

ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**Γ. Π. Γεωργιάδης^{1,2}, Μ. Γεωργιάδης^{1,2,*}**¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα²Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), Θεσσαλονίκη, Ελλάδα(*mgeorg@cperi.certh.gr)**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός σε συνδυασμό με την παγκοσμιοποίηση των αγορών έχει μειώσει αισθητά τα περιθώρια κέρδους στις βιομηχανίες τροφίμων, επομένως η βέλτιστη λειτουργία τους είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της βιωσιμότητάς τους. Ο βέλτιστος χρονοπρογραμματισμός παραγωγής οδηγεί στην καλύτερη πάνω στο χρόνο αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων μιας μονάδας παραγωγής, και ως έτσι αποτελεί κύριο παράγοντα για την βελτίωση της αποδοτικότητας μιας βιομηχανίας. Σύμφωνα με την τρέχουσα βιομηχανική πρακτική όλες οι αποφάσεις σχετιζόμενες με τον χρονοπρογραμματισμό παραγωγής λαμβάνονται συνήθως εμπειρικά από τους χειριστές και τους μηχανικούς παραγωγής. Η αξιοποίηση υπολογιστικών εργαλείων θα μπορούσε να υποβοηθήσει το έργο των μηχανικών παραγωγής, οδηγώντας σε συστηματική βελτίωση των αποφάσεων τους^[1]. Παρά το πλούσιο ερευνητικό έργο, ελάχιστη προσοχή έχει δοθεί στην εφαρμογή υπολογιστικών τεχνικών χρονοπρογραμματισμού παραγωγής σε πραγματικές βιομηχανίες επεξεργασίας και παραγωγής τροφίμων^[2]. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο αριθμό των τελικών προϊόντων, αλλά και στην πολυπλοκότητα της παραγωγής που αποτελείται από πολλαπλά στάδια συνεχούς και διαλείπουσας λειτουργίας.

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργασία αυτή παρουσιάζει μια συστηματική προσέγγιση μαθηματικού προγραμματισμού για την βελτιστοποίηση του χρονοπρογραμματισμού παραγωγής σε μεγάλης κλίμακας βιομηχανίες τροφίμων. Συγκεκριμένα, εξετάζεται το πρόβλημα της FRINSA μιας ισπανικής κονσερβοποιίας ψαριού. Η υπό εξέταση μονάδα παράγει περισσότερα από 400 τελικά προϊόντα με ημερήσια δυναμικότητα 3-5 εκατομμυρίων κονσερβών. Ο κύριος στόχος είναι να αναπτυχθεί ένα βελτιστοποιημένο εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί μια αντικειμενική συνάρτηση (χρόνος ολοκλήρωσης παραγωγής, συνολικό κόστος παραγωγής). Η μοντελοποίηση όλων των σταδίων παραγωγής (πλήρωση και σφράγιση, αποστείρωση, συσκευασία τελικών προϊόντων) είναι επιβεβλημένη για την εφαρμογή προγραμμάτων παραγωγής που μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη. Από όσο γνωρίζουμε, δεν έχει μελετηθεί μέχρι στιγμής ένα πρόβλημα τέτοιας πολυπλοκότητας, όπου ένας πολύ μεγάλος αριθμός προϊόντων πρέπει να παραχθεί σε μια μονάδα παραγωγής που αποτελείται από πολλαπλά στάδια μεικτής συνεχούς και διαλείπουσας λειτουργίας, που έχουν πολλαπλές παράλληλες συσκευές.

Η προτεινόμενη στρατηγική επίλυσης αποτελείται από τρία επιμέρους βήματα. Συγκεκριμένα, ένα μοντέλο μεικτού-ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού (MILP), που βασίζεται σε προηγούμενη εργασία μας^[3], χρησιμοποιείται για να οριστούν βέλτιστα όλες οι αποφάσεις χρονοπρογραμματισμού. Επιπλέον, απαιτείται ένας ειδικός αλγόριθμος για τη μετατροπή των εισερχόμενων παραγγελιών σε παρτίδες που πρέπει να υποστούν επεξεργασία ώστε να καλυφθεί η ζήτηση. Τέλος, εφαρμόζεται ένας αλγόριθμος για τη διάσπαση του αρχικού προβλήματος σε μικρότερα (decomposition-algorithm), προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού σε έναν υπολογιστικό χρόνο αποδεκτό από τη βιομηχανία. Για να μειωθεί περαιτέρω η απαιτούμενη υπολογιστική πολυπλοκότητα του προβλήματος, επιβάλλονται λογικοί, λειτουργικοί και τεχνικοί περιορισμοί. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπό εξέταση βιομηχανίας, όπως η διαθεσιμότητα του ατμού και η διασφάλιση της ποιότητας των τελικών προϊόντων, λαμβάνονται υπόψη. Η προτεινόμενη στρατηγική επίλυσης εφαρμόστηκε επιτυχώς σε μια σειρά προβλημάτων, έχοντας ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των υπερωριών και τη συνολική αύξηση της αποδοτικότητας της μονάδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ[1] Harjunkski I. (2016). *Comput. Chem. Eng.*, 91: 127–135.[2] Harjunkski I. et al. (2014). *Comput. Chem. Eng.*, 62: 161–193.[3] Kopanos G. M., Puigjaner L., and Georgiadis M. C. (2011). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 50(10): 6316–6324.