

**ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ
ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΕΝΤΑΞΗΣ
ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

N. Κολτσακλής¹, M. Γεωργιάδης¹

¹ Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για δεκαετίες, τα μαθηματικά μοντέλα επίλυσης του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής βασίζονταν σε διάφορες απλοποιήσεις όσον αφορά το κόστος λειτουργίας των μονάδων και επιπλέον, μια σειρά τεχνικών ζητημάτων όπως οι αποφάσεις για την εκκίνηση και τη σβέση των μονάδων, οι μέγιστοι δυνατοί ρυθμοί ανόδου και καθόδου της ισχύος των μονάδων, οι ελάχιστοι χρόνοι λειτουργίας και κράτησης των μονάδων, καθώς και οι απαιτήσεις του συστήματος ανά τύπο εφεδρείας δεν λαμβάνονταν υπ' όψιν. Ωστόσο, εξαιτίας της στοχαστικής φύσης και συμπεριφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και των μεγάλων διακυμάνσεων που προκαλούνται από τη μαζική διείσδυση τους στο ηλεκτρικό σύστημα, το καθαρό φορτίο που απαιτείται να καλυφθεί από τις συμβατικές υδροθερμικές μονάδες χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη αβεβαιότητα και ταχύτερους χρονικούς ρυθμούς μεταβολής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το γεγονός η ενσωμάτωση των βραχυπρόθεσμων αποφάσεων για την ένταξη και χρονοπρογραμματισμό παραγωγής των μονάδων (πρόβλημα βέλτιστης ένταξης των μονάδων στο ηλεκτρικό σύστημα) εντός του μακροχρόνιου πλαισίου υλοποίησης του στρατηγικού ενεργειακού σχεδιασμού να δίδει τη δυνατότητα ασφαλέστερης και ποιοτικότερης εκτίμησης των επενδυτικών αποφάσεων που πρόκειται να ληφθούν, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ασφαλή λειτουργία του δικτύου.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε με τη βοήθεια τεχνικών μεικτού ακεραίου γραμμικού προγραμματισμού, ένα λεπτομερές μαθηματικό μοντέλο για τον καθορισμό του βέλτιστου μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους τεχνικούς περιορισμούς λειτουργίας των υδροθερμικών μονάδων σε ημερήσιο επίπεδο (βραχυχρόνιος-ημερήσιος ενεργειακός προγραμματισμός). Πιο συγκεκριμένα, για την αποτύπωση μεγαλύτερης ακρίβειας και ανάλυσης, το εξεταζόμενο ηλεκτρικό σύστημα έχει επιμεριστεί σε ένα συγκεκριμένο αριθμό ζωνών, κάθε μια από τις οποίες έχει συγκεκριμένη

εγκατεστημένη ηλεκτροπαραγωγική δυναμικότητα, δυναμικό ΑΠΕ καθώς και δίκτυο διασυνδέσεων με γειτονικά ηλεκτρικά δίκτυα, για εισαγωγές και εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας. Τυπικοί ωριαίοι τεχνικοί περιορισμοί που επιλύονται σε βραχυπρόθεσμο (ημερήσιο) ενεργειακό σχεδιασμό, όπως οι αποφάσεις για την ανά τύπο εκκίνηση και σβέση των μονάδων, ρυθμοί ανόδου και καθόδου της ισχύος των μονάδων, απαιτήσεις του συστήματος ανά τύπο εφεδρειών συνδυάζονται με αντιπροσωπευτικούς ετήσιους περιορισμούς που σχετίζονται με τις προσθήκες παραγωγικής δυναμικότητας λαμβάνοντας υπ' όψιν το χρόνο κατασκευής των μονάδων (ανά τύπο τεχνολογίας και ζώνη), ανώτατα ετήσια όρια παραγωγής των μονάδων, διασφάλιση επάρκειας ισχύος για την κάλυψη της ζήτησης, καθώς και μέτρα ενεργειακής πολιτικής (στόχοι διεύθυνσης των ΑΠΕ, ανώτατο όριο εκπομπών CO₂). Για την υλοποίηση του μαθηματικού μοντέλου, μια αντιπροσωπευτική ημέρα ανά μήνα για μια σειρά ετών έχει επιλεγεί για τον προσδιορισμό των βέλτιστων αποφάσεων όσον αφορά την κατασκευή νέων μονάδων, του παραγωγικού προφίλ ανά τύπο τεχνολογίας, του ημερήσιου ενεργειακού σχεδιασμού, καθώς και του υπολογισμού της οριακής τιμής του συστήματος (ωριαία αλλά και ετήσια μεσοσταθμική).

Το μαθηματικό μοντέλο έχει εξεταστεί αντλώντας πραγματικά δεδομένα από το Ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής και ως κύριος στόχος του υπολογιστού εργαλείου ορίζεται η παράθεση αναλυτικών αποτελεσμάτων χρήσιμων για την εξαγωγή συμπερασμάτων από τους σχεδιαστές της ενεργειακής πολιτικής σε εθνικό/περιφερειακό επίπεδο για τον καθορισμό του βέλτιστου οδικού χάρτη ενεργειακών επενδύσεων και ενεργειακής στρατηγικής σύμφωνα με συγκεκριμένες παραδοχές (μέτρα πολιτικής) και προβλέψεις-εκτιμήσεις των κυριότερων προσδιοριστικών παραμέτρων (π.χ. ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, τιμές καυσίμων, κόστος επένδυσης τεχνολογιών, τιμές εκπομπών ρύπων).