

Εκτίμηση λειτουργίας μονάδας καθαρισμού αποβλήτων ΒΙ.ΠΕ. Πατρών & Πιθανές διορθωτικές ενέργειες.

Γεώργιος Σιέττος

Μεταπτυχιακός φοιτητής
ΔΙΑ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

std153253@ac.eap.gr

Ιωάννης Μαναριώτης

Καθηγητής και Μέλος ΣΕΠ
ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

manariotis.ioannis@ac.eap.gr

Περίληψη – Από την απαρχή της ύπαρξης του ανθρώπου στον πλανήτη υπάρχει μία αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να επιβιώσει αλλά και συνάμα να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του παρεμβαίνει στο περιβάλλον και ουκ ολίγες φορές το τροποποιεί προς όφελος του. Οι συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας πάνω στον πλανήτη είναι πολλές και εντοπίζονται από τα αρχαία χρόνια. Παρότι οι συνέπειες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον είναι πολλές εμείς θα εστιάσουμε στην διαχείριση των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Η εκτεταμένη χρήση της τεχνολογίας, η ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και ο υπερκαταναλωτισμός που επικρατεί στην εποχή μας αποτελεί τον κυριότερο λόγο της ολοένα και αυξανόμενης βιομηχανικής παραγωγής, η οποία πέρα από την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή παραπροϊόντων όπως στην περίπτωση μας υγρά απόβλητα. Η λύση στην εξίσωση των υγρών αποβλήτων δίνεται με την επεξεργασία αυτών στις μονάδες βιολογικού καθαρισμού(μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων). Σκοπός των μονάδων επεξεργασίας είναι η μείωση ή ακόμα και η εξάλειψη του ρυπαντικού φορτίου που περιέχεται στα υγρά απόβλητα με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος. Οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού στις μέρες μας, είτε είναι μονάδες αστικών λυμάτων είτε βιομηχανικών, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των σύγχρονων κοινωνιών ανεπτυγμένων ή αναπτυσσόμενων. Οι μονάδες επεξεργασίας πέραν του βασικού ρόλου της απορρύπανσης των υδάτων, πρέπει να έχουν

και μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και πόρων, συνδυάζοντας την αποδοτικότητα με την κυκλική οικονομία. Στην μελέτη περίπτωσης της μονάδας επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων της ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας γίνεται παρουσίαση του υφιστάμενου τρόπου λειτουργίας της καθώς και ανάλυση της αποδοτικότητάς της, λαμβάνοντας υπόψη πληθώρα παραμέτρων ελέγχου, οι οποίες παρατίθενται στην εργασία. Η ανάλυση των παραμέτρων, που αποτυπώνονται ακολουθείται από προτάσεις για πιθανές βελτιώσεις στα διαφορά στάδια επεξεργασίας του συστήματος για να επιτευχθεί η περαιτέρω βελτίωση της αποδοτικότητας της μονάδας.

Λέξεις – κλειδιά: Προγραμματισμός έργων, προϋπολογισμός έργων, περιοδικοί έλεγχοι, EVM, ερωτηματολόγια

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της Μονάδας Καθαρισμού Αποβλήτων της Βιομηχανικής Περιοχής(ΒΙ.ΠΕ.) Πατρών, η εκτίμηση της λειτουργίας της με την παράθεση αναλύσεων διαφόρων παραμέτρων ελέγχου, καθώς και η πιθανή βελτίωση της αποδοτικότητας της μέσω διαφόρων ενεργειών που προτείνονται.

Η απόρριψη στο περιβάλλον υγρών αποβλήτων χωρίς να έχει προηγηθεί κάποιο στάδιο προ επεξεργασίας αποτελεί σημαντική πηγή επιβάρυνσης για το περιβάλλον και ειδικότερα για το υδάτινο περιβάλλον[1]. Οι αρνητικές συνέπειες των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον είναι γνωστές και τεκμηριωμένες από παλιά, για το λόγο αυτό από τα τέλη του 1970 η περιβαλλοντική πολιτική ειδικότερα στην Ευρώπη γίνεται ολοένα και πιο αυστηρή. Η ρύπανση των υδάτων από χημικά αποτελεί ένα από τα αναδυόμενα προβλήματα της εποχής μας, η βιομηχανία και εν γένει η βιομηχανική παραγωγή αποτελούν σημαντικό παράγοντα σε αυτό το ζήτημα [2]. Αν αναλογιστούμε ότι στη βιομηχανία γίνεται χρήση μεγάλων ποσοτήτων νερού για την υλοποίηση των διαδικασιών παραγωγής εύκολα κατανοούμε ότι οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες νερού μπορούν να ρυπανθούν και δυνητικά να απορριφθούν στο περιβάλλον. Αξίζει να αναφερθεί ότι, το 0,6% της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού προς πόση χρησιμοποιείται τόσο κατά το στάδιο της παραγωγής των τροφίμων όσο και στη μεταποίηση των τροφίμων και των πρώτων υλών τους [3]. Οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είτε είναι μονάδες αστικών λυμάτων είτε βιομηχανικών ή ακόμα και μονάδες συν επεξεργασίας,

αποτελούν το εργαλείο για την προστασία του περιβάλλοντος και του υδάτινου αποδέκτη. Η επεξεργασία των λυμάτων ξεκίνησε περί το 1900 δίνοντας βαρύτητα στην απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων και των μικροοργανισμών. Στα χρόνια που μεσολάβησαν η επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων έχει αναπτυχθεί με γοργούς ρυθμούς σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας αλλά και των νέων προκλήσεων που έπρεπε να αντιμετωπιστούν από την ταυτόχρονη ανάπτυξη της βιομηχανίας[4]. Στις μέρες μας οι μονάδες επεξεργασίας λειτουργούν υπό το πρίσμα της εξοικονόμησης ενέργειας και της κυκλικής οικονομίας. Οι βασικές διεργασίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων είναι οι φυσικές οι χημικές και οι βιολογικές διεργασίες[5]. Τα στάδια επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων αποτελούνται από την πρωτοβάθμια, την δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια επεξεργασία. Κάθε ένα από τα παραπάνω στάδια επεξεργασίας λειτουργεί με συνδυαστική χρήση φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών. Ανάλογα με το αποτέλεσμα που χρειάζεται να επιτευχθεί μεμονωμένες διεργασίες ή και συνδυασμός αυτών δύναται να επαναληφθούν στα διάφορα στάδια επεξεργασίας[6]. Η πρωτοβάθμια επεξεργασία αποτελεί το αρχικό στάδιο επεξεργασίας σε μια μονάδα καθαρισμού και στοχεύει στην απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων υλικών καθώς και των λιπών, ελαίων και της άμμου για την διασφάλιση της ορθής λειτουργίας του συστήματος αλλά και την αποφυγή πρόκλησης φθορών στον μηχανολογικό εξοπλισμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποτελεί η πρωτοβάθμια καθίζηση, η οποία αποτελεί μια φυσική διεργασία που εκμεταλλεύεται την βαρύτητα για να απομακρύνει τα αιωρούμενα στερεά έτσι ώστε να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο των εισερχόμενων λυμάτων[7]. Η δευτεροβάθμια επεξεργασία αποτελεί ένα από τα βασικότερα στάδια μιας μονάδας επεξεργασίας δεδομένου ότι στο στάδιο αυτό με τη χρήση μικροβίων γίνεται ο μεταβολισμός της οργανικής ύλης. Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν το φορτίο των αποβλήτων ως τροφή έτσι επιτυγχάνεται η βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών συστατικών, η απομάκρυνση των μικροοργανισμών επιτυγχάνεται με τη δευτεροβάθμια καθίζηση[8]. Η βιολογική επεξεργασία των λυμάτων μπορεί να είναι είτε αερόβια είτε αναερόβια ή και ανοξική. Η επικρατέστερη μέθοδος αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας στις μέρες μας είναι η μέθοδος

ενεργού ιλύος, η οποία έχει αρκετές παραλλαγές στον τρόπο εφαρμογής και έτσι χαρακτηρίζεται ως μια ευέλικτη μεθοδολογία απορρύπανσης. Ο αερισμός των λυμάτων στην αερόβια επεξεργασία λαμβάνει χώρα στις δεξαμενές αερισμού με τη χρήση του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού [9].

Η πρωτοβάθμια ιλύς (πρωτοβάθμιας καθιζήσεις) καθώς και μέρος της δευτεροβάθμιας ιλύς(δευτεροβάθμιας καθιζήσεις) οι οποίες δεν ανακυκλοφορούνται στο σύστημα πρέπει να απομακρύνονται για να διατηρηθεί η ισορροπία του συστήματος και η διατήρηση της βιολογίας των μικροοργανισμών. Δεδομένου του υψηλού ρυπαντικού φορτίου που εμπεριέχεται στην ιλύ των μονάδων επεξεργασίας είναι απαραίτητο να ακολουθείται μια συγκεκριμένη διαδικασία διαχείρισης. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι η μείωση του μεγέθους της ιλύος με χρήση φυγοκεντρικών διαχωριστήρων έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η μεταφορά της και η σταθεροποίηση της για να οδηγηθεί προς την τελική διάθεση ή για χρήση ως εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία[10]. Πριν τη διοχέτευση των επεξεργασμένων αποβλήτων προς τον τελικό αποδέκτη γίνεται εφαρμογή υποχλωριώδους νατρίου για την απολύμανση της εκροής. Μια αποτελεσματική μέθοδος απολύμανσης σε σχέση με την χλωρίωση είναι ο οζονισμός, ο οποίος είναι πολύ αποτελεσματικός αλλά συνάμα παρουσιάζει υψηλές λειτουργικές δαπάνες όπως και υψηλό κόστος απόκτησης - εγκατάστασης [11]. Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι ένα στάδιο επεξεργασίας που στις μέρες μας γνωρίζει ολοένα και μεγαλύτερη απήχηση δεδομένου του υψηλού ποσοστού απορρύπανσης που εμφανίζει. Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι ιδανική για περιπτώσεις που έχουμε ιδιαίτερα ευαίσθητους υδάτινους αποδέκτες ή ακόμα όταν πρόκειται να γίνει επαναχρησιμοποίηση του απορριπτόμενου επεξεργασμένου λύματος[12]. Όλες οι παραπάνω αναφορές αποτελούν βασικά στοιχεία για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων καθώς και να αντιληφθούμε τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν στην προστασία των υδάτινων αποδεκτών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπόνηση της εργασίας, ακολουθείται ένα ολοκληρωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο. Ειδικότερα, η εργασία δομείται σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο, σχετικά με τα βιομηχανικά απόβλητα ως ορισμό καθώς και σημαντικούς ρύπους που συναντώνται στα

βιομηχανικά απόβλητα. Στη συνέχεια αναλύονται γενικά και ειδικά τα στάδια επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται στις μονάδες επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας γίνεται παρουσίαση της μελέτης περίπτωσης της Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων της ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας. Γίνεται αναλυτική περιγραφή των έργων υποδομής και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που διέπουν τη λειτουργία της μονάδας. Περιγράφονται τα στάδια επεξεργασίας της μονάδας καθώς και τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της μονάδας. Στο τρίτο μέρος της εργασίας γίνεται παρουσίαση αποτελεσμάτων από διάφορες ποιοτικές παραμέτρους παρακολούθησης της μονάδας για τις χρονικές περιόδους 2021 – 2023. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται αφορούν δείγματα που λήφθηκαν στην είσοδο και στην έξοδο της μονάδας, και αναλύθηκαν είτε “ in house” στο χημείο της μονάδας καθαρισμού αποβλήτων της ΒΙ.ΠΕ. είτε σε εξωτερικό συνεργαζόμενο διαπιστευμένο εργαστήριο. Τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν και παρατίθενται με τη βοήθεια σχηματικών γραφημάτων και αφορούν συγκεντρώσεις διαφόρων παραμέτρων στην είσοδο και την έξοδο της μονάδας σε συνάρτηση της χρονικής περιόδου και των επιτρεπόμενων συγκεντρώσεων ανά περίπτωση σύμφωνα με τα όσα ορίζει η Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Α.Ε.Π.Ο.) του έργου. Τέλος, με χρήση των παραπάνω αναφερόμενων στοιχείων γίνεται υπολογισμός της απόδοσης (ποσοστού μείωσης) της μονάδας για κάθε κατηγορία εξεταζόμενης ποιοτικής παραμέτρου. Στο τέταρτο μέρος της εργασίας γίνεται αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της μονάδας επεξεργασίας και προτείνονται πιθανές λύσεις για την περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης της μονάδας. Επίσης, παρουσιάζονται πιθανές προτάσεις αναβάθμισης του μηχανολογικού εξοπλισμού στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και των οικονομικών και των ανθρώπινων πόρων. Εν κατακλείδι γίνεται αναφορά στην πιθανή προσθήκη σταδίων επεξεργασίας στα πλαίσια της βελτίωσης του συνόλου των διεργασιών του συστήματος.

ΜΟΝΑΔΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΒΙ.ΠΕ. ΠΑΤΡΑΣ.

Η Βιομηχανική περιοχή της Πάτρας ιδρύθηκε το 1972 και συγκαταλέγεται στις 29 Βιομηχανικές Περιοχές στην επικράτεια της Ελλάδας όπου βρίσκονται υπό της διαχείριση της ΕΤΒΑ ΒΙ.ΠΕ. Α.Ε. Η Βιομηχανική ζώνη

της Πάτρας πλαισιώνεται από μια πληθώρα υποδομών που είναι απαραίτητες για την αυτόνομη και ορθολογική λειτουργία της περιοχής. Συγκεκριμένα εντός της ΒΙ.ΠΕ. έχουν αναπτυχθεί δίκτυα αποχέτευσης, όμβριων, ηλεκτροφωτισμού, υδροδότησης, ηλεκτρισμού, τηλεφωνίας, οπτικών ινών, οδικό εσωτερικό δίκτυο καθώς και μονάδα καθαρισμού αποβλήτων που εξυπηρετεί τις εγκατεστημένες επιχειρήσεις επί το πλείστον. Εντός της βιομηχανικής περιοχής συναντάται πληθώρα βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων όπως βιομηχανίες τροφίμων, συσκευασίας, ξυλείας, εμφιάλωσης, ανακύκλωσης, φαρμάκων, μεταλλικών κατασκευών, παραγωγή βιοκαυσίμων, Logistics, κτλ. Η μονάδα επεξεργασίας της ΒΙ.ΠΕ. καλείται να επεξεργαστεί το σύνολο των εισερχόμενων υγρών αποβλήτων των εγκατεστημένων επιχειρήσεων καθώς και ένα ρεύμα αστικών λυμάτων από οικισμούς των Δήμων Δυτικής Αχαΐας και Ερυμάνθου. Συνεπώς, η μονάδα καθαρισμού της ΒΙ.ΠΕ. αποτελεί και ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα συνεπεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών λυμάτων. Η Μονάδα Κατεργασίας Αποβλήτων (Μ.Κ.Α.) που εξετάζεται αποτελεί σύστημα συνεχούς – αδιάλειπτης λειτουργίας δυναμικότητας υδραυλικής επεξεργασίας της τάξης των 700m³/h και βιολογικής επεξεργασίας 4000kg BOD₅ σε ημερήσια βάση. Η μονάδα λειτουργεί με την μεθοδολογία της αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας και ειδικότερα με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Η περίσσεια δευτεροβάθμια ιλύς αφού πρώτα περάσει από το στάδιο της αερόβιας χώνευσης στη συνέχεια αφυδατώνεται με χρήση φυγοκεντρικού διαχωριστήρα συλλέγεται και απομακρύνεται προς αδειοδοτημένους φορείς. Η Μ.Κ.Α. αποτελείται από τα κάτωθι στάδια:

- Εσχάρωση
- Αντλιοστάσιο ανύψωσης λυμάτων
- Μερισμό παροχής
- Μονάδα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποτελούμενη από δύο δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης.
- Δύο δεξαμενές εξισορρόπησης
- Δεξαμενή αερισμού χωρητικότητας 11000m³
- Τρεις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης
- Μονάδα αφυδάτωσης ιλύος
- Δεξαμενή χώνευσης ιλύος
- Μονάδα απολύμανσης υγρών αποβλήτων.
- Αντλιοστάσιο διύλισης κλινών διύλισης

- Δύο κλίνες διύλισης
- Μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων που αποτελείται από τα εξής στάδια προεπεξεργασίας:
 - Σύστημα υποδοχής
 - Εσχάρωση
 - Αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη - λιποσυλλέκτη

Το δίκτυο διάθεσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων αποτελείται από έναν χερσαίο αγωγό 8.100m, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με φρεάτιο φόρτισης στην περιοχή του κάτω Αλισσού. Σε συνέχεια του φρεατίου φόρτισης έχει κατασκευαστεί χερσαίος αγωγός 201m μέχρι τα όρια της παραλίας. Ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης ξεκινάει από το όριο της παράλιας και εκτείνεται εντός του θαλάσσιου σώματος για 2.005m με τελικό βάθος πόντισης τα 40m, παράλληλα στον υποθαλάσσιο αγωγό υπάρχει διαχυτήρας αραιώσης μήκους 60m. Σύμφωνα με την άδεια διάθεσης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που έχει εκδοθεί από τη Νομαρχία Αχαΐας ως αποδέκτης έχει οριστεί η θαλάσσια περιοχή του Πατραϊκού κόλπου έναντι του ποταμού Πείρου. Η μέση ημερήσια παροχή υγρών αποβλήτων προς επεξεργασία εκτιμάται σε 5.000m³ -6.000m³. Οι εγκατεστημένες επιχειρήσεις οφείλουν να προσαρμόζουν τα υγρά απόβλητα που διοχετεύουν στο δίκτυο ακαθάρτων σύμφωνα με τα όρια υποδοχής τα οποία ορίζονται από τον κανονισμό αποχέτευσης. Κατά αντιστοιχία τα όρια εκροής της μονάδας περιγράφονται στην άδεια διάθεσης υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ.

Από την παρουσίαση των στοιχείων λειτουργίας της ΜΚΑ Πάτρας διαπιστώθηκε ότι λειτουργεί αποδοτικά εμφανίζοντας υψηλά ποσοστά απομάκρυνσης των εξεταζόμενων ποιοτικών παραμέτρων παρακολούθησης.

Έτος	Τρίμηνο	Removal Efficiency (%)					
		Παράμετρος					
		BOD	COD	TDS	TSS	TN	TP
2021	1 ^ο	95.97	92.08	35.31	79.54	88.33	75.36
	2 ^ο	93.05	80.90	28.93	91.16	78.64	55.69
	3 ^ο	97.31	96.76	25.59	93.16	90.83	67.16
	4 ^ο	97.26	93.15	18.59	87.29	90.11	61.73
2022	1 ^ο	98.27	97.41	21.80	94.90	93.82	85.04
	2 ^ο	96.28	92.11	19.37	96.93	90.59	65.58
	3 ^ο	89.88	82.75	21.10	89.82	83.80	61.05
	4 ^ο	97.93	94.98	20.35	87.38	93.21	69.38
2023	1 ^ο	96.92	92.14	30.29	92.58	90.65	83.52
	2 ^ο	93.56	87.30	15.96	87.79	71.11	72.71
	3 ^ο	92.35	85.47	19.59	86.75	86.28	67.07

Σχήμα 1 Αποδόσεις μείωσης των τιμών των εξεταζόμενων ποιοτικών παραμέτρων έπειτα από τα στάδια επεξεργασίας της Μ.Κ.Α.

Τα στοιχεία που παρατίθενται στο παραπάνω σχήμα υποδηλώνουν ότι η μείωση του ρυπαντικού φορτίου για τους βασικούς εξεταζόμενους δείκτες είναι ικανοποιητική. Στα πλαίσια της περαιτέρω βελτίωσης της αποδοτικότητας της μονάδας θα προταθούν παρακάτω κάποιες βελτιωτικές ενέργειες. Η αποτελεσματικότητα μιας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι πιο σημαντικοί αναφέρονται παρακάτω: **1.** Η δυναμικότητα της μονάδας **2.** Η διαθεσιμότητα πόρων **3.** Η παρουσία τοξικών ουσιών **4.** Η συντήρηση του εξοπλισμού **5.** Η συνεπής διαθεσιμότητα λυμάτων **5.** Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες **6.** Συστήματα παρακολούθησης & ελέγχου της μονάδας **7.** Κανονισμοί απόρριψης λυμάτων. Αναφορικά για την Μ.Κ.Α. της ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας προτείνονται οι κάτωθι διορθωτικές ενέργειες που πιθανώς να βελτιώσουν τις διεργασίες της μονάδας.

- Αναβάθμιση της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας της μονάδας και ενίσχυση – βελτίωση της εσχάρωσης της μονάδας για την αποδοτικότερη απομάκρυνση στερεών και μείωση της φόρτισης του συστήματος.
- Εφαρμογή συνδυαστικής διεργασίας εξάμωσης & λιποσυλλογής για την απομάκρυνση λιπών ελαιών και βαρύτερων σωματιδίων.
- Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η βαθμίδα αερισμού χαρακτηρίζεται από υψηλές καταναλώσεις ενέργειας προτείνεται η ενεργειακή αναβάθμιση των κινητήρων των αεριστών της δεξαμενής αερισμού. Η πρόταση αυτή στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην αύξηση της απόδοσης της μονάδας αφού

θα επιτυγχάνεται καλύτερος αερισμός των λυμάτων.

- Χρήση μετατροπέων συχνότητας για την οδήγηση των αντλιών ανακυκλοφορίας για την καλύτερη ρύθμιση της ανακυκλοφορούσας ύλης στο σύστημα.
- Αντικατάσταση μέρους του μηχανολογικού εξοπλισμού στα πλαίσια της μείωσης των εξόδων συντήρησης αλλά και ταυτόχρονα της βελτίωσης του συνόλου των διεργασιών της μονάδας ως συνέπεια της αποδοτικότερης λειτουργίας του εξοπλισμού.
- Βελτίωση διεργασίας πάχυνσης και αφυδάτωσης ύλης με πιθανή προσθήκη στο σύστημα δεξαμενής πάχυνσης ύλης για την αποδοτικότερη λειτουργία του συγκροτήματος αφυδάτωσης και την μείωση των χημικών που χρησιμοποιούνται.
- Αναβάθμιση συστήματος παρακολούθησης και τηλεμετρίας (SCADA) της μονάδας για τον ολοκληρωμένο έλεγχο και παρακολούθηση των διεργασιών σε πραγματικό χρόνο.
- Ενεργοποίηση τριτοβάθμιας επεξεργασίας με στόχο την επαναχρησιμοποίηση για άρδευση.

Οι παραπάνω προτεινόμενες διορθωτικές ενέργειες θα βοηθήσουν την βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος και θα μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της μονάδας. Ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια μείωση των βροχοπτώσεων και κατά συνέπεια μείωση των αποθεμάτων του πόσιμου νερού. Η αύξηση του πληθυσμού και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου οδηγούν στην αύξηση της ζήτησης του πόσιμου νερού αλλά και στην χρήση νερού σε δευτερεύουσες εφαρμογές όπως η βιομηχανία, η άρδευση, η κτηνοτροφία, κτλ. [13]. Σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας η αξιοποίηση της τριτοβάθμιας εκροής της μονάδας μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική πηγή επαναχρησιμοποιούμενου νερού έτσι ώστε να καλυφθεί η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση για πρόσβαση σε αποθέματα νερού[14].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα εξαιτίας της ποικιλίας που παρουσιάζουν τα απόβλητα σε σύγκριση πάντα με τα υγρά απόβλητα αστικής φύσεως. Τα βιομηχανικά απόβλητα παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις τόσο στα ποιοτικά όσο και στα ποσοτικά

χαρακτηριστικά τους. Οι μονάδες επεξεργασίας βιομηχανικών υδάτων λειτουργούν με συνδυαστικές διεργασίες, επί της ουσίας συναντάμε συνδυασμό φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών. Η συνδυαστική εφαρμογή διαφορετικών διεργασιών επιτρέπει την διάθεση του επεξεργασμένου αποβλήτου απευθείας στον υδάτινο αποδέκτη. Η μείωση του κόστους λειτουργίας, η εξοικονόμηση ενέργειας, η εφαρμογή νέων τεχνολογιών καθώς και η αύξηση της αποδοτικότητας αποτελούν τους πυλώνες για την διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας των μονάδων και κατά συνέπεια την προστασία των υδάτινων αποδεκτών και εν γένει του περιβάλλοντος. Σχετικά με την μονάδα καθαρισμού αποβλήτων της ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας διαπιστώθηκε ότι παρά τις μεγάλες διακυμάνσεις τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά στο εισερχόμενο ρεύμα η μονάδα λειτουργεί εύρυθμα. Στα πλαίσια της περαιτέρω βελτίωσης των διεργασιών αλλά και σύμφωνα με τα όσα ορίζει η κυκλική οικονομία προτάθηκαν κάποιες παρεμβάσεις που θα αυξήσουν ακόμα περισσότερο την απόδοση της μονάδας. Συνεπώς, θα ήταν σκόπιμο να εξεταστεί το ενδεχόμενο της ενεργειακής αναβάθμισης του εξοπλισμού και της επέκτασης των συστημάτων απομακρυσμένου ελέγχου και διαχείρισης, έτσι ώστε να μειωθούν τα λειτουργικά έξοδα και ταυτόχρονα να διασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της μονάδας. Τέλος, αξίζει να αξιολογηθεί η προσθήκη νέων σταδίων επεξεργασίας για την αύξηση της δυναμικότητας της μονάδας και γενικότερα για την περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης. Ειδικότερα, η αξιοποίηση της τριτοβάθμιας επεξεργασίας για την πιθανή χρήση του επεξεργασμένου πλέον νερού σε άλλες χρήσεις αποτελεί το κλειδί για το μέλλον λαμβάνοντας υπόψιν τις αλλαγές στο κλίμα και εν γένει στην πολιτική του περιβάλλοντος και του νερού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την ουσιαστική συνεισφορά και καθοδήγηση του επιβλέποντα κο. Ιωάννη Μαναριώτη καθώς και της κ. Καραπαναγιώτη Χρυσή Κασσιανή.

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1]. Obotey Ezugbe. E., Rathilal. S., 2020. Membrane Technologies in Wastewater Treatment: A Review. Membranes. 10(5). 89. doi:10.3390/membranes10050089

- [2]. Sonune. A.. & Ghate. R.. 2004. Developments in wastewater treatment methods. *Desalination*. 167. 55–63. doi: 10.1016/j.desal.2004.06.113
- [3]. Wang. Y.. & Serventi. L.. 2019. Sustainability of dairy and soy processing: a review on wastewater recycling. *Journal of Cleaner Production*. 117821
- [4]. Dutta. D.. Arya. S.. & Kumar. S.. 2021. Industrial wastewater treatment: Current trends, bottlenecks, and best practices. *Chemosphere*. 285. 131245. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.13
- [5]. Crini. G.. & Lichtfouse. E.. 2018. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*. doi:10.1007/s10311-018-0785-9
- [6]. Ακόλας Ε.. Τύποι και επεξεργασία αποβλήτων και λυμάτων.
http://evangelosakylas.weebly.com/uploads/8/7/3/4/8734654/pom215_8.pdf
- [7]. Patwardhan A.D.. 2017. Industrial wastewater treatment. PHI Learning Pvt. Ltd. 2017. ISBN 8120353323. 9788120353329
- [8]. Prabu L. S.. Suriyaprakash T.N.K.. Ashok J.. Kumar. 2011. Wastewater Treatment Technologies: A Review. *Pharma Times*; Vol43(5). pp. 55-62.
- [9]. Grady Jr.. C.P.L.. Daigger. G.T.. Love. N.G.. Filipe. C.D.M.. 2011. *Biological Wastewater Treatment* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b13775>
- [10]. http://www.kec.gr/perivallontiki/teacher8_3.html
- [11]. Pérez. G.. Gómez. P.. Ibañez. R.. Ortiz. I.. & Urriaga. A. M.. 2010. Electrochemical disinfection of secondary wastewater treatment plant (WWTP) effluent. *Water Science and Technology*. 62(4). 892–897. doi:10.2166/wst.2010.328
- [12]. Νταρακάς Ε. 2010. Σημειώσεις μαθήματος “Διεργασίες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων”. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος.
- [13]. IMPEL (2018). Report on Urban Water Reuse: Integrated water approach and urban water reuse project. <https://www.impel.eu/wpcontent/uploads/2019/01/FR-2018-07-Urban-Water-Reuse-1-1.pdf>
- [14]. Yang. J.. Monnot. M.. Ercolei. L.. Moulin. P.. 2020. Membrane-Based Processes Used in Municipal Wastewater Treatment for Water Reuse: State-of-the-Art and Performance Analysis. *Membranes*. 10(6). 131. doi:10.3390/membranes10060131