23	1600
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,88	10	7,3	10	52,3	7	1,7	800	18	1400
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7,84	10,7	7,7	5,7	27,3	4	2,4	1400	29	1200

ΠΙΝΑΚΑΣIII: ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑΜΕΙΩΣΗ % ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝΕ.Ε.Α.Α. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΑΠΟΕΙΣΡΟΗΠΡΟΣΕΚΡΟΗ

ΠΕΡΙΟΔΟΣΜΕΤΡΗΣΕΩΝ (ΜΑΙΟΣ 2011-ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011)

ΜΗΝΑΣ	BOD_5	COD	TN	TP	TS
	ΜΕΙΩΣΗ %	ΜΕΙΩΣΗ %	ΜΕΙΩΣΗ %	ΜΕΙΩΣΗ %	ΜΕΙΩΣΗ %
ΜΑΪΟΣ	97,78	94,62	80	73,3	46,67
ΙΟΥΝΙΟΣ	94,43	94,96	51,72	41,88	50
ΙΟΥΛΙΟΣ	98,25	95,18	74,20	87,5	25
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	96,43	92,4	78,13	77,33	33,3
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	98,54	95,04	71,43	84	12,5
Μεση % Μείωση	97,08	94,44	71,09	72,8	33,49