

## ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΗΣ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΩΝ ΑΓΟΡΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Ξ. Βουλκόπουλος<sup>1</sup>, Χ. Δημητριάδης<sup>1</sup>, Μ. Γεωργιάδης<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

(\*[mgeorg@auth.gr](mailto:mgeorg@auth.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου μηχανισμού για την εκκαθάριση της συζευγμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου τόσο για την αγορά επόμενης ημέρας όσο και για την αγορά εξισορρόπησης. Ο μηχανισμός εκκαθάρισης μοντελοποιείται μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου μεικτού αέριου γραμμικού προγραμματισμού. Ο Διαχειριστής ο οποίος είναι υπεύθυνος για την εκκαθάριση της συζευγμένης αγοράς, δέχεται προσφορές από τους συμβατικούς παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και από τους πελάτες - καταναλωτές. Στόχος του Διαχειριστή και κατ' επέκταση και του μαθηματικού μοντέλου που αναπτύσσεται είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους εκκαθάρισης της αγοράς, υπακούοντας σε περιορισμούς που έχουν τεθεί <sup>[1]</sup>. Οι περιορισμοί περιλαμβάνουν ισοζύγια ενέργειας τόσο για την αγορά επόμενης ημέρας όσο και για την αγορά εξισορρόπησης. Επίσης, υπάρχουν περιορισμοί που αναφέρονται στα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου και στη δυναμικότητα των παραγωγών <sup>[2]</sup>. Η επίλυση του μοντέλου πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού GAMS (General Algebraic Modelling System) και με χρήση του επιλυτή ILOG CPLEX. Το σύστημα στο οποίο εφαρμόζεται το μαθηματικό μοντέλο αποτελείται από δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας 24 κόμβων και από δίκτυο φυσικού αερίου 5 κόμβων. Στο συγκεκριμένο σύστημα, μελετάται σενάριο που επικρατούν κανονικές συνθήκες και σενάριο στο οποίο παρουσιάζεται συμφόρηση μεταξύ συγκεκριμένων γραμμών του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, πραγματοποιείται επέκταση του μαθηματικού μοντέλου με στόχο την ενσωμάτωση στο σύστημα 5 μονάδων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας <sup>[3]</sup>. Για το δίκτυο που συμπεριλαμβάνονται μονάδες αποθήκευσης, όπως και για το αρχικό δίκτυο, μελετάται σενάριο στο οποίο επικρατούν κανονικές συνθήκες αλλά και σενάριο στο οποίο παρουσιάζονται φαινόμενα συμφόρησης. Από την επίλυση του μαθηματικού μοντέλου, προκύπτει το μερίδιο συμμετοχής στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου κάθε παραγωγού, ενώ εξάγονται και αναλυτικά σχήματα που παρουσιάζουν την τιμή εκκαθάρισης στην αγορά επόμενης ημέρας και στην αγορά εξισορρόπησης. Επιπλέον, αναλύεται η επίδραση της συμφόρησης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και πως αυτή οδηγεί σε διαφοροποίηση της τιμής εκκαθάρισης ανάμεσα στους κόμβους. Τέλος, σημειώνεται η καταλυτική επίδραση των μονάδων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στη σταθεροποίηση των ωριαίων τιμών εκκαθάρισης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, Αγορά Φυσικού Αερίου, Βελτιστοποίηση, Αποθήκευση Ενέργειας, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ordoudis, C., Pinson, P., & Morales, J. M. (2019). *European Journal of Operational Research*, 272, 642–654.
- [2] Nasiri, N., Sadeghi Yazdankhah, A., Mirzaei, M. A., Loni, A., Mohammadi-Ivatloo, B., Zare, K., & Marzband, M. (2020). *Sustainable Cities and Society*, 63.

- [3] Dimitriadis, C. N., Tsimopoulos, E. G., & Georgiadis, M. C. (2023). Journal of Energy Storage, 58.