

## ΒΙΩΣΙΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕΣΩ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Π. Γεωργίου<sup>1\*</sup>, Φ. Ψαθάς<sup>2</sup>, Α. Ρεντιζέλας<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τομέας Διοίκησης & Οργάνωσης, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ρίο, Ελλάδα

<sup>2</sup> Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

(\*[p.georgiou@upatras.gr](mailto:p.georgiou@upatras.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιομάζα συνιστά μία βασική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών κεντρικών και δεσπαρμένων συστημάτων είτε με απευθείας αξιοποίησή της ως ηλεκτρική και θερμική ενέργεια ή/και μέσω της μετατροπής της σε βιοκαύσιμα. Η βιομάζα μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές όπως ενεργειακές καλλιέργειες, αστικά και κτηνοτροφικά απόβλητα, υπολείμματα γεωργίας και δασοκομίας κ.ά. Στην παρούσα μελέτη η εστίαση αφορά την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς και τον σχεδιασμό αποτελεσματικών εφοδιαστικών αλυσίδων στο πλαίσιο του περιορισμού της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος στον τομέα των μεταφορών, όπως ορίζεται από τους φιλόδοξους στόχους τους οποίους έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση <sup>[1,2]</sup>.

Ο σχεδιασμός της εφοδιαστικής αλυσίδας βιομάζας-βιοκαυσίμου αποτελεί μία σημαντική και απαιτητική διαδικασία για την οποία πρέπει να λαμβάνονται ταυτόχρονα υπόψη η ισορροπία μεταξύ παραγωγικότητας και ευελιξίας, καθώς και οι διαστάσεις της βιωσιμότητας. Βασικοί επιδραστικοί παράγοντες αποτελούν τα εγγενή χαρακτηριστικά της βιομάζας: η αβεβαιότητα, η εποχικότητα και η διασπορά στη διαθεσιμότητά της <sup>[3]</sup>. Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου μοντέλου το οποίο αναπαριστά ολόκληρη την αλυσίδα αξίας στα διαδοχικά στάδια της συγκομιδής, αποθήκευσης, μεταφοράς και μετατροπής της βιομάζας μέχρι την τελική παραγωγή βιοκαυσίμων. Έχει τη δυνατότητα συμπερίληψης και ομαδοποίησης μεγάλου αριθμού τοποθεσιών και διαφορετικών εκτάσεων καλλιέργειας ενεργειακών φυτών, υπολογισμού των αποστάσεων και χρήσης διαφόρων μέσων μεταφοράς, χωροθέτησης και διαστασιολόγησης αποθηκευτικών χώρων καθώς και επιλογής των κατάλληλων θερμοχημικών διεργασιών επεξεργασίας της βιομάζας με όρους επιλογής τεχνολογίας (Fast Pyrolysis, Supercritical Water Gasification-Fischer Tropsch Synthesis) και προσδιορισμού δυναμικότητας <sup>[4]</sup>. Σημαντική καινοτομία αποτελεί η προσθήκη κινητών μονάδων επεξεργασίας της βιομάζας με σκοπό την αποκέντρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας, την αντιμετώπιση των προαναφερθεισών προκλήσεων της εποχικότητας και της αβεβαιότητας, και την ενίσχυση της ευελιξίας του όλου παραγωγικού συστήματος <sup>[5]</sup>. Η μοντελοποίηση του όλου συστήματος πραγματοποιείται με χρήση του Μικτού Ακεραίου Γραμμικού Προγραμματισμού και έχει ως σκοπό την υποστήριξη λήψης αποφάσεων με κριτήρια βελτιστοποίησης την τεχνικο-οικονομική και περιβαλλοντική απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας <sup>[6]</sup>. Τα αποτελέσματα επισημαίνουν την ύπαρξη μεθόδων συγκομιδής και συνδυασμού σταθερών και κινητών τεχνολογιών επεξεργασίας της βιομάζας οι οποίες συνδράμουν και στους δύο ανωτέρω στόχους μέσω της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης και του περιορισμού του κόστους μεταφοράς.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Βιομάζα, βιοκαύσιμα, βελτιστοποίηση, εφοδιαστική αλυσίδα, βιωσιμότητα

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] European Parliament. (2019). The European Green Deal-European Parliament Resolution of 15 January 2020 on the European Green Deal (2019/2956(RSP)).
- [2] International Energy Agency. (2017). Technology roadmap: delivering sustainable bioenergy. *IEA*, Paris.
- [3] Leboreiro J; Hilaly A.K. (2011). Biomass transportation model and optimum plant size for the production of ethanol. *Bioresour. Technol.*, 102, 2712–2723.
- [4] Bridgwater A.V. (2012). Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass Bioenergy*, 38, 68–94.
- [5] Sharifzadeh M, Garcia M.C, Shah N. (2015). Supply chain network design and operation: Systematic decision-making for centralized, distributed, and mobile biofuel production using mixed integer linear programming (MILP) under uncertainty. *Biomass Bioenergy*, 81, 401–414.
- [6] Moretti L, Milani M, Lozza G.G, Manzolini G. (2021). A detailed MILP formulation for the optimal design of advanced biofuel supply chains. *Renew. Energy*, 171, 159–175.