

Τεχνολογίες για την Επεξεργασία και Διαχείριση Στραγγισμάτων σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής: Αξιολόγηση της Παρούσας Κατάστασης στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας

Κωνσταντίνος Μπιζάς

Πτυχιούχος Περιβαλλοντολόγος και
Μεταπτ. Φοιτητής ΔΙΑ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

kmpizas@mou.gr;std090721@ac.eap.gr

Χρυσή Κασσιανή Καραπαναγιώτη

Αναπλ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Πατρών και
Μέλος ΣΕΠ ΔΙΑ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

karapanagioti@upatras.gr; karapanagioti.chrysi@ac.eap.gr

Περίληψη – Στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (ΠΔΕ) υπάρχουν σε σταθερή λειτουργία έξι Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤ). Σε κάθε έναν από τους παραπάνω χώρους λειτουργεί και μία Μονάδα Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΜΕΣ). Από την επεξεργασία των στοιχείων και τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τις επιτόπιες επισκέψεις αντλούνται συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση και τη λειτουργικότητα της κάθε μονάδας. Στη συνέχεια, τα ποιοτικά αποτελέσματα σταθμίζονται σε μία ενιαία κλίμακα, με τη βοήθεια του Δείκτη Ρύπανσης Στραγγισμάτων (LPI), προκειμένου να υπάρξει ένα συγκριτικό αποτέλεσμα.

Η ΜΕΣ του ΧΥΤ Ναυπάκτου παρουσιάζει τη χαμηλότερη κατάταξη, με LPI 12,642 και με ποσοστά απομάκρυνσης BOD₅ και COD κατά μέσο όρο στο 33 και 31%, αντίστοιχα. Κάπως βελτιωμένη εικόνα παρουσιάζει η ΜΕΣ του ΧΥΤ Παλαίρου, με LPI 7,567, με ποσοστό απομάκρυνσης BOD₅ και NH₄-N 52 και 89%, αντίστοιχα. Ικανοποιητική είναι η απόδοση της ΜΕΣ του ΧΥΤ Αγρινίου, με LPI 5,879, όπου οι αποδόσεις στην απομάκρυνση BOD₅ και COD είναι αρκετά υψηλές και κατά μέσο όρο 87% και 88% αντίστοιχα. Τέλος, υποδειγματική είναι η λειτουργία της ΜΕΣ του ΧΥΤ Ηλείας, με LPI 5,371 και ποσοστά απομάκρυνσης BOD₅ και COD μεταξύ 95 και 100%. Καταλυτικός παράγοντας για την ομαλή και αξιόπιστη λειτουργία των μονάδων, εκτός από τις υποδομές, είναι ο συστηματικός έλεγχος και η παρακολούθηση.

Λέξεις-Κλειδιά: Στραγγίσματα, Μονάδες Επεξεργασίας Στραγγισμάτων, Χώροι Υγειονομικής Ταφής, Δείκτης Ρύπανσης Στραγγισμάτων, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα στραγγίσματα στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤ) απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) ή υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) παράγονται όταν το νερό της βροχής και οι υπόλοιπες απορροές αποστράγγισης διαπερνούν το επιφανειακό κάλυμμα του χώρου διάθεσης, έρχονται σε επαφή με τα θαμμένα απορρίμματα και συμπαρασύρουν όλα τα ρυπογόνα διαλυτά συστατικά. Τα υγρά που περιέχονται μέσα στα στερεά απορρίμματα αποβάλλονται μέσω της σύνθλιψης και της συμπίεσης των υλικών. Επίσης, υγρά παράγονται κατά την αποσύνθεση των απορριμμάτων. Τα στραγγίσματα συγκεντρώνονται με βαρύτητα στα βαθύτερα σημεία του πυθμένα του χώρου διάθεσης (Σκορδίλης & Κορνίτσας, 2004). Στους χώρους διάθεσης των απορριμμάτων αναπτύσσονται ταυτόχρονα τόσο βιολογικές όσο και φυσικοχημικές διεργασίες. Οι βιολογικές διεργασίες, οι οποίες σχετίζονται με τη διάσπαση των οργανικών ενώσεων, επηρεάζουν με τη σειρά τους τις χημικές συνθήκες, όπως το pH και τη

συγκέντρωση των ανόργανων αλάτων. Η αλλαγή αυτών των συνθηκών ενεργοποιεί φυσικοχημικές διεργασίες όπως η κατακρήμνιση, η ιοντοανταλλαγή και η προσρόφηση. Με αυτόν τον τρόπο οργανικές και ανόργανες ουσίες και βαρέα μέταλλα μεταφέρονται διαλυμένα στην υγρή φάση των στραγγισμάτων (McBean, et al., 1995). Η ποσότητα των στραγγισμάτων που παράγονται εξαρτάται από τις κλιματολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες καθώς και από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων (Γραμματικογιάννης, 2009).

Οι μέθοδοι επεξεργασίας των στραγγισμάτων ποικίλουν και η αποτελεσματικότητά τους παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση ανάλογα με την ποιότητα των στραγγισμάτων. Η ποιότητα των στραγγισμάτων εξαρτάται από το είδος των απορριμμάτων και την ηλικία του χώρου διάθεσης. Οι τρεις γενικές κατηγορίες επεξεργασίας στραγγισμάτων είναι η παροχέτευση, οι βιολογικές μέθοδοι και οίφυσικοχημικές μέθοδοι.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στις λειτουργούσες Μονάδες Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΜΕΣ), στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, η επεξεργασία και αξιολόγηση των δεδομένων και η άντληση συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μονάδων αυτών.

ΙΙ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Α. Αξιολόγηση Μονάδων

Οι ΜΕΣ που αξιολογήθηκαν είναι αυτές του ΧΥΤΑ Ναυπάκτου, του ΧΥΤΑ Αγρινίου, του ΧΥΤΑ Παλαίρου, και του ΧΥΤΥ Ηλείας. Η αποτελεσματικότητα των μονάδων κρίνεται μέσω της επεξεργασίας και της αξιολόγησης των διαθέσιμων δεδομένων, αναφορικά με την απομάκρυνση τόσο του οργανικού φορτίου (COD, BOD₅, BOD₅/COD), όσο και των ανόργανων ενώσεων, όπως το pH και το αμμωνιακό άζωτο. Ο λόγος BOD₅/COD προσδιορίζει το επίπεδο βιοαποδομησιμότητας του οργανικού υλικού και συνδέεται με την ηλικία του χώρου. Οι τιμές του pH αποτελούν δείκτη για το επίπεδο σταθεροποίησης του χώρου, ενώ το NH₄-N αποτελεί ίσως τον ρύπο που χαρακτηρίζει τα στραγγίσματα, αφού η ύπαρξή του οφείλεται στις συνθήκες μεθανογένεσης που επικρατούν στο εσωτερικό του κύτταρου και η συγκέντρωσή του αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου (Abbas, et al, 2009), (Yao, 2017).



Σχήμα 1. Σχεδιάγραμμα τεχνολογιών επεξεργασίας και διαχείρισης απορριμμάτων, προσαρμοσμένο από (Kamaruddin, et al., 2017).

B. Σύγκριση Μονάδων

Η χρήση δεικτών στη διαχείριση περιβάλλοντος επιτρέπει το συνδυασμό πολύπλοκων περιβαλλοντικών δεδομένων με στόχο την άντληση ενός κοινού συμπεράσματος (Ebert&Welsch, 2004). Στην περίπτωση της ρύπανσης από τη διάθεση στραγγισμάτων από ΧΥΤ, το πρόβλημα εστιάζεται στο συνδυασμό των παραμέτρων ποιότητας ανάλογα με την επιβάρυνση που προκαλούν στο περιβάλλον. Την απάντηση σε αυτό το σύνθετο ζητούμενο δίνει η εφαρμογή του Δείκτη Ρύπανσης Στραγγισμάτων (Leachate Pollution Index - LPI) που αναπτύχθηκε από τους Kumar&Alappat το 2003. Ο LPI παρέχει μία συγκεντρωτική «εικόνα» από την ενδεχόμενη ρύπανση που μπορεί να προκαλέσουν τα στραγγίσματα σε μία συγκριτική κλίμακα. Ο δείκτης αποτελείται από τρεις υποδείκτες, ο κάθε ένας από τους οποίους εκπροσωπεί μία συγκεκριμένη ομάδα ρύπων. Οι τρεις ομάδες των ρύπων είναι οι ανόργανες ενώσεις, οι οργανικές ενώσεις, και τα βαρέα μέταλλα (Kumar&Alappat, 2005).

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων μία ομάδα 80 ειδικών με ειδίκευση στην περιβαλλοντική μηχανική και ειδικά τη διαχείριση αποβλήτων, κλήθηκε να αξιολογήσει 50 καταγεγραμμένους ρύπους ως προς τη συμμετοχή τους στον LPI, να τους προσδιορίσει ένα συντελεστή βαρύτητας w_i ανάλογα με τη συνεισφορά τους στη συνολική ρύπανση από στραγγίσματα και να συσχετίσει τη συγκέντρωσή τους σε μία ενιαία κλίμακα βαθμολογίας p_i . Ο κάθε υποδείκτης προκύπτει από το άθροισμα των γινόμενων $p_i w_i$ των αντίστοιχων παραμέτρων. Ο υποδείκτης οργανικών ρύπων (or) αφορά στις παραμέτρους COD, BOD₅, φαινόλες και ολικά κολοβακτηρίδια. Ο υποδείκτης ανοργάνων ρύπων (in) περιλαμβάνει τις παραμέτρους pH, συνολικό άζωτο κατά Kjeldhal, αμμωνιακό άζωτο, συνολικά διαλυμένα στερεά, και χλωριούχα. Ο υποδείκτης βαρέων μετάλλων (hm) προκύπτει από τις παραμέτρους των ρύπων ολικού χρωμίου, μολύβδου, υδραργύρου, αρσενικού, κυανιούχων, ψευδαργύρου, νικελίου, χαλκού, και σιδήρου. Ο συνολικός δείκτης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$LPI = 0.232 \cdot LPI_{or} + 0.257 \cdot LPI_{in} + 0.511 \cdot LPI_{hm}$$

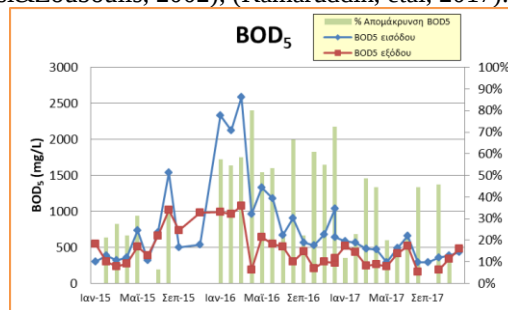
III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. Αξιολόγηση μονάδων

1) ΜΕΣ ΧΥΤΑ Ναυπάκτου

Οι ποιοτικές αναλύσεις που συλλέχθηκαν για την περίοδο Ιανουαρίου 2015 έως τον Δεκέμβριο του 2017 έδειξαν ότι το pH στην είσοδο της ΜΕΣ κυμάνθηκε από 7,5 έως 9,4, συνθήκες που ευνοούν την βακτηριακή

αύξηση και τη διαδικασία νιτροποίησης/απονιτροποίησης (Khattabi, et al, 2002). Η αγωγιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 6,9 και 18,6 mS/cm, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά την απόδοση της βιολογικής διεργασίας (Shi, et al, 2014). Η διακύμανση του λόγου BOD₅/COD κυμάνθηκε από 0,27 έως 0,83, τιμές αναμενόμενες για την ηλικία του ΧΥΤΑ (Tatsi&Zouboulis, 2002), (Kamaruddin, et al, 2017).



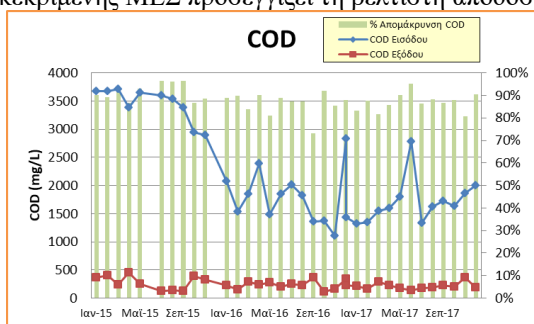
Σχήμα 2. Διακύμανση BOD₅ εισόδου, εξόδου και ποσοστό απομάκρυνσης κατά τα έτη 2015-2017 στη ΜΕΣ ΧΥΤΑ Ναυπάκτου

Τα ποσοστά απομάκρυνσης του BOD₅ δεν είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, αφού κυμαίνονται κατά μέσο όρο στο 33%, ποσοστό που θα έπρεπε θεωρητικά να ξεπερνά το 80% (Klimiuk&Kulikowska, 2005). Η απόδοση στην απομάκρυνση COD είναι εξαιρετικά χαμηλή και κινείται κατά μέσο όρο στο 31%, ενώ θα μπορούσε σύμφωνα με τις αναφορές να αγγίζει το 75% (Abbas, et al, 2009). Η αστοχία αυτή προκύπτει από την προβληματική λειτουργία της μονάδας SBR σε συνδυασμό με τις υποδιαστασιοποιημένες εγκαταστάσεις. Η απόδοση στην απομάκρυνση του NH₄-N δεν είναι ικανοποιητική, αφού κινείται κατά μέσο όρο στο 40%. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στον ανεπαρκή αερισμό και χρόνο παραμονής στη δεξαμενή, που δεν επιτρέπει την ολοκλήρωση της διαδικασίας νιτροποίησης. Γενικά, τα συστήματα SBR επιτυγχάνουν ικανοποιητικές αποδόσεις στην απομάκρυνση NH₄-N, οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις προσεγγίζουν το 95% (Miao, et al., 2014).

2) ΜΕΣ ΧΥΤΑ Αγρινίου

Οι μηνιαίες ποιοτικές αναλύσεις για την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2015 έως τον Δεκέμβριο του 2017 έδειξαν μικρές διαφοροποιήσεις του pH από την είσοδο στην έξοδο με τιμές που κυμαίνονται από 6,7 έως 8,6, τιμές που ευνοούν τη βακτηριακή αύξηση και τη διαδικασία νιτροποίησης/απονιτροποίησης (Khattabi, et al, 2002). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία συνδέεται με τη συγκέντρωση αλάτων στα στραγγίσματα που προκαλούν έμφραξη των μεμβρανών, κυμαίνεται στην είσοδο μεταξύ 5,6 και 14,1 mS/cm. Ωστόσο, στην έξοδο οι

αντίστοιχες τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 1040 και 2340 $\mu\text{S}/\text{cm}$, γεγονός που τεκμηριώνει την ικανοποιητική απομάκρυνση αλάτων που επιτυγχάνεται στο σύνολο της διαδικασίας (Shi, etal, 2014). Η τιμή του λόγου BOD_5/COD κυμάνθηκε από 0,25 έως 0,58 με μέση τιμή το 0,4, γεγονός που υπαγορεύει μεγαλύτερους χρόνους παραμονής στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας, σε σχέση με την αρχική φάση λειτουργίας της ΜΕΣ. Τα ποσοστά απομάκρυνσης BOD_5 είναι αρκετά υψηλά και αγγίζουν κατά μέσο όρο το 87%. Η απόδοση αυτή είναι ικανοποιητική για σύστημα ΜΒΡ, όπως η ΜΕΣ ΧΥΤΑ Αγρινίου, αφού τα ποσοστά απομάκρυνσης που αναφέρονται κυμαίνονται μεταξύ 90-99%. Παρά τις διακυμάνσεις του εισερχόμενου φορτίου η απόδοση του συστήματος στην απομάκρυνση COD είναι αρκετά ικανοποιητική, με μέση τιμή το 88%. Η απόδοση των συστημάτων ΜΒΡ παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, που κυμαίνεται μεταξύ 23-90% (Ahmed&Lan, 2012), (RobinsonA. , 2005). Επομένως, η απόδοση της συγκεκριμένης ΜΕΣ προσεγγίζει τη βέλτιστη απόδοση.

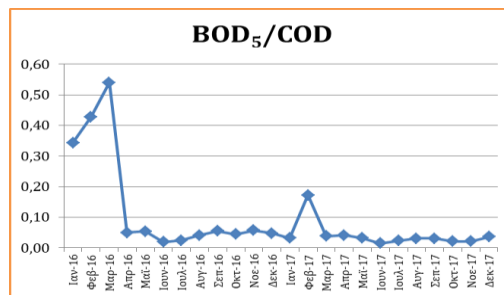


Σχήμα 3. Διακύμανση COD εισόδου, εξόδου και ποσοστό απομάκρυνσης κατά τα έτη 2015-2017 στη ΜΕΣ ΧΥΤΑ Αγρινίου

Η μέση απομάκρυνση του $\text{NH}_4\text{-N}$ για την περίοδο αναφοράς υπολογίστηκε στο 84%. Η απόδοση αυτή αποδεικνύει ότι η διαδικασία της απαερίωσης της αμμωνίας καθώς και η βιολογική νιτροποίηση και απονιτροποίηση επιτελούνται σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι αποδόσεις που αναφέρονται στη βιβλιογραφία ξεπερνούν το 90%, αλλά για χρόνους παραμονής μεγαλύτερους των 70 ωρών (Ahmed&Lan, 2012), (RobinsonA. , 2005).

3) ΜΕΣ ΧΥΤΑ Παλαίρου

Στη ΜΕΣ του ΧΥΤΑ Παλαίρου, οι ποιοτικές αναλύσεις για την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2016 έως τον Δεκέμβριο του 2017, έδωσαν μία αναμενόμενη διακύμανση στο pH από 7,6 έως 8,8, και μία αρκετά υψηλή αγωγιμότητα τόσο στην είσοδο (5,7 και 9,3 mS/cm), όσο και στην έξοδο (5,3 και 7,8 mS/cm), με σοβαρές συνέπειες στην απόδοση της βιολογικής διεργασίας (Shi, etal, 2014). Η διακύμανση του λόγου BOD_5/COD κυμάνθηκε από 0,01 έως 0,54. Ο λόγος είναι τόσο χαμηλός που αντιστοιχεί σε ΧΥΤΑ μεγαλύτερο της δεκαετίας, παρά το γεγονός ότι ο χώρος ξεκίνησε να λειτουργεί το 2012. Ο μικρός λόγος αποδίδεται στο γεγονός ότι τα επεξεργασμένα



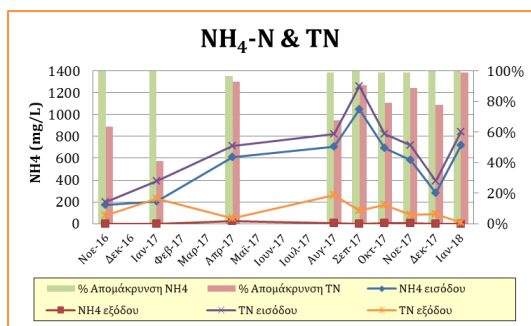
Σχήμα 4. Διακύμανση λόγου BOD_5/COD κατά τα έτη 2016-2017 στα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ Παλαίρου

στραγγίσματα επιστρέφουν πίσω στον ΧΥΤΑ, με αποτέλεσμα να ενισχύεται το μη αποικοδομήσιμο μέρος τους (Stegmann, etal, 2005).

Τα ποσοστά απομάκρυνσης BOD_5 , δεν είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, αφού κυμαίνονται κατά μέσο όρο στο 52%, ποσοστό που θα μπορούσε να ξεπερνά το 80%, για τη συγκεκριμένη τεχνολογία SBR (Klimiuk&Kulikowska, 2005). Η αστοχία αυτή προκύπτει από το έλλειμμα παραγωγής βιομάζας στις δεξαμενές SBR σε συνδυασμό με την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων. Η απόδοση στην απομάκρυνση COD είναι εξαιρετικά χαμηλή και κινείται κατά μέσο όρο στο 23%, ενώ θα μπορούσε σύμφωνα με τις αναφορές να αγγίζει το 75%. Γενικά, σε συστήματα SBR με ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων, έχει διαπιστωθεί ότι η απόδοση μειώνεται σταδιακά μέχρι ενός σημείου που η συγκέντρωση του σταθεροποιείται και βιολογικά δεν μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω (Abbas, etal, 2009). Η απόδοση στην απομάκρυνση του $\text{NH}_4\text{-N}$, για τα δεδομένα της μονάδας είναι ικανοποιητική, αφού κινείται κατά μέσο όρο στο 89%, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στον παρατεταμένο αερισμό που πραγματοποιείται στη δεξαμενή συγκέντρωσης των στραγγισμάτων. Η απόδοση προσεγγίζει τις τιμές που αναφέρονται για συστήματα SBR, οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις προσεγγίζουν το 95% (Abbas, etal, 2009), (Miao, etal., 2014).

4) ΜΕΣ ΧΥΤΥ Ηλείας

Οι ποιοτικές αναλύσεις αφορούν στην περίοδο του Νοεμβρίου του 2016 έως τον Ιανουάριο του 2018. Οι τιμές του pH στην είσοδο βρίσκονται μεταξύ του 6,8 και του 7,7, εύρος που ευνοεί την βακτηριακή δραστηριότητα (Khattabi, etal, 2002). Ωστόσο, στην έξοδο ορισμένους μήνες, καταγράφονται τιμές κοντά στο 6, που πιθανόν να οφείλονται στη ρύθμιση του pH που γίνεται πριν από την αντίστροφη όσμωση (Thörnby, etal, 2003). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ 4,8 και 22,2 mS/cm στην είσοδο και μεταξύ 153 και 4140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην έξοδο. Μετά την έξοδο του ΜΒΡ καταμετρήθηκε ποσοστό μείωσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας της τάξης του 50%, γεγονός που επαληθεύει το σημαντικό ρόλο της πρωτοβάθμιας και της βιολογικής επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα στην έξοδο τεκμηριώνουν την ικανοποιητική απομάκρυνση αλάτων που επιτυγχάνεται στο σύνολο της διαδικασίας, χάρις και στην αντίστροφη όσμωση (Linde, etal, 1995). Η τιμή του λόγου BOD_5/COD κυμάνθηκε από 0,28 έως 0,39 με μέση τιμή το 0,35. Η τιμή είναι σχετικά χαμηλή για την ηλικία του χώρου αλλά αναμενόμενη λόγω της επεξεργασίας των απορριμμάτων. Το ποσοστό απομάκρυνσης του BOD_5



Σχήμα 5. Διακύμανση $\text{NH}_4\text{-N}$ και TN εισόδου, εξόδου και % απομάκρυνση, περιόδου Νοε. 16-Ιαν. 18 στη ΜΕΣ ΧΥΤΥ Ηλείας

κυμάνθηκε μεταξύ 95-97%, ήδη από τους πρώτους μήνες λειτουργίας της μονάδας, ποσοστό ικανοποιητικό για MBR (Ahmed & Lan, 2012), (Robinson A., 2005).

Τα ποσοστά απομάκρυνσης COD ξεκινούν με 93-95%, τους πρώτους μήνες λειτουργίας και εξελίσσονται σε 99-100% με τη λειτουργία της αντίστροφης όσμωσης. Παρά τις διακυμάνσεις του εισερχόμενου φορτίου, οι αποδόσεις και σε αυτήν την παράμετρο είναι υποδειγματικές. Η απομάκρυνση του $\text{NH}_4\text{-N}$ επιτυγχάνεται με ένα μέσο ποσοστό 99%. Η απόδοση αυτή αποδεικνύει ότι η διαδικασία της νιτροποίησης παρουσιάζει εξαιρετικά αποτελέσματα αγγίζοντας την ολοκληρωτική οξείδωση τόσο του αμμωνιακού όσο και του οργανικού αζώτου σε νιτρικά. Η απόδοση στην απομάκρυνση του TN περιορίζεται σε ένα μέσο ποσοστό περίπου 78%. Η απόδοση αυτή κρίνεται ικανοποιητική για μονάδα MBR, αλλά με περιθώρια βελτίωσης με στόχο το 85-87% για μονάδα αντίστροφης όσμωσης (Thörneby, et al, 2003).

B. Σύγκριση μονάδων

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε και χρησιμοποιώντας τις διαθέσιμες ποιοτικές αναλύσεις δημιουργήθηκαν αναλυτικοί πίνακες υπολογισμού του LPI για κάθε μονάδα ξεχωριστά, τα αποτελέσματα των οποίων συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣΙ
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΠΟΔΕΙΚΤΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗ LPI

	LPI _{or}	LPI _{in}	LPI _{hm}	LPI
ΜΕΣ ΧΥΤΑ Ναυπάκτου	25,075	16,612	5,000	12,642
ΜΕΣ ΧΥΤΑ Παλαίρου	14,280	6,611	5,000	7,567
ΜΕΣ ΧΥΤΑ Αγρινίου	8,511	5,249	5,000	5,879
ΜΕΣ ΧΥΤΥ Ηλείας	6,371	5,206	5,000	5,371

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας τη μεθοδολογία αξιολόγησης και σύγκρισης των ΜΕΣ στην ΠΔΕ διαπιστώνεται η απουσία εφαρμογής ενιαίου πλαισίου παρακολούθησης κι ελέγχου στο σύνολο της Περιφέρειας.

Η μονάδα του ΧΥΤΑ Ναυπάκτου είναι ανεπαρκής για τις παροχές και τις απαιτήσεις του χώρου, παρά την επέκταση της δεξαμενής εξισορρόπησης. Ο υποδείκτης οργανικών εμφανίζεται με την τιμή 25,075, τιμή μεγαλύτερη από όλες τις μονάδες που μελετήθηκαν. Επίσης, ο υποδείκτης ανοργάνων εμφανίζεται με την τιμή 16,612, μεγαλύτερη από όλες τις μονάδες, λόγω της

απουσίας φυσικοχημικών διεργασιών. Η ΜΕΣ του ΧΥΤΑ Αγρινίου λειτουργεί με ικανοποιητικές αποδόσεις, εστιάζοντας το πρόβλημά της στο σύστημα διήθησης, το οποίο απαιτεί αναβάθμιση. Τόσο τα αποτελέσματα των υποδεικτών όσο και ο συνολικός LPI αντικατοπτρίζουν την ικανοποιητική και άρτια λειτουργία της. Το πρόβλημα στη λειτουργία της μονάδας του ΧΥΤΑ Παλαίρου εστιάζεται στη λειτουργία των δεξαμενών SBR και ειδικά στην απουσία της απαραίτητης βιομάζας προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες βιοχημικές διεργασίες. Τα αποτελέσματα του LPI επιβεβαιώνουν τις σοβαρές ελλείψεις. Η τιμή 14,280 για τον υποδείκτη LPI_{or} ερμηνεύεται από την ανεπαρκή βιολογική επεξεργασία που υποβάλλονται τα στραγγίσματα λόγω της απουσίας της απαραίτητης βιομάζας. Η ΜΕΣ ΧΥΤΥ Ηλείας λειτουργεί υπό σχολαστική παρακολούθηση, γεγονός που εκτός των άλλων αποτελεί αυστηρή προϋπόθεση για την καλή λειτουργία των μεμβρανών. Τα αποτελέσματα του LPI επιβεβαιώνουν την υποδειγματική της λειτουργία, σημειώνοντας το καλύτερο αποτέλεσμα σε σχέση με τις άλλες μονάδες.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε το Δρ. Ιωάννη Καλαβρουζιώτη, Καθηγητή και Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας για την πολύτιμη υποστήριξη του καθώς και τους υπευθύνους λειτουργίας των ΧΥΤ της ΠΔΕ για την παροχή των απαραίτητων τεχνικών πληροφοριών και ποιοτικών δεδομένων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Abbas, A., Jingsong, G., ZhiPing, L., YingYa, P., & Al-Rekabi, W. (2009). Review on Landfill Leachate Treatments. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(5), σσ. 534-545.
- Ahmed, F., & Lan, C. (2012). Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review. *Desalination*(287), σσ. 41-54.
- Ebert, U., & Welsch, H. (2004). Meaningful environmental indices: a social choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*(47), σσ. 270-283.
- Kamaruddin, M., Yusoff, M., Rui, L., Isa, A., Zawawi, M., & Alrozi, R. (2017). An overview of municipal solid waste management and landfill leachate treatment: Malaysia and Asian perspectives. *Environ Sci Pollut Res*(24), σσ. 26988-27020.
- Khattabi, H., Aleya, L., & Mania, J. (2002). Changes in the quality of landfill leachates from recent and aged municipal solid waste. *Waste Management & Research*(20), σσ. 357-364.
- Klimiuk, E., & Kulikowska, D. (2005). The influence of operational conditions in sequencing batch reactors on removal of nitrogen and organics from municipal landfill leachate. *Waste Management Research*, 23, σσ. 429-438.
- Kumar, D., & Alappat, B. (2003). A technique to quantify landfill leachate. *Proc. Ninth International Landfill Symposium, October 2003*, (σ. Paper no. 400.). Cagliari, Italy.
- Kumar, D., & Alappat, B. (2005). Analysis of leachate pollution index and formulation of sub-leachate pollution indices. *Waste Management & Research*(22), σσ. 230-239.
- Linde, K., Jonsson, A., & Wimmerstedt, R. (1995). Treatment of three types of landfill leachate with reverse osmosis. *Desalination*(101), σσ. 21-30.
- McBean, E. A., Rovers, F. A., & Farquhar, G. J. (1995). *Solid Wastes Landfill Engineering and Design*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Miao, L., Wang, K., Wang, S., Zhu, R., Li, B., Peng, Y., & Weng, D. (2014). Advanced nitrogen removal from landfill leachate using real-time controlled three-stage sequence batch reactor (SBR) system. *Bioresource Technology*(159), σσ. 258-265.
- Robinson, A. (2005). Landfill leachate treatment. *Membrane technology*(6), σσ. 6-12.

- Shi, X., Lefebvre, O., Ng, K., & Ng, H. (2014). Sequential anaerobic-aerobic treatment of pharmaceutical wastewater with high salinity. *Bioresource Technology*(153), σσ. 79–86.
- Stegmann, R., Heyer, K.-U., & Cossu, R. (2005). Leachate treatment. *Tenth International Waste Management and Landfill Symposium*.
- Tatsi, A., & Zouboulis, A. (2002). A field investigation of the quantity and quality of leachate from a municipal solid waste landfill in a Mediterranean climate (Thessaloniki, Greece). *Advances in Environmental Research*(6), σσ. 207-219.
- Thörneby, L., Hogland, W., Stenis, J., Mathiasson, L., & Somogyi, P. (2003). Design of a reverse osmosis plant for leachate treatment aiming for safe disposal. *WasteManagement&Research*(21), σσ. 424–435.
- Γραμματικογιάννης, Η. (2009). *Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία: Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από χώρους διάθεσης απορριμμάτων, ανάλυση κύκλου ζωής. Μελέτη περίπτωσης. Αθήνα: Διεπιστημονικό - Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Περιβάλλον και Ανάπτυξη".*
- Σκορδύλης, Α., & Κορνίτσας, Κ. (2004). *Οικιακά και άλλα μη Επικίνδυνα Απόβλητα*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.