

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΟΝΙΟΥ

**Β. Σαρασίδης<sup>1</sup>, Μ. Λέκκας<sup>1</sup>, Δ. Σιουτόπουλος<sup>1,\*</sup>, Σ. Πάτσιος<sup>1</sup>, Κ. Πλάκας<sup>1</sup>, Α. Καράμπελας<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων, Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

(\*[sioutop@certh.gr](mailto:sioutop@certh.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πιλοτική μονάδα αερόβιου βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (Aerobic Membrane BioReactor - aMBR) με δυναμικότητα 1m<sup>3</sup>/day, εγκαταστάθηκε σε βιομηχανία ανακύκλωσης χάρτου και παραγωγής χαρτονιού και λειτούργησε υπό ρεαλιστικές συνθήκες για επαρκές χρονικό διάστημα (>6 μήνες). Απώτερος σκοπός της λειτουργίας του aMBR, ο οποίος συνδυάζει την αερόβια βιολογική επεξεργασία με την ταυτόχρονη διήθηση μέσω μεμβρανών υπερδιήθησης<sup>[1]</sup>, ήταν η μείωση της κατανάλωσης των φυσικών πόρων (υπόγεια ύδατα) και η επαναχρησιμοποίηση του παραγόμενου νερού για την κάλυψη μέρους των αναγκών εντός της παραγωγικής διαδικασίας. Η πιλοτική μονάδα επεξεργάστηκε το υπερκείμενο υγρό της πρωτοβάθμιας καθίζησης της υφιστάμενης μονάδας βιολογικής επεξεργασίας της χαρτοβιομηχανίας με τα εξής χαρακτηριστικά: χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) 1620 mg/L, ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) 536 mg/L και ολικό άζωτο (TN) ~7,3 mg/L και θολρότητα 67 NTU.

Σύμφωνα με τα πειραματικές δοκιμές, προκύπτει ότι στις βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας επιτυγχάνονται ιδιαίτερα υψηλές απομακρύνσεις του οργανικού φορτίου (98% σε COD και TOC), ολικού αζώτου (95%) αλλά και πλήρης απομάκρυνση της θολρότητας (>99%), επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα της εν λόγω υβριδικής τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, σε συνθήκες ανηγμένης ροής διηθήματος 4 L/(m<sup>2</sup>·h), υδραυλικού χρόνου παραμονής 50 h, παροχής αερισμού 7,5 ml/min και περιοδικής αντίστροφης πλύσης με συχνότητα 1,5 min κάθε 4 min, ο αερόβιος βιοντιδραστήρας επιτυγχάνει συνεχή λειτουργία, οδηγώντας στην παραγωγή υψηλής ποιότητας διηθήματος, η οποία πληροί τις προδιαγραφές ασφαλούς διάθεσης (<125 mg/L COD) υγρών αποβλήτων σε υδάτινους αποδέκτες. Επιπρόσθετα, κατά τη συνεχή λειτουργία της πιλοτικής μονάδας καταγράφονται φαινόμενα ρύπανσης των μεμβρανών υπερδιήθησης, όπως υποδεικνύει η σταδιακή αύξηση της διαμεμβρανικής πίεσης με την πάροδο του χρόνου λειτουργίας. Τα φαινόμενα αυτά αποδίδονται αφενός στην ανάπτυξη στοιβάδας επικαθήσεων στην επιφάνεια των μεμβρανών, η οποία οφείλεται στη σχετικά υψηλή συγκέντρωση καολίνη και των αλάτων ασβεστίου στο υγρό απόβλητο και αφετέρου στην έμφραξη των πόρων της μεμβράνης. Η περιοδική εφαρμογή ενός συνδυαστικού πρωτοκόλλου χημικού καθαρισμού των μεμβρανών που περιλαμβάνει κιτρικό οξύ και υποχλωριώδες νάτριο επιτυγχάνει σχεδόν πλήρης ανάκτηση της διαπερατότητας των μεμβρανών (80-90%), με την μέση συχνότητα εφαρμογής του καθαρισμού να προσδιορίζεται στις 21 ημέρες.

Τα αποτελέσματα των πιλοτικών δοκιμών κρίνονται ενθαρρυντικά, ως εκ τούτου θεωρείται απαραίτητη η βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας της πιλοτικής μονάδας για την κλιμάκωση της τεχνολογίας, με απώτερο σκοπό την πλήρη εφαρμογή της από τη βιομηχανία.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** αερόβιος βιοντιδραστήρας μεμβρανών, απόβλητα βιομηχανίας χαρτονιού, πιλοτικές δοκιμές, ανακύκλωση νερού,

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Rodriguez-Saez L, Patsios S, Senan-Salinas J, Landaburu-Aguirre J, Molina S, Garcia-Calvo E. (2022). *Membranes*, 12, 218.