

## ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΙΟΜΠΕΛΙΤΙΚΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Γ. Ζώκαρης<sup>\*1</sup>, Α. Δεσκάλι<sup>1,2</sup>, Μ. Δ. Καμίτσου<sup>1,2</sup>, Δ. Κ. Κανελλοπούλου<sup>1,2</sup>, Α. Χριστογέρου<sup>1,2</sup>, Γ. Ν. Αγγελόπουλος<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ρίο, Ελλάδα

<sup>2</sup> INVALOR: Ερευνητική Υποδομή για την Αξιοποίηση Αποβλήτων και Αειφόρου Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ρίο, Ελλάδα

(\*zokarisgeorge@gmail.com)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το τσιμέντο αποτελεί το συνηθέστερο δομικό υλικό για την κατασκευή κτιρίων και έργων κοινής ωφελείας για την ανάπτυξη του πολιτισμού μας. Η βιομηχανία παραγωγής τσιμέντου είναι μία δραστηριότητα έντασης πυράς. Στην Ελλάδα ευνοείται από το υφιστάμενο υπέδαφος, που είναι πλούσιο σε ασβεστολιθικά πετρώματα και που αποτελούν τη βασική πρώτη ύλη για την παρασκευή του. Επομένως, η τσιμεντοβιομηχανία αποτελεί ίσως τη πιο σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα στον Ελλαδικό χώρο με μεγάλες εξαγωγικές δυνατότητες και σπουδαία συμβολή στην οικονομία.

Διεθνώς, η ετήσια παραγωγή τσιμέντου υπερβαίνει τους τρεις δισεκατομμύρια τόνους. Δεδομένου ότι η διεργασία παραγωγής τσιμέντων (Portland) είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα και επιβαρυντική για το περιβάλλον, η ερευνητική κοινότητα έχει στραφεί στην εύρεση πιο «πράσινων» τσιμέντων. Μία υποσχόμενη λύση, αποτελούν τα θειομπελιτικά τσιμέντα, τα οποία απαιτούν θερμοκρασίες έψησης 1280-1350°C, αισθητά μικρότερες από των Portland (1450°C). Επίσης, η παραγωγή τους ευνοεί την αξιοποίηση παραπροϊόντων (π.χ. γύψου FGD) και δεν απαιτεί αλλαγές στην υφιστάμενη παραγωγική διαδικασία της τσιμεντοβιομηχανίας. Το συγκεκριμένου τύπου τσιμέντο, λόγω της σύστασής του και των χαμηλότερων θερμοκρασιών έψησης κατά την παραγωγή του συνεπάγεται μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα, καθώς και μείωση του κόστους παραγωγής εξαιτίας της μικρότερης απαίτησης σε καύσιμα.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση μίας εικονικά εγκατεστημένης μονάδας παραγωγής θειομπελιτικών τσιμέντων με τη χρήση μαθηματικού προγραμματισμού. Το πρόβλημα που μελετάται προς επίλυση είναι η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος για τη διεργασία έψησης του κλίνκερ, μιας από τις πιο δαπανηρές διεργασίες της παραγωγής. Το μαθηματικό μοντέλο που προτείνεται βασίζεται στη μελέτη των ισοζυγίων μάζας και ενέργειας για τη διεργασία και στην επιλογή συμβατικών ή/και εναλλακτικών καυσίμων και πρώτων υλών. Το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης είναι ένα βέλτιστο μείγμα καυσίμων και πρώτων υλών που ελαχιστοποιεί τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και μειώνει το ετήσιο κόστος παραγωγής. Τέλος, η εφαρμογή αυτού του μοντέλου μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιαδήποτε κλίμακας τσιμεντοβιομηχανία.

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «INVALOR: Ερευνητική Υποδομή για την Αξιοποίηση Αποβλήτων και Αειφόρου Διαχείρισης Φυσικών Πόρων» (MIS 5002495) που εντάσσεται στη Δράση «Ενίσχυση των Υποδομών Έρευνας και Καινοτομίας» και χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2014-2020, με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης).

