

ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Μ. Ε. Σαμουηλίδου¹, Α. Ελεκίδης¹, Γ. Γεωργιάδης¹, Μ. Χ. Γεωργιάδης^{1,*}

¹ Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 54124, Ελλάδα

* mgeorg@auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σύγχρονη εποχή, οι βιομηχανίες διεργασιών προσπαθούν να ικανοποιήσουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος. Παράλληλα, μεγάλο μέρος του χρόνου παραγωγής σπαταλάται στο καθαρισμό και τη συντήρηση του εξοπλισμού, σε συχνές εναλλαγές επεξεργασίας προϊόντων και σε νεκρά διαστήματα παραγωγής, ενώ η φθαρτή και αναλώσιμη φύση κάποιων προϊόντων καθιστά απαραίτητη την άμεση παραγωγή και παράδοση τους^[1]. Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα των προϊόντων, να ελαχιστοποιηθεί το κόστος και να διασφαλιστεί η έγκαιρη παράδοση των παραγγελιών, κρίνεται απαραίτητος ο αποτελεσματικός χρονοπρογραμματισμός της παραγωγής^[2]. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το χρονοπρογραμματισμό της παραγωγής βιομηχανικών διεργασιών πολλαπλών σταδίων και προϊόντων, χρησιμοποιώντας τόσο τεχνικές βελτιστοποίησης όσο και μεθόδους προσομοίωσης. Συγκεκριμένα, το πρόβλημα αφορά την ημισυνεχή διεργασία παραγωγής γιαουρτιού σε δύο μεγάλες ελληνικές βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων. Έμφαση δίνεται στο συνεχές στάδιο της συσκευασίας, το οποίο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συμφόρηση, ενώ τα προηγούμενα στάδια διαλείπουσας λειτουργίας, που αφορούν την προετοιμασία του γιαουρτιού, μοντελοποιούνται με τους ανάλογους περιορισμούς. Ο μεγάλος αριθμός των προϊόντων και η ύπαρξη πολλαπλών σταδίων και γραμμών παραγωγής καθιστά το πρόβλημα αρκετά περίπλοκο^[3]. Αρχικά, αναπτύσσεται ένα μαθηματικό μοντέλο μεικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού (MILP) για τη βελτιστοποίηση του βραχυπρόθεσμου χρονοπρογραμματισμού παραγωγής των δύο βιομηχανιών^[4]. Το μοντέλο περιέχει όλους τους λειτουργικούς και σχεδιαστικούς περιορισμούς που διέπουν την παραγωγική διαδικασία και αποσκοπεί στην εξαγωγή του προγράμματος παραγωγής που χαρακτηρίζεται από το ελάχιστο δυνατό κόστος. Στη συνέχεια, τα ίδια προβλήματα εισάγονται και επιλύονται στο διαδραστικό λογισμικό SCHEDULEPRO™, το οποίο προσδιορίζει τον χρονοπρογραμματισμό παραγωγής των εγκαταστάσεων μέσω τεχνικών προσομοίωσης και εμπειρικών κανόνων. Επίσης, εξετάζεται η περίπτωση επέκτασης της δυναμικότητας των εργοστασίων, προσθέτοντας μια επιπλέον γραμμή συσκευασίας. Έπειτα από σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο προσεγγίσεων, διαπιστώνεται ότι το μαθηματικό μοντέλο οδηγεί σε λύσεις με σημαντικά μειωμένο κόστος παραγωγής. Ωστόσο, το λογισμικό προσομοίωσης SCHEDULEPRO™ παρουσιάζει μειωμένο υπολογιστικό κόστος, ενώ μέσω αυτού είναι εφικτό να αναπτυχθεί ο χρονοπρογραμματισμός παραγωγής γρήγορα και χωρίς ιδιαίτερη εκπαίδευση του χρήστη. Συμπερασματικά, οι τεχνικές βελτιστοποίησης κρίνονται καταλληλότερες για τη λύση περίπλοκων off-line προβλημάτων χρονοπρογραμματισμού της παραγωγής, όπως αυτά που μελετήθηκαν σε αυτή την εργασία, όταν το υπολογιστικό κόστος δεν θεωρείται απαγορευτικό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Χρονοπρογραμματισμός παραγωγής, Βελτιστοποίηση, MILP, Προσομοίωση, Γαλακτοβιομηχανίες

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Koulouris, A., Misailidis, N., & Petrides, D. (2021). *Food and Bioproducts Processing*. 126: 317-333

[2] Maravelias, C. T. (2012). *AIChE Journal*. 58 (6): 1812-1828

[3] Georgiadis, G. P., Pampin, B. M., Cabo, D. A., & Georgiadis, M. C. (2020). *Computers & Chemical Engineering*. 134

[4] Kopanos, G., Puigjaner, L., & Georgiadis, M. C. (2010). *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 49 (2): 701-718