

**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΕ ΜΙΚΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ
TEXTILE FILTERS, AdvanTex ΑΠΟ ΤΗΝ ORENCO SYSTEMS INC. (USA)**

Μάριος Γιαννουράκος¹, Μανόλης Διαλυνάς², Νικόλαος Χουρδάκης³

¹ Περιβαλλοντολόγος, Σκόπελος,

² Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

³ Δρ. Χημικός Μηχανικός DIALYNAS S.A., Τεχνολογία Περιβάλλοντος

Περίληψη

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει καινοτομίες σε μικρά συστήματα καθαρισμού λυμάτων με έμφαση στα αποκεντρωμένα (τοπικά) συστήματα, αξιόπιστα και απλά σε λειτουργία και συντήρηση, φιλικά στο περιβάλλον, κατάλληλα για κατοικίες, οικισμούς και Ξενοδοχεία στην Ελλάδα και στις άλλες Μεσογειακές χώρες. Οι μονάδες Βιολογικής επεξεργασίας που περιγράφονται είναι νέου τύπου συστήματα προσκολλημένης βιομάζας, χαμηλής φόρτισης, που δεν παράγουν περίσσεια βιολογικής λάσπης και δίνουν εκροή υψηλής ποιότητας (τριτοβάθμια). Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά σε μεγάλες διακυμάνσεις των φορτίων λυμάτων, σε χημικά που δεν αντέχουν οι συμβατικοί βιολογικοί καθαρισμοί. Κατασκευάζονται από υλικά μεγάλου χρόνου ζωής. Οι απαιτήσεις τους σε προσωπικό και ενέργεια είναι ελάχιστες (υποπολλαπλάσιες των μονάδων παρατεταμένου αερισμού)

Λέξεις Κλειδιά: αποκεντρωμένοι βιολογικοί καθαρισμοί, λύματα οικισμών-Ξενοδοχείων, σηπτικές δεξαμενές, AdvanTex, Textile Filters,

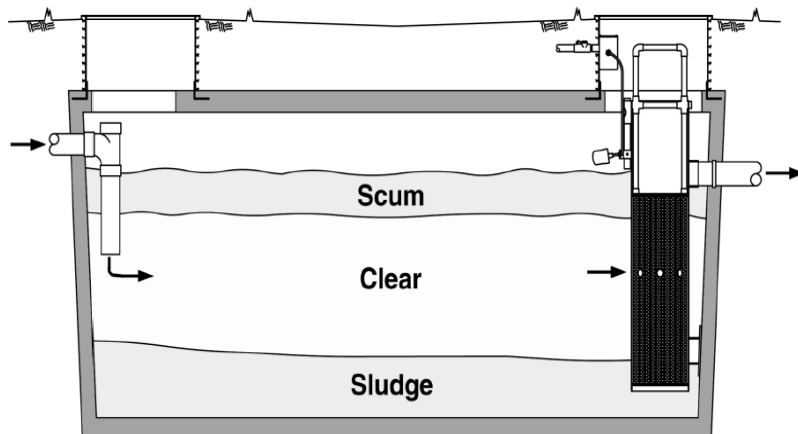
1. Εισαγωγή

Η μακροχρόνια λειτουργία των συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων (συστημάτων ενεργού ιλύος) ανέδειξε πολλά προβλήματα. Η εφαρμογή τους σε μικρά, τοπικά συστήματα απέδειξε σε παγκόσμιο επίπεδο ότι είναι λύσεις ακριβές σε λειτουργία και συντήρηση, αναξιόπιστες σε περιπτώσεις προβλημάτων και με πολλά προβλήματα, όπως η παραγόμενη λυματολάσπη και η διαχείριση της, η εκπομπή σταγονιδίων, η ηχορύπανση λόγω των φυσητήρων που συνήθως χρησιμοποιούνται, το υψηλό κόστος συντήρησης, και τέλος κάποια αισθητικά προβλήματα (εμφάνιση – πιθανές οσμές). Αναπτύχθηκαν συστήματα φυσικά, οικολογικά και φιλικά στο περιβάλλον, με μεγάλη αξιοπιστία, όπως τα νέα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας (attached growth) χαμηλής φόρτισης με σημαντικές καινοτομίες.

Τα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας έκαναν την εμφάνισή τους το 1869 και μετά από 140 χρόνια εφαρμογών έχουν φτάσει σε ένα πολύ προηγμένο στάδιο διατηρώντας την απλότητα λειτουργίας τους. Εφαρμογές προσκολλημένης βιομάζας είναι το χαλικόφιλτρο, το αμμόφιλτρο, οι βιορότορες και οι τεχνητοί υγροβιότοποι. Η διαφοροποίηση στην εκάστοτε τεχνολογία σχετίζεται στην επιλογή του μέσου (υλικού) όπου αναπτύσσεται η βιομάζα. Κρίσιμη παράμετρος σήμερα είναι η ενεργή επιφάνεια του κάθε υλικού (σε μονάδες μ^2/μ^3), η οποία τελικά καθορίζει και τη διαστασιολόγηση και τους απαιτούμενους χώρους της εγκατάστασης. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί υλικά με τεράστια αντοχή και πολύ μεγάλη ενεργή επιφάνεια. Η εταιρεία Orenco Systems Inc. ανέπτυξε ένα νέο σύστημα επεξεργασίας, βασισμένο στην παραπάνω αρχή, χρησιμοποιώντας υψηλής αντοχής πολυμερές ύφασμα (από πολυπροπυλένιο υψηλής αντοχής σε λύματα και χημικά).

2. Το σύστημα ADVANTEX

Το σύστημα ADVANTEX είναι μία εφαρμογή αερόβιας επεξεργασίας, που αποδίδει τριτοβάθμια εκρόη, ιδανικό για αποκεντρωμένα συστήματα. Η λειτουργία του βασίζεται σε αυτή των συστημάτων προσκολλημένης βιομάζας και θεωρείται καινοτόμος λύση. Το πληρωτικό υλικό είναι πλαστικό πορώδες υπό μορφή φύλλων υφάσματος. Το ADVANTEX είναι μια προσιτή λύση, εύκολη στην εγκατάσταση και λειτουργία. Ανήκει στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων χαμηλής κατανάλωσης σε ενέργεια και δεν έχει πολύπλοκα μηχανικά μέρη. Η γραμμή επεξεργασίας αποτελείται από μια σηπτική δεξαμενή (Σχήμα 1) όπου έχουμε προεπεξεργασία (αφαίρεση λιπών και αιωρούμενων στερεών) και το σύστημα ADVANTEX συνδεδεμένο σε σειρά. Στη σηπτική δεξαμενή τα λύματα διαχωρίζονται σε τρία στρώματα. Τη λάσπη που καθιζάνει, τα επιπλέοντα στερεά (λίπη-αφρός) και το ενδιάμεσο «καθαρό» στρώμα με υγρό χωρίς στερεά και λίπη. Μετά το διαχωρισμό τους, το «καθαρό» στρώμα εισέρχεται στα φίλτρα-κόσκινα ασφαλείας (ScreenVaults) και μετά στο σύστημα ADVANTEX. Τα φίλτρα-κόσκινα ασφαλείας (ScreenVaults) της OSI εμποδίζουν τα στερεά ή τα λίπη να εισέλθουν στα επόμενα στάδια επεξεργασίας.



Τομή σηπτικής δεξαμενής, όπου φαίνονται το στρώμα της λάσπης (sludge) στον πυθμένα και το στρώμα αφρού-λιπών στην επιφάνεια.

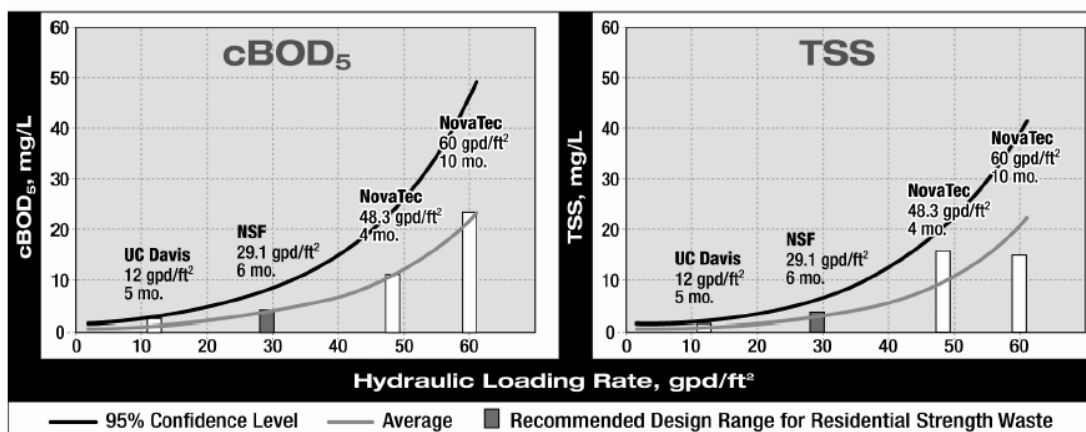
Σχήμα 1 : Διαχωρισμός των λυμάτων σε τρεις στρώσεις στη σηπτική δεξαμενή

Τα συνήθη χαρακτηριστικά των εισερχόμενων λυμάτων φαίνονται στον Πίνακα 1.

<u>Characteristic</u>	<u>Average</u> ² <i>mg/L</i>	<u>Weekly Peak</u> <i>mg/L</i>	<u>Rarely Exceed</u> <i>mg/L</i>
BOD ₅	150	250	500
TSS	40	75	150
TKN	65	75	150
G&O	20	25	30

Πίνακας 1 : Χαρακτηριστικά εισροής στο σύστημα

Η εκροή από το σύστημα έχει BOD₅ και T.S.S. < 5 mg/L και αφαίρεση αζώτου > 80%, ενώ για μεγαλύτερες φορτίσεις έχουμε BOD₅ 10-20 mg/L. Τα αποτελέσματα της λειτουργίας φαίνονται στο σχήμα 2.

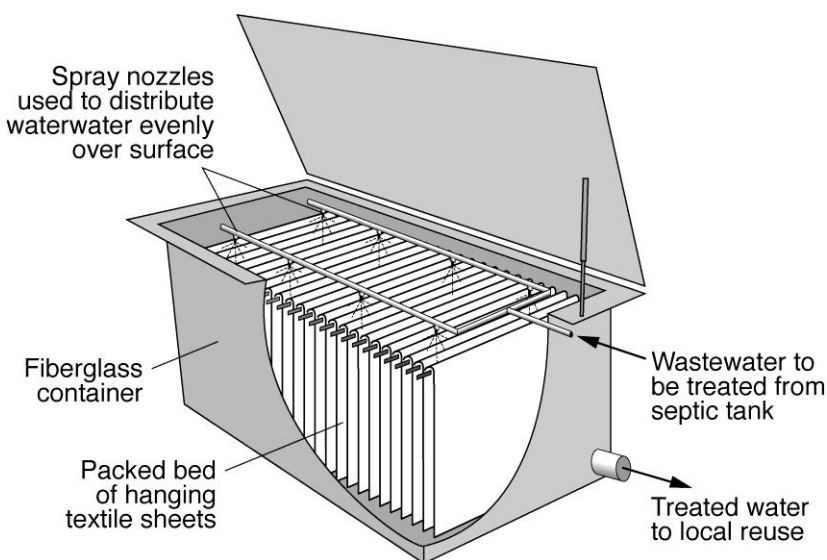


Σχήμα 2 : Αποτελέσματα λειτουργίας

3. Το ύφασμα

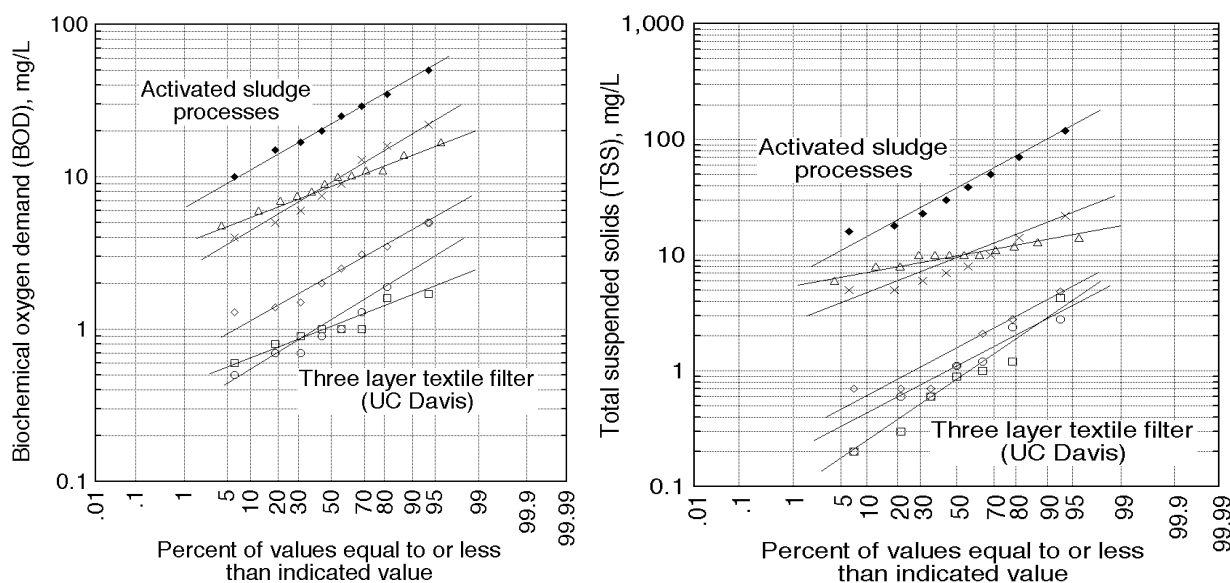
Λόγω της πολύ μεγάλης επιφάνειας υφάσματος που χρησιμοποιείται στο ADVANTEX και του μεγάλου πορώδους του υλικού (οι ισοδύναμες φορτίσεις για το ίδιο αποτέλεσμα με ένα αμμόφιλο ή χαλκόφιλο είναι μέχρι 25 φορές μεγαλύτερες) οι διαστάσεις του απαιτούμενου όγκου του ADVANTEX

είναι πολύ μικρές. Διάφορα μεγέθη του συστήματος υπάρχουν διαθέσιμα ανάλογα με τον αριθμό των εξυπηρετούμενων κατοίκων. Το σύστημα φαίνεται στο σχήμα 3, όπου διακρίνεται η διάταξη του υφάσματος. Το υγρό καταιωνίζεται πάνω στο ύφασμα όπου γίνεται η επεξεργασία και μετά συλλέγεται στο κάτω μέρος του δοχείου. Η απλότητα του συστήματος καθώς και ο κατάλληλος σχεδιασμός βοηθάει το σύστημα να έχει σταθερή λειτουργία χωρίς να βουλώνει και χωρίς κανένα λειτουργικό πρόβλημα.



Σχήμα 3 : Ανατομία του συστήματος ADVANTEX®

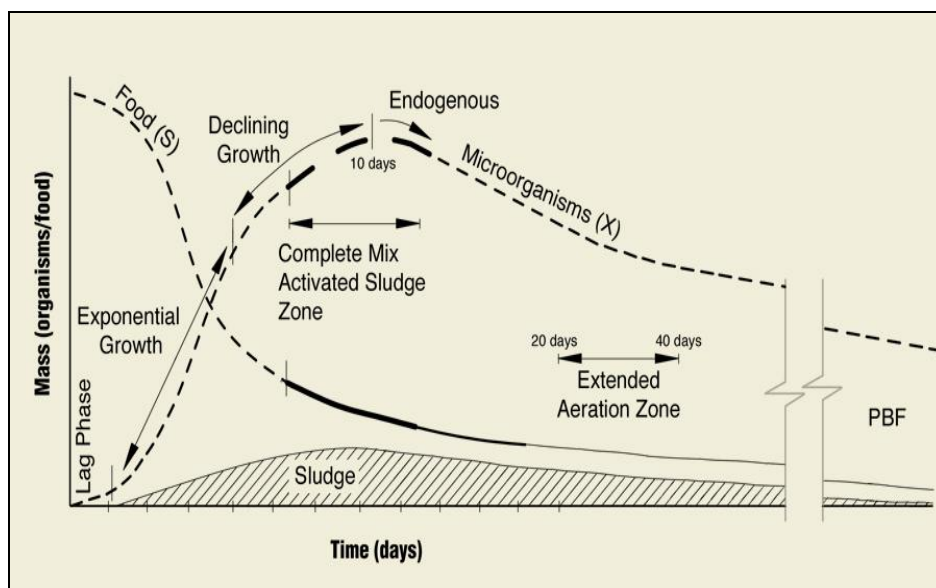
Η απόδοση της επεξεργασίας των φίλτρων υφασμάτων είναι υψηλότερη από αυτήν των συμβατικών συστημάτων. Η σύγκριση της απόδοσης της επεξεργασίας με εξεταζόμενη παράμετρο τη βιοχημική απαίτηση οξυγόνου (BOD) και τα ολικά αιωρούμενα στερεά, φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 4: Σύγκριση απόδοσης λειτουργίας συμβατικών συστημάτων παρατεταμένου αερισμού και της τεχνολογίας ADVANTEX.

4. Παραγωγή λυματολάσπης

Το βασικότερο πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η σχεδόν αμελητέα παραγωγή λυματολάσπης. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η ενδογενής αναπνοή (σχήμα 5). Η συγκεκριμένη κατάσταση λαμβάνει χώρο όπου ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (SRT) της λάσπης είναι πάνω από 10 ημέρες και ο λόγος F/M είναι κάτω από 0,2. Τα συμβατικά συστήματα παρατεταμένου αερισμού είναι γενικά σχεδιασμένα να λειτουργούν υδραυλικούς χρόνους παραμονής στο χώρο της ενδογενούς αναπνοής.



Σχήμα 5: Αυξομείωση λάσπης, μικροοργανισμών και κατανάλωση θρεπτικών σε συνάρτηση με το χρόνο.

Εάν κάνουμε ένα υπολογισμό της παραμέτρου r_{su} στην πρόβλεψη αύξησης της βιομάζας έχουμε:

$$r_{su} = kX(S / S_0)$$

Όπου

X = βιομάζα (μικροοργανισμοί), (g VSS / m³)

S = Η αύξηση της συγκέντρωσης του υποστρώματος, (g/m³, S_0 στην εισροή, S στην εκροή)

k = Ο μέγιστος ρυθμός αφομοίωσης του υποστρώματος (g υποστρώματος / g μικροοργανισμών•d

Τώρα εάν υπολογίσουμε το ρυθμό κατανάλωσης του οξυγόνου θα έχουμε:

$$R_o = Q(S_o - S) - 1.42 P_{X,bio} + 4.33Q(NO_x)$$

Όπου

R_o = συνολική απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, (g/d)

NO_x = η ποσότητα νιτροποιημένης αμμωνίας, (mg/L)

$P_{X,bio}$ = Η βιομάζα ως απομακρυσμένα VSS, (g/d)

Τυπικές τιμές: 102 g O₂/c•d (0.224 lb O₂/c•d)

Τυπικός φυσητήρας: 2.5 lb O₂/ hr-ώρα (συνεχής λειτουργία) για καλή ανάδευση της βιομάζας επομένως η ισχύς είναι περίπου 1/3 hp

Από τα παραπάνω υπολογίζουμε τη συνολική παραγωγή λάσπης:

$$P_{X,TSS} = QY(S_0 - S) / (1 + k_d SRT) + f_d k_d XV + QX_{o,i} + Q(TSS-VSS)$$

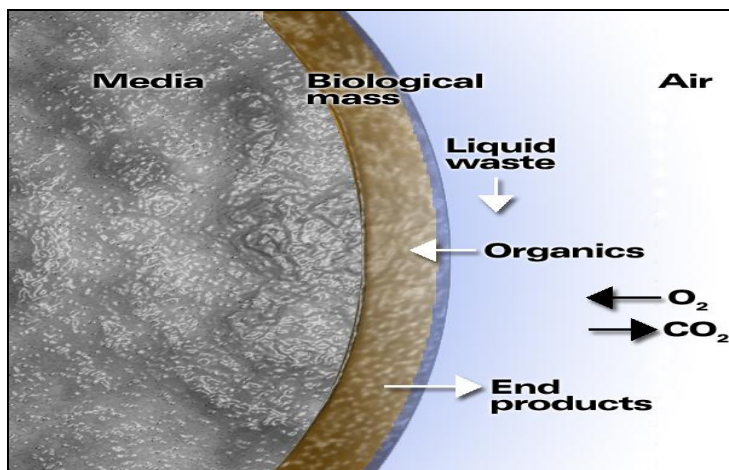
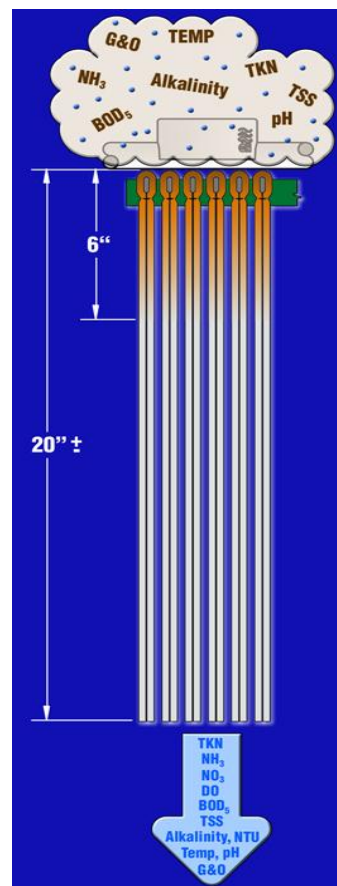
Όπου: $P_{X,TSS}$ είναι η ημερήσια παραγόμενη βιομάζα, (g/d)

Η τιμή που υπολογίζουμε είναι 0,07 lb/c•d. Αυτό σημαίνει ότι δύο κυβικά μέτρα υφάσματος με βιομάζα έχουν συνολικά μόνο 4 κιλά βιομάζα σε μορφή βιοφίλμ.

5. Διεργασίες

Όπως φαίνεται στο σχηματικό διάγραμμα δεξιά, στην επιφάνεια του υφάσματος και μέχρι και 25 εκατοστά βάθος, αναπτύσσεται βιοφίλμ μικροοργανισμών. Η συγκεκριμένη περιοχή είναι υπεύθυνη για την απομάκρυνση των TSS και των οργανικών ουσιών. Η οργανική ύλη αφομοιώνεται από τα ετεροτροφικά βακτήρια. Μετά που καλύπτεται η ανάγκη σε άνθρακα από τους μικροοργανισμούς, τα αυτοτροφικά βακτήρια καταναλώνουν ανόργανες ουσίες (όπως αμμωνία) μέσω νιτροποίησης.

Στο σχήμα 6 φαίνεται ο σχηματισμός του βιοφίλμ στην επιφάνεια του μέσου (ύφασμα) και οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα.



Σχήμα 6: Βιοφίλμ στην επιφάνεια του μέσου

Το σύστημα ADVANTEX παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην Ευρώπη και αντιπροσωπεύεται μαζί με όλα τα προϊόντα της Orenco Systems Incorporated (OSI) στη Νότια Ευρώπη, από τη DIALYNAS S.A. Σε συνεργασία με την Orenco Systems Incorporated θα παρουσιαστούν στη μεγαλύτερη περιβαλλοντική έκθεση του κόσμου, την IFAT-08 στο Μόναχο, στις 5-9 Μαΐου 2008.

6. Πηγές

Orenco Systems Inc. (OSI), <http://www.orenco.com/>,
814 Airway Avenue, Sutherlin, Oregon 97479, USA