

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Μ. Καρμέλλος\*, Π. Γεωργίου, Γ. Μαυρωτάς

Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

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

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής ενέργειας (Distributed Energy Systems) μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην παροχή ενέργειας (ηλεκτρισμός, θερμότητα, ψύξη) σε τοπικό επίπεδο με μειωμένο συνολικό κόστος και μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Τέτοια συστήματα έχουν το πλεονέκτημα της παραγωγής ενέργειας κοντά στους χρήστες επιτυγχάνοντας λιγότερες απώλειες ενέργειας, και μπορούν να αποτελέσουν πρότυπο για τον μελλοντικό σχεδιασμό ολοκληρωμένων ενεργειακών συστημάτων σε περιφερειακό/τοπικό επίπεδο. Για την παροχή ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε συμβατικές μονάδες (λέβητες, αντλίες θερμότητας, μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας), είτε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), π.χ. φωτοβολταϊκά συστήματα, ανεμογεννήτριες. Ο σχεδιασμός τέτοιων συστημάτων μπορεί να υλοποιηθεί με μοντέλα πολυκριτηριακού μαθηματικού προγραμματισμού, ειδικότερα με χρήση του Πολυκριτηριακού Μικτού Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού (*Multi-objective Mixed Integer Linear Programming*) με αντικειμενικές συναρτήσεις την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους (κόστος κεφαλαίου, κόστος λειτουργίας και κόστος συντήρησης) και την ελαχιστοποίηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Στη βιβλιογραφία έχει αποδειχθεί ότι τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής ενέργειας μπορούν να προσφέρουν λύσεις οι οποίες ελαχιστοποιούν το συνολικό ετήσιο κόστος σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα, και μπορούν να προσφέρουν σημαντική μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> [1-4].

Με δεδομένο ότι κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αβεβαιότητα στις παραμέτρους (π.χ. κόστος φυσικού αερίου, τιμή ηλεκτρισμού, ένταση ηλιακής ακτινοβολίας κ.ο.κ.), η παρούσα εργασία παρουσιάζει μία μεθοδολογία σχεδιασμού συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής υπό αβεβαιότητα, με χρήση συγκεκριμένων τεχνικών όπως το κριτήριο *minimax regret* και η ανάλυση Monte Carlo [5]. Η μεθοδολογία αυτή δίνει ως λύσεις τη διάταξη του δικτύου παροχής θερμότητας, τις τεχνολογίες που θα εγκατασταθούν σε κάθε κτίριο και την αντίστοιχη ισχύ τους, την ωριαία παραγωγή τους και τέλος την ανταλλαγή ηλεκτρισμού μεταξύ των κτηρίων και του εθνικού συστήματος ηλεκτρισμού (ή του μικροδικτύου αν επιλεγεί).

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Morvaj B, Evins R, Carmeliet J. Optimising urban energy systems : simultaneous system sizing , operation and district heating network layout. *Energy* 2016;116:619–36. doi:10.1016/j.energy.2016.09.139.
- [2] Mehleri ED, Sarimveis H, Markatos NC, Papageorgiou LG. Optimal design and operation of distributed energy systems: Application to Greek residential sector. *Renew Energy* 2013;51:331–42. doi:10.1016/j.renene.2012.09.009.
- [3] Omu A, Choudhary R, Boies A. Distributed energy resource system optimisation using mixed integer linear programming. *Energy Policy* 2013;61:249–66. doi:10.1016/j.enpol.2013.05.009.
- [4] Karmellos M, Mavrotas G. Multi-objective optimization and comparison framework for the design of Distributed Energy Systems. *Energy Convers Manag* 2019;180:473–95. doi:10.1016/j.enconman.2018.10.083.
- [5] Mavromatidis G, Orehounig K, Carmeliet J. Comparison of alternative decision-making criteria in a two-stage stochastic program for the design of distributed energy systems under uncertainty. *Energy* 2018;156:709–24. doi:10.1016/J.ENERGY.2018.05.081.