

# Διαχείριση Στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ Σερίφου και Προσομοίωση Διεργασίας

Μαρία Γ. Λιβανίου

Χημικός Μηχανικός, ΕΜΠ και Μεταπτ. Φοιτήτης ΔΙΑ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

mlivaniou.g@gmail.com, std104300@ac.eap.gr

Απόστολος Μαλαμάκης

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός και Μέλος ΣΕΠ ΔΙΑ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

a.malamakis@gmail.com

**Περίληψη** – Οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων συχνά συνδέονται με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται και στην παραγωγή στραγγιδίων. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή και διαχείριση στραγγιδίων του ΧΥΤΑ στη νήσο Σέριφο, περιλαμβάνοντας απλά στάδια προεπεξεργασίας μέχρι και ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης που οδηγεί σε κατάλληλη εκροή υγρών για επαναχρησιμοποίηση.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), Διαχείριση στραγγιδίων, Προσομοίωση, Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι χώροι υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων συχνά συνδέονται με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή διασταλλαζόντων υγρών, ή αλλιώς στραγγιδίων. (Λυμπεράτος & Τσιλιγιάννης, 2003; Σκορδίλης & Κομνίτσας, 2004)

Τα στραγγίδια προέρχονται κατά κύριο λόγο από την εισροή νερού μέσω των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, στον όγκο της λεκάνης απόθεσης, καθώς και από την περιεχόμενη υγρασία των απορριμμάτων. Αυτά τα υγρά αποτελούν ένα πολύ σύνθετο μίγμα και χαρακτηρίζονται από αυξημένο ρυπαντικό φορτίο. (Κόλλιας, 2004) Στη σύνθεσή τους, βρίσκεται διαλυμένη οργανική ύλη, ανόργανα άλατα, βαρέα μέταλλα, και άλλες οργανικές ενώσεις, που μπορεί να είναι τοξικές, καρκινογόνες, και γενικά ικανές να αποτελέσουν δυνητικό κίνδυνο για τους ζωντανούς οργανισμούς και τον άνθρωπο. (Γραμματικογιάννης, 2009; Τσαρπαλή, 2013; Rohland, & Harper, 1985)

Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να συλλέγονται και να διαχειρίζονται κατάλληλα, ώστε να εξασφαλίζεται η αποφυγή της διαφυγής τους προς το περιβάλλον, καθώς και η αξιοποίησή τους, αν είναι δυνατόν. (Martin-Utrillas et al., 2015; Τσέζος & Χατζηκιοσεγιάν, 2012)

Για τη διαχείριση των στραγγιδίων έχουν προταθεί και έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι, που περιλαμβάνουν απλή συλλογή και μεταφορά, βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας, φυσικοχημικές μεθόδους, επεξεργασία που βασίζεται στη χρήση μεμβρανών και προχωρημένες μεθόδους οξείδωσης. (Chang et al., 2000; Fernandes et al., 2015; Greenlee et al., 2009; Oselame et al., 2014; Shuler & Kargi, 2005)

Βέβαια, η επεξεργασία των στραγγιδίων συνήθως περιλαμβάνει συνδυασμό διάφορων τεχνικών ώστε η

εκροή να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ποιότητας. (Fernandes et al., 2015; Johannessen, 1999) Σε κάθε περίπτωση, ο σχεδιασμός της μεθόδου διαχείρισης είναι μια περίπλοκη απόφαση λόγω των διαφορετικών παραγόντων που σχετίζονται με την εν λόγω επιλογή. (Farquhar, 1988; Heimonaara et al., 2015; Johannessen, 1999; Pantini et al., 2014; Zhao et al., 2006)

Στόχος της εν λόγω εργασίας ήταν η μελέτη και προσομοίωση μονάδας διαχείρισης στραγγιδίων για τον Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου. Οι εγκαταστάσεις του Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου τέθηκαν σε λειτουργία τον Αύγουστο 2012 με χρόνο ζωής 23 χρόνια σύμφωνα με τη μελέτη κατασκευής. Ήδη από τα πρώτα τέσσερα χρόνια λειτουργίας του έργου εντοπίστηκαν σοβαρά προβλήματα σχετικά με τη διαχείριση των στραγγιδίων και τις ανάγκες του έργου σε νερό.

Τα προβλήματα αυτά αποτέλεσαν την αφορμή για την εκπόνηση μελέτης σχετικά με τη διαχείριση των στραγγιδίων. Συνεπώς, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η διατύπωση εναλλακτικών προτάσεων διαχείρισης των υγρών αυτών για την επίλυση των υπαρχόντων προβλημάτων και την αναβάθμιση των εγκαταστάσεων του έργου. Παράλληλα επιδιώχθηκε η προσομοίωση του συστήματος διαχείρισης στραγγιδίων, ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση της απόδοσης, η πραγματοποίηση καλού σχεδιασμού, οι μελλοντικές βελτιώσεις, η αντιμετώπιση λοιπών προβλημάτων κ.ά.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### A. Περιοχή Μελέτης

Μελετήθηκε η περίπτωση του Χ.Υ.Τ.Α. του Δήμου Σερίφου στο ομώνυμο νησί. Ο χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων έχει κατασκευαστεί και λειτουργεί από τον Αύγουστο 2012 και εξυπηρετεί το σύνολο του Δήμου Σερίφου με μόνιμο πληθυσμό περίπου 1.420 κατοίκους. Το έργο ανήκει στην κατηγορία Χ.Υ.Τ.Α. Β3 (απόφαση 2003/33/ΕΚ), και δέχεται ανάμικτα μη επικίνδυνα απόβλητα με υψηλό οργανικό/βιοαποδομήσιμο και ανόργανο περιεχόμενο. (ΥΠΕΚΑ Ερωτηματολόγιο Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου, 2014)

### B. Επιλογή & Ανάπτυξη Συστήματος Διαχείρισης Στραγγιδίων

Η μελέτη επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη κατάλληλου συστήματος διαχείρισης στραγγιδίων για τον Χ.Υ.Τ.Α.

της νήσου Σέριφος, με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών για την κάλυψη των αναγκών του έργου.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος, βασίστηκε στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των στραγγιδίων με κατάλληλη εφαρμογή του υδατικού ισοζυγίου (Papadopoulou E. et al., 2003), καθώς και στη χημική σύσταση των υγρών, ενώ λήφθηκαν σοβαρά υπόψη και τα υπάρχοντα προβλήματα του χώρου ταφής. Παράλληλα, βασικά στοιχεία που επηρέασαν και διαμόρφωσαν την τελική επιλογή του συστήματος επεξεργασίας στραγγιδίων ήταν:

- Η επιθυμητή ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων υγρών, ώστε να είναι δυνατή, υπό κανονικές συνθήκες, η ασφαλής διάθεσή τους στο περιβάλλον.
- Η ανάγκη αντιμετώπισης των σημαντικών αυξομειώσεων φορτίου (υδραυλικού και οργανικού) που θα δέχεται η μονάδα.
- Το κόστος, που επιδιώκεται να διατηρείται όσο το δυνατόν σε χαμηλά επίπεδα τόσο από πλευράς λειτουργίας, όσο και από πλευράς συντήρησης, προσωπικού και αναλώσιμων.
- Η εξασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας του συστήματος, ακόμα και κατά τη φάση της αποκατάστασης του χώρου.
- Η επιθυμία παραγωγής όσο το δυνατόν λιγότερων παραπροϊόντων από την επεξεργασία και φυσικά η εξασφάλιση όσο το δυνατόν μικρών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Με βάση τα παραπάνω, έγινε μελέτη και προσομοίωση τριών διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης, τα οποία παρουσίαζαν μία διαβάθμιση ως προς το βαθμό επεξεργασίας, την πολυπλοκότητα και την οικονομικότητα των αντίστοιχων μεθόδων:

- Σύστημα 1: Πρωτοβάθμια καθίζηση και Ανακυκλοφορία προ-επεξεργασμένων στραγγιδίων (Σχήμα 1),
- Σύστημα 2: Πρωτοβάθμια καθίζηση - Βιολογική επεξεργασία σε αντιδραστήρα SBR - Ανακυκλοφορία ή Αποθήκευση επεξεργασμένων στραγγιδίων και Πάχυνση παραγόμενης ιλύος (Σχήμα 2), και τέλος
- Σύστημα 3: Πρωτοβάθμια καθίζηση - Βιολογική επεξεργασία σε αντιδραστήρα SBR - Τριτοβάθμια επεξεργασία τύπου αντίστροφης όσμωσης - Ανακυκλοφορία ή Αποθήκευση επεξεργασμένων στραγγιδίων και Πάχυνση παραγόμενης ιλύος (Σχήμα 3).

### III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, τα δεδομένα και οι παράμετροι σχεδιασμού εισήχθησαν σε προγράμματα προσομοίωσης (Steady, 1999; ROSA, 2013), ενώ παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα και εξισώσεις σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι βασικότερες παράμετροι σχεδιασμού, οι οποίες και καθόρισαν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας ήταν το υδραυλικό και το ρυπαντικό φορτίο των υγρών αποβλήτων, ενώ βασική παράμετρος ήταν η επιθυμητή ποιότητα εκροής. Συγκεκριμένα, προκειμένου τα επεξεργασμένα υγρά να

μπορούν να χαρακτηριστούν κατάλληλα για περιορισμένη άρδευση ή για κατάσβεση στον χώρο του έργου, η ποιότητα εκροής τους έπρεπε να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας.

Όσον αφορά στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ Σερίφου, εκτιμήθηκε παραγωγή σχετικά μικρής ποσότητας, τα οποία ωστόσο χαρακτηρίζονται από υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Για την αξιολόγηση της παραγωγής στραγγιδίων στον χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων της Σερίφου, έγινε χρήση των διαθέσιμων μετεωρολογικών δεδομένων σε συνδυασμό με το ισοζύγιο νερού. Μεταξύ των αποτελεσμάτων του ισοζυγίου νερού και των δεδομένων πεδίου, παρατηρήθηκε σημαντική απόκλιση γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην εφαρμοζόμενη ανακυκλοφορία των στραγγιδίων, στην προσθήκη επιπλέον νερού (είτε μέσω ψεκασμού είτε μέσω ανακυκλοφορίας) κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και στη συσσώρευση αυτών σε δεξαμενή συλλογής κατά τη διάρκεια του έτους.

Για τη διαχείριση των στραγγιδίων στον Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου, μελετήθηκαν και σχεδιάστηκαν τρία συστήματα, με βάση το υδραυλικό και οργανικό φορτίο που χαρακτηρίζει τα υγρά απόβλητα του χώρου αυτού. Τα τρία παραπάνω σενάρια παρουσίαζαν μία διαβάθμιση ως προς το βαθμό επεξεργασίας, την πολυπλοκότητα και την οικονομικότητα των αντίστοιχων μεθόδων, γεγονός που επιβεβαιώθηκε και από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων.

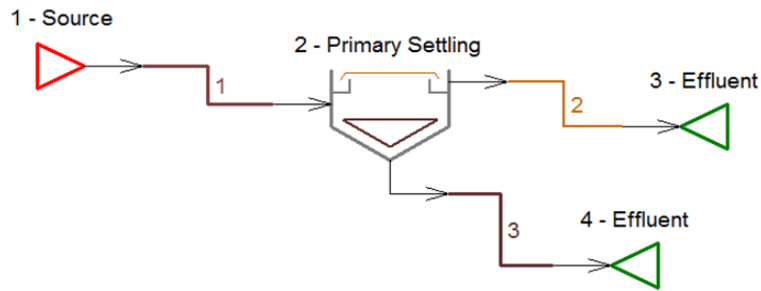
Τα αποτελέσματα και για τα τρία συστήματα διαχείρισης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον ΠΙΝΑΚΑ Ι.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι  
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΤΡΙΑ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

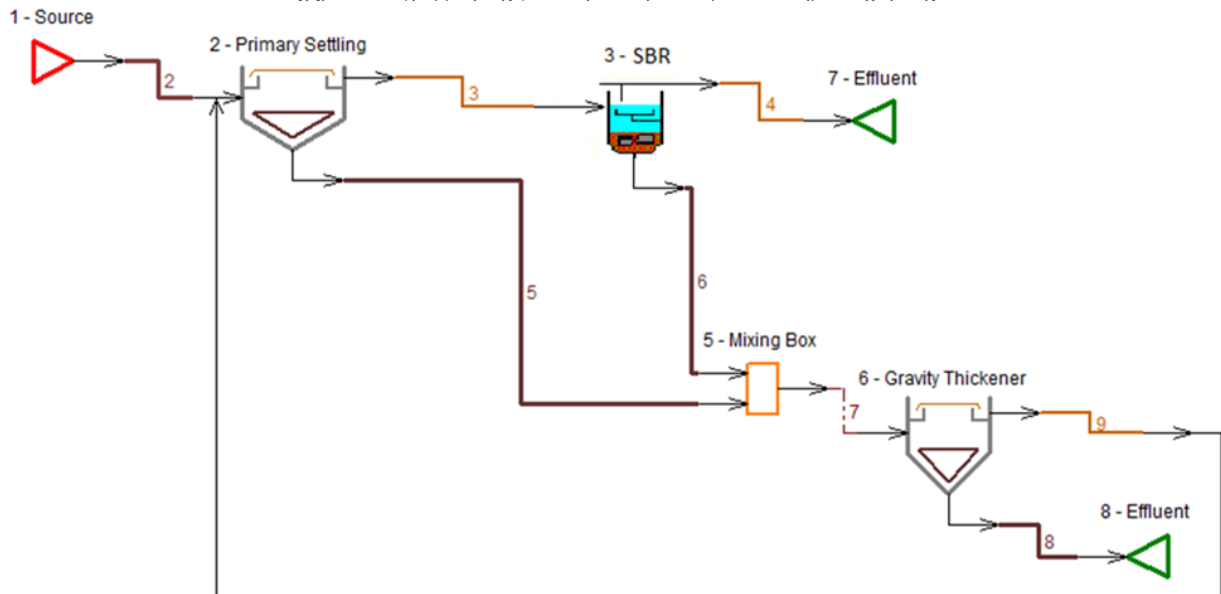
Παράμετρος	% Απομάκρυνση		
	Σύστημα 1	Σύστημα 2	Σύστημα 3
BOD <sub>5</sub>	35%	96%	> 97%
COD	19%	79%	> 98%
Αιωρούμενα Σωματίδια	65%	94%	> 98%
Ολικό Αζωτο	33%	33%	> 92%
Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης	-	-	✓

Συνοψίζοντας και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των τριών συστημάτων διαχείρισης, μπορούν να ειπωθούν τα εξής:

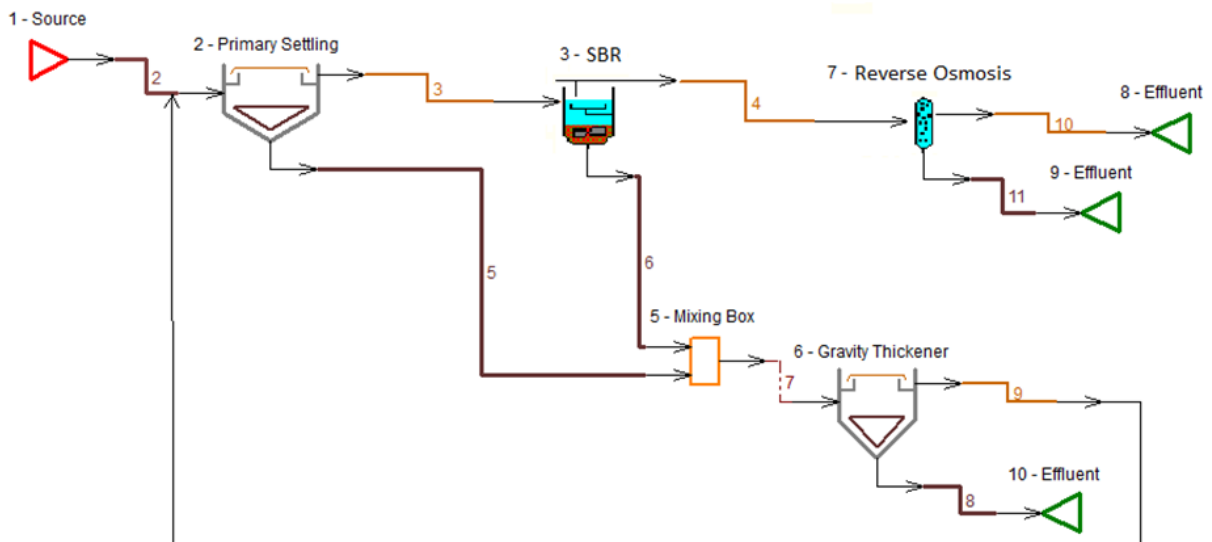
Με το πρώτο σύστημα διαχείρισης, βρέθηκε ότι μπορεί να επιτευχθεί 35% απομάκρυνση του BOD<sub>5</sub> και 65% απομάκρυνση στερεών μέσω μιας δεξαμενής καθίζησης όγκου μόλις 15m<sup>3</sup>. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της υγρής εκροής δεν επιτρέπουν την όποια επαναχρησιμοποίηση. Βέβαια, σε αυτή την περίπτωση προτείνεται η συστηματική εφαρμογή ανακυκλοφορίας των υγρών στον κύριο όγκο των απορριμμάτων του Χ.Υ.Τ.Α. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η επιθυμητή υγρασία στον ενεργό όγκο των απορριμμάτων, με αποτέλεσμα να ενισχύεται η διεργασία της χώνευσης/σταθεροποίησης.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής για το πρώτο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης.



Σχήμα 2. Διάγραμμα ροής για το δεύτερο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης.



Σχήμα 3. Διάγραμμα ροής για το τρίτο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης.

Το δεύτερο σύστημα διαχείρισης, έδειξε ότι μπορεί να βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εκροής, με την εφαρμογή βιολογικής επεξεργασίας μέσω ενός αντιδραστήρα SBR όγκου  $56\text{m}^3$ . Συγκεκριμένα, μπορεί να πετύχει έναν σαφώς μεγαλύτερο βαθμό επεξεργασίας με απόδοση της τάξεως του 96% όσον αφορά την απομάκρυνση  $\text{BOD}_5$ , ενώ παράλληλα μπορεί να μειωθεί και το περιεχόμενο άζωτο. Ωστόσο, και πάλι τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων υγρών δεν επιτρέπουν την

επαναχρησιμοποίησή τους με σκοπό την άρδευση ή την πυρόσβεση. Άλλωστε, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η ελάχιστη απαιτούμενη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για κατάσβεση, περιλαμβάνει δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία ακολουθούμενη από προχωρημένη επεξεργασία με σύστημα μεμβρανών και τέλος απολύμανση. Βέβαια, σημειώνεται ότι το δεύτερο σύστημα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα λόγω της μειωμένης παραγωγής ιλύος, ενώ παράλληλα η

εφαρμογή ανακυκλοφορίας των υγρών στον κύριο όγκο των απορριμμάτων του Χ.Υ.Τ.Α., μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τη διεργασία της χώνευσης των απορριμμάτων.

Το τρίτο σύστημα διαχείρισης, συμπλήρωσε τα δύο προηγούμενα εξασφαλίζοντας τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για την υγρή εκροή. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα που εξασφαλίζει την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σε βαθμό που να είναι δυνατή η αξιοποίηση και επαναχρησιμοποίησή τους. Συγκεκριμένα, τα επεξεργασμένα υγρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη αναγκών του Χ.Υ.Τ.Α. για ελεγχόμενη άρδευση της περιμετρικής φύτευσης. Παράλληλα, μπορούν να αποθηκεύονται στη δεξαμενή πυρόσβεσης για την κάλυψη αναγκών του έργου σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης (πυρκαγιάς).

#### IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

##### A. Βασικά Συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, προκύπτουν τα εξής βασικά συμπεράσματα:

Στην περίπτωση της Σερίφου, η σχετικά μικρή παροχή υγρών αποβλήτων από τον χώρο ταφής των απορριμμάτων, χαρακτηρίζεται από υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Ως εκ τούτου, η συλλογή και διαχείρισή τους είναι μεγάλης σημασίας, όπως άλλωστε επιβεβαιώνεται από τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί στο έργο τα τέσσερα πρώτα χρόνια λειτουργίας του.

Η φιλοσοφία του σχεδιασμού διαχείρισης των παραγόμενων στραγγιδίων βασίστηκε στην επιδίωξη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης περιβαλλοντικής προστασίας και βελτιστοποίησης των λειτουργικών παραμέτρων του υπό μελέτη Χ.Υ.Τ.Α.

Τα τρία συστήματα διαχείρισης των παραγόμενων στραγγιδίων που μελετήθηκαν, αντιπροσωπεύουν τρία διαφορετικά επίπεδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Το γεγονός αυτό, καθορίζει ενσυνεχεία έναν διαφορετικό βαθμό πολυπλοκότητας των συστημάτων, επηρεάζοντας αντίστοιχα και το κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης των αντίστοιχων απαιτούμενων μονάδων.

Ο διαφορετικός βαθμός επεξεργασίας των αποβλήτων προσφέρει εναλλακτικές επιλογές διαχείρισης των επεξεργασμένων υγρών. Συνεπώς, ο φορέας διαχείρισης και λειτουργίας του Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου, θα μπορεί να εφαρμόσει το σύστημα διαχείρισης που προσαρμόζεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις ανάγκες του έργου, στην ισχύουσα νομοθεσία και στις οικονομικές δυνατότητες του φορέα.

##### B. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Το τρίτο και πιο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης θα μπορούσε με μικρές παραλλαγές να μετατραπεί σε σύστημα PBR, συνδυάζοντας φυσικο-χημικές μεθόδους, βιολογική επεξεργασία, και τέλος μεμβράνες υψηλής πίεσης. (Martin-Utrillas M. et al., 2015)

Συμπληρωματικά, θα μπορούσαν να μελετηθούν εναλλακτικά συστήματα για κάθε επίπεδο επεξεργασίας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι θα μπορούσε να προσομοιωθεί η εφαρμογή μεθόδου βιολογικής επεξεργασίας με προσκολλημένη βιομάζα αντί για

αιωρούμενη ή η εφαρμογή τριτοβάθμιας επεξεργασίας τύπου ενεργού άνθρακα αντί για αντίστροφη όσμωση, δεδομένου ότι οι μέθοδοι αυτές έχουν δείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα ακόμα και σε σχετικά μικρές υδραυλικές φορτίσεις. Στην τελευταία περίπτωση, θα μπορούσε να γίνει λόγος για σύστημα PBA, που μοιάζει με τον συνδυασμό PBR, με τη διαφορά ότι μετά τη βιολογική επεξεργασία, ακολουθείται μια διαδικασία προσρόφησης. (Martin-Utrillas M. et al., 2015)

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα μπορούσαν να συνδυαστούν με οικονομικά δεδομένα για την εύρεση του καταλληλότερου συστήματος διαχείρισης για τα παραγόμενα στραγγίδια του Χ.Υ.Τ.Α. Σερίφου.

#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Γραμματικογιάννης, Η. (2009), *Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Χώρους Διάθεσης Απορριμμάτων - Ανάλυση Κύκλου Ζωής - Μελέτη περίπτωσης*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Περιβάλλον & Ανάπτυξη, Αθήνα.
- Κάτσο, Ε. (2011), *Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων με τη Χρήση Μεμβρανών*, Διδακτορική διατριβή, ΕΜΠ - Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΑΘΗΝΑ.
- Κόλλιας, Π. (2004), *Απορρίμματα*, Λύχνος ΕΠΕ, Αθήνα.
- Κούγκολος, Α., Λασιπίδου, Χ. (2010), *Επεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων*, Σημειώσεις μαθήματος: Ρύπανση & προστασία περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κουμάκη, Ε. (2010), *Επεξεργασία στραγγισμάτων από ΧΥΤΑ με προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα*, Διεπιστημονικό-Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών Πόρων", ΕΜΠ.
- Λυμπεράτος, Γ., Τσιλιγιάννης, Χ. (2003), *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα.
- Μελέτη Έργου: *Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Δήμου Σερίφου*, Τεύχη 1-8, ΥΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε., Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου Δήμος Σερίφου, Ιούνιος 2006.
- Σαρηγιάννης, Δ. (2015), *Διαχείριση υγρών αποβλήτων - ενεργή ιλύς*, Σημειώσεις Μαθήματος Περιβαλλοντική Μηχανική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης - Τμήμα Χημικών Μηχανικών.
- Σκορδίλης, Α., Κορνίτσας, Κ. (2004), *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων*, Τόμος Α, Οικιακά και άλλα μη επικίνδυνα Απόβλητα, Ελληνικό Ανοχτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Τσαρπαλή, Β. (2013), *Στραγγίσματα και υδάτινο περιβάλλον: μελέτη των τοξικών επιπτώσεων με τη χρήση οργανισμών-Βιοενδεικτών και Βιομαρτύρων*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Οικολογία - Διαχείριση & Προστασία φυσικού περιβάλλοντος, Πάτρα.
- Τσέζος, Μ., Χατζηκιοσεγιάν, Α. (2012), *Τεχνολογία Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων - Βοηθητικές σημειώσεις*, ΕΜΠ - Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Αθήνα.
- ΥΠΕΚΑ Ερωτηματολόγιο Χ.Υ.Τ.Α. / Δήμος Σερίφου - Έτος αναφοράς 2014.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (<http://www.ypeka.gr/>)
- Artan, N., & Orhon, D. (2005), *Mechanism and Design of Sequencing Batch Reactors for Nutrient Removal*, UK, IWA Publishing, 2005.
- Farquhar, G.J. (1988), *Leachate: production and characterization*, BVSE Virtual Library of Sustainable Development and Environmental Health.
- Fernandes, A., Pacheco, M.J., Ciriaco, L., Lopes, A. (2015), *Review on the electrochemical processes for the treatment of sanitary landfill leachates: Present and future*, Applied Catalysis B: Environmental, Volumes 176-177, pp. 183-200.
- Greenlee, L.F., Lawler, D.F., Freeman, B.D., Marrot, B., Moulin, P. (2009), *Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges*, Water Research, Volume 43, Issue 9, Pages 2317-2348.
- He, R., Weia, X.M., Tiana, B.H., Sua, Y., Lub, Y.L. (2015), *Characterization of a joint recirculation of concentrated leachate and leachate to landfills with a microaerobic bioreactor for leachate treatment*, Waste Management, Volume 46, pp. 380-388.

- Heimovaara, T.J., Bun,A., Van Turnhout,A.G. (2015), *Water balance modeling for estimation of residence time of water in a full-scale landfill using a data-assimilation approach*, HPM6: The 6th International Workshop Hydro-Physico-Mechanics of Landfills, Delft, The Netherlands, 14-17 April 2015.
- Henze,M., Van Loosdrecht, C.M., Ekama, G.A., Brdjanovic,D. (2008), *Biological wastewater treatment, Principles, Modelling and design*, IWA Publishing, London.
- Johannessen, L.M. (1999), *Guidance note on leachate management for municipal solid waste landfills*, The International Bank of Reconstruction and Development, Washington.
- Martin-Utrillas, M., Reyes-Medina,M., Curiel-Esparza,J., Canto-Pereillo,J. (2015), *Hybrid method for selection of the optimal process of leachate treatment in waste treatment and valorization plants or landfills*, Clean Technologies and Environmental Policy, Volume 17, Issue 4, pp 873-885.
- Metcalf& Eddy (2003), *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, Fourth edition, McGraw Hill.
- Oselame, M.C., Fernandes,H., Costa,R.H.R. (2014), *Simulation and calibration of a full-scale sequencing batch reactor for wastewater treatment*, Brazilian Journal of Chemical Engineering, vol.31 no.3 São Paulo.
- Pantini, S., Verginelli,I., Lombardi,F. (2014), *A new screening model for leachate production assessment at landfill sites*, International Journal of Environmental Science and Technology, Volume 11, Issue 6, pp. 1503-1516.
- Papadopoulou, E., Varanou,E., Baltas,E., Dassaklis,A., Mimikou,M. (2003), *Estimating potential evapotranspiration and its spatial distribution in Greece using empirical methods*, 8th International Conference of Environmental Science and Technology, Lemnos island-Greece, 8-10 September 2003.
- Pohland, F.G., Harper S.R. (1985), *Critical review and summary of leachate and gas production from landfills*, United States Environmental Protection Agency.
- Poltak, R.F. (2005), *Sequencing Batch Reactor design & operational considerations*, New England Interstate Water Pollution Control Commission, New England, September 2005.
- ROSA (2013), *Reverse Osmosis System Analysis*, Dow Chemical Company, Water & Process Solutions, Version 9.1.
- Shuler,M.L., Kargi,F. (2005), *Μηχανική βιοδιεργασιών - Βασικές έννοιες*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα.
- Steady (1999), *A Steady-State Wastewater Treatment Plant Modeling Program*, Luis AburtoGarnica.
- Zhao,Q.L., Liu,X.Y., Qi,X.D., Liu,Z.G. (2006), *Landfill leachate production, quality and recirculation treatment in northeast China*, Journal of Environmental Sciences (China), Volume 18, Issue 4, pp. 625-628.