

# TURNING WASTE INTO VALUE: ECO-FRIENDLY THERMAL INSULATING MORTARS FROM RECYCLED RIGID FOAMS

Kountouris A.<sup>1,2,3</sup>, Efstathiou K.<sup>3</sup>, Kostoglou N.<sup>4</sup>, Manolakos D.<sup>1</sup> and **Rebholz C.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*School of Mechanical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece*

<sup>2</sup>*Department of Mechanical & Manufacturing Engineering, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus,  
Email: [claus@ucy.ac.cy](mailto:claus@ucy.ac.cy)*

<sup>3</sup>*Nicolaidis & Kountouris Metal Company Ltd., Nicosia, Cyprus*

<sup>4</sup>*Institute of Geoenergy, Foundation for Research & Technology – Hellas, Chania, Greece*

## ABSTRACT

Plastic waste poses a growing environmental challenge, driving increasing interest in its reuse in sustainable construction materials. This study investigates the use of recycled rigid polyurethane (PUR) and polystyrene (PS) foams as primary lightweight aggregates (>90 vol.%) in premixed thermal insulating mortars for floor and roof applications. The binder system comprises Portland cement and hydrated lime, without the addition of sand, and is optimized with targeted additives to enhance mechanical, physical and thermal performance. The results show that key properties – density, compressive strength and thermal conductivity – are strongly governed by the PUR/PS content and overall mix design. Optimized formulations achieved compressive strengths of 1.0 and 0.85 N/mm<sup>2</sup>, densities of 420 and 340 kg/m<sup>3</sup> and thermal conductivities of 0.07 and 0.09 W/mK for PUR- and PS-based mortars, respectively, demonstrating a favourable balance between mechanical integrity and insulation performance. Scale-up was successfully demonstrated through the design and implementation of a prototype production system with a capacity of 1500 L of insulating mortar per h (equivalent to 20 bags of 75 L) [1]. The developed materials show strong potential for practical application, particularly in regions where plastic waste is still predominantly landfilled. Overall, this work supports the development of circular, low-impact construction materials and highlights the potential for further integration of diverse plastic waste streams into high-performance insulating systems.

## References

[1] A. Kountouris, K. Efstathiou, N. Kostoglou, D. Manolakos, C. Rebholz, A New Recycling Technology to Produce Premixed Thermal Insulating Mortars from Polyurethane Waste Foams, *Polymers*, 2025, 17, 2233.

# ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΑΞΙΑ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥΣ ΑΚΑΜΠΤΟΥΣ ΑΦΡΟΥΣ

Kountouris A.<sup>1,2,3</sup>, Efstathiou K.<sup>3</sup>, Kostoglou N.<sup>4</sup>, Manolakos D.<sup>1</sup> and **Rebholz C.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*School of Mechanical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece*

<sup>2</sup>*Department of Mechanical & Manufacturing Engineering, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus,  
Email: [claus@ucy.ac.cy](mailto:claus@ucy.ac.cy)*

<sup>3</sup>*Nicolaidis & Kountouris Metal Company Ltd., Nicosia, Cyprus*

<sup>4</sup>*Institute of Geoenergy, Foundation for Research & Technology – Hellas, Chania, Greece*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν μια ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική πρόκληση, ενισχύοντας το ενδιαφέρον για την επαναχρησιμοποίησή τους σε βιώσιμα δομικά υλικά. Η παρούσα μελέτη διερευνά τη χρήση ανακυκλωμένων άκαμπτων αφρών πολυουρεθάνης (PUR) και πολυστυρενίου (PS) ως κύριων ελαφρών αδρανών (>90% κατ' όγκο) σε προαναμεμιγμένα θερμομονωτικά κονιάματα για εφαρμογές σε δάπεδα και στέγες. Το συνδετικό σύστημα αποτελείται από τσιμέντο Portland και υδρασβέστη, χωρίς προσθήκη άμμου, και βελτιστοποιείται με κατάλληλα πρόσθετα για την ενίσχυση των μηχανικών, φυσικών και θερμικών ιδιοτήτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι βασικές ιδιότητες, όπως η πυκνότητα, η θλιπτική αντοχή και η θερμική αγωγιμότητα, καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητα σε PUR/PS και τον συνολικό σχεδιασμό του μίγματος. Οι βελτιστοποιημένες συνθέσεις πέτυχαν θλιπτικές αντοχές 1.0 και 0.85 N/mm<sup>2</sup>, πυκνότητες 420 και 340 kg/m<sup>3</sup> και θερμικές αγωγιμότητες 0.07 και 0.09 W/mK για κονιάματα με βάση PUR και PS, αντίστοιχα, επιδεικνύοντας μια ευνοϊκή ισορροπία μεταξύ μηχανικής αντοχής και θερμομονωτικής απόδοσης. Η κλιμάκωση της διεργασίας επιβεβαιώθηκε επιτυχώς μέσω του σχεδιασμού και της υλοποίησης ενός πρωτότυπου συστήματος παραγωγής με δυναμικότητα 1500 L θερμομονωτικού κονιάματος ανά ώρα (ισοδύναμο με 20 σακιά των 75 L) [1]. Τα αναπτυγμένα υλικά παρουσιάζουν σημαντικές δυνατότητες πρακτικής εφαρμογής, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου τα πλαστικά απόβλητα εξακολουθούν να οδηγούνται κυρίως σε χώρους υγειονομικής ταφής. Συνολικά, η εργασία αυτή συμβάλλει στην ανάπτυξη κυκλικών και χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος δομικών υλικών, αναδεικνύοντας τη δυνατότητα περαιτέρω ενσωμάτωσης διαφορετικών ρευμάτων πλαστικών αποβλήτων σε θερμομονωτικά συστήματα υψηλής απόδοσης.

## Βιβλιογραφία

[1] A. Kountouris, K. Efstathiou, N. Kostoglou, D. Manolakos, C. Rebholz, A New Recycling Technology to Produce Premixed Thermal Insulating Mortars from Polyurethane Waste Foams, *Polymers*, 2025, 17, 2233.