

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΤΕΛΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ****Χ. Παυλόπουλος<sup>1</sup>, Κ. Παπαδοπούλου<sup>1\*</sup>, Γ. Λυμπεράτος<sup>1, 2</sup>**<sup>1</sup> Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα<sup>2</sup> Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ), Σταδίου, Πλατάνι, Πάτρα, Ελλάδα\* [krapado@chemeng.ntua.gr](mailto:krapado@chemeng.ntua.gr)**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η χρήση φωτοβολταϊκών έχει σημειώσει σημαντική αύξηση παγκοσμίως από τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Όσο αυξάνονται οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, τόσο θα αυξάνεται και ο όγκος των φωτοβολταϊκών πλαισίων που φτάνουν το τέλος ζωής τους, οδηγώντας στη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων απορριμμάτων μέσα στις ερχόμενες δεκαετίες.

Απαιτείται επομένως ένα σχέδιο διαχείρισης, που θα επικεντρώνεται στην πρόληψη της ανεξέλεγκτης απόρριψής τους σε αποδέκτες με υψηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η εύρεση ικανών διόδων επαναχρησιμοποίησης των ημιαγωγών που χρησιμοποιούνται στα φωτοβολταϊκά είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Το πυρίτιο από ηλιακά κελιά φωτοβολταϊκών 1ης γενιάς, αφού ανακτηθεί μέσω θερμικής επεξεργασίας, μπορεί να τροποποιηθεί σε (φωτο)-καταλύτη μέσω χημικής επιφανειακής προσβολής. Έτσι μπορεί να βρεί εφαρμογή στην αναγωγή ρύπων, τη μετατροπή και την αποθήκευση ενέργειας (παραγωγή υδρογόνου). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας καταλύτη πυριτίου παρουσία κιτρικού οξέος έχει επιτευχθεί πλήρης αναγωγή διαλύματος εξασθενούς χρωμίου αρχικής συγκέντρωσης 15 mg/L σε λιγότερο από 90min.

Οι ημιαγωγοί μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα σε σύνθετα υλικά για να προσδώσουν διηλεκτρικές ιδιότητες στη μήτρα, με στόχο τη χρήση τους σε ηλεκτρονικές εφαρμογές, όπως πυκνωτές. Συγκεκριμένα, ανακτημένο πυρίτιο προστέθηκε σε μήτρα εποξειδικής ρητίνης σε ποσοστό έως 10% w/w χωρίς να μεταβάλει σημαντικά τις μηχανικές της ιδιότητες, ενώ ταυτόχρονα αύξησε την ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας του υλικού σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας και συχνότητας.

Τέλος, ο εγκλεισμός σε τσιμεντοκονία είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για την σταθεροποίηση βαρέων μετάλλων και για την παροχή μιας ασφαλούς εναλλακτικής απόρριψης με πιθανή χρήση σε κατασκευές. Φωτοβολταϊκά 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> γενιάς μετά από μηχανική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή δοκιμών τσιμέντου Portland ως αντικαταστάτες αδρανούς σε ποσοστά έως 20% w/w. Σε κάθε περίπτωση δοκιμές εκχύλισης έδειξαν πως η σταθεροποίηση του αποβλήτου ήταν επιτυχής, καθώς δεν ανιχνεύθηκαν βαρέα μέταλλα. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών 2<sup>ης</sup> γενιάς τα δοκίμια εμφανίζουν σημαντική βελτίωση μηχανικών αντοχών, έως και 57%, ακόμα και στις υψηλές περιεκτικότητες (15-20%).

Οι διάφορες εναλλακτικές οδοί χρήσης των απορριμμάτων φωτοβολταϊκών πάνελ που εξετάζονται παρουσιάζουν υποσχόμενα αποτελέσματα που καλύπτουν τόσο τη διαχείριση φωτοβολταϊκών 1ης όσο και 2ης γενιάς μετά το τέλος ζωής τους.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** φωτοβολταϊκά τέλους ζωής, ημιαγωγοί, φωτοκατάλυση, διηλεκτρικό υλικό, σταθεροποίηση.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Τα φωτοβολταϊκά τέλους ζωής που χρησιμοποιήθηκαν τα προμήθευσε η ΠΟΛΥΕΚΟ ΑΕ. Η έρευνα συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και ελληνικούς εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία, με ονομασία ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- [1] IRENA, International Renewable Energy Agency (2016), End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels, report. <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels>,
- [2] Naama, S., Hadjersi, T., Menari, H., Nezzal, G., Ahmed, L.B., Lamrani, S. (2016). Mater. Res. Bull. 76: 317-326
- [3] Peng, K.Q., Wang, X., Li, L., Hu, Y., Lee, S.T. (2013). Nano Today 8, Issue 1, 75-97.
- [4] Psarras, G.C., Manolakaki, E., Tsangaris, G.M. (2003). Science Direct, Composites: Part A 34, 1187–1198,
- [5] Savvi Iotidou, V., Antoniou, A., Gidarakos, E. (2017). Waste Manag. 59, 394–402.
- [6] Skripkiūnas, G., Vasarevičius, S., Danila, V. (2018). Cem. Concr. Compos. 85, 174–182.