**Κατασκευή μοντέλου Μικτού Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού για τον προγραμματισμό παραγωγής σε βιομηχανία κατασκευής χαλύβδινων κοιλοδοκών**

**Π. Γεωργίου1,2, Α. Κούκα2, Ν. Τσαπάρας3**

1 Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών,

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

2 Σπουδαστήριο Επιχειρησιακής Έρευνας, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ρίο, Ελλάδα

3 Star Bulk Carriers Corp, Μαρούσι, Ελλάδα

*\** [*png@chemeng.ntua.gr*](mailto:png@chemeng.ntua.gr)

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ο Προγραμματισμός Παραγωγής είναι αναπόσπαστο τμήμα στο πλαίσιο λήψης απόφασης για επιχειρήσεις οι οποίες ασκούν παραγωγικές δραστηριότητες, και αναφέρεται σε προβλήματα βραχυπρόθεσμου και μεσοπρόθεσμου χρονικού ορίζοντα. Στον τομέα της βιομηχανίας, ο προγραμματισμός παραγωγής ασχολείται με συστήματα τα οποία αποτελούνται από πολλά συστατικά στοιχεία όπως πόροι (Α΄ ύλες, ενέργεια, ανθρώπινο δυναμικό κ.ά.), διεργασίες μετατροπής και παραγωγής, προϊόντα, ζήτηση πελατών, αποθηκευτικοί χώροι κ.λπ. Βασικό αντικείμενό του είναι η λήψη αποφάσεων για το μέγεθος και τον χρονοπρογραμματισμό των παρτίδων προϊόντων, το μέγεθος και τον χρόνο προμήθειας πόρων, τα επίπεδα αποθεμάτων κ.λπ. προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση με τον βέλτιστο οικονομικά ή/και αποδοτικά τρόπο, ικανοποιώντας συγχρόνως πολλαπλούς τεχνολογικούς, οικονομικούς, χρονικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και λογικούς περιορισμούς. Ο επιστημονικός τομέας της βελτιστοποίησης και συγκεκριμένα ο κλάδος του Μαθηματικού Προγραμματισμού προσφέρει το κατάλληλο πλαίσιο για τη διαχείριση, μοντελοποίηση και επίλυση τέτοιων σύνθετων και πολύπλευρων προβλημάτων της βιομηχανίας.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ένα αιτιοκρατικό μοντέλο Μικτού Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού για τον προγραμματισμό παραγωγής μιας βιομηχανίας κατασκευής χαλύβδινων κοιλοδοκών, σε χρονικό ορίζοντα 12 μηνών, υπό τη δεδομένη ζήτηση σημαντικού πλήθους κατηγοριών κοιλοδοκών. Η αντικειμενική συνάρτηση του εν λόγω προβλήματος αφορά την ελαχιστοποίηση του συνολικού ετήσιου κόστους παραγωγής, έχοντας ως πυρήνα την ύπαρξη οικονομιών κλίμακας κατά την προμήθεια Α΄ υλών. Βασικά γνωρίσματα του μοντέλου βελτιστοποίησης είναι η εισαγωγή διαβαθμισμένων ποσοστών έκπτωσης ανάλογα με το μέγεθος παραγγελίας χαλύβδινων σπειρών, η συγκεκριμένη δυναμικότητα της γραμμής παραγωγής και η μέγιστη διαθεσιμότητα του αποθηκευτικού χώρου. Στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας διερευνάται και ιεραρχείται η επίδραση ορισμένων παραμέτρων του συστήματος στη δημιουργία των βέλτιστων προγραμμάτων παραγωγής καθώς και στη μηνιαία διακύμανση του ύψους παραγωγής σε σύγκριση με τη ζήτηση. Η αναμενόμενη ανακατανομή του παραγωγικού φόρτου άπτεται της αντισταθμιστικής σχέσης μεταξύ παραγωγικότητας και ευελιξίας. Η ευελιξία ενισχύεται όταν διευρύνεται η ικανότητα αποθήκευσης, η οποία και συνεπάγεται περισσότερα οικονομικά οφέλη λόγω της μεγαλύτερης αξιοποίησης τόσο των οικονομιών κλίμακας όσο και της παραγωγικής δυναμικότητας. Κατά τη μοντελοποίηση του προβλήματος σε περιβάλλον GAMS, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στη μετατροπή μη γραμμικών εκφράσεων σε γραμμικές, υιοθετώντας κατάλληλες τεχνικές γραμμικοποίησης, ενώ ενσωματώνεται και ο προσδιορισμός του μηνιαίου προγράμματος συντήρησης του μηχανήματος κοπής των κοιλοδοκών, με χρήση ακέραιων μεταβλητών απόφασης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Προγραμματισμός Παραγωγής, Μικτός Ακέραιος Γραμμικός Προγραμματισμός, Συνδυαστική Βελτιστοποίηση, Βιομηχανία Χάλυβα, Κοιλοδοκοί

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

[1] Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). Production Planning by Mixed Integer Programming. Springer

[2] Georgiadis, G. P., Elekidis, A. P., & Georgiadis, M. C. (2019). *Processes*. 7(7), 438.

[3] Grossmann, I. E., van den Heever, S. A., & Harjunkoski, I. (2002). *American Institute of Chemical Engineers symposium series 98*. 150-168.

[4] Dantzig, G. B., & Thapa, M. N. (1997). Linear Programming 1. Springer-Verlag New York

[5] Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004). Operations research: applications and algorithms (4th ed.). Thomson Learning.

[6] Guzman, E., Andres, B., & Poler, R. (2021). *J. Ind. Inf. Integr.* 100287.